



Scripta Philosophiæ Naturalis 16 (2019)

ISSN 2258 – 3335

STABILITÉ, ÉMOTIONS ET MÉTAPHYSIQUE (*)

C.P. BRUTER

(*) Conférence au 7ème Symposium
du Cercle de Philosophie de la Nature
Université Australe du Chili, Valdivia, 21-23 Novembre 2018

ABSTRACT: The first part deals with stability as a metaphysical principle. In a second part is proposed a new classification of emotions based on the concept of stability. In a first appendix will be given some examples of the different types of emotions that some mathematicians have expressed with regard to the practice of their discipline. One recalls what, according to the author, is an art, the fundamental property of an emotion, the beauty, terms again defined in the second annex where the classification of emotions peculiar to the mathematical and artistic fields is somewhat deepened.

A. LA STABILITÉ EN TANT QUE PRINCIPE MÉTAPHYSIQUE

§ 1. – Introduction

Ce n'est pas le fait de la stabilité qui est le plus intéressant en soi, mais celui de la recherche de la stabilité. Dans la mesure où elle s'impliquerait dans la totalité des objets de la Nature sans distinction, elle possède alors le statut de principe métaphysique, principe puisqu'il n'est actuellement pas possible de lui attribuer une cause quelconque.

D'autres principes métaphysiques ont été avancés dans le passé. Le plus connu a été énoncé sous le vocable de dieu. Ce principe est devenu en grande partie caduc dans la mesure où nombre de ses attributs ou effets ont été expliqués par la physique de manière causale. Ce concept de dieu a été conçu dans les temps anciens où le monde paraissait figé dans sa structure, une structure non immobile mais périodique, d'une périodicité invariable. Point d'évolution.

Bien que le principe de stabilité ait également, au fond, une présence très ancienne, il est, semble-t-il, à peu près absent des discours philosophiques. Cela veut dire que l'on n'a pas très bien saisi la portée de ce principe. Cela est très curieux, d'autant plus que le plus grand des philosophes, Platon, cette sommité qu'est Spinoza, l'ont énoncé chacun à leur façon et l'ont parfois, notamment Spinoza, utilisé dans leur démonstrations. Cette différence d'attitude traduit sans doute une différence de formation d'esprit, très ouverte chez nos philosophes précédents sur la connaissance de tous les aspects de l'environnement de l'individu et de ses sociétés.

L'attention portée à la stabilité et à ses avatars (régulation, homéostasie) est assez récente. On trouvera un premier historique de ce concept dans mon livre consacré à ces deux notions fondamentales que sont l'énergie et la stabilité (on peut le consulter sur internet : H7 *Énergie et Stabilité* ESC; voir également ES).

Si le terme « *stabilitas* » apparaît au XIIe siècle, c'est le développement de la représentation mathématique des propriétés et des événements du monde physique au cours des trois derniers siècles passés qui a attiré l'attention sur l'imprégnation du phénomène, sur son universalité. Aucune des sciences d'aujourd'hui, aussi dures ou aussi molles soient-elles, n'ignore ce concept, très nombreux sont les articles, de vulgarisation ou de spécialité, dans lesquels le concept et le terme apparaissent.

§ 2. — *Les précurseurs: Platon, Spinoza*

Au fil du temps, s'enrichit l'étude du mouvement par l'observation, la description, les essais de représentation et l'émission d'hypothèses. Platon, qui fait valoir la distinction entre mouvement circulaire et mouvement rectiligne, se situe au niveau premier de la cinématique. Il faut attendre la fin du Moyen Âge, avec Buridan et Oresme, pour voir apparaître les premiers concepts qui permettront de comprendre et de représenter la dynamique des corps en mouvement.

Sur ce plan, au 17^{ème} siècle, Spinoza est en retrait sur ses contemporains mathématiciens comme Huyghens, dont probablement il ne connaît pas les dernières œuvres au moment où il rédige son *Court Traité* et son livre en 1663 sur *Les principes de la philosophie de Descartes* [8]. Il inscrit dans ce livre la proposition XIV:

Chaque chose, en tant qu'elle est simple et indivise, et qu'on la considère seulement en elle-même, persévère toujours, autant qu'il est en elle, dans le même état.

une proposition sans doute à son époque peu originale puisqu'il ajoute aussitôt: « Cette proposition est tenue par beaucoup pour un Axiome; nous la démontrons cependant. »

Voici ce qu'il nomme sa « démonstration » :

Comme nulle chose n'est dans un certain état sinon par le seul concours de Dieu (par la proposition 12, partie I) et que Dieu est constant au suprême degré dans ses œuvres (par le corollaire de la proposition 20, partie I) si nous n'avons égard à nulles causes extérieures, mais considérons une chose en elle seule, il faudra affirmer qu'autant qu'il est en elle, elle persévère toujours dans l'état où elle est.

Cette « démonstration », inacceptable aujourd'hui en tant que telle, introduisant cette nuance « si nous n'avons égard à nulles causes extérieures », permet de préciser un peu l'énoncé de la proposition. Qu'entendait par ailleurs Spinoza par « chose »: la « res » de Lucrèce ? Et par « chose simple », « indivise » ?

L'*Ethique* date de 1677. 14 ans se sont donc écoulés depuis la rédaction des livres précédents. Peut-être Spinoza a-t-il lu ou relu Platon pendant cette période. C'est à Platon en effet que l'on doit la première formulation d'un énoncé portant sur la persévérance des choses. Platon écrit dans le *Banquet* (207 d):

Car c'est encore ici, comme précédemment, le même principe d'après lequel la nature mortelle cherche toujours, autant qu'elle le peut, la perpétuité et l'immortalité, mais elle ne le peut que par la génération (*Banquet* 207 d).

On notera que c'est la seule fois dans tous ses écrits que Platon évoque explicitement ce principe. La manière dont il l'exprime suggère que c'est pour lui une sorte de banalité bien connue. Il ne l'envisage que pour la nature qualifiée de mortelle, ce qui sous-entend qu'il n'en voit pas la signification pour le monde physique qui, à son époque, est vu comme immuable dans sa structure et au cours du temps.

La formulation précédente de Spinoza est donc à la fois plus générale parce qu'il ne s'en tient pas à la seule « nature mortelle » évoquée par Platon, mais peut-être moins affinée dans la mesure où n'apparaît pas la signification du phénomène de génération mentionné par Platon.

Spinoza énonce une seconde formulation dans la troisième partie de son *Ethique* sous la forme de la proposition VI, une formulation beaucoup plus sobre, mais en un certain sens plus aboutie:

Chaque chose, autant qu'il est en elle, s'efforce de persévérer dans son être.

