
Du mode d'inexistence des mathématiques

L'ontologie du virtuel chez Simondon

Vincent Bontems

**Édition électronique**

URL : <http://journals.openedition.org/appareil/2235>

DOI : 10.4000/appareil.2235

ISSN : 2101-0714

Éditeur

MSH Paris Nord

Référence électronique

Vincent Bontems, « Du mode d'inexistence des mathématiques », *Appareil* [En ligne], 16 | 2015, mis en ligne le 09 février 2016, consulté le 30 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/appareil/2235> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/appareil.2235>

Ce document a été généré automatiquement le 30 juillet 2020.



Appareil est mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Du mode d'inexistence des mathématiques

L'ontologie du virtuel chez Simondon

Vincent Bontems

À Bernard Besnier

La philosophie manifeste la sursaturation d'un système ; c'est pourquoi elle n'existe pas toujours. C'est pourquoi, de plus, elle [...] vit dans un monde partiellement réel et partiellement virtuel.

Gilbert Simondon, *Quelques éléments d'histoire de la pensée philosophique dans le monde occidental*

Introduction

- 1 L'ampleur de l'information scientifique et la portée encyclopédique de la philosophie de Gilbert Simondon — qui couvre les régimes physique, biologique et psychosocial d'individuation ainsi que les processus de concrétisation technique — ne peuvent qu'impressionner son lecteur. Toutefois, ce dernier peut légitimement s'interroger sur l'absence de théorisation des mathématiques dans son œuvre. À aucun moment Simondon, qui ne rechigne pourtant pas à citer certaines formules algébriques, en particulier dans la première partie de sa thèse principale, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*¹, ne se préoccupe de préciser le statut ontologique des référents du formalisme. Pour autant, il ne considère pas la mathématisation comme un aspect contingent des sciences de la nature lorsqu'il s'agit d'élaborer sa réflexion philosophique, comme le prouve la remarque suivante :

[...] ce n'est pas *cette* physique [celle d'Aristote], dépourvue de formulation mathématique après la répudiation des structures-archétypes, et préoccupée de

classification plus que de mesures, qui pouvait fournir des paradigmes à une réflexion².

- 2 L'absence de théorisation des mathématiques ne s'explique donc ni par l'ignorance ni par l'indifférence. Et, puisqu'il n'y a pas d'obstacle épistémologique à sa formulation — le réalisme de la relation est adapté à la conceptualisation d'objets mathématiques en tant que systèmes de relations —, cette absence demande à être justifiée dans la problématique qui est la sienne.
- 3 Notre hypothèse est que Simondon ne traite pas de l'ontologie des mathématiques en tant que telles parce qu'il ne les situe pas dans l'horizon de sa philosophie de la nature : il est impossible de leur assigner un mode d'existence comparable à celui des réalités naturelles et artificielles. En effet, si « exister » signifie « devenir dans le temps et l'espace », alors les mathématiques *n'existent pas* et n'ont pas leur place au sein de l'encyclopédisme *génétique*³. D'autres philosophies, confrontées à une difficulté analogue, ont proposé des références ontologiques distinctes de l'existence (les notions de « subsistance » et de « consistance », par exemple), mais il est probable que la méthodologie en un sens « naturaliste⁴ » de Simondon n'incitait pas ce dernier à faire appel à un tel expédient métaphysique. Cela ne signifie pas pour autant que l'ontologie des mathématiques soit impensable dans son système.
- 4 La théorie de l'individuation pose l'antériorité d'un état de l'être dit « préindividuel » et pense le devenir des individus en fonction de leur métastabilité, qui en est la trace résiduelle sous la forme des potentiels du système formé par l'individu et son milieu associé. Une condition primordiale de cette théorie est donc la reconnaissance de deux domaines réels distincts, l'actualité et la potentialité :

[...] le potentiel est l'une des formes du réel, aussi complètement que l'actuel. Les potentiels d'un système constituent son pouvoir de devenir sans se dégrader ; ils ne sont pas la simple virtualité des états futurs, mais une réalité qui les pousse à être⁵.
- 5 On remarque alors qu'intervient un troisième terme, le virtuel qui lui, en revanche, est repoussé hors de l'horizon de la réalité. Du virtuel n'est donnée aucune dérivation ontogénétique : il intervient en tant qu'il ne fait pas partie du processus réel. Il sert de faire-valoir au potentiel parce qu'il n'explique pas le devenir :

Le devenir n'est pas l'actualisation d'une virtualité ni le résultat d'un conflit entre des réalités actuelles, mais l'opération d'un système possédant des potentiels en sa réalité : le devenir est la série d'accès de structurations d'un système, ou individuations successives d'un système⁶.

Mais si le virtuel désigne une abstraction sans corrélat réel, pourquoi intervient-il de manière récurrente dans *Du Mode d'existence des objets techniques*⁷ ?
- 6 Comparé au potentiel, qui est inactuel mais présent, le virtuel est comme absent et paraît presque irréel. Sa figure principale est, chez Simondon, la visée de l'avenir, ou plutôt des futurs possibles dans la mesure où ceux-ci peuvent diverger, advenir ou non : « l'avenir est comme un immense champ possible, un milieu de virtualités associées au présent par une relation symbolique⁸ ». Mais Simondon qualifie aussi de virtuel tout ce qui n'est pas présent et qui est pourtant réel au sens où il conditionne les potentiels qui s'actualisent⁹. Or, les mathématiques sont justement des structures réelles inactuelles qui conditionnent le physiquement possible. Notre hypothèse est donc que le mode d'existence du virtuel compense l'absence des mathématiques — qui ne sauraient être pensées en tant que réalités existantes mais qui n'en exercent pas moins un effet structurant sur le déploiement du réel.

Le virtuel est le mode d'inexistence des mathématiques. Car l'inexistant n'est pas irréel : le

virtuel est la réalité de ce qui ne devient pas dans le temps et l'espace. Comme Jean-Hugues Barthélémy, nous pensons que la connaissance suppose un « double décentrement mathématico-instrumental du sujet¹⁰ » opéré par la phénoménoteknique et par les mathématiques, qui sont la « technique virtuelle ». Nous pensons être en mesure de généraliser ce jugement : le virtuel est la modalité du réel pris dans toute son extension ; il caractérise la structuration de l'inactuel par les mathématiques, que cet inactuel soit potentiel ou non, en même temps que le mode d'inexistence des mathématiques en tant que telles.

