

Les algorithmes rêvent-ils ?

Document n°1 : Philippe Flajolet et Étienne Parizot, « Qu'est-ce qu'un algorithme ? », *Interstices.info*, Publié le 24/02/2004. [https://interstices.info/jcms/c_5776/qu-est-ce-qu-un-algorithme]

Même si les algorithmes sont souvent considérés comme étant du ressort exclusif des mathématiques et de l'informatique, leur champ d'application est en réalité beaucoup plus vaste.

Le mot « algorithme » vient du nom du grand mathématicien persan Al Khwarizmi (vers l'an 820), qui introduisit en Occident la numération décimale (rapportée d'Inde) et enseigna les règles élémentaires des calculs s'y rapportant. La notion d'algorithme est donc historiquement liée aux manipulations numériques, mais elle s'est progressivement développée pour porter sur des objets de plus en plus complexes, des textes, des images, des formules logiques, des objets physiques, etc.

De la méthode

Un algorithme, très simplement, c'est une méthode. Une façon systématique de procéder pour faire quelque chose : trier des objets, situer des villes sur une carte, multiplier deux nombres, extraire une racine carrée, chercher un mot dans le dictionnaire... Il se trouve que certaines actions mécaniques - peut-être toutes ! - se prêtent bien à la décortication. On peut les décrire de manière générale, identifier des procédures, des suites d'actions ou de manipulations précises à accomplir séquentiellement. C'est cela, un algorithme. En tant que méthode, il répond donc à des questions du type : « comment faire ceci ? », « obtenir cela ? », « trouver telle information ? », « calculer tel nombre ? ». C'est un concept pratique, qui traduit la notion intuitive de procédé systématique, applicable mécaniquement, sans réfléchir, en suivant simplement un mode d'emploi précis.

Un exemple commun est par exemple la recherche d'un mot dans le dictionnaire. On regarde d'abord la première lettre du mot, et on la compare avec celle des mots de la page où le dictionnaire est actuellement ouvert. Suivant la position relative des deux lettres en question dans l'ordre alphabétique, on tourne alors les pages en avant ou en arrière, jusqu'à ce que les premières lettres coïncident. Puis on reproduit la même procédure avec la deuxième lettre du mot, puis la troisième, et ainsi de suite... Cet algorithme familier nous indique que les objets manipulés ne sont pas nécessairement des nombres ou des objets mathématiques. Ici, ce sont des mots, ou des lettres. De plus, on comprend que pour qu'un algorithme soit applicable, il faut que les objets manipulés se présentent sous un format bien précis, qui assure à la fois l'efficacité et la généralité du procédé. En l'occurrence, s'il s'agit d'un dictionnaire français, il faut que les mots recherchés soient des mots français écrits en lettres latines, et surtout que, dans le dictionnaire, les mots soient bien classés par ordre alphabétique !

Du nombre à l'information

La vertu essentielle des algorithmes est de permettre l'exécution optimisée de procédés répétitifs, essentiellement grâce à la formalisation et à la description des enchaînements logiques à un niveau plus abstrait, et donc plus général. Ils s'étendent ainsi à des domaines de la société toujours plus nombreux et plus inattendus. Cette généralisation a accompagné le développement des langages de programmation depuis les années 60, qui permettent aujourd'hui la manipulation de structures et d'objets ayant des propriétés et des comportements analogues à ceux du monde ordinaire. Leur relation avec les couches profondes du traitement informatique est assurée après coup par le compilateur, de manière transparente pour le programmeur et le concepteur d'algorithmes.

En définitive, le codage numérique des objets manipulés (au niveau informatique) est devenu secondaire pour l'algorithmique. L'essentiel est de percevoir les éléments clés d'un processus

de calcul, ou d'un procédé quelconque, et d'imaginer les suites d'opérations logiques les plus astucieuses et les plus efficaces pour le mettre en œuvre de façon automatique et performante. L'algorithme est donc en réalité le squelette abstrait du programme informatique, sa substantifique moelle, indépendante du mode de codage particulier qui permettra sa mise en œuvre effective au sein d'un ordinateur ou d'une machine mécanique.

Document n°2 : Nicolas Vitte, Audrey Mikaëlian, *Les sépa et les algorithmes*, Universcience, 2013. <http://www.lessepas.com/>

Hawk, le capitaine du vaisseau Sépa, est seul maître à bord, mais en pilotage automatique, l'ordinateur le remplace... Pour cela, il aura fallu traduire toutes les manœuvres en formules mathématiques et ceci, grâce au mathématicien perse Al-Khawarizmi qui a inventé les algorithmes au 8ème siècle.

Document n°3 : Maxime Amblard, « Regard sur « À quoi rêvent les algorithmes » », *Interstices.info*, Publié le 22/01/2016.

