

Traduction d'une interview de

DONALD E. KNUTH

Histoire orale 332

menée par Philip L. Frana
le 8 novembre 2001
à Stanford, Californie

Institut Charles Babbage
Département d'Histoire du traitement de l'information
Université du Minnesota, Minneapolis
Copyright 2001, Institut Charles Babbage

Résumé : Donald E. Knuth est professeur émérite d'Art de la programmation à l'Université Stanford. Dans cette histoire orale, Knuth évoque un certain nombre de sujets du développement logiciel qui incluent les brevets logiciels, la programmation structurée et la collaboration. L'histoire orale de Donald Knuth contient des éléments concernant l'écriture de L'art de la programmation ainsi que d'autres sujets comme son éducation et son héritage luthérien.

FRANA : Merci beaucoup Don d'avoir accepté cette interview. Je dois dire qu'après avoir lu toutes ces interviews qui évoquent des sujets dont un informaticien parle rarement, j'étais tenté de simplement vous poser des questions tirées aléatoirement des 328 histoires orales que nous avons dans notre collection.

KNUTH : Bonne idée.

FRANA : Mais je suis venu avec une liste de questions dont je n'avais pas la réponse. J'ai rencontré Edsger Dijkstra au cours de l'été, et vous et lui semblez être, je suppose avec juste une poignée d'autres personnes, parmi les plus anciens meneurs en informatique. Je remarque en particulier que vous étiez tous deux consultants chez Burroughs ?

KNUTH : C'est exact..

FRANA : Ou bien des boursiers Burroughs ? Étiez-vous membre ?

KNUTH : Non, non. Je n'étais qu'un consultant pour Burroughs. L'histoire, c'est que je suis allé à l'université de CalTech - j'ai commencé mes études supérieures en 1960 - et pendant cet été-là, j'ai écrit un compilateur pour Burroughs. Nous pouvons en parler davantage si vous voulez. C'était un compilateur Algol qui était destiné à leur batterie d'ordinateurs, le 205. Et quand j'ai eu terminé cela, j'ai trouvé qu'ils avaient un très bon groupe de personnes dans la section Pasadena de Burroughs. L'équipe s'appelait Division des données Electro. Et j'avais des bourses de la National Science Foundation et de la Woodrow Wilson Foundation. Mais les bourses étaient assujetties à cette restriction que vous ne pouviez rien faire sans être un étudiant diplômé ; tu ne pouvais pas faire de conseil ni avoir aucun autre revenu. Donc j'ai décroché les bourses et travaillé pour Burroughs en tant que consultant. C'est ma

première relation avec l'informatique alors que j'étais étudiant en mathématiques à Stanford. Et à Burroughs, j'ai eu une merveilleuse relation avec les gens et j'ai travaillé avec des groupes sur des logiciels et sur des matériels. Et je pense que je pourrais avoir rencontré Edsger pour la première fois quand il est venu en visite au début des années 60, environ 62 ou 63, peut-être. Et puis je l'ai rencontré plusieurs fois lors de voyages en Europe. Mais il était aussi chez Burroughs, je suppose, mais il avait aussi et surtout une chaire à Eindhoven.

FRANA : Avez-vous écrit une série de livres blancs comme Edsger ?

KNUTH : Non. Il a cette série EWD 1 qui contient 2500 ou je ne sais combien...

FRANA : Une infinité...

KNUTH : Oui. Et je les ai maintenant sur un CD, ce qui est génial.

FRANA : D'accord. Et ils sont désormais également accessibles sur le Web.

KNUTH : D'accord. Mais il ne met pas d'index dans ses livres. Alors, quand certains écrits sur l'informatique sont sortis, on a réimprimé tout un tas de ces EWD, je devais lire tout ça pour savoir ce qu'il disait à propos de moi. Je ne pouvais pas simplement regarder dans l'index et rechercher les pages. Je me demandais quelle était son opinion à mon égard, parce que c'est un critique assez fervent de ce qu'il aime et n'aime pas, et c'est sa grande force. J'ai tendance à être un peu plus insipide à mon avis. [*rires*]. Alors, j'ai rencontré Peter Naur en 1967. Je me souviens précisément que nous ne nous connaissions que par le biais de publications et correspondance pendant qu'il était rédacteur en chef du Algol Bulletin. Et c'est un autre homme de goûts et d'aversion très forts, et d'opinions fortes. Et c'était intéressant parce que je travaillais sur l'*Art de la programmation des ordinateurs*, et je l'ai en quelque sorte, à cette époque, considéré comme un assez bon plan pour un programme d'études en informatique - si l'informatique venait à s'imposer comme discipline. Je pensais que mon livre passait en revue les sujets de base qui devraient être inclus dans les travaux informatiques. Et Peter Naur et moi avons tous les deux été invités à Trondheim pour prendre la parole. L'Université de Trondheim nous a invités un jour alors qu'ils essayaient de

planifier le curriculum. C'était au printemps de 1967, et ils nous avaient invités tous les deux à aller là-haut et à parler pendant une heure de ce que nous pensions être un bon aperçu pour leurs élèves. Et il s'est avéré que Peter et moi avions indépendamment le même schéma. Nous sommes donc devenus amis.

FRANA : Avez-vous inclus un cours sur les structures de données à ce moment-là ?

KNUTH : Oui, oui. Il a publié ces choses dans un petit livret. C'était seulement une esquisse. Il n'a jamais développé des choses aux frontières comme j'ai essayé de le faire. Mais il a structuré le terrain de la même manière et il a eu ce joli mot, qu'il a introduit dans la langue danoise, *datologi*, un concept qui a été appelé "science informatique" par défaut en Amérique.