- 7 Pour le démontrer, nous nous sommes inspirés d'une procédure en usage chez les mathématiciens telle qu'elle est analysée par le phénoménologue Jean-Toussaint Desanti dans *Les Idéalités mathématiques*¹¹. Elle consiste à partir d'un « objet » (un système de relations) explicite, à savoir le « virtuel », et à démontrer que sa structure relève d'un objet implicite, les mathématiques en tant que leur inexistence structure en creux l'ontogenèse. L'objet implicite (les mathématiques) n'est pas une conséquence de l'objet explicite (le virtuel) : il n'est pas déduit, mais plutôt « abduit¹² ». Cette abduction résulte de trois opérations : d'abord, l'intégration de l'objet implicite dans le champ des opérations permises par l'objet explicite ; puis, son positionnement comme pôle d'unité d'un champ des propriétés de l'objet explicite ; enfin, la redéfinition de l'objet explicite comme objet enveloppé et délimité du champ des propriétés démontrées de l'objet implicite. Autrement dit, nous allons relever les occurrences du virtuel chez Simondon en tant que manifestations de propriétés attribuables aux mathématiques ; puis, nous allons poser l'inexistence des mathématiques comme constituant l'unité (et l'universalité) du champ d'application du virtuel ; pour, enfin, redéfinir le virtuel comme mode d'inexistence des mathématiques.

Intégration des mathématiques dans l'horizon du virtuel

- 8 Dans *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, Simondon définit le « virtuel réel » comme « source de réalité pouvant devenir symbolique par rapport au présent¹³ ». La raison pour laquelle c'est le corps qui est alors qualifié de virtuel ne nous intéresse pas ici. En revanche, on notera que les mathématiques s'intègrent facilement à cette définition du virtuel comme source d'un symbolisme, c'est-à-dire formalisation de la physique. Il s'agit de reproduire cette opération avec d'autres occurrences du virtuel. Nous limiterons ici notre analyse au texte où intervient le plus souvent le concept de virtuel : *Du Mode d'existence des objets techniques*.

L'omni-spatio-temporalité du virtuel comme condition objective de l'invention

- 9 Le virtuel joue un rôle décisif dans *Du Mode d'existence des objets techniques*, puisqu'il constitue une condition de possibilité de l'acte d'invention en tant qu'information inédite de la matière et création d'une nouvelle compatibilité des formes et du « fond » qui les accueille et en explique l'efficacité opératoire :

La relation de participation qui relie les formes au fond est une relation qui enjambe le présent et diffuse une influence de l'avenir sur le présent, du virtuel sur l'actuel. Car le fond est le système des virtualités, des potentiels, des forces qui

chément, tandis que les formes sont le système de l'actualité. L'invention est une prise en charge du système de l'actualité par le système des virtualités, la création d'un système unique à partir de ces deux systèmes. Les formes sont passives dans la mesure où elles représentent l'actualité ; elles deviennent actives quand elles s'organisent par rapport au fond, amenant ainsi à l'actualité des virtualités antérieures¹⁴.

- 10 La première phrase décrit la capacité d'anticipation du sujet inventif qui trouve la solution au problème présent en imaginant les effets d'une réalité qui n'a encore jamais été. Que l'avenir soit du « réel inexistant » n'a alors rien pour nous surprendre. La seconde phrase complète la première en reconnaissant l'objectivité des virtualités qui résident dans le fond du réel comme des lignes de force en pointillé qui précèdent la reconfiguration du système des potentialités et de l'actualité. La troisième précise que l'invention est rendue possible par une simulation de ces reconfigurations au sein d'un « système des virtualités ». La quatrième affirme que l'invention consiste en l'actualisation d'une de ces structures inexistantes qui paraissent désormais « antérieures ». On observe donc un spectaculaire basculement de la temporalité du virtuel entre la visée de « ce qui n'est pas encore là » et une reconnaissance de « ce qui a toujours déjà été là ». Or, la manipulation des idéalités¹⁵ mathématiques confronte le sujet à la même dialectique : des opérations triviales aux plus poussées, la recherche mathématique consiste toujours à se projeter dans une problématique dont on conjecture la résolution, avant de découvrir, quand cette recherche aboutit, la structure objective qui explique la solution. L'omni-temporalité est une propriété des mathématiques et l'invention technique constitue une opération analogue et symétrique dont seule la structuration virtuelle peut aussi rendre raison.
- 11 Deux autres passages confirment que l'omni-temporalité du virtuel est une condition de l'invention : celui où Simondon signale qu'une synthèse encyclopédique qui occulte l'historicité des connaissances produit une complétude illusoire dans la mesure où « cette étape est encore riche de virtualités¹⁶ » et que sa stabilité « masque la réalité même de l'invention¹⁷ » ; et celui qui caractérise l'enfance comme l'état d'un sujet qui se réinvente sans cesse : « l'enfant est l'être du successif, fait de virtualités, se modifiant dans le temps et ayant conscience de cette modification¹⁸ ».

En quoi les propriétés évoquées seraient-elles identiques à celle du virtuel mathématique ?

- 12 En soulignant la générativité des schèmes et l'état inchoatif de l'enfant, Simondon pointe des caractéristiques qu'il aurait pu, à première vue, référer à des potentiels plutôt qu'à des virtualités. Toutefois, ce n'est pas la métastabilité d'un système qui est en question, mais son historicité qui entre en tension avec la dualité temporelle du virtuel « pas-encore-là/toujours-déjà-là ». L'encyclopédisme ne rend pas compte de l'inventivité s'il se replie sur une axiomatique close et sans histoire. L'enfant, défini par sa façon de grandir et de renouveler ses structures comportementales, n'est pas un système cohérent. Le rapport à la mémoire pose, dans les deux cas, le problème d'une transmission du système des virtualités : l'identité est réduite à la synchronie ou à la diachronie. L'état stabilisé d'un système des connaissances et l'élan juvénile sont donc deux cas limites qui sacrifient une dimension du virtuel. La pratique des mathématiques, en tant qu'elle produit son schématisation et qu'elle se produit à travers lui, articule ces deux dimensions : elle vise la consistance du système synchronique en même temps qu'elle expérimente l'incomplétude de ce système qui justifie sa transformation. Aussi bizarre que cela puisse paraître, les mathématiques, souvent

considérées comme des vérités éternelles, posent de la façon la plus aiguë qui soit la question d'une pédagogie génétique et de la transmission de la mémoire savante : apprend-on une formule comme une recette, ou apprend-on la démonstration qui la justifie dans une axiomatique, ou apprend-on son histoire et les motivations de sa (re)formulation ?