À quoi rêvent les algorithmes ? Cette question, à la fois intrigante et empreinte de poésie, a suscité la curiosité d'un chercheur en informatique. Il nous livre ici sa lecture personnelle de l'ouvrage de Dominique Cardon.



© Fotolia – iuneWind / *À quoi rêvent les algorithmes, Nos vies à l'heure des big data*, Dominique Cardon, La république des idées - Seuil, Octobre 2015.

Sociologue spécialisé dans le numérique et Internet, Dominique Cardon nous propose de revenir sur les *algorithmes*, dans son livre *À quoi rêvent les algorithmes, Nos vies à l'heure des big data*. La place prise par l'informatique et le calcul dans l'organisation de nos sociétés est une question importante et l'auteur montre la nécessité de réfléchir aux nouveaux usages et possibilités liés aux *algorithmes*.

Le travail de Dominique Cardon apparaît à la fois d'une grande nécessité, et souffrant de plusieurs défauts. L'auteur focalise son discours et notre attention sur les *algorithmes* sans chercher à donner de définition de ce qu'il considère comme tel. Cette imprécision dans les concepts le conduit à faire des raccourcis qui fragilisent son argumentation.

Ce livre ne parle pas des algorithmes mais d'outils informatiques. Il est vrai que les outils informatiques sont constitués de programmes, qui implémentent des algorithmes. Mais la partie ne fait pas le tout. Le livre *À quoi rêvent les algorithmes* pourrait laisser croire que l'analyse proposée vaut pour toute l'informatique, ce qui n'est pas le cas. Ici il s'agit de discuter d'une partie très spécifique relative aux usages de l'informatique, de plus en la réduisant aux interactions sur Internet. Un livre aussi ambitieux ne devrait pas alimenter cette ambiguïté.

L'informatique n'est pas Internet. C'est une science. Et elle ne se réduit pas à la science des usages ou de la donnée. C'est une science qui s'intéresse à la résolution de problèmes par le

calcul, avec des aspects aussi divers que la modélisation mathématique, la logique ou encore la complexité des problèmes sur un versant théorique, ou des réalisations pratiques comme les réseaux, l'impression 3D et la cryptographie, qui sont basés sur des modèles mathématiques élaborés.

À l'heure où d'importantes discussions sont en cours à propos des programmes à introduire dans l'enseignement secondaire sur l'informatique, il est important de faire entendre cette différence. On retrouvera la présentation de Gilles Kahn à l'Académie des sciences sur cette question : il est souvent aisé d'avoir une intuition sur la technologie alors qu'il est difficile de percevoir la question scientifique qui est derrière. [...]

Un autre aspect du livre, très symptomatique de la perception de l'informatique par la société actuelle, est l'abus de vocabulaire anthropocentré. Les algorithmes ne rêvent pas. Les algorithmes ne peuvent pas rêver. Les algorithmes n'ont pas de vie propre. Si l'analogie est sympathique, elle a autant de sens que de se demander à quoi rêve le plus de l'addition. Il ne rêve pas. Derrière les algorithmes il y a des programmeurs, des concepteurs, des théories, des entreprises, des centres de recherche, et eux peuvent avoir des desseins ou des rêves pour les programmes. Et c'est eux qu'il faut questionner, d'autant qu'ils ont la capacité de répondre. C'est aussi l'une des ambiguïtés que l'on retrouve dans le concept d'apprentissage du *machine learning* dont j'ai parlé précédemment. L'algorithme n'apprend pas, ne décide pas, ne se comporte pas. Il fournit un résultat en fonction de son contexte d'utilisation. Au mieux, il nous laisse croire qu'il a appris à réagir dans une situation. D'aucuns vont argumenter sur le fait que cela reste un apprentissage. Je ne le crois pas car l'algorithme n'a pas de modèle conceptuel expliquant les relations qu'il construit entre l'ensemble de ses « apprentissages » supposés. Un enfant qui apprend à marcher construit sa perception ontologique par son expérience. Un programme exécuté sur un ordinateur collectionne les décisions, les laissant s'influencer avec plus ou moins de hasard. Mais l'algorithme n'a pas appris ou n'a pas transformé son expérience en connaissance. Il reste au niveau de l'information brute.

Ce qui est inquiétant dans cette personnification des algorithmes ou des outils informatiques, c'est qu'il serait possible de les désigner comme responsables des évolutions de la société. Mais un algorithme ne fait rien d'autre que ce qu'on lui demande de faire. Individuellement nous faisons le choix de suivre les prescriptions des algorithmes, même de manière inconsciente, et collectivement nous acceptons qu'ils aient une influence sur notre organisation en société. Un phénomène intéressant est que les *algorithmes* prédisent à partir de ce qu'ils ont rencontré par le passé, donc ce qui est considéré comme significatif au départ reste influent, voire central, par une forme d'inertie du système. Ainsi les inégalités intégrées à l'initialisation du processus ont une possibilité de devenir la norme.

