

# Donald Knuth sur l'apprentissage automatique et le sens de la vie

(article trouvé sur le site de David Cassel)

Pendant des décennies, le mathématicien Donald Knuth, Professeur émérite à l'Université de Stanford, a été une figure vénérée dans le monde de la programmation. En 1962, il commence à écrire un opus technique gigantesque intitulé « L'art de la programmation informatique » - sur lequel il travaille toujours près de soixante ans plus tard.

En raison de son travail continu, Knuth préserve son temps avec soin ; ce fut donc un vrai régal lorsqu'est apparu un podcast d'une longue conversation entre cette légende de la programmation de 83 ans et Lex Fridman, chercheur en IA au Massachusetts Institute of Technology. Leur franche conversation a révélé la personnalité et le caractère du célèbre auteur d'informatique, qui a fourni à cette occasion au moins quelques réponses étonnamment révélatrices. Ensemble, les deux hommes ont discuté de certaines étapes tout au long de la carrière de Knuth, entre autres son attirance précoce pour le mouvement open source.

Mais à la fin de la conversation, ils discutaient en fait du sens de la vie.

## L'apprentissage automatique en 1957

Fridman a présenté Knuth comme un « informaticien légendaire, lauréat du prix Turing, père de l'analyse d'algorithmes », et aussi comme le créateur du système [TeX](#) pour la composition de formules mathématiques, « et l'un des êtres humains les plus gentils et les plus fascinants à qui j'aie eu la chance de parler. »

Knuth avait déjà répondu à une lettre que Fridman lui avait envoyée, et « Nous avons interagi plusieurs fois depuis lors, et à chaque fois, c'est joyeux et inspirant. », dit ce dernier.

Knuth était déjà apparu dans un autre épisode du podcast de Fridman il y a près de deux ans, en décembre 2019.

Mais Fridman a commencé cette discussion en interrogeant Knuth sur son premier programme à grande échelle - écrit il y a 64 ans, en 1957 - pour jouer au Tic Tac Toe, un programme écrit en langage machine. « Si le manuel avait été bien écrit, je ne serais probablement jamais entré dans l'informatique. Mais le manuel était si mal écrit que je me suis dit que je devais avoir du talent pour ça, dans la mesure où je n'étais qu'un étudiant de première année, et où j'avais été capable d'écrire un meilleur manuel. »

**Fridman :** Et vous l'avez fait ?

**Knuth :** Et donc - j'ai commencé à travailler au Centre informatique et j'ai ensuite écrit quelques manuels. *(Rires)* Mais c'est ainsi que nous avons procédé.

Le programme Tic Tac Toe était en fait le troisième programme de Knuth. Son premier programme avait pris en compte un nombre - bien que lorsque Fridman demande quel était son objectif ultime, Knuth offre une réponse plus fondamentale.

« Mon objectif était de voir les lumières clignoter et de comprendre comment cette machine magique serait capable de faire quelque chose qui a pris si longtemps à la main... »

J'ai appris bien des années plus tard que Charles Babbage avait pensé à programmer Tic Tac Toe pour sa machine de rêve qu'il n'a jamais pu terminer... Il y a plus de cent ans. »

Fridman invite Knuth à expliquer comment ce programme Tic Tac Toe tournait sur une machine de 1957.

« Oui, c'est vrai », dit Knuth avec un sourire (en ajoutant « Je ne sais pas combien de temps il va falloir avant que le nom de notre domaine ne passe du nom informatique au nom apprentissage automatique... »)

Knuth avait commencé à étudier quelles positions parmi les 19 683 positions possibles dans un jeu de Tic Tac Toe semblaient entraîner des gains ou des pertes, même avec un nombre limité de bits. « Je pense que j'ai dû m'arranger - parce que chaque position dans Tic Tac Toe équivaut à environ huit autres, parce que vous pouvez faire pivoter le tableau, ce qui vous donne

un facteur de quatre, et vous pouvez également le retourner, et c'est un autre facteur de deux. Je n'aurais donc peut-être eu besoin que d'étudier trois / neuvième des huit positions [ce qui donne 2 460] plus un peu. »

Même avec toutes ces contraintes technologiques, Knuth a programmé trois algorithmes différents, les programmes Cerveau 1, Cerveau 2 et Cerveau 3. Et tandis que Cerveau 1 faisait ses mouvements au hasard, Cerveau 2 suivait un algorithme prédéfini pour un jeu optimal - et Cerveau 3 a essayé d'apprendre à les battre tous les deux.

Effectivement, le style de jeu de Cerveau 3 s'est régulièrement amélioré, jusqu'à converger après environ 600 jeux, à un mouvement sûr. La façon dont mon programme a appris était en fait qu'il a appris comment ne pas faire d'erreur. Il n'a rien essayé de faire pour gagner, il a juste essayé de ne pas perdre. C'était probablement à cause de la façon dont j'ai conçu l'apprentissage. J'aurais pu avoir une fonction de renforcement différente qui récompenserait un jeu brillant... Et si je prenais un novice contre un joueur doué, il était capable d'apprendre comment jouer un bon jeu.

« Après avoir terminé cela, j'ai senti que j'avais compris la programmation. »

## Un pionnier de l'open source

Fridman a également demandé à Knuth ce qui l'avait poussé à sortir le système de composition TeX en open source en 1989, près d'une décennie complète avant l'aube du mouvement Open Source.