On notera le progrès accompli par Spinoza entre les deux formulations, celle 1763 et celle de 1677. Spinoza dit « persévère toujours » dans la première formulation, et « s'efforce de persévérer » dans la seconde. Il rejoint la formulation plus réaliste du profond Platon.

Là encore, dans sa « démonstration » tautologique, Spinoza se réfère à son Dieu, et, au fond, l'une des propriétés principales de ce Dieu est son immanence, c'est-à-dire la forme extrême de la stabilité.

Chez Spinoza, n'apparaît nulle part l'emploi des termes stable ou stabilité. Il s'approche pourtant du concept en évoquant mentionnant dans quelques scolies les efforts accomplis pour persévérer. Lorsque nous employons ces termes, nous n'entendons pas la forme extrême et rigide de la stabilité caractérisée par l'invariance spatio-temporelle, celle du Dieu spinoziste. Nous savons prudemment et par expérience que la stabilité peut se présenter, se décliner en des degrés a priori infinis.

§ 3. — *Autres incarnations linguistiques de l'idée centrale*

Dans quelle mesure les énoncés de Platon et de Spinoza ont-ils trouvé des échos auprès des philosophes des siècles suivants, sous quelles formes ont-ils pu apparaître?

A la fin du 18^{ème} siècle, avec les grands naturalistes (comme par exemple Buffon, Lamarck, Darwin), liée à celle de stabilité, la notion d'évolution s'inscrit dans l'esprit des savants: les philosophes vont également l'introduire dans leurs écrits.

Mais c'est seulement l'évolution du monde organique qui fera alors l'objet de leurs propos. Les auteurs les plus significatifs en la matière sont Arthur Schopenhauer, Friedrich Nietzsche et Georg Simmel. Ils introduisent des principes actifs de cette évolution.

Le premier, Schopenhauer, introduit dans son traité de 1818 intitulé *Le Monde comme volonté et comme représentation* [6], chez le vivant, une notion transcendante qu'il nomme la « volonté »: « la volonté seule a la permanence, mais est-ce aussi à elle seule qu'importe la permanence, car elle est volonté de vivre », ou encore, « la volonté qui fonde chaque phénomène individuel, sans dépendre de rien qui repose sur des déterminations temporelles, est par conséquent impérissable ». La volonté de vivre de Schopenhauer engendrera chez Nietzsche celle la puissance (de l'esprit).

La « volonté » de Schopenhauer correspond à ce que Simmel appelle, exactement un siècle plus tard, en 1918, dans ce bel ouvrage¹ traduit en français sous le titre de *Intuition de la vie* [7], « une dynamique de la vie qui tisse notre réalité en elle-même ainsi qu'avec la réalité du monde », une « vie [ressentie] comme perpétuellement évolutive ». Simmel évoque à plusieurs reprises « le souffle de la vie » qui impose au vivant « un devoir-être ». A travers ce devoir-être, « l'individu fait ici l'expérience de la déterminabilité la plus profonde de son être ».

Cette « volonté », ce « souffle de la vie » qui prend la forme du « devoir-être » sont des données qui ne ressortent pas encore de la physique. Ce sont des principes métaphysiques opérant sur l'organique, sur la vie.

Nul n'est besoin d'évoquer un personnage religieux pour présenter, comme l'avait fait Spinoza, cette extension à l'ensemble des objets et phénomènes de l'univers, de l'observation du comportement des objets du monde vivant, ses individus comme ses sociétés:

« Tout objet s'efforce de persévérer dans son « Moi » à travers l'espace et à travers le temps ».

¹ Il contient notamment une très belle réflexion sur la conscience de soi, sur la nature du « Moi ».

En d'autres termes, en un langage plus moderne : « Tout objet s'efforce de maintenir sa stabilité spatio-temporelle ».

La validation de cet énoncé dans le monde physique est triviale.

Je ne sais pas donner une définition satisfaisante de ce que je nomme le « Moi », terme que je pourrai remplacer par « Identité »².

Cette extension, que je prends donc comme principe et que j'appelle le principe de Platon [3], doit être considérée comme l'énoncé d'une hypothèse, laquelle est une source de réflexions, un guide pour l'exploration et la mise en forme des observations. Elle entend, rappelons-le, concerner la totalité des objets de la Nature, individuels comme collectifs.

§ 4. — *L'intérêt du concept de stabilité et de l'emploi de ce terme*

Vers les années 1550, on a commencé à employer le terme de stabilité dans un contexte de nature physique et non pas de nature psychologique. Nous avons noté son absence chez Spinoza et chez les philosophes de son temps. Il s'est imposé dans tous les écrits en mathématiques et en physique dès la fin du 19ème siècle.

Il est doté d'une connotation souple et fournie: quand on parle de la stabilité d'un objet, d'un processus, la tendance naturelle est d'en considérer l'aspect local, on sous-entend la richesse des éléments qui concourent à assurer cette stabilité, la possibilité de petites déformations de certains au moins de ces éléments sans que ne soient atteintes les structures fondamentales et les propriétés essentielles, notamment fonctionnelles de l'objet ou du processus.

De ce fait, sa présence dans notre système de pensée agit comme une sorte de stimulant implicite à la recherche, à l'analyse et à la maîtrise de tous les facteurs susceptibles d'affecter la structure et le comportement des objets et des processus. Il invite donc à réfléchir à nouveau sur les manifestations de la stabilité, leurs représentations.

Le principe de Platon présente de ce fait un caractère opérationnel.

² Voir cependant mon article: «Causalité, conscience, et mécanique quantique», *EIKASIA*, n°35, Novembre 2010, pp 56-65. « Cette notion de conscience est intimement liée à celle du *soi*, un invariant fondamental de tout objet. Il s'agit d'un soi de type jungien, et que Jung n'a nullement défini de manière précise. On va en proposer ici une définition, sans doute encore insuffisante, sous la forme d'une caractérisation.

Définition : On appellera « *soi* » d'un objet l'ensemble des fonctions qu'il est capable spontanément de remplir.

Facteur subtil du progrès de la connaissance, on observera son imprégnation récente mais de plus en plus marquée, sa présence dans bien des écrits actuels et dans toutes les disciplines. Il s'agit là non d'un effet de mode mais d'un mouvement de fond qui révèle la pertinence du concept.