Les pratiques actuelles sur Internet, malgré leur manque de structuration permettent aussi à des cultures très spécifiques, souvent à la marge, d'avoir une existence qu'elles ne trouveraient pas en dehors. Cette usine à possibles ainsi proposée est tout à fait enthousiasmante et met en avant un changement profond de mode de fonctionnement, plus *bottom-up* (du bas vers le haut). Ces usages permettent à une activité à la marge d'exister grâce à un effet de seuil, mais en la laissant à cette marge.

Une idée intéressante développée par l'auteur est celle introduite autour du concept de loyauté : la nécessité pour un outil informatique de ne faire que ce qu'il est censé faire et de le faire bien. C'est probablement le seul rempart face à une modification de la perception par la société de la science informatique qui conduirait à une diabolisation, du type construction d'un Big Brother capable de tout voir et tout contrôler.

Document n°4 : Jean-Luc Ferré, « Faut-il avoir peur des algorithmes ? »¹, *La Croix*, 16/04/2016.

À l'ère du tout numérique, ces méthodes de calcul s'immiscent dans les moindres recoins de nos existences. Leurs utilisations méconnues alimentent les débats.

« L'esprit humain ne peut rivaliser »

Prix Nobel de physique en 1986, le professeur allemand Gerd Binnig développe depuis quelques années des logiciels gérant des algorithmes nourris de très nombreuses informations issues de l'observation de tissus tumoraux. L'irruption de ces outils dans le monde de la médecine est « *une révolution comparable à la découverte des antibiotiques* », assurait-il début février lors d'un congrès international sur la recherche contre le cancer à Toulouse.

Guy Vallancien partage la même certitude. Pour le chirurgien membre de l'Académie nationale de médecine, auteur l'an dernier d'un livre sur la santé à l'heure du numérique (2), « *la machine dotée d'algorithmes pertinents peut analyser des millions de données, et nous éclairer sur des diagnostics ou des traitements, avec aujourd'hui un taux de fiabilité de 96 % par exemple sur certains cancers. L'esprit humain ne peut rivaliser* ».

« Notre humanité réside dans l'incalculable »

Faut-il dès lors laisser les clés au docteur-robot ? « *Bien sûr que non*, tranche Guy Vallancien. *Le dernier mot appartiendra toujours au médecin. Il ne faut pas s'inquiéter d'une dépossession. Le médecin va pouvoir se concentrer sur le relationnel avec le patient, sur cette expérience humaine irremplaçable. Mais cette évolution nous oblige à recentrer les études de médecine sur les humanités et moins sur la technique scientifique.* »

Revoir la formation, et, corollaire, penser à l'impact de ces technologies sur l'emploi. « *Avec les algorithmes, nombre de nos emplois sont ou seront automatisables*, souligne le philosophe Christian Fauré, manager chez Octo Technology et membre du conseil d'administration de l'Institut de recherche et d'innovation (IRI). *Leur développement nous oblige à avoir une politique sur ce que l'on automatise ou pas. Et plus largement, sur ce que l'on réduit à ce qui est calculable. N'éluons pas cette question, car notre humanité réside justement dans l'incalculable.* »

Un débat enflammé sur l'intelligence artificielle

Armées de leurs algorithmes, les machines risquent-elles de la mettre en péril, cette humanité ? Le débat s'enflamme très vite quand il déborde sur l'intelligence artificielle. Les ordinateurs analysent de plus en plus de données, établissent des corrélations insoupçonnées. On parle de « machine-learning », de capacité d'apprentissage de la machine.

« *Attention danger* », préviennent certains experts comme l'astrophysicien Stephen Hawking. « *Que des connexions donnent des résultats imprévus, c'est vrai, mais ce n'est pas pour autant de l'autonomie ou de l'intelligence*, modère Jean-Gabriel Ganascia, professeur au laboratoire d'informatique de l'université Pierre-et-Marie-Curie. *Aucun élément scientifique ne permet de croire que les machines seront dotées demain d'un libre arbitre.* »

Un problème de données

Pour le chercheur, le principal enjeu ne réside d'ailleurs pas dans les algorithmes eux-mêmes, mais dans la multitude de données qu'ils exploitent.

« *Qui les collectent ? Comment et pour quoi faire ? La plupart du temps, nous l'ignorons*, déplore Jean-Gabriel Ganascia. *Google comme d'autres géants du numérique engrangent une masse phénoménale de données. On s'apprête à exiger, comme dans la future loi numérique, la publication de certains algorithmes. Peut-être ferait-on mieux d'encadrer ou de limiter la collecte de ces données.* » En somme, donner moins d'ingrédients pour leurs recettes aux algorithmes. Qu'ils battent les champions d'échecs ou de go passe encore. Pour le reste, veut-on vraiment jouer ?

¹ <http://www.la-croix.com/Sciences/Sciences-et-ethique/Faut-avoir-peur-algorithmes-2016-02-16-1200740328>