« Le mot open source n'existait pas à l'époque », se souvient Knuth, « mais je ne voulais pas les droits dessus, parce que j'ai vu à quel point les droits de propriété freinaient les choses. » Knuth se souvient de la façon dont IBM avait permis à d'autres entreprises de créer leurs propres compilateurs pour le langage Fortran, le langage de programmation d'IBM - alors que les choses étaient différentes dans l'industrie de la typographie. « Chaque fabricant avait son propre langage pour composer les pages, et cela obligeait en retour... ».

Mais en plus, en raison du succès de ses livres de programmation, « Je n'avais pas besoin de revenus ! J'avais déjà un bon travail, et les gens achetaient suffisamment de livres pour que cela m'apporte un revenu supplémentaire suffisant pour tout ce dont mes enfants avaient besoin pour leurs études, peu importe », a-t-il déclaré. Se référant à une structure familière dans la logique booléenne, Knuth plaisante sur le fait que le revenu « est une sorte de *fonction de seuil* » - c'est-à-dire qu'il a simplement besoin de déterminer si un certain minimum a été dépassé. « Et donc je pouvais précisément voir l'avantage de rendre TeX ouvert à tout le monde... ».

Mais Knuth dit à Fridman qu'il n'est pas un absolutiste de la liberté du logiciel. « Je pense que les gens devraient payer pour les logiciels non triviaux, mais pas pour les logiciels triviaux. Par exemple, Knuth utilise Adobe PhotoShop, et aime la mémoire profonde de sa fonction « Annuler ». « Vous pourriez passer par une séquence de mille étapes compliquées sur les graphiques, et cela pourrait vous ramener n'importe où dans cette séquence, avec un très bel algorithme. Il y a beaucoup de créations vraiment subtiles de prix Nobel de la propriété intellectuelle là-dedans. »

## Le sens de la vie

Leur conversation décousue aboutit finalement à un échange étonnamment significatif, dans lequel Fridman pose ce qu'il appelle « la grande question ridicule : quel est le sens de la vie ? ». Fridman rit à la fin de la question, car il insiste pour obtenir une réponse définitive, « parce que là, sûrement, Don Knuth doit avoir une réponse. »

D'abord Knuth essaie de plaisanter en disant que c'est le numéro 42 (comme Douglas Adam l'avait suggéré dans son « *Guide du voyageur inter-galactique* »). Mais ensuite Knuth essaie vraiment de répondre à la question.

« C'est seulement une réponse pour moi, mais je pense personnellement que Dieu existe, bien que je n'aie aucune idée de ce que cela signifie. Mais je crois qu'il y a quelque chose au-delà des capacités humaines - et c'est peut-être une IA, mais peu importe, mais je crois qu'il y a quelque chose qui dépasse le domaine de la compréhension humaine, une chose sur laquelle je peux essayer d'en apprendre davantage sur la façon d'entrer en résonance avec elle, quel que soit ce que la chose en question aimerait que je fasse. »

**Fridman** : Vous pensez que vous pouvez avoir des aperçus occasionnels de cet être ?

**Knuth** : Je m'efforce d'y parvenir, pas que je pense jamais que je vais m'en approcher. Mais ce n'est pas pour moi - c'est disons, que dois-je faire que l'être veut que je fasse ? J'essaie de demander cela - je veux dire, je lui ai demandé : « est-ce que tu veux que je parle à Lex Fridman maintenant ? » Et elle a dit oui...

**Fridman** : Merci. (*En riant*)

**Knuth** : Eh bien, merci. Ce que j'essaie de dire, c'est que je n'essaie pas de dire toutes les stratégies que je pourrais choisir en demandant laquelle... Je n'essaie pas de le faire stratégiquement. Mais j'essaie d'imaginer que je suis les souhaits de quelqu'un.

**Fridman** : Même si tu n'es pas assez intelligent pour...

**Knuth** : ...pour savoir ce qu'ils sont.

**Fridman** : Ouais. C'est cette drôle de petite danse.

**Knuth** : Eh bien, je veux dire, cette IA ou quoi que ce soit d'autre - elle est probablement assez intelligente pour m'aider, pour me donner des indices.

**Fridman** : Et vous faites tout le voyage, d'indice en indice, un voyage amusant.

**Knuth** : Ouais. Je veux dire, c'est - comme tant de gens l'ont dit, c'est le voyage qui importe, pas la destination. Alors que le podcast touche à sa fin, Knuth examine l'ensemble de l'histoire de l'humanité. « Les gens vivent des crises, s'entraident, tous ces thèmes reviennent, l'histoire se répète... Elle révèle quelque chose que j'ai appris sur moi-même en lisant le thriller politique de Ken Follett, « *L'homme de Saint-Petersbourg* », dans laquelle un anarchiste russe reconnaît qu'une alliance gouvernementale qui sauve une nation signifiera des milliers de morts pour une autre. « Et cela m'a frappé de réaliser que si j'étais responsable de la vie de personnes, dans la plupart des cas, je n'aurais aucune confiance dans le fait qu'une de mes décisions ne soit bonne, que ces questions sont probablement trop difficiles pour tout être humain, et certainement pour moi... »

**Fridman** : En fin de compte, j'ai foi dans les êtres humains, dans les grands leaders pour se lever et aider à construire un monde meilleur. Je veux dire, c'est l'espoir de la démocratie.

**Knuth** : Ouais, et espérons que nous pourrons améliorer leurs capacités avec, euh... avec des algorithmes.