Issu des théories physiques, le contenu de la mathématique reflète celui des plus grandes de nos avancées dans la représentation et dans la compréhension du monde. On notera alors le poids de la notion de stabilité présente dans les plus récents progrès de la science. Ainsi, deux exposés des séminaires Betty B.(ourbaki) et N.(icolas) Bourbaki, respectivement des 22 et 23 Juin 2018, traitent de la « Stabilité des fibrés vectoriels » et de la notion de stabilité dans les catégories triangulées (in « Conditions de stabilité et géométrie birationnelle »).

§ 5. — *Son énoncé est-il bien fondé ?*

La généralité de l'énoncé du principe de Platon est telle qu'elle peut laisser plus d'un dubitatif sur sa qualité véridique. Elle fait débat. Le fait est que, d'une part, aucune exception ne semble se dégager du fait qu'il relate, et d'autre part nombreux sont les observateurs, et non des moindres, qui acceptent et même en affirment sa généralité. On est donc conduit à admettre la justesse de cette généralité, et, si l'on tient à quelque prudence, à se contenter de la prendre pour une hypothèse de travail acceptable.

Pour étayer ces propos, je voudrais d'abord rapprocher son énoncé de celui de Spinoza, la proposition VI citée précédemment. Spinoza dit « Chaque chose ». Emploierait-il le terme *res* dans la même acception que Lucrèce, on peut en faire l'hypothèse. Il aurait alors compris et utilisé *chose*³, *res*, dans un sens voisin de celui décrit par Pierre Vesperini [9]: « De la sorte, ce sont toutes les *res* qui sont énoncées dans le poème [*De Natura Rerum*]: choses du ciel, de la terre, de la mer, des enfers, des villes, des forêts et des campagnes, récits mythologiques, grands événements de l'histoire humaine, institutions politiques et religieuses, arts et techniques, maladies du corps et passions de l'âme, animaux, plantes, phénomènes étonnants, lieux mémorables et terres habitées (car rappelons-le une idée est une *res*) ... ». C'est dans le même sens que j'utilise le terme « objet », comme je l'ai indiqué dans le tome premier de *Topologie et Perception* ([1], page 16).

Le fait qu'à plusieurs siècles de distance, trois auteurs, Lucrèce, Spinoza ou, pardonnez-moi, le facétieux moi-même, sans compter surtout tous ceux qui ont

³ C'est dans un sens plus restreint que, dans son ultime article du 11 Février 2019, G.F. Chew emploie le mot « Thing » : *Chiral-Electromagnetic Gravitational Theory of Every 'Thing' Evolving Gelfand-Dirac Hamilton-Riemann Quantum Cosmology*. (Source : Academia, 20 Avril 2019). Ses « choses » ont une masse. Il se considère lui-même comme une telle « thing ».

pensé ou pensent de même, procèdent à une même généralisation de cette envergure est quelque peu curieux. Il témoigne en tout cas d'une certaine constance de l'architecture mentale à travers ces siècles — on sait bien que les délires de l'esprit persévèrent aussi à travers l'espace et le temps — mais peut-être aussi d'une certaine part de vérité.

Ma formulation présente l'avantage, sur celle de Spinoza, d'être plus générale, en ce sens que, par l'emploi du terme et donc de la notion de stabilité, elle inclue immédiatement, quoique de manière implicite, la présence des éléments environnementaux éventuellement déstabilisateurs, éventuellement hostiles et destructeurs de la stabilité, de la « persévérance ». Le verbe « s'efforce de » par ailleurs signifie clairement que la partie n'est pas toujours gagnée.

Le principe affirme que tout objet, au sein de son environnement, entend préserver sa stabilité spatio-temporelle. On retrouve ici Schopenhauer et Simmel à travers leur emploi anthropomorphique du terme volonté par exemple. Qui dit « entend » ne vaut pas mieux a priori que « s'efforce »; cependant « entend » suggère l'existence d'une sorte de capacité peut-être mesurable de décision sous-jacente, pour le moins potentielle. Le principe est alors une incitation à rechercher des mécanismes de cette nature qui vont assurer la stabilisation spatio-temporelle, et à les représenter adéquatement pour parvenir à mieux les maîtriser.

On comprend ici qu'un dispositif de régulation, qui contrôle la présence fine d'éléments actifs et influents et détermine des comportements futurs, possède de ce fait une manière de pouvoir décisionnel. Pour souligner ce fait, je dirai brutalement que la régulation engendre la décision, et que les mécanismes décisionnels sont les fils, sont issus des mécanismes de régulation.

On peut alors voir dans la création et dans la mise en place de tels mécanismes décisionnels, spontanés, conscients ou pas du tout, une part du chemin suivi par la nature pour parvenir à assurer le maintien spatio-temporel de l'identité de l'objet. Cette capacité décisionnelle est bien sûr nulle, inexistante dans le cas de la matière brute, dans le cas de la bille qui tombe au fond de la coupe où elle viendra, dans cet environnement particulier (le champ gravifique, la forme de la coupe), se stabiliser, persévérer, mais aussi dans le cas de l'être vivant soumis à des dérèglements intérieurs ou à des éléments extérieurs qu'il ne peut en aucune façon maîtriser, qui le dépassent.

La formulation adoptée du principe semble donc non seulement tenir dans tous les cas de figure, mais être doté d'un potentiel explicatif important.

En conséquence et dans l'immédiat, tout mouvement, tous les actes apportant des éléments qui pourront renforcer la stabilité seront a priori les bienvenus si ce n'est recherchés. La question qui se posera alors sera celle de la détection et de l'évaluation éventuelle de cette stabilité.

Une dernière remarque sur la notion de persévérance dont une forme d'incarnation majeure est la stabilité, et qui imprégnerait tous les objets de l'univers. On pourrait l'interpréter comme la manifestation de l'effet d'une sorte de champ universel, tout comme existe un champ de gravitation ou un champ électromagnétique. Cette manière de voir est sans doute anthropocentrique. Le terme persévérance est un terme linguistique au caractère ici synthétique: il annonce et en même temps traduit la réalisation effective d'une stabilisation globale. La réalisation de la stabilité est un phénomène spontané dans le domaine de la physique fondamentale. Elle se propage et se déploie dans les différents étages et niveaux de l'organique par la création de mécanismes de régulation locaux, de plus en plus complexes au fur et à mesure que l'on monte dans les étages. Le chemin dynamique qui accompagne le parcours de la chaîne des stabilités locales dont on aperçoit seulement la résultante s'afficherait sous le couvert du terme général persévérance.

B. AFFECTS, ÉMOTIONS, ESSAI DE CLASSIFICATION

Some of today's computers can label facial expressions such as "happy" or "angry" — a skill associated with theory of mind — but they have little understanding of human emotions or what motivates us.

