

[. Prochain arrêt, la Singularité \(1/4\) : Des courbes qui tendent vers l'infini](#)

Dans [Articles](#), [Débats](#), [Nanotechnologie](#), [NBIC](#), par [Rémi Sussan](#), le 02/09/08, [5 commentaires](#), Page vue 1,088 fois.

Les révolutions dans les mentalités se repèrent parfois par des signes discrets. Ainsi, une idée, un concept défendu dans des milieux marginaux ou très spécialisés, se retrouve brusquement sous les feux de la rampe, reconnu par les grands médias et traité sérieusement par ceux-ci. Peu de temps après, les milieux intellectuels commencent à l'analyser sérieusement, puis les hommes d'affaires et finalement les politiques s'en emparent. L'idée, jadis jugée comme folle ou sans intérêt, a gagné en respectabilité. C'est ce qui semble arriver aujourd'hui à la notion de "Singularité".

La Singularité : une rupture vers un nouveau monde

La Singularité vient récemment de faire la Une d'un numéro spécial de la célèbre [IEEE Spectrum](#) et, par rebond, du [New Scientist](#). Une reconnaissance inattendue pour une théorie qui aurait, il y a peu, été renvoyée sans un regard au rang des délires pour geeks ou amateurs de Star Trek (alors que l'univers de Star Trek est complètement à l'opposé de la notion de Singularité). Une théorie d'ailleurs née des spéculations d'un auteur de science-fiction (mais également professeur de mathématiques et d'informatique), [Vernor Vinge](#), auteur d'un [article devenu fameux sur le sujet](#).

Qu'est-ce que la Singularité ? A l'origine c'est un phénomène mathématique, souvent utilisé en physique théorique. C'est le moment où la description d'un objet cesse d'être possible parce qu'une ou plusieurs des variables qui le décrivent deviennent infinies (c'est ce qui se passe lorsqu'on divise par zéro). La "Singularité technologique" popularisée par Vinge postule que l'évolution exponentielle de la technologie atteindra bientôt un point au-delà duquel il ne nous sera plus possible de l'appréhender. En extrapolant la loi de Moore (qui implique un doublement de la puissance de calcul tous les 18 mois), il apparaît qu'en 2035, l'homme aura créé une intelligence supérieure à la sienne mettant ainsi fin à l'ère humaine.

La Singularité n'est donc pas synonyme du "progrès", aussi fulgurant soit-il. C'est un événement, une rupture, une transition de phase, quelque chose qui survient en un temps assez court (restant à définir ce qu'on appelle "assez court" sur le plan historique : quelques mois, quelques années ou quelques siècles ?). Sous l'impulsion de cette accélération, de cette transformation brutale et inattendue, le monde va changer de nature. Grosso modo, on peut diviser les visions de la Singularité en deux grandes tendances, d'ailleurs non contradictoires :

- la première postule que c'est l'accélération du progrès technologique qui nous y précipitera.
- La seconde intègre bien sûr ce facteur, mais insiste sur un point fondamental : ce qui provoque la Singularité, c'est la croissance exponentielle d'une variable spécifique : l'intelligence.

Une croissance sans fin

Le premier à avoir noté une telle accélération des découvertes et inventions est sans doute l'architecte [Buckminster Fuller](#), dès les années 30. Il ne prévoyait pourtant pas

que cette vitesse accrue aboutirait à une espèce de transformation radicale précipitant l'humanité dans un futur inimaginable. Le mathématicien américain, [Stanley Ulam](#), plus tard, mentionna le premier l'idée d'une Singularité : *"l'accélération constante du progrès technologique et des changements du mode de vie humain, semble nous rapprocher d'une singularité fondamentale de l'histoire de l'évolution de l'espèce, au-delà de laquelle l'activité humaine, telle que nous la connaissons, ne pourrait se poursuivre."* (Cf. [Wikipedia](#)). Puis Vinge lui donna la forme que nous lui connaissons aujourd'hui.