FRANA : Maintenant, vous opposez-vous à cette expression de "Science informatique", aussi fortement que le fait Edsger ?

KNUTH : J'aime ça, en fait. Une rose est une rose. Les mots prennent leur sens en ce qu'ils signifient, pas vraiment par l'étymologie. Je veux dire, considérez la "mathématique". Ce mot a probablement été très mal choisi, mais maintenant tout le monde sait ce que sont les mathématiques. Donc peu importe le terme que vous employez, dès que les gens commencent à comprendre ce que le terme signifie. Je m'oppose à certains égards à "informatique", parce que je pense que cela met l'accent sur les données sur lesquelles les algorithmes travaillent, plutôt que sur les processus. Il semble que l'information soit plus statique que dynamique. Mais alors quoi ? Je serais également satisfait de ce terme. Et pour la même raison, je ne pensais pas que "datologie" était le mot optimal. En Suède, ils ont inventé le mot "dator" pour un ordinateur. Et c'était, je pense, un choix brillant. Mais la plupart du temps, les mots ne sont pas optimaux et simplement, nous nous arrêtons d'y penser après un certain temps. Nous ne réalisons même pas ce qu'était la signification originale.

FRANA : Maintenant, le département de l'Université d'Austin au Texas s'appelle Sciences de l'ordinateur, au pluriel.

KNUTH : Oh, d'accord. Le Texas doit être plus grand. *[rires]*

KNUTH : Je pense que le mot apparaît au pluriel à quelques endroits. Au Wisconsin peut-être... Mais il est au singulier ici.

FRANA : Trouvez-vous cela étrange ?

KNUTH : Non. Je pense simplement que c'est une bizarrerie de l'histoire.

FRANA : Trouvez-vous que les gens en Amérique soient a-mathématiques en général ?

KNUTH : Eh bien, il semblerait que les choses se passent certainement comme ça. Vous prenez tout sujet particulier qui vous intéresse et vous essayez de voir si quelqu'un l'a appris dans un lycée américain, et vous serez consterné. Vous savez, Jesse Jackson pense que les étudiants ne savent rien de la science politique, et je suis sûr que les chimistes pensent que les étudiants ne connaissent pas la chimie, etc. Mais d'une manière ou d'une autre, ils l'apprennent quand ils le doivent plus tard. Certainement, je dirais que les étudiants ont maintenant des notions plus superficielles en mathématiques qu'auparavant. Nous devons faire des corrections à Stanford que nous n'avions pas à faire il y a trente ans.

FRANA : Gio [Wiederhold] m'a dit à peu près la même chose.

KNUTH : La chose la plus scandaleuse a été que le cours de Stanford en algèbre linéaire n'a pas pu atteindre la notion de valeurs propres parce que les élèves ne connaissaient pas les nombres complexes. Maintenant, chaque cours à Stanford qui prend l'algèbre linéaire comme condition préalable le fait parce qu'ils veulent que les étudiants connaissent les valeurs propres. Mais ici, à Stanford, avec l'une des normes d'admission les plus élevées de toutes les universités, nos étudiants ne connaissent pas les nombres complexes. Nous devons donc les leur enseigner seulement quand ils arrivent à l'université. Oui, le système est définitivement en panne.

FRANA : Votre formation en mathématiques au lycée était-elle particulièrement bonne, ou est-ce que vous avez passé beaucoup de temps à faire des problèmes ?

KNUTH : Non, ma formation en mathématiques au lycée n'était pas bonne. Mes professeurs ne pouvaient pas répondre à mes questions et j'ai donc décidé d'aller en physique. Je veux dire, j'avais joué avec les mathématiques au lycée. J'ai fait beaucoup de travail comme dessiner des graphiques et tracer des points, et j'ai utilisé π comme la base d'un système de numération, et j'ai exploré à quoi ressemblerait le monde si vous vouliez faire des logarithmes et si vous aviez un système de numération basé sur π . Et j'avais joué avec des trucs comme ça. Mais mes professeurs ne pouvaient pas répondre aux questions que j'avais. J'avais prouvé que $1 = -1$; et ils ne pouvaient rien voir de mal à cela. Et moi, j'ai pensé, eh bien, si $1 = -1$, ce n'est pas si bon. Mais j'ai adoré mon professeur de physique, et j'ai décidé de me spécialiser en physique de ce fait. Il a fallu attendre de passer ma deuxième année au collège pour réaliser que les mathématiques étaient vraiment importantes pour moi. Et c'était en partie par égoïsme. J'ai aimé le fait qu'avec les mathématiques, vous pouvez savoir qu'une réponse est correcte. Avec la physique, vous ne saurez jamais. Vous pourrez passer toute votre vie sans savoir si quelque chose que vous avez fait est bien. Avec les mathématiques, vous pouvez obtenir ce réconfort. Et donc pour le genre de personne que je suis, c'était bien. Dans mon livre sur la science et la religion, je souligne que je ne me préoccupe pas de certains mystères ; cependant, j'aime savoir quelques choses certaines. C'est donc ce qui m'a attiré dans les mathématiques. Je ne pouvais pas imaginer comment un astronome pourrait être content de simplement théoriser sur ce qui se passait sur des étoiles très lointaines. Il ne pourrait jamais y aller, voilà.

FRANA : Avez-vous une réponse ? Les étudiants américains sont-ils différents aujourd'hui ? Dans l'une de vos interviews, vous discutez du problème de la créativité par rapport à l'absorption brute des connaissances.

KNUTH : Eh bien, cela en fait partie. Aujourd'hui, nous avons surtout une culture sonore solide, un certain manque d'attention et on essaye d'apprendre à passer les examens.