Classification of Emotions

Posted on May 24, 2011 by Steven Handel

§ 1. — *Introduction*

La notion fondamentale de stabilité, les modalités de réalisation de cette stabilité, vont nous guider pour classer les affects et émotions. Cette classification diffère des classifications que l'on rencontre aujourd'hui (par exemple celles W. Parrots [4] et de Robert Plutchik [5]): elles ne sont pas fondées sur des causalités physiques, mais seulement sur des considérations sémantiques et psychologiques.

Tout affect possède bien sûr un degré d'intensité plus ou moins caractérisé par sa dénomination. Cette dénomination n'est pas toujours explicite dans toutes les langues, dans toutes les cultures, mais peut alors être toujours définie comme un *type de sentiment*. Pour ces raisons, le contenu des classifications citées précédemment reste incomplet, on pourra l'élargir en tenant compte de cette notion de sentiment.

De manière générale, les affects et émotions se répartissent en deux grandes classes. La seconde de ces classes est définie par opposition à la première: les affects et émotions associés aux processus qui maintiennent ou renforcent la stabilité spatio-temporelle.

De manière générique, on les qualifiera⁴ d'*affects d'attraction*⁵ ou *affects positifs* par opposition aux *affects de répulsion* ou *affects négatifs*. On peut également appeler les premiers *affects de désir*, les seconds *affects de crainte*, sans qu'il faille ici toujours donner aux termes désir et crainte leur signification habituelle.

Les considérations qui suivent éclairent le contenu de ces deux grandes catégories. Mon propos n'est pas de redonner toutes les nuances en lesquelles peuvent apparaître ces affects de base et leurs attenants, il plaira à chacun de s'y employer, mais d'en souligner les fondements.

§ 2. — *Sur la naissance des affects : un schéma plausible*

Les atomes et molécules primitives présentent de par leur structure interne des qualités remarquables de stabilité spatio-temporelle.

Davantage plusieurs d'entre eux parviennent à s'associer pour former des complexes plus riches, davantage s'affaiblissent les potentialités de stabilité de ces derniers. L'assise du démiurge constitué par la déesse enserrant dans ses huit bras un seul démon terrible est naturellement plus solide que celle de l'assemblage formé par cette même déesse dont chaque bras retient un diabolin coquin sautillant à ses côtés.

Le maintien spatio-temporel de telles constructions souples nécessite un apport constant d'énergie: celle-ci est indispensable pour assurer l'activité des bras de l'une et des autres.

La constitution des premières colonies cellulaires a été évoquée dans le tome 2 de *Topologie et Perception* [2]. Sous l'influence des données physiques et physico-chimiques qui caractérisaient leur environnement, on peut imaginer que la morphologie de certaines d'entre elles a évolué, formant des sortes de disques et de dômes troués en leur milieu, se compactifiant davantage pour aboutir à des sphères et des boules trouées, morphologies qui deviendront plus tard celles des morulas.

C'est en ces milieux intérieurs que se serait d'abord élaborée une activité de sensibilisation particulière à l'environnement immédiat en même temps que d'acquisition et de transformation de cet environnement, permettant une absorption et une diffusion à travers le corps de ces colonies d'aliments énergisants,

⁴ Le choix de ces dénominations génériques prête évidemment à discussions.

⁵ Cf l'observation première 6, *Topologie et Perception*, tome 1, p. 20. [1]

assurant ainsi leur stabilité spatio-temporelle locale. Avec le temps, se serait établie selon leurs capacités propres une différenciation des composants de ce milieu intérieur en éléments formant des embryons de tissus plus proprement sensoriels d'une part et plus proprement dévolus d'autre part à l'absorption et à la transformation des éléments physico-chimiques de l'environnement immédiat.

Se pose la question importante: quelle quantité d'énergie est-elle nécessaire pour assurer la persévérance de ce milieu biologique, de cet être vivant ? De quelles manières a-t-elle évolué au cours de l'évolution, et sous quelles formes se sont présentées et se présentent actuellement les réactions de cet être type face aux insuffisances ou excès d'apports énergétiques ?

On peut imaginer que certains ensembles de cellules formant des chaînes ouvertes ou fermées se sont constitués et spécialisés en agents régulateurs, perdant petit à petit certaines fonctions primaires pour concentrer leur activité sur des fonctions régulatrices par la production ou l'emploi de sous-produits actifs pour la régulation, sous la forme par exemple de neurotransmetteurs et d'hormones. En abandonnant certaines de leurs fonctions primaires, ils seraient devenus ce que nous appelons des neurones appartenant à ce que nous nommons le système végétatif.

Ces ensembles neurovégétatifs sont couplés à d'autres ensembles issus du même fond cellulaire mais devenus spécialisés dans l'action motrice nécessaire à la diffusion et au transport des éléments nutritifs d'une part, à leur recherche d'autre part. De la sorte, les insuffisances ou les excès de l'un quelconque de ces ensembles réagissent sur les autres.

L'intégration de ces données premières au sein du système sensoriel général via le système neuro-végétatif viendra à être traduite sous la forme de ce que nous appelons les affects et les émotions, expressions imprécises de satisfactions plus ou moins grandes, ou de malaises plus ou moins intenses, voire de souffrances, expressions tant au niveau global le plus élevé sous la forme d'expressions orales, qu'au niveau local physique et physiologique le plus élémentaire, comme celui musculaire de l'abdomen, de la gestuelle et des apparences corporelles de manière plus générale. Un essai sur la mise en place de ces mécanismes d'expressions fera l'objet d'un texte ultérieur.

§ 3. — *Les affects spatiaux, individuels et collectif*

Affects individuels. On considérera ces interjections du genre « j'ai fait faim »⁶, « j'ai soif », comme l'expression d'*affects explicites* appartenant à cette première sous-famille que j'appellerai simplement les *affects spatiaux*, car c'est au sein de l'espace que sont localisés les apports énergétiques potentiels nécessaires à la stabilité physique des êtres. Ils peuvent être des affects de désir (« j'ai très faim », « j'ai envie de ceci » que ce soit un aliment ou un bien matériel), ou bien de crainte (« je vais mourir de faim », « j'ai peur de manquer de ceci ou de cela ») plus ou moins immédiats.

Paramétrés par les possibilités de réalisation à court ou plus long terme et à des des niveaux d'intensité divers, liés aux perspectives de possession et à la possession immédiate ou presque d'éléments énergétiques (nourriture, biens physiques), ils peuvent s'afficher comme affects positifs de satisfaction, de plaisir (« c'est bon », « délicieux ! », de volonté « j'en veux ! », etc.), ou au contraire en affects négatifs de déplaisir et de rejet (« je n'en veux pas », « c'est mauvais », etc.).