La fameuse "[loi de Moore](#)" qui prédit l'accélération de la vitesse des processeurs ne serait pas un cas spécialisé applicable seulement à un domaine local : elle constituerait un modèle de l'évolution humaine dans son ensemble. Ainsi, pour [Ray Kurzweil](#), l'un des principaux supporters de la Singularité (son livre, traduit en français sous le titre [Humanité 2.0](#) s'appelait originellement *The Singularity is near* - la Singularité est proche) : *"Le paradigme de la loi de Moore - le progrès s'accroissant de façon exponentielle - avèrera non seulement indéfiniment vrai dans le domaine des circuits logiques, mais s'appliquera à une multitude d'autres technologies. Cela amènera une singularité qui nous permettra de télécharger notre conscience dans les machines et, de fait, de vivre indéfiniment. La Singularité se produira dans environ 15 ans".* Selon sa "[loi des retours des accélérés](#)", *"nous ne ferons pas l'expérience de 100 ans de progrès au cours du XXIe siècle. Ce sera plutôt 20 000 ans de progrès (en comparaison avec le rythme actuel)".*

S'inspirant de la loi de Moore, le roboticien [Hans Moravec](#) avait extrapolé, dès 1988, les progrès des capacités des ordinateurs en les comparant avec celles des cerveaux humains. Si la courbe continuait à suivre cette tendance, expliquait-il, les machines devraient atteindre le niveau des humains dès 2010.

A la courbe de Moore on peut ajouter une autre, peut être encore plus effrayante : [la courbe de Carlson](#), qui mesure les progrès en biologie synthétique et ouvre des perspectives vertigineuses... Perspectives qui semblent confirmées par la liste des avancées accomplies depuis un an dans ce domaine.

Le déclic nanotechnologique

Pour certains, c'est l'ensemble des technologies confondues qui déclenchent la Singularité. Mais pour d'autres, c'est une innovation particulière qui constituera le déclic. Par exemple, en nanotechnologie, ce peut être la découverte de l'assembleur universel : la machine capable de créer n'importe quoi avec une précision atomique, faisant entrer l'humanité dans une ère d'abondance (puisque permettant de créer et dupliquer des objets physiques), et ouvrant, elle aussi les portes de l'immortalité (grâce à un corps "cybernétique" recréé au niveau moléculaire). Une hypothèse séduisante, mais, comme le rappelle [Richard Jones](#), dans son article pour *IEEE Spectrum* "[Rupturing the nanotech rapture](#)" (que l'on pourrait traduire par *Casser l'extase nanotechnologique*), un peu trop optimiste. L'idée de "nanomachines autorépliquatrices" capables de recréer l'intégralité de la réalité est certes des plus séduisantes, mais elle se heurte à de nombreux obstacles.

"Si la biologie", explique-t-il, *"est capable de produire une nanotechnologie sophistiquée grâce à des matériaux "mous" comme les lipides et les protéines, se dit la pensée singularitarienne, imaginons à quel point serait plus puissante notre*

nanotechnologie synthétique, si nous pouvions utiliser des composants solides, rigides, comme le diamant. Et si la biologie peut générer des moteurs fonctionnels et des assembleurs en recourant aux sélections aléatoires de l'évolution darwinienne, ces systèmes se révéleraient encore plus puissants s'ils étaient conçus rationnellement à partir des connaissances que nous avons acquises au niveau macroscopique". Malheureusement, rappelle Jones, le monde microscopique est truffé de phénomènes totalement incompatibles avec les techniques d'ingénierie traditionnelles, comme le [mouvement brownien](#), qui imprime aux particules un mouvement aléatoire, ou les [forces de Van Der Waals](#), un type d'attraction très faible entre les molécules, mais qui joue un rôle fondamental au niveau nanoscopique. Au final, précise Jones, *"en 15 années d'intenses recherches nanotechnologiques, nous ne nous sommes même pas approchés du progrès technologique exponentiel nécessaire pour atteindre les buts singularitariens".*

Jones reste cependant un optimiste. En copiant la vie, en adoptant ses méthodes, nous pourrions effectivement développer une nanotechnologie sophistiquée - mais cela prendra beaucoup plus longtemps que ne l'estime Ray Kurzweil.

Exit donc la Singularité nanotechnologique. Mais c'est sans importance. Car pour la plupart des singularitariens, Vinge en premier, c'est une autre avancée technologique qui précipitera la Singularité : la création d'une intelligence artificielle supérieure à l'intellect humain. [L'article de Vinge](#), qui lança le concept, débutait d'ailleurs ainsi : *"Dans les trente ans, l'humanité aura les moyens de créer une intelligence suprahumaine. Peu après, l'ère de l'espèce humaine aura pris fin. Un tel progrès est-il inévitable ? Et s'il l'est, comment gérer les événements afin de pouvoir y survivre ?"*

Un pronostic apparemment plus inquiétant qu'enthousiasmant...