- 13 Enfin, Simondon réserve la perception du virtuel (et donc la capacité à inventer) à l'individu vivant par contraste d'avec la machine :

En effet, le vivant n'est pas exactement un transducteur comme ceux que les machines peuvent comporter ; il est cela et quelque chose de plus ; les transducteurs mécaniques sont des systèmes qui comportent une marge d'indétermination ; l'information est ce qui apporte la détermination. Mais il faut que cette information soit donnée au transducteur ; il ne l'invente pas ; elle lui est donnée par un mécanisme analogue à celui de la perception chez le vivant, par exemple par un signal provenant de la manière dont l'effecteur fonctionne (la jauge sur l'arbre de sortie d'une machine thermique). Au contraire, le vivant a la capacité de se donner à lui-même une information, même en l'absence de toute perception, parce qu'il possède la capacité de modifier la forme des problèmes à résoudre [...] Résoudre un problème, c'est pouvoir l'enjamber, c'est pouvoir opérer une refonte des formes qui sont les données mêmes du problème. La résolution des véritables problèmes est une fonction vitale supposant un mode d'action récurrente qui ne peut exister dans une machine : la récurrence de l'avenir sur le présent, du virtuel sur l'actuel. Il n'y a pas de véritable virtuel pour une machine ; la machine ne peut réformer ses formes pour résoudre un problème¹⁹.

- 14 Cette détermination du virtuel mathématique peut paraître contre-intuitive dans la mesure où l'on assimile en général les mathématiques à l'informatique : les ordinateurs fonctionnent à partir de données numériques, ou plutôt de l'information réductible à un code binaire sous la forme du langage-machine. Or, Simondon pointe ici les limites du système calculatoire d'une machine de Turing pour dégager la spécificité du vivant en tant qu'il a accès au virtuel. Il faut alors rappeler l'incapacité des ordinateurs à manipuler le continu réel : un algorithme informatique ne reproduit pas les opérations mathématiques du cerveau, il les simule. Toutefois, Simondon insiste quant à lui, sur l'incapacité supposée des machines à inventer, autrement dit à reconfigurer le système des potentiels et des actualités en fonction d'une information virtuelle, c'est-à-dire d'une information absente. Les ordinateurs ne peuvent pas procéder à des abductions, surtout si elles sont « sous-codées²⁰ » (quand une partie de l'information manque), comme le font les êtres humains ; ils ne peuvent que simuler ce raisonnement en élargissant la base des inférences dont ils disposent déjà ou réagir à une information incidente qui modifie la structure du problème²¹. Or, de nombreux gestes des mathématiciens correspondent au dépassement du fonctionnement strictement calculatoire : le passage à la limite, la manipulation de l'infini ou la postulation de propositions indécidables sont autant d'opérations qu'un ordinateur ne peut exécuter car elles ne sont pas réductibles à un codage discret et binaire (mais il peut en manipuler des approximations). Ce qui est en jeu est donc la capacité d'auto-détermination virtuelle du sujet, c'est-à-dire sa capacité à agir en fonction d'une information absente, « inventée », et c'est le lien de cette auto-détermination avec l'inexistence des mathématiques qu'il convient maintenant d'éclairer.

L'optatif comme condition subjective de l'auto-détermination

- 15 Simondon consacre un long développement au corrélat subjectif du virtuel. Il commence par distinguer entre le virtuel en général et le virtuel en tant qu'il conditionne le physiquement possible (« la véritable virtualité de la *physis*²² »). Puis, il expose la modalité selon laquelle le sujet opère un choix au sein de l'éventail des possibilités que lui procure le virtuel, à savoir l'*optatif* :

En même temps que la virtualité, l'échec de l'action technique fait découvrir le correspondant subjectif de cette virtualité, à savoir le possible comme optatif ; l'ensemble de schèmes est une réalité incomplète ; les schèmes d'action sont des débuts d'action, des incitations appliquées au monde pour qu'une opération se réalise ; cette action est voulue, posée comme souhaitable et déjà effectivement souhaitée dans la mesure où l'homme tend à la réaliser ; mais elle ne possède pas en elle-même toute son autonomie puisque le souhait humain n'a que la valeur d'un germe d'action, et doit rencontrer pour qu'il y ait accomplissement de la virtualité du monde : l'optatif pratique correspond au virtuel théorique comme une réalité figurale correspond à une réalité de fond ; l'optatif est la figure du virtuel. [...]

Il importe essentiellement de remarquer que la notion de virtualité potentielle est toujours particulière : elle vise une réalité parcellaire élémentaire, prise partie par partie ; elle n'est pas relative à l'ensemble du monde ; le potentiel est potentiel d'un certain domaine du réel, non de tout le réel dans le système stable qu'il forme : ce caractère de la virtualité, qui a été peu noté, provient de la technicité ; l'action technique est en effet efficace ou inefficace selon les pouvoirs locaux ; il faut qu'elle rencontre *hic et nunc* une virtualité prête à s'actualiser sous le geste technique ; la virtualité est insérée, localisée, particulière. Elle est le possible objectif, comme l'optatif est le possible subjectif.²³

- 16 L'optatif est, en son sens premier, un mode de conjugaison fort répandu au sein des langues indo-européennes, que Simondon connaît probablement à travers le grec ancien. Il s'agit d'une forme linguistique exprimant le souhait d'une façon qui tient le milieu entre le conditionnel et l'impératif. On peut la rendre en français par un usage vieilli du subjonctif : entre la forme conditionnelle « il se pourrait que tu fasses bon voyage », qui exprime la possibilité de manière neutre, et l'injonction de l'impératif « fais bon voyage », qui exprime le vœu sans évoquer la possibilité, on peut formuler un souhait optatif en disant « puisses-tu faire bon voyage » qui en appelle à la réalisation d'une possibilité. C'est précisément cette sollicitation du réel que Gilles Châtelet attribuait au virtuel mathématique :

Par quel « miracle » les êtres mathématiques, « abstraits » et immuables, s'associent-ils à la détermination des êtres physiques par la « nature » [étant] soumis à la contingence et la mobilité ? [...] La virtualité invente et décide d'un mode d'élasticité ; elle prépare, découpe et propulse de nouvelles unités plastiques. La virtualité réveille des gestes ; elle *sollicite* la détermination, elle ne l'arrache pas. Elle ne se confond nullement avec l'éventail des possibles, mais en permet la décision et le déploiement²⁴.