Affects collectifs. Au-delà de la persistance, de la stabilité spatio-temporelle de l'individu, est présente de manière plus générale et très souvent inconsciente celle de la communauté, de la société, de l'espèce humaine.

La recherche de la possibilité de se mouvoir aussi loin que possible et dans toutes les directions de l'espace est cette expression de la puissance du phénomène de stabilité qui anime le monde biologique dans le domaine spatial. Ce mouvement vise à reconnaître, à accroître les ressources, les potentialités énergétiques de la société, et donc à travers ces dernières, celles de l'individu. D'où la possibilité de présence d'*affects de mouvements* liés au désir de pouvoir bouger, jusqu'à parcourir le monde (le plaisir de se mouvoir, les sentiments de recouvrer sa liberté, ou tout simplement d'en pouvoir jouir), ou au contraire de craintes d'être en quelque sorte privés de libertés de mouvement, pouvant atteindre le niveau des sentiments d'oppression.

§ 4. — *Les affects temporels, individuels et collectifs*

⁶ Sur quelques aspects de l'expression linguistique des affects, on pourra consulter : SPL Secondes remarques sur la percepto-linguistique, *Centre Intern. de Sémantique, Urbino, série A*, Document n°6, 1971.

APL Quelques aspects de la percepto-linguistique, *TA Informations*, 2, 1972, 15-19. Considérations linguistiques, *Semiotica*, 78, 1990, 101-150, [constitue le dernier chapitre de *Topologie et Perception*, Tome 3, Considérations socio-psychologiques et linguistiques, Maloine, Paris, 1986].

La stabilité de l'être vise le spatio-temporel dans toute son étendue, et donc en particulier le temporel, ce qu'avait parfaitement exposé Platon écrivant, à propos de cette forme de persévérance, qu'on ne peut l'obtenir « que par la génération ». Ce sont toutes les questions relatives à la puissante sexualité⁷ qui sont présentes en arrière-plan du phénomène de stabilité temporelle, se rapportant tant à l'individu qu'à la société tout entière.

On pourra qualifier d'*empathie* ou de *negempathie* les sous-classes des affects correspondants, selon qu'ils appartiennent à la catégorie des affects positifs ou désirs, ou bien à celle des affects négatifs, les craintes.

Aux différents degrés où ils se présentent, à la fois par leur intensité et par le nombre potentiel ou effectif de personnes ou d'être vivants auxquels ils se rapportent, comme la personne, le groupe, la société, l'amour, l'affection, la compassion, la sympathie, le sentiment d'adhésion par exemple, sont bien sûr ainsi des affects d'*empathie*.

De façon plus générale et moins accentuée, les réactions des personnes vis-à-vis les unes des autres, leur comportements, sont souvent associés à la présence d'affects de type temporel, plus ou moins exprimés par l'activité corporelle visible (au niveau du visage, de la gestuelle) et à travers les différentes nuances de la parole.

Les affects de *negempathie* (engendrant par exemple une attitude de répulsion, de mépris, un comportement de défiance) sont souvent corrélés à des données comportementales et sociologiques qui contribuent à moduler l'intensité des affects.

On peut ranger dans cette sous-classe les sentiments d'abandon qui peuvent aller jusqu'à la détresse : ce sont à la fois le lien social et le lien temporel qui se distendent, qui s'étiolent, engendrant un premier sentiment d'appréhension de l'avenir, qui peut se figer dans un sentiment potentiellement mortel d'isolement total.

§ 5. — *Les affects mixtes et les affects de conflit, ou l'affect du Moi et ses dérivés*

Les affects des deux types précédents, spatiaux et temporels, peuvent être purs, mais s'ils privilégient fortement un type d'affect, ils possèdent souvent une légère composante de l'autre type.

Il existe une classe importante d'affects pour lesquels les deux composantes ont leur place principale à part quasi égale, ceux qui sont associés de manière intense à la stabilité spatio-temporelle immédiate, et qui concernent donc la prise

⁷ Je manque pour ma part d'information sur la phylogénèse de la sexualité.

de conscience du « Moi ». Passé sous silence semble-t-il par les spécialistes des émotions, il s'agit d'un affect latent et diffus mais très excitable sous l'influence de données environnementales mettant ce Moi en cause. Je le nommerai simplement l'*affect du Moi*. Une des formes assez fréquente d'expression excessive de cet affect est celle de l'orgueil.

Celui-ci vient fréquemment pondérer de façon positive ou négative et selon son intensité bien d'autres affects, en fonction des paramètres environnementaux (physiques et sociologiques) qui en modulent l'expression. Par exemple selon que l'on est en présence de données d'ordre spatial ou d'ordre temporel, ou les deux, il peut engendrer ces autres formes d'affects mixtes que sont l'envie ou la jalousie.

Le caractère mixte de l'affect associé au Moi le place dans une position ambiguë. Qu'advienne un succès ou un échec, un élément qui renforce la stabilité de l'être ou la réduit, il s'étendra en un sentiment positif de satisfaction pouvant aller jusqu'à la joie, ou au contraire en un sentiment négatif de désagrément, de désolation, de tristesse, de négation.

L'affect du Moi est naturellement présent dans la sous-classe des *affects de conflit* dans lesquels figure la jalousie déjà nommée, et la colère sous toutes ses formes et degrés. La classification des affects de conflit s'établit évidemment de par les différentes raisons possibles et donc types de conflit (comme par exemple les conflits d'ordre moral, sociologique, politique, intellectuel ...).

§ 6. — *Les affects de provocation*

Dans les situations qui précèdent, les affects se rapportent à des objets et événements parfaitement répertoriés dans la mémoire, sinon pour certains déjà presque génétiquement acquis en elle (comme en particulier ceux, spatiaux, liés à la nourriture et ceux, temporels, liés au sexe).

Les objets et événements nouveaux, selon les capacités d'enregistrement et d'analyse, peuvent laisser indifférents ou non. Sans doute ne peut-on pas parler en général d'un affect d'indifférence, simplement d'une attitude, d'un comportement d'indifférence. Cependant en présence de situations extrêmes, comme celles qui habituellement engendrent plutôt des affects d'empathie, il se produit chez certaines personnes des renversements complets de comportements. Ces situations peuvent induire chez les uns à des degrés divers des sentiments de répulsion voire d'horreur, chez d'autres moins nombreux, en particulier chez les monstres « froids », des formes localisées d'apathie sensori-motrice, interdisant toute forme d'activité énergétique interne et de manifestation externe chaleureuse.