Bonus

["La chanson de la Singularité"](#), créé par Charlie Kam sur le modèle de l'air célèbre "I Am The Very Model of a Modern Major General", tiré de l'opéra de Gilbert & Sullivan, The Pirates of Penzance.

Lien permanent et réaction en ligne :

<http://www.internetactu.net/2008/09/02/prochain-arret-la-singularite-14-des-courbes-qui-tendent-vers-linfini/>

[. Prochain arrêt, la Singularité \(2/4\) : L'intelligence artificielle est-elle la clé de la Singularité ?](#)

Dans [Articles](#), [Débats](#), [Nanotechnologie](#), [NBIC](#), par [Rémi Sussan](#), le 04/09/08, [2 commentaires](#), Page vue 532 fois.

Pour Vernor Vinge, c'est la création d'une intelligence artificielle supérieure à l'intellect humain qui sera l'avancée technologique qui précipitera la singularité. [Dans le numéro d'IEEE Spectrum](#) consacré au sujet, [Vernor Vinge revient sur sa prédiction](#), pour nous montrer les scénarios possibles - scénarios qui ont tous en commun l'idée d'une multiplication des capacités cognitives :

- Le scénario de l'intelligence artificielle, le plus classique : une créature artificielle voit le jour et nous mène vers un avenir inconnu.
- Le scénario de l'intelligence augmentée : grâce à l'explosion des interfaces directes entre le cerveau et la machine, nous devenons capables d'accroître nos capacités mentales de façon considérable.
- Le scénario biomédical : cette fois, c'est par l'usage des neurosciences et la modification de la structure de notre cerveau que nous accédons à ce stade supérieur.
- Le scénario internet : l'explosion des techniques de communication et d'information crée de fait une intelligence collective.
- Le scénario de *"Gaïa numérique"* : assez proche du précédent, il s'agit encore de la création d'une entité collective superintelligente, accouchée cette fois-ci par "l'internet des objets", la multiplication décentralisée des outils de traitement de l'information.

On voit bien dans cette énumération, que malgré quelques variations, Vinge s'en tient à une certaine définition de la Singularité. N'importe quel progrès scientifique, même le plus spectaculaire (développement des nanotechnologies, abolition du vieillissement ou de la famine par la biotechnologie, colonisation de l'espace, etc.) ne suffit pas pour produire une singularité. Dans la Singularité, c'est bel et bien la variable "intelligence" qui devient infinie.

Pour Vinge, la Singularité ne se définit donc pas seulement comme une accélération du progrès scientifique et technique, mais comme l'accélération du facteur même qui permet cette accélération. C'est logique. Si nous (ou nos créations) arrivons à augmenter nos facultés cognitives, l'une des premières tâches auxquelles nous nous attèlerons sera de les booster encore plus, et ainsi de suite.

La Singularité : une réflexion d'informaticiens

On voit bien donc que la Singularité est avant tout un "truc d'informaticien". Ainsi, lorsqu'on consulte le ["who's who" de la Singularité](#) mis à disposition par le *IEEE Spectrum*, on trouve en grande majorité des roboticiens ou des informaticiens, des philosophes spécialisés dans l'intelligence artificielle, mais un seul biologiste (et encore, travaillant dans la cognition) et un seul physicien, [Roger Penrose](#), expert dans les singularités mathématiques, mais qui s'opposerait plutôt à sa version technologique (il ne croit pas à la faisabilité de l'Intelligence Artificielle). On ne s'étonnera pas donc que la plupart des articles d'*IEEE Spectrum* se consacrent! essentiellement au futur de la robotique et de l'IA. Parmi [les personnalités consultées](#), une seule, [Esther Dyson](#) (pourtant une grande prêtresse des TICs) insiste sur une singularité "biologique" plutôt qu'informatique : *"La Singularité qui m'intéresse viendra plus de la biologie que des machines. Nous n'allons pas construire des choses. Nous allons les cultiver et les faire pousser, puis elles se développeront par elles-mêmes."*

Sur les cinq scénarios proposés par Vinge, force est de reconnaître que les "scénarios internet" et "Gaïa numérique" sont ceux qui suscitent le moins de passions et de commentaires. Sans doute parce qu'avec eux, la notion de "Singularité" devient moins spectaculaire, plus floue. Vinge lui-même le reconnaît : une telle "intelligence collective" pourrait apparaître aujourd'hui, permettre la multiplication des avancées et des progrès, sans pour autant qu'à aucun moment nous ne nous rendions compte

d'une quelconque "transition de phase". Et une Singularité qu'on ne perçoit pas est elle encore une Singularité ?