- 17 Or, il faut noter que cette modalité subjective, par laquelle le sujet sollicite la réalisation de ses désirs indépendamment de la considération préalable du champ des potentialités qui s'offre à lui, ne peut rencontrer la satisfaction qu'en raison de la détermination sous-jacente de ces potentialités par le système objectif des virtualités de la nature, autrement dit en raison de l'existence de « lois de la nature » visées à travers l'inexistence des mathématiques qui en permettent la formulation :

Il est donc naturel que cette modalité de virtualité soit celle qui gouverne la démarche inductive, visant à découvrir une vérité par accumulation de termes

éprouvés l'un après l'autre. L'induction se fonde, dans ses formes primitives, sur la virtualité et non sur la nécessité ; la vérité obtenue par induction aurait pu être autre qu'elle n'est ; c'est l'adjonction de tous ces termes de virtualités qui tend vers le réel ; un par un, ils sont virtuels ; mais le système de toutes les virtualités accumulées et liées les unes aux autres tend vers un équivalent d'une stabilité de base, celle d'un virtuel toujours disponible et présent partout, correspondant aux « lois de la nature »²⁵.

- 18 Que la sollicitation optative des virtualités soit identifiée au raisonnement inductif plutôt qu'à l'abduction, qui lui correspond beaucoup mieux, ne doit pas nous arrêter, car Simondon ne connaissait pas la distinction peircéenne entre ces deux formes de raisonnement. Ce qui importe ici, c'est qu'il mette directement en relation la capacité du sujet à s'autodéterminer par la modalité optative, qui est à la fois « décision et déploiement » des possibles comme l'écrit justement Châtelet, et l'existence des « lois de la nature », dont la mise entre guillemet nous prévient qu'il importe de ne pas confondre leur formulation virtuelle, fondée sur l'inexistence des mathématiques, avec le fond dynamique de la nature, qui est l'ensemble de ses potentialités. Le fond des potentiels se conforme à des lois virtuelles, qui en toute rigueur « n'existent pas », mais sans lesquelles, il serait impossible d'inventer, d'anticiper, de simuler, voire de souhaiter et de s'autodéterminer. Ces caractéristiques du virtuel correspondent alors bien à des propriétés avérées du mode d'inexistence des mathématiques : l'omni-spatio-temporalité (« toujours disponible et présent partout ») et le caractère optatif (en particulier lors de la découverte des structures de la physique mathématique : « puisse $E = mc^2$ »).

Positionnement : les mathématiques comme unité des manifestations du virtuel

- 19 Jusqu'à présent, nous n'avons fait que montrer le recouvrement des propriétés du virtuel par celles des mathématiques conçues comme structure de la réalité inexistante. Nous allons maintenant voir que ce positionnement est indispensable à la compréhension de l'unité des manifestations possibles du virtuel dans le réel en tant que fondement de leur universalité. Simondon distingue trois sens de la possibilité. La forme logique est la plus pauvre : « La possibilité logique n'est que le reflet affaibli de la véritable virtualité de la *physis*²⁶ ». La forme potentielle est la virtualité de la *physis* (les lois de la nature). La forme virtuelle, elle, « correspond à ce qui n'est pas un pouvoir de l'homme, et est pourtant un pouvoir ; c'est le pouvoir pur, le pouvoir absolu²⁷ ». Cette résurgence de la toute-puissance n'est pas une référence théologique (maintes fois évacuée par Simondon). La seule transcendance plausible consiste en la nécessité mathématique que l'on pourrait caractériser à la manière de Husserl comme une « impossibilité de l'impossibilité ». La position du virtuel mathématique comprend et explique le déploiement de toutes les autres formes de possibilité. Elle est la forme universelle de la possibilité.

L'unité de la virtualisation économique

- 20 Dans un passage de « Psychosociologie de la technicité », Simondon analyse comment les objets techniques d'usage mis sur le marché ne sont plus évalués techniquement et ne peuvent plus prétendre à l'existence qu'en tant que marchandise :

La réalité de l'objet produit est ramenée à une virtualité de destinée technique ; il ne possède pas en lui-même l'autojustification de son existence et de sa finalité ; on pourrait dire qu'il est « virtualisé » par la condition de vénalité. À travers lui, le travail du producteur lui-même est virtualisé ; il perd un degré de réalité. Comme la condition de l'objet produit retentit sur le travail de production (sur tout travail de production, enveloppant aussi bien capital que travail proprement dit), ce travail devient un pari, est mis en situation d'insécurité : il y a ici amorçage d'un processus de causalité circulaire ; la production industrielle est une production virtualisée, et cette condition de virtualité recouvre producteurs et produits. En ce sens, l'objet technique est comme un esclave, car la condition de l'esclave comporte cette virtualisation : l'esclave ne continue à exister qu'autant que son maître l'autorise à exister²⁸.

- 21 Sans entrer dans la problématique de l'aliénation²⁹, il est évident que ce passage opère une démarcation par rapport à la dialectique de la valeur d'usage et de la valeur marchande — exposée par Marx au début du *Capital* — en ce qu'il n'attribue précisément pas la virtualisation de la valeur technique au capitalisme comme mode de production historiquement déterminé. Il faut alors se demander ce qui constitue l'unité conceptuelle des diverses propriétés de la virtualisation marchande, à savoir la déréalisation relative de la valeur technique par la « condition de vénalité », la rétroaction de la virtualisation du produit vers la production, capital y compris, et la disparition du droit à l'existence.
- 22 Cette unité réside dans une certaine utilisation des mathématiques comme support de la valeur symbolique marchande : l'identification de la valeur de l'objet à sa seule valeur marchande tient à l'imposition d'un prix ; la répercussion sur la gestion de la production s'opère par des procédures calculatoires ; la soumission de l'existence à l'arbitrage du marché est illustrée par l'analogie avec le sanglant épisode des esclaves sardes recyclés sous forme de nourriture pour les lamproies, c'est-à-dire à une forme précapitaliste de rationalisation économique. Sans qu'il faille réduire la valeur symbolique, qui remplace et occulte la valeur technique de l'objet, à la valeur économique, il s'agit d'observer que cette valeur symbolique ne prend sens que par les effets de ce mode d'inexistence qu'est celui des mathématiques. Simondon ne naturalise pas la valeur économique. Au contraire, il pointe les effets d'une abstraction, d'une mathématisation qui ne respecte pas la valeur technique de l'objet, et cette virtualisation n'est pas propre au capitalisme. Elle tire son unité transhistorique de l'inexistence des mathématiques ; son universalité est incommensurablement plus profonde que le capitalisme.