On pourra donc placer du côté négatif ces *affects de provocation* associées au dérangement, à la répulsion et à l'horreur, et du côté positif les affects de provocation créés par l'admiration que peut susciter la nouveauté, qui engendrent au contraire un ressenti de meilleure stabilité spatio-temporelle.

L'interrogation, l'étonnement, la surprise, la stupéfaction, voire la curiosité qui en dérive, forment au sein de ces affects de provocation une sorte de sous-classe centrale, située en amont en quelque sorte aux deux grandes catégories des affects soit positifs soit négatifs.

	Positif	Négatif
Spatiaux		
Temporels	Individuels	et collectifs
Moi (Mixtes et Conflits)	Individuels	et collectifs
Provocation		

Tableau synthétique

Références

[1] C.P. BRUTER *Topologie et Perception*, tome 1, Préface de R. Thom, Maloine, Paris, 1974 et 1985 (seconde édition) (Préface, Préliminaires, Données philosophiques : Pour une théorie des Objets).

[2] ———— *Topologie et Perception*, tome 2, aspects neurophysiologiques, Maloine, Paris, 1976, (Introduction, III.0 ; III.1 - III.6 ; III.7 -III.12 ; III.13 - III.16, Appendice 1. La notion de paysage épigénétique. Initiation à la théorie des catastrophes, Appendices 2, 3, 4, Bibliographie, Table des matières, Table des figures).

[3] ———— *Energie et Stabilité ESC*.

[4] W. PARROT *Emotions in Social Psychology. Key Readings in Social Psychology*. Philadelphia: Psychology Press. 2001.

- [5] R. PLUTCHIK *Emotions and Life: Perspectives from Psychology, Biology, and Evolution*, American Psychological Association; 2002.
- [6] A. SCHOPENHAUER *Le Monde comme volonté et comme représentation*, PUF, Paris, 1966.
- [7] G. SIMMEL *Intuition de la vie, quatre chapitres métaphysiques*, Payot, Paris, 2017.
- [8] B. SPINOZA *Les principes de la philosophie de Descartes*, Œuvres 1, Garnier-Flammarion, Paris, 1964.
- [9] P. VESPERINI *Lucrèce*, Fayard, Paris, 2017.

ANNEXE

Quelques exemples d'émotions exprimées par certains mathématiciens au regard de la pratique de leur discipline⁸

Comme dans ces disciplines que les Grecs appellent mathématique, il n'y a pas moins d'utilité que de plaisir ... À vrai dire, les disciplines mathématiques ne peuvent rien offrir de plus sublime, rare et utile.

Luca Pacioli (1509)

Ce serait méconnaître d'abord la valeur philosophique et artistique des Mathématiques.

Émile Picard (1905)

Elles doivent fournir un instrument pour l'étude de la nature. Mais ce n'est pas tout: elles ont un but philosophique, et, j'ose le dire, un but esthétique.

Poincaré (1905)

Les mathématiques, à les bien comprendre, possèdent non seulement la vérité, mais la suprême beauté.

Bertrand Russell

⁸ D'après un exposé au Colloque sur les Emotions en Neuro-gériatrie, Poitiers, 25 mai 2018 [1]. Paraîtra dans le prochain numéro de la revue (Janvier 2020), un article complémentaire *Mathématiques, Arts et Émotions*.

Dans le discours que j'ai prononcé le premier février 1977 à l'occasion de la réception de la Médaille d'Or du CNRS, j'ai tenté de défendre la thèse selon laquelle les mathématiques relèveraient plutôt de l'art que de la philosophie.

Henri Cartan

Un texte étoffé consacré aux affects et aux émotions donnerait des exemples empruntés à la vie quotidienne. Seuls ici seront évoquées quelques réactions affectives rencontrées dans le milieu des mathématiciens, et face à leur pratique de la discipline.

Il n'existe aucune enquête faite auprès de ces professionnels qui permettrait peut-être de caractériser leurs éventuels types de profils affectifs. Seuls quelques mathématiciens ont fait part de leurs sentiments, sans vraiment chercher à donner et expliquer les raisons qui ont pu les conduire à forger ainsi leurs affects et émotions, et à nous les livrer. Aucune recension exhaustive de leurs réactions n'a jusqu'à présent été entreprise. Celle qui suit s'en tient essentiellement à quelques mathématiciens français. Elle forme un corpus trop pauvre, pour illustrer la richesse du tableau des affects et des émotions. Les citations rapportées ici témoignent de la vivacité des affections positives (« empathie » et « provocation ») ressentie par leurs auteurs.

C'est d'une manière générale brandissant en avant le drapeau de la beauté et de l'art que se sont avancés les plus attentifs et les plus sensibles. Cette conception du mathématicien en tant qu'artiste s'est très lentement forgée au cours de l'histoire. Elle est même toute récente. On doit à François Le Lionnais d'avoir introduit, dans ce panorama de référence sur l'état des mathématiques à la fin de la seconde guerre mondiale intitulé *Les Grands Courants de la Pensée Mathématique* [7], une section consacrée à « La Beauté en Mathématiques ». Ces quelques lignes révèlent la raison de la présence de cette section:

Si quelques grands mathématiciens ont su exprimer lyriquement leur enthousiasme pour la beauté de leur science, personne ne s'est proposé de se pencher sur elle comme sur l'objet d'un art – l'art mathématique – et par conséquent le sujet d'une esthétique des mathématiques.

Les trois citations en exergue de ce texte, celle de Russell est empruntée à l'ouvrage de Le Lionnais, montrent à quel point un grand nombre de mathématiciens sont sensibles aux qualités propres de leur matériau d'étude. C'est Henri Cartan (confer la citation en exergue) qui a exprimé avec la plus grande clarté et conviction l'idée que leur pratique professionnelle relève d'une forme d'art apparentée à toutes les autres formes artistiques. On peut facilement montrer en

effet que l'activité mathématique partage avec elles, sous les noms de Représentation, Perfection, Inventivité, Singularité, Universalité, Phénomènes ondulatoires, six points communs caractéristiques de toute activité artistique (cf par exemple [2]).

Ils sont constitutifs de ce qu'est un « art », quel qu'il soit, à savoir *une activité humaine d'excellence et exemplaire en un domaine particulier*. L'artiste est alors celui qui pratique une telle activité, et l'œuvre d'art le résultat de cette activité ([2]). Une telle excellence suscite l'admiration, une émotion qui tient de l'étonnement et de l'empathie, et qui prédispose à l'affirmation éventuelle du beau.