La Singularité est forcément spectaculaire

Du coup, la plupart des chercheurs se concentrent sur les scénarios les plus excitants technologiquement, ceux qui impliquent une modification radicale de l'être humain, via une fusion avec la machine pouvant culminer dans le téléchargement de l'esprit sur un autre support, ou la création d'une intelligence artificielle dotée de capacités intellectuelles largement supérieures aux nôtres. Il peut exister bien sûr une multitude d'hybrides entre les deux options.

L'idée de télécharger l'esprit dans un ordinateur peut paraître folle, mais elle est prise très au sérieux par une bonne partie des singularitariens, incluant des gens comme [Ray Kurzweil](#), [Hans Moravec](#), ou [Marvin Minsky](#). Ce projet nous procurerait des avantages évidents (l'immortalité) et les efforts pour le réaliser seront essentiellement quantitatifs : autrement dit, il n'est pas nécessaire de comprendre l'esprit humain pour procéder à un "téléchargement", pas plus qu'il n'est nécessaire de connaître l'harmonie et le solfège pour télécharger un morceau! de Mozart sur un lecteur Mp3. Ce qui importe donc pour le partisan du téléchargement, c'est de développer des interfaces perfectionnées reliant le cerveau et la machine, des outils très élaborés d'examen des neurones ainsi que des ordinateurs très puissants pour recréer un cerveau, en milieu virtuel ou dans un corps robotique.

Quelle puissance ? [John Horgan](#) nous explique qu'il existe environ dix milliards de connexions au sein du cerveau humain. Un milliard s'écrit sous la forme d'un 1 suivi de quinze zéros. Un nombre astronomique, mais, nous rappelle encore Hogan, le [Blue Gene/P](#) d'IBM peut être configuré pour effectuer 3 milliards d'instructions à la seconde, et si la loi de Moore continue sa progression, on devrait effectivement atteindre les 10 milliards d'opérations par seconde nécessaires à la simulation du cerveau pendant la prochaine décennie.

Mais la puissance de calcul n'est pas tout. Il faudrait aussi être capable d'enregistrer l'ensemble de la configuration cérébrale, neurone par neurone. Cela aussi implique un équipement futuriste. Par exemple des nanorobots capables de cartographier le cerveau... Et bien sûr il faut être certain que l'ensemble de la personnalité est bien dans la carte des connexions synaptiques, et pas, par exemple, dans les rythmes d'activation synchronisés adoptés par les différents groupes de neurones, rythmes qui échapperaient à un enregistrement "statique" effectué sur le cerveau congelé d'une personne décédée (l'une des méthodes les plus couramment envisagées pour procéder à un "téléchargement").

Le chercheur en intelligence artificielle, lui, ne peut se contenter de disposer de la puissance. Il doit impérativement développer une compréhension de l'objet de son travail et posséder une méthodologie précise pour permettre aux machines d'accéder à l'intelligence, voire à la conscience.

Vers une intelligence totalement artificielle

Pour les singularitariens les plus hardcore, à l'instar de [Michael Anissimov](#), le seul scénario véritablement crédible est le premier, celui de la création d'une intelligence artificielle totalement synthétique : *"le cerveau humain est enchainé à son héritage"*

matériel et logiciel (...) entraînant des problèmes de compatibilité". Autrement dit, notre esprit sera pour toujours limité par une structure cérébrale dont les éléments de base remontent aux premiers poissons, au contraire d'une véritable intelligence artificielle, conçue d'emblée pour une capacité intellectuelle maximum. Voilà qui élimine le scénario "biomédical" et ! même les esprits "téléchargés" qui vivront peut être éternellement dans un paradis digital, auront peu de chances de déclencher une Singularité (mais qui s'intéresserait à la Singularité et à l'accroissement de l'intelligence si on a déjà l'immortalité, diront les esprits cyniques). Leur principale possibilité d'amélioration étant "d'accélérer leur vitesse d'horloge" ce qui leur permettrait de penser plus vite, mais toujours avec une architecture obsolète. A moins bien sûr que les esprits téléchargés n'acceptent de se modifier jusqu'à devenir méconnaissables, abandonnant toute notion d'identité et de personnalité pour devenir des "[infomorphes](#)", pures entités logicielles ! optimistes pour l'échange d'information et capables de fonctionner de manière "distribuée" en fusionnant avec leurs congénères ou au contraire se divisant selon les nécessités du moment... Mais à moins d'une évolution radicale en ce sens, certains pensent qu'il est préférable d'élaborer d'emblée une intelligence supérieure, qui n'est pas contrainte par des milliards d'années d'évolution au fond des eaux, dans les forêts ou la savane.