L'universalité de l'intuition politique

- 23 L'universalité du virtuel se trouve aussi engagée dans la problématique politique. Simondon ne définit pas la « pensée politico-sociale » comme une phase de la Culture. Elle intervient au sein d'une tension irrésolue entre la connaissance théorique, la science, et la dimension pratique de la religion, les normes éthiques. Elle ne peut donc prendre une forme stabilisée : elle ne correspond pas à une idéologie prescrivant un ordre établi mais, au contraire, à une aspiration à la transformation³⁰. La pensée politico-sociale s'appuie ainsi sur la « sous-jacente d'ensembles plus vastes sous les structures actuelles³¹ ». On s'attendrait de nouveau à une analyse de la métastabilité de la société et de ses potentiels, mais c'est bien la virtualité qui est invoquée : « c'est la relation de la totalité par rapport à la partie, de la totalité virtuelle par rapport à la

partie actuelle qu'exprime la pensée politico-sociale³² ». Car, comme avec l'invention technique, il ne s'agit pas en politique de penser l'avenir prévisible des sociétés³³, mais de rendre compte de la capacité de faire advenir des futurs possibles. La politique est affaire d'orientation. Simondon ne convoque pas alors l'utopie, l'eschatologie ou toute autre forme de téléologie. Il distingue même expressément l'intuition politique de la providence religieuse, car la pensée politico-sociale n'est pas fondée sur l'intuition d'une totalité absolue à laquelle devrait aboutir l'histoire, elle est plus modestement et plus concrètement la visée d'une totalité relative, c'est-à-dire d'une évolution désirable pour une organisation. Il caractérise ainsi l'intuition politique :

l'intuition politico-sociale est l'insertion des tendances, expression des virtualités et des forces du devenir, dans la même réalité [...] Nés l'un et l'autre du devenir, exprimant l'un le passé défini qui sert de base et l'autre l'avenir possible qui sert de but, la pensée technique des ensembles et la pensée politico-sociale sont couplées par leurs conditions d'origine et leurs points d'insertion dans le monde³⁴.

- 24 La pensée politico-sociale consiste en un désir de transformer l'état des structures actuelles, en l'aspiration à une totalité relative qui en est une reconfiguration possible, et dans le pilotage des tendances potentielles pour y parvenir. La référence religieuse écartée, l'universalité de ces opérations réside dans les manifestations du virtuel : virtualisation de l'existant, invention d'une nouvelle systématique, et sollicitation d'un devenir des potentiels. Nous savons que ces propriétés relèvent du virtuel mathématique. On peut même avancer seules les virtualités mathématiques peuvent en garantir l'universalité : l'intuition politique n'est pas qu'une caractéristique biologique de l'espèce humaine, elle est la rencontre possible, quoique non garantie, des aspirations psychosociales et du fonctionnement technique.

Redéfinition : le virtuel mathématique comme extension intégrale du réel

- 25 Le fait de trouver la virtualité des mathématiques au fondement de l'unité de la virtualisation marchande et de l'universalité de l'intuition politique est moins surprenant qu'il n'y paraît, quand on a compris que la virtualité est *l'extension maximale du réel*. Si les processus économique et politique ne sont pas fortuits, arbitraires et chaotiques, c'est que leur rationalisation peut rencontrer des structures virtuelles et mobiliser une information mathématique sur la réalité : la valeur marchande, l'expression démocratique, par exemple. La postulation du virtuel comme mode d'inexistence des mathématiques n'éclaire en rien le devenir de ces processus, elle ne fonde pas un *télos*, mais elle n'est cependant pas inutile. En particulier, parce qu'elle redéfinit notre compréhension des mathématiques elles-mêmes.

Une conception non-hylémorphique du virtuel mathématique

- 26 L'identification du virtuel au mode d'inexistence des mathématiques n'est pas propre à Simondon. On la trouve également chez Châtelet (nous y reviendrons) et, surtout, chez Gilles-Gaston Granger. Granger caractérise le virtuel, dans *Le Probable, le Possible et le Virtuel*, comme étant la structure du réel dans sa plus grande extension en tant que réalité inactuelle. Ne reconnaissant pas la réalité du potentiel, le concept qui opère la médiation entre le virtuel et l'actualisation est, dans son système, la catégorie du

« probable » (ce qui pose de nombreux problèmes car cela revient à ne pas distinguer clairement entre les potentialités naturelles et leur formalisation probabilitaire). En ce qui regarde le virtuel, Granger retient en fait la définition aristotélicienne :

Que la mathématique traite du virtuel au sens où nous l'entendons ne souffre guère d'objection. La caractérisation aristotélicienne de cette science comme théorie de l'immuable non-séparé, c'est-à-dire non-concret, conserve toute sa profondeur. Les *mathemata* sont non actuels, non point en ce sens qu'ils seraient le fruit instable de la fantaisie des hommes, mais en ceci qu'ils sont essentiellement abstraits, par exemple non réalisés comme tels dans l'expérience sensible³⁵.

- 27 Cette définition a le mérite d'insister sur l'universalité du virtuel, qui constitue le cadre naturel des processus d'individuation et d'invention, et sur sa neutralité vis-à-vis de l'actualisation (qui devient cependant sollicitation dans le cas du virtuel de la nature chez Simondon), mais elle a le défaut de s'enfermer dans l'hylémorphisme : dire des objets virtuels « qu'ils n'ont pas de "matière", si l'on entend par matière ce qui dans une réalité n'est pas complètement déterminé par sa forme, et présente par conséquent par rapport à celle-ci de la contingence³⁶ », c'est imposer une conception substantialiste des rapports du virtuel au matériel fort rétrograde et insuffisante. L'indépendance du virtuel vis-à-vis de la matérialité ne signifie pas son extériorité radicale : la matière possède une structuration virtuelle en tant que son individuation dépend du système des relations potentielles qui reposent elles-mêmes sur la structure sous-jacente de relations virtuelles. Le virtuel est l'extension maximale du réalisme des relations, qui excède le domaine des relations actuelles et potentielles, mais il est, en un sens (et nous y reviendrons), aussi « naturel » qu'eux : le problème du « miracle » de l'accord des phénomènes et des mathématiques ne se pose que parce que l'hylémorphisme oppose une matière sans structure virtuelle à un système relationnel sans naturalité. La conception simondonienne du virtuel, quand elle est appliquée aux mathématiques, évite d'avoir à adopter cette perspective hylémorphique.

Au-delà des illusions métaphysiques : la naturalité des mathématiques

- 28 Les caractéristiques du virtuel (inexistence, omni-spatio-temporalité, caractère optatif, universalité) ont, en outre, le mérite de caractériser les mathématiques autrement que par les propriétés privatives attribuées traditionnellement aux mathématiques. La philosophie ne conçoit en général les propriétés des mathématiques qu'en les opposant à celles de « choses » actuelles : immatérialité, intemporalité, inconditionnalité, impersonnalité, etc. En évitant ce type d'ontologie négative, la caractérisation simondonienne du virtuel aide à réaliser le programme formulé par Desanti, en 1972, dans ses « Réflexions sur le concept de *mathesis* » :

Renonçons à chercher l'unité de la *mathesis* : 1) du côté du sujet transcendantal ; 2) du côté d'un univers d'essences ; 3) du côté d'un sol originaire, d'un champ d'intuitions auquel devraient renvoyer en dernière analyse tous les actes de désignation d'objet, qui trouveraient en lui le lieu où naît leur évidence instauratrice³⁷.

- 29 L'obstacle du subjectivisme transcendantal est assez facile à surmonter dans la philosophie de Simondon : sa théorie de l'individuation invalide la position absolutisée du sujet transcendantal fixe, et il insiste toujours sur les deux versants (objectif et subjectif) des relations virtuelles. Même si le sujet peut appréhender réflexivement une

structure mathématique comme étant le résultat non contingent de sa propre activité et en inférer qu'il s'agit d'une structure universelle de sa subjectivité, le virtuel, tel qu'il se manifeste en tant qu'ensemble de relations objectives, ne peut être réduit au rang de simple projection des structures transcendantales dans les choses. L'extériorité de la problématique s'impose à l'esprit, en particulier lors des transformations de la physique mathématique. Certes, il est toujours possible de « rétro-projeter » les conditions virtuelles de l'objectivation physique au sein du sujet en tant que système catégoriel, mais cette assise est prise en défaut à chaque rupture épistémologique.

- 30 En outre, ce que le transcendantal ne parvient pas à expliquer, c'est la naturalité du virtuel. Pour y parvenir, il faut se situer dans la perspective d'une philosophie de la nature qui accepte la réalité des mathématiques. Les mathématiques sont à la fois subjectives et objectives parce qu'elles sont le système des relations virtuelles résultant du déphasage de la nature entre sujet et objet. Simondon n'a pas formulé cette dérivation ontogénétique du virtuel mathématique dans son propre système, mais on la trouve chez Châtelet (citant Schelling) :

Ce que nous prétendons, ce n'est pas que la nature coïncide comme par hasard avec les lois de notre esprit [...] mais qu'elle exprime *elle-même*, nécessairement et primitivement, les lois de notre esprit et que non seulement elle les exprime, mais les *réalise* et qu'elle n'est et ne peut être appelée Nature que pour autant qu'elle fait l'un et l'autre. La Nature doit être l'Esprit visible, et l'Esprit la Nature invisible. C'est ici, dans l'identité absolue de l'Esprit *en nous* et de la Nature *en dehors de nous* que doit se trouver la solution du problème de la possibilité d'une nature en dehors de nous³⁸.

- 31 L'illusion du réalisme platonicien est tout aussi surmontable : ce « platonisme » (que l'on se gardera d'identifier à la doctrine de Platon) consiste à hypostasier les structures virtuelles en tant qu'objets éternels constituant les référents des symboles que manipule le mathématicien. Ainsi est rendu compte de l'inévitable sentiment de transcendance que ce dernier éprouve en « découvrant » la structure virtuelle. La conception simondonienne, tout en faisant droit au sentiment de découverte, a le mérite de prévenir la substantialisation de l'inexistence en idéalité, de l'omni-temporalité en éternité, de l'universalité en transcendance, etc. Mais, c'est surtout la mise en évidence du caractère *optatif* de l'appréhension subjective du virtuel qui est précieuse contre le réalisme platonicien, car elle montre la pauvreté de l'identification des multiples possibilités offertes au cours de l'exploration des structures mathématiques à un enfermement dans un labyrinthe de la nécessité. L'indigence de cette image est flagrante quand on la compare à la richesse de l'expérience subjective du mathématicien qui individue la connaissance du virtuel en lui et parvient ainsi à s'individualiser lui-même :

[...] il est difficile de dénier aux objets mathématiques ce qu'il faut bien appeler, avec les précautions qui s'imposent mais en employant un mot au fond juste et suggestif, ni plus ni moins qu'une *individualité*. [...] les théories logiques elles-mêmes, ou les myriades de variantes de la théorie moderne des ensembles, loin de ressembler à d'inaccessibles et froids luminaires plantés sur la sphère des étoiles fixes, se présentent plutôt au regard aiguisé d'un logicien qui les a longtemps fréquentées, et avec quel profit, comme des êtres humains, des êtres humains qui plus est pourvus d'un passeport. Elles ne sont pas tant là pour être géographiquement découvertes, géologiquement creusées et fouillées ou astronomiquement observées et contemplées, pas davantage façonnées selon nos caprices ni même suscitées par la caresse de nos gestes et de nos regards, mais

plutôt, si l'on peut dire, fréquentées, au gré de nos besoins, de nos goûts, de nos envies³⁹.