Rappelons ici ce point fondamental: qu'elle soit de nature positive ou négative, une émotion, quelle qu'elle soit, est l'expression de la réaction de la personne face à une situation perçue, ressentie comme un apport, ou au contraire comme un retrait, à ce qui fonde la stabilité spatio-temporelle de la personne.

Pourra alors être jugé comme beau, et participera de la beauté, ce qui, par effet de résonance et au contraire du laid, contribuera à fortifier notre propre stabilité spatio-temporelle⁹. C'est finalement la même idée qu'exprime in fine Nicolas Weill [11] dans sa recension de l'ouvrage du hongrois Laszlo Krasznahorkai *Seiobo est descendu sur terre*, parlant de la « confiance profonde dans les pouvoirs du beau qui imprègne tout ce livre et qui nous rend plus fort. »

Outre celle de Luca Pacioli, l'auteur du célèbre ouvrage de la Renaissance *De Divina Proportione* [8], et celle de Russell citées en exergue, ces deux autres citations, toujours empruntées à l'ouvrage de Le Lionnais, soulignent à nouveau l'effet que laisse sur le professionnel la pratique de l'art mathématique. Russell à nouveau:

Le véritable esprit de joie, d'exaltation, le sentiment d'être plus qu'un homme, qui sont la pierre de touche de l'excellence la plus haute, se trouvent dans les mathématiques comme dans la poésie.

Paul Painlevé évoquant Charles Hermite:

Ceux qui ont eu l'heureuse fortune d'être les élèves du grand géomètre ne sauraient oublier l'accent presque religieux de son enseignement, le frisson de beauté ou de mystère qu'il faisait passer à travers son auditoire devant quelque admirable découverte ou devant l'inconnu.

⁹ On relira ici la Proposition VIII de Spinoza: « ..Nous appelons bon ou mauvais ce qui est utile ou nuisible à la conservation de notre être... c'est-à-dire qui ce qui accroît ou diminue, seconde ou réduit notre puissance d'agir.» Platon a présenté le même jugement, mais, au contraire de Platon, le Beau et la Beauté sont absents du vocabulaire de Spinoza.

Toutes les citations précédentes laissent entrevoir différentes manières d'impact affectif que l'exercice des mathématiques peut induire sur ceux qui le pratiquent. D'autres témoignages apportent de nouveaux éclairages, enrichissent la panoplie de réactions engendrées par la pratique profonde des mathématiques.

Grothendieck [5]:

Le ravissement de la découverte que j'ai si souvent senti rayonner de sa personne, s'associe immédiatement en moi à un semblable ravissement, dont il m'est arrivé d'être témoin chez un tout jeune enfant.

Celui en qui l'émerveillement était le plus visible était Dieudonné. Que ce soit lui qui fasse un exposé, ou qu'il soit simplement auditeur, quand arrivait le moment crucial où une échappée soudain s'ouvrait, on voyait Dieudonné aux anges, radieux. C'était l'émerveillement à l'état pur, communicatif, irrésistible — où toute trace du "moi" avait disparu.

Le plaisir et le ravissement de Dieudonné était surtout, il me semble, de voir la beauté des choses se manifester en pleine lumière la perception de la beauté, qui se manifestait chez Dieudonné par l'émerveillement,

De Grothendieck, un autre propos dont la fin est curieuse :

La première à se manifester dans ma vie a été ma passion pour les mathématiques. Et je vois aussi, maintenant, que l'aspect doux, recueilli, silencieux de cette chose multiple qu'est la créativité en nous, s'exprime spontanément par l'émerveillement. Sûrement, l'émerveillement n'a jamais imprégné ma passion mathématique à un point comparable comme dans la passion d'amour. Chose étrange, si j'essaie de me souvenir d'un moment particulier de ravissement ou d'émerveillement, dans mon travail mathématique, je n'en trouve aucun ! ...

Dernière citation de celui maintenant considéré comme le plus grand mathématicien du siècle dernier:

Mon principal guide dans mon travail a été la recherche constante d'une cohérence parfaite, d'une harmonie complète que je devinais derrière la surface turbulente des choses, et que je m'efforçais de dégager patiemment, sans jamais m'en lasser. C'était un sens aigu de la "beauté", sûrement, qui était mon flair et ma seule boussole. Ma plus grande joie a été, moins de la contempler quand elle était apparue en pleine lumière, que de la voir se dégager peu à peu du manteau d'ombre et de brumes où il lui plaisait de se dérober sans cesse.

Terminons ce petit florilège de citations avec celle-ci d'Arnaud Denjoy [4], soulignant comme d'ailleurs l'avait déjà fait Poincaré, le lien subtil entre intuition et esthétique. Denjoy écrit, en italique: « Le sens esthétique est le guide de l'intuition, comme le sens logique est le guide du raisonnement conscient. »

Toutes les citations ici réunies se rapportent à des émotions positives à l'égard des mathématiques, émises par des mathématiciens célèbres. On s'en tiendra ici à la considération d'elles seules. Il est naturellement arrivé à tous d'éprouver des

émotions négatives, par exemple en présence d'une démonstration, jugée ou simplement ressentie pour des raisons variées, d'une qualité trop faible, également par les insuffisances ou échecs, à des degrés divers et sur de plus ou moins longues durées, dans la compréhension de questions mathématiques et dans la recherche de leurs solutions. Ne seront donc pas évoqués les aspects émotionnels créés par ces situations.

L'émotion positive que rencontre le mathématicien dans l'exercice de son art dépend aussi et bien sûr de facteurs sociologiques et psychologiques qui viennent moduler les influences des facteurs objectifs.

Que ranger dans les facteurs objectifs propres aux mathématiciens ? Ils dépendent d'abord de la nature de l'exercice intellectuel pratiqué: ou bien le mathématicien travaille sur un sujet précis, seul ou avec des collègues, soit il s'instruit, soit encore en solitaire, ou bien en groupe, et cela de deux façons possibles selon la taille réduite ou importante du groupe. Toutes les nuances d'émotions ressenties sont possibles, selon la tournure et la sensibilité de l'esprit, tourné vers l'abstrait, ou vers la signification physique implicite, vers le géométrique ou vers le calcul, selon le degré d'attention et d'intérêt porté au sujet d'étude, la familiarité qu'on en a, la rapidité de compréhension, les caractéristiques de ce thème d'étude (sa profondeur mathématique, la richesse mathématique de son contenu tant relative au passé qu'à la nouveauté, sa portée pratique tant pour le devenir des mathématiques que pour ses applications, l'élégance, la variété et la subtilité des arguments).