Ainsi, selon Assinsov : "Il existe des éléments nous permettant de penser qu'une conception algorithmique de l'intelligence artificielle peut s'avérer largement non biologique, c'est-à-dire basée sur les principes gouvernant l'intelligence en général plutôt que sur une inspiration biologique. Dans ce cas, la conception d'une intelligence artificielle viable pourrait s'avérer considérablement plus simple que celle d'un cerveau humain."

Cette idée n'est pas neuve, elle traverse les sciences cognitives depuis ses débuts, à la fin des années 50. Il y a toujours eu tension entre les partisans d'une "IA symbolique" qui traite l'esprit comme une entité indépendante de son substrat biologique, même si elle en émerge, et ceux qui considèrent au contraire que l'approche biologique est indispensable. Marvin Minsky confiait ainsi au [magazine Discover](#) en janvier 2007 : *"Je ne considère pas les neurosciences comme très sérieuses (...). Quand on discute avec les neuroscientifiques, ils semblent manquer de sophistication. Ils sont diplômés en biologie, connaissent tout sur les canaux calcium et potassium, mais ils n'ont pas de concepts psychologiques avancés."*

Une opinion à mettre en face de celle d'un [Steve Grand](#), qui, s'il n'a pas les qualifications universitaires d'un Minsky, n'en est pas moins le père d'une des applications les plus brillantes de "vie artificielle", le jeu "[Creatures](#)" : *"Mon espoir pour l'IA vient des neurosciences. La seule machine intelligente fonctionnelle que nous connaissons est le cerveau, et il me semble que tout ce que nous croyons comprendre à son sujet est horriblement faux."*

Comment créer un dieu ?

On a souvent séparé l'IA faible, qui s'occupe de reproduire certains phénomènes mentaux, de l'IA forte, qui vise à reproduire l'intelligence humaine dans sa totalité. On s'en doute, les singularitariens s'intéressent à l'IA forte. Ou, plus exactement, à l'IA gonflée aux stéroïdes. Car il n'est pas question pour eux de reproduire certaines fonctionnalités limitées de l'esprit humain, comme la reconnaissance des caractères

ou la traduction. Même le fameux [“test de Turing”](#), ou la création d’un robot conscient, font figure d’étapes préliminaires : le but est de créer un dieu artificiel, pas moins. Au [Singularity Institute](#), fondé par [Eliezer Yudkowsky](#), on ne doute pas de la faisabilité, ni même de l’inévitabilité d’un tel projet : ses membres sont juste un peu inquiets de la tournure que pourrait prendre ces événements. Et si ce dieu, plus proche de Moloch que de Jésus, décidait purement et simplement de mettre fin à notre espèce ? Pour éviter une telle “Singularité négative”, explique Yudkowsky, il faut s’assurer que l’IA qui verra le jour sera “amicale”.

La théorie de “l’amitié” développée par Yudkowsky et ses associés est à ne pas confondre avec l’idée des [trois lois de la robotique d’Isaac Asimov](#). En effet, le propre d’une telle “Intelligence supérieure” est la capacité de se reprogrammer afin d’atteindre ses buts. Il existe des moyens de contourner les trois lois de la robotique, et du reste, Asimov lui-même a bâti une bonne partie de son oeuvre romanesque sur les contradictions et les détournements de ces trois lois. Non, l’amitié n’est pas un système de règles, mais une tendance innée à la racine même de l’IA, ce qui fait que lorsqu’elle se modifiera elle-même, elle cherchera de son plein gré à maximiser sa bienveillance. Pour reprendre [une fameuse phrase](#) de Yudkowsky : *“Gandhi ne veut pas commettre de meurtre, et ne souhaite pas s’automodifier afin de pouvoir commettre un meurtre”*.

Lien permanent et réaction en ligne :

<http://www.internetactu.net/2008/09/04/prochain-arret-la-singularite-24-lintelligence-artificielle-est-elle-la-cle-de-la-singularite/>