- 32 Le troisième obstacle épistémologique, celui de l'illusion fondamentale du sol originaire, est le plus redoutable au sein d'une philosophie de la nature. Une fois admise la naturalité des mathématiques, il est tentant de faire du virtuel un double-fond rigide du potentiel, un arrière-monde qui serait la seule « vraie » réalité. Autrement dit, on risque de croire à l'existence des mathématiques et d'en faire l'origine et la fin de toute chose. Cela explique sans doute pourquoi les mathématiques n'apparaissent pas en tant que telles chez Simondon. Le danger de se référer explicitement à un domaine naturel, même s'il est inexistant comme le virtuel, est d'accréditer l'idée que les mathématiques s'enracinent dans un élément qui les fige par avance, qu'elles y subsistent comme le cristal déjà formé de toutes les actualisations possibles réunies en un tout cohérent. Alors, l'indétermination relative des processus d'individuation, la métastabilité de l'être et la réalité des potentiels ne seraient plus que des illusions relevant de la finitude de notre entendement.
- 33 Mais le virtuel n'est pas ce fondement stable et solide, et il n'y a pas de saturation possible de la mathématique sur un seul plan consistant. Les travaux de Kurt Gödel ont démontré la possibilité de la formulation de propositions indécidables dans tous les langages formels ayant au moins la puissance de l'arithmétique, c'est-à-dire le caractère lacunaire de tout système de virtualités. L'hypothèse du continu, qui affirme l'inexistence d'un infini dont le cardinal soit strictement compris entre le cardinal des entiers et celui des nombres réels, est, par exemple, une proposition indécidable dans la théorie des ensembles. Or, Paul Cohen a mis au point la méthode dite du « *forcing* » qui permet de construire une extension particulière de la théorie des ensembles (ZFC mais sans l'axiome du choix) compatible avec sa négation. Autrement dit, il est possible de construire une théorie des ensembles où certaines structures sont impossibles et une autre où elles sont possibles. Voilà qui devrait suffire à décourager les tentations d'imaginer le virtuel comme un cristal figé ; le virtuel mathématique consiste plutôt en une affolante profusion de cristallisations divergentes et toujours lacunaires plus riche que le potentiel. Surtout, le virtuel n'offre aucun point de vue infini et quasi-divin, aucun plan absolu où l'ensemble des possibilités serait saturé en une unique systématique consistante.
- 34 Cette sursaturation du virtuel mathématique libère la philosophie de la nature du risque d'un effondrement métaphysique dans l'Un et préserve les bénéfices de l'hypothèse du préindividuel : les incompatibilités du potentiel ne sont qu'une infime partie des devenirs divergents que recèlent les méandres du virtuel. Ainsi, le préindividuel n'est pas identique à sa formalisation mathématique, mais, malgré cette différence ontologique entre le potentiel pur et le formalisme de la mécanique quantique (qui en saisit le processus d'individuation), il n'est pas non plus une indétermination absolue, *apeiron* ou matière prime informe ; il est bien formalisable par des lois en tant qu'il recèle des virtualités, qui précèdent et conditionnent les individuations possibles. Comme le précise un passage de *Du Mode d'existence des objets techniques* sur la rémanence du préindividuel jusqu'au sein de la transindividualité : la charge de réalité préindividuelle, en tant que charge de nature qui est conservée avec l'être individuel, « contient potentiels et virtualités⁴⁰ ».
- 35 Les modalités de l'actuel, du potentiel et du virtuel sont donc bien trois modalités du réel. Le virtuel en est l'extension la plus grande, qui déborde donc largement le

potentiel et l'actuel. S'il n'est pas irréel, il est néanmoins *inexistant*, c'est-à-dire qu'il ne devient pas dans l'espace et le temps ; mais il serait tout à fait erroné de l'imaginer comme une substance immuable, comme une sur-actualité. Le virtuel définit au contraire le mode d'inexistence des mathématiques. On peut identifier ses propriétés (omni-spatio-temporalité, caractère optatif, universalité) à travers ses manifestations possibles et par analogie avec certaines propriétés de la technique, même si les mathématiques n'apparaissent pas elles-mêmes dans la théorie de l'invention technique de Simondon. Le virtuel intervient aussi au sein de sa philosophie de la nature, car les processus d'individuation seraient inexplicables si les potentiels étaient livrés à une absence de structuration virtuelle. Nous avons montré qu'il est donc possible de formuler une ontologie du virtuel mathématique dans l'horizon de la philosophie de Simondon.

BIBLIOGRAPHIE

Bardin Andrea, *Epistemology and Political Philosophy in Gilbert Simondon. Individuation, Technics, Social Systems*, Dordrecht, Springer, 2015.

Barthélémy Jean-Hugues, *Penser la connaissance et la technique après Simondon*, Paris, L'Harmattan, 2005.

Barthélémy Jean-Hugues, *Simondon ou l'Encyclopédisme génétique*, Paris, Puf, 2008.

Bontems Vincent, « Analogies techniques et raisonnements analogiques », in Sophie de Beaune, Liliane Hilaire-Perez et Koen Vermeir (dir.), *Analogie et Technique* (à paraître).

Bontems Vincent, « Esclaves et machines, même combat ! L'aliénation selon Marx et Simondon », *Cahiers Simondon*, numéro 5, Paris, L'Harmattan, 2013, p. 9-24.

Bontems Vincent, « L'énergétique de Simondon : progrès versus puissance » in Vincent Bontems (dir.), *Gilbert Simondon et l'Invention du futur*, Paris, Klincksieck, 2016 (à paraître).

Carrozzini Giovanni, « La contribution de Gilbert Simondon au naturalisme », in *Appareil*, <https://appareil.revues.org/2206>.

Châtelet Gilles, *Les Enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Le Seuil, coll. « Des Travaux », 1993.

Desanti Jean-Toussaint, *La Philosophie silencieuse*, Paris, Le Seuil, 1975.

Desanti Jean-Toussaint, *Les Idéalités mathématiques*, Paris, Le Seuil, 1968.

Eco Umberto, *Les Limites de l'interprétation*, Paris, Grasset, 1994.

Granger Gilles-Gaston, *Le Probable, le Possible et le Virtuel*, Paris, Odile Jacob, 1995, p. 80.

Lochak Pierre, *Mathématiques et Finitude*, Paris, Kimé, 2015, p. 407.

Peirce Charles Sanders, *Collected Papers*, vol. v, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1935.

Schelling Friedrich, « Idées pour une philosophie de la nature (1797) » in *Essais*, traduction française et préface par S. Jankélévitch, Paris, Aubier, coll. « Bibliothèque philosophique », 1 vol.

Simondon Gilbert, « Psychosociologie de la technicité » in *Sur la Technique*, Paris, Puf, 2014.

Simondon Gilbert, *Du Mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier, 2012.

Simondon Gilbert, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, Grenoble, Éditions Jérôme, coll. « Krisis », Millon, 2005.

NOTES

1. Gilbert Simondon, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, Grenoble, Éditions Jérôme Millon, 2005, p. 70, 75, 115, 126, 131, 132, 133, 135, 136, 144. Désormais désigné par ILFI.

2. *Ibid.*, p. 92.

3. Jean-Hugues Barthélémy, *Simondon ou l'Encyclopédisme génétique*, Paris, Puf, 2008.

4. Giovanni Carrozzini, « La contribution de Gilbert Simondon au naturalisme », voir dans le présent numéro d'*Appareil*. <https://appareil.revues.org/2206>

5. Gilbert Simondon, *Du Mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier, 2012, p. 215. Désormais désigné par MEOT.

6. *Id.*

7. *Ibid.*, p. 72, 150, 157, 199, 215, 278-280, 288, 312-314, 336.

8. ILFI, p. 288.

9. Par exemple, sur l'individuation du cristal : « La différence entre le germe et le milieu amorphe cristallisable n'est donc pas constituée par la présence ou l'absence absolue d'une structure mais par l'état d'actualité ou de virtualité de cette structure » (ILFI, p. 87) et « sa limite n'est pas, relativement à la structure du cristal, plus éloignée du centre que les autres points ; la limite du cristal est virtuellement en tout point » (ILFI, p. 95).

10. Jean-Hugues Barthélémy, *Penser la connaissance et la technique après Simondon*, Paris, L'Harmattan, 2005, p. 125.

11. Jean-Toussaint Desanti, *Les Idéalités mathématiques*, Paris, Le Seuil, 1968, p. 84-93.

12. Voir Charles Sanders Peirce, *Collected Papers*, vol. V, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1935, § 186.

13. ILFI, p. 287.

14. MEOT, p. 72.

15. Jean-Toussaint Desanti, *La Philosophie silencieuse*, Paris, Le Seuil, 1975, p. 227 : « Une "idéauté" mathématique n'est rien d'autre qu'une indication de procédure opératoire ou démonstrative. Seule une procédure d'écriture la fixe comme "objet", même si le plus souvent cette procédure reste elle-même idéale ».

16. MEOT, p. 150.

17. *Id.*

18. MEOT, p. 157.

19. MEOT, p. 199.

20. Umberto Eco, *Les Limites de l'interprétation*, Paris, Grasset, 1994.

21. Vincent Bontems, « Analogies techniques et raisonnements analogiques », in Sophie de Beaune, Liliane Hilaire-Perez et Koen Vermeir (dir.), *Analogie et Technique*, à paraître.

22. MEOT, p. 278.

23. MEOT, p. 278-279.

24. Gilles Châtelet, *Les Enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie*, Paris, Le Seuil, 1993, p. 45.

25. MEOT, p. 279-280.

26. MEOT, p. 278.

27. *Loc. cit.*
28. Gilbert Simondon, « Psychosociologie de la technicité » in *Sur la Technique*, Paris, Puf, 2014, p. 56.
29. Vincent Bontems, « Esclaves et machines, même combat ! L'aliénation selon Marx et Simondon », *Cahiers Simondon*, numéro 5, Paris, L'Harmattan, 2013, p. 9-24
30. Andrea Bardin, *Epistemology and Political Philosophy in Gilbert Simondon. Individuation, Technics, Social Systems*, Dordrecht, Springer, 2015.
31. MEOT, p. 313.
32. *Loc. cit.*
33. Voir Vincent Bontems, « L'énergétique de Simondon : progrès versus puissance » in Vincent Bontems (éd.), *Gilbert Simondon et l'Invention du futur*, Paris, Klincksieck, 2016 (à paraître).
34. MEOT, p. 314.
35. Gilles-Gaston Granger, *Le Probable, le Possible et le Virtuel*, Paris, Odile Jacob, 1995, p. 80.
36. *Ibid.*, p. 81.
37. Jean-Toussaint Desanti, 1975, p. 210.
38. Friedrich Schelling, « Idées pour une philosophie de la nature (1797) » in *Essais*, Paris, Aubier, 1946, p. 86-87. Cité in Gilles Châtelet, *Enjeux du mobile. Mathématique, physique, philosophie, op. cit.*, p. 139.
39. Pierre Lochak, *Mathématiques et Finitude*, Paris, Kimé, 2015, p. 407.
40. MEOT, p. 336.

RÉSUMÉS

On ne trouve aucune formulation du statut ontologique des mathématiques dans l'œuvre de Gilbert Simondon. Cela tient, selon nous, à ce qu'on ne peut attribuer un mode d'existence aux mathématiques dans l'horizon de sa philosophie de la nature : si « exister » signifie « devenir dans l'espace et le temps », alors les mathématiques *n'existent pas*. En revanche, on trouve chez Simondon une modalité de l'être distincte de l'actuel et du potentiel, le *virtuel*, dont il n'est donné aucune dérivation ontogénétique. Notre hypothèse est que le virtuel compense l'absence des mathématiques en tant qu'il qualifie la réalité inexistante (non-actuelle et non-potentielle). Le virtuel, qui est invoqué explicitement pour désigner le statut d'un futur anticipé au cours de l'acte d'invention, désignerait implicitement le mode d'inexistence des mathématiques. Les propriétés du virtuel — qu'elles soient objectives comme l'omni-spatio-temporalité ou subjectives comme le caractère optatif — correspondent en effet à des propriétés avérées des mathématiques. L'universalité du virtuel, qui se manifeste aussi bien dans la virtualisation de la valeur technique au cours de l'échange économique que dans une orientation politique des transformations sociales vers un futur possible, repose aussi sur l'intuition mathématique de l'impossibilité d'une impossibilité. Cette redéfinition du virtuel en tant que mode d'inexistence des mathématiques dépasse alors la conception hylémorphique des mathématiques comme formes immatérielles, et répond à de nombreux obstacles métaphysiques.

En tant que structure relationnelle inexistante de la nature, elle explique en outre comment le virtuel conditionne le physiquement possible, c'est-à-dire le passage du potentiel à l'actuel. Si le virtuel désigne alors la plus grande extension du réel, l'état préindividuel de l'être n'est

cependant pas réductible à un plan unique de consistance, car le virtuel mathématique est non saturable, toujours divergent et lacunaire.

INDEX

Mots-clés : Châtelet (Gilles), Futur, Invention technique, Mathématiques, Métaphysique, Mode d'inexistence, Ontologie, Optatif, Philosophie de la nature, Possible, Virtuel

AUTEUR

VINCENT BONTEMS

Chercheur au Laboratoire de recherche sur les sciences de la matière (Larsim-CEA). Il est l'auteur de *Bachelard*, (Belles Lettres 2010)