La réaction de Dieudonné rapportée par Grothendieck est un exemple montrant chez certains mathématiciens que le plaisir de l'étude, l'émotion qu'elle suscite, soutenus par la qualité pédagogique de l'auteur, voire par le charisme du conférencier, et par le contenu du message, peuvent être portés à leur plus haut point. Chez Dieudonné, il semble qu'on atteigne presque le moment d'illumination, un phénomène bien connu.

Ce moment, rare, de la compréhension subite, de la découverte soudaine après un long labeur, s'accompagne d'une joie intense: Archimède s'écrit « Eureka ! ». Plus d'un mathématicien est ainsi passé par une telle phase d'exaltation, parfois évidemment suivie d'une phase moins gaie, voire de dépression quand le résultat escompté, la démonstration avancée révèlent des failles. Un exemple célèbre qu'on aime citer est celui de Poincaré [9]:

Dégoûté de mon insuccès, j'allais passer quelques jours au bord de la mer, et je pensai à tout autre chose. Un jour, en me promenant sur une falaise, l'idée me vint, toujours avec les mêmes caractères de brièveté, de soudaineté, et de certitude immédiate, que les transformations arithmétiques des formes quadratiques ternaires infinies étaient identiques à celles de la géométrie non-euclidienne.

Hadamard dans son *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique* [8] donne d'autres exemples de telles illuminations, comme celle de Gauss qui écrivit : « Comme en un éclair subit, l'énigme se trouva résolue. »

Les mathématiciens ont très peu détaillé les émotions qu'ils ressentent, leurs causes. Ils ont au mieux employé « esthétique » et « beauté » sans préciser ce qu'ils entendaient par ces termes. On voudra bien me pardonner ici de citer ce texte [3] de 1973 où j'emploie le terme *architecture*, désignant l'impression que me donnait, et me donne toujours, la théorie de la géométrie, partant d'axiomes se déployant de manière harmonieuse et solide en poutrelles successives:

Dans le secondaire, j'avais été rapidement séduit par la beauté radieuse de l'architecture de la géométrie euclidienne. Imaginer une tour Eiffel, en modèle réduit, dont l'armature se compose de fils de verre qui laissent passer une lumière blanche, intense et diffuse, qui enveloppe la construction. Voilà la sensation, l'image curieuse que me laisse la géométrie ; je l'avais retrouvée à la lecture des travaux de Tutte sur les matroïdes ; me souvenant de ces mots d'Alain « le beau, source de vrai », je décidais définitivement de travailler sur cette théorie.

On voit l'intérêt de présenter dès le secondaire des théories bien construites, et de les approfondir suffisamment : on y développe le sens de l'esthétique mathématique. La sensation du jeu joyeux, je n' l'ai éprouvé qu'avec le peu d'arithmétique que j'ai eu l'occasion de faire, où, pour la première fois, je me réconciliai avec les nombres.

Comment se développe ce sens de l'esthétique, du beau, c'est encore un mystère. Peut-être l'architecture géométrique soit-elle dans son déroulement un processus de catastrophe généralisée qui entre en résonance avec l'ordonnance profonde de notre système cérébral. Toujours est-il que la mathématique possède un pouvoir émotif, sensitif, utile au bon équilibre de l'individu, comme le sont les autres disciplines artistiques, musique, peinture, sculpture, chant, poésie, danse. Souvenons-nous que les Anciens rangeaient parmi les muses Uranie qui présidait à l'astronomie.

Mais on lira aussi les belles pages que, dans son autobiographie, *Un mathématicien aux prises avec le siècle* [10], Laurent Schwartz consacre à la « Séduction pour la géométrie » qu'il a éprouvée, concluant : « Le contraste entre mon amour pour la géométrie et mon absence presque complète de vision géométrique tient vraiment du mystère. »

On peut estimer que la passion pour les mathématiques est une expression du niveau le plus élevé de l'émotion qu'elles peuvent susciter. La passion est exclusive, elle traduit une sorte de fascination naïve de l'esprit pour une forme d'activité mentale, pour l'examen ici d'une construction mentale dont la structure est régie par une causalité apparente sans faille. La qualité de stabilité de cette construction, ajoutée à l'appréciation de l'intérêt que présente cette construction (éventuel apport de concepts nouveaux, de connaissances nouvelles plus ou moins profondes et de portée variable) crée un affect positif en sa faveur.

Celui-ci contribue à asseoir l'équilibre psychique en même temps qu'il maintient voire conforte l'envie de poursuivre peut-être encore davantage l'activité de l'esprit dans l'exploration du domaine des mathématiques dans lequel il s'était engagé.

* * *

Références

- [1] C.P. BRUTER «Mathématiques, Art & Emotions», Exposé du 25 Mai 2018, Poitiers <https://vimeo.com/280681986/2af7c5a60d>
- [2] ——— «Mathématiques et Arts, Deux Conférences», Première Partie, *Scripta Philosophiae Naturalis*, 11 Janvier 2017, 1-27 <https://scriptaphilosophiaenaturalis.files.wordpress.com/2017/01/claude-p-bruter-mathc3a9matiques-et-arts-deux-confc3a9rences.pdf>. Seconde Partie, *Scripta Philosophiae Naturalis*, N°12, Juillet-Décembre 2017, 1-12 (<https://scriptaphilosophiaenaturalis.files.wordpress.com/2017/06/claude-p-bruter-mathc3a9matiques-et-arts-deux-confc3a9rences-2c3a8me-partie.pdf>).
- [3] ——— *Sur la Nature des Mathématiques*, Gautier-Villars, Paris, 1973.
- [4] A. DENJOY *Hommes, formes et le nombre*, Librairie Scientifique A. Blanchard, Paris, 1964.
- [5] A. GROTHENDIECK *Semilles et Moissons* <http://matematicas.unex.es/~navarro/res/yinyang.pdf>.
- [6] J. HADAMARD *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, Librairie Scientifique A. Blanchard, Paris, 1959.
- [7] F. LE LIONNAIS *Les Grands Courants de la Pensée Mathématique*, Librairie Scientifique A. Blanchard, Paris, 1962.
- [8] L. PACIOLI *Divine proportion*, Librairie du Compagnonnage, Paris, 1988.
- [9] H. POINCARÉ *Science et méthode*, Flammarion, Paris, 1908.
- [10] L. SCWHARTZ *Un mathématicien aux prises avec le siècle*, Odile Jacob, Paris, 1997.
- [11] N. WEILL « L'insoutenable beauté de l'art », *Le Monde*, jeudi 10 - vendredi 11 mai 2018.

* * *

C.P. Bruter
bruter@u-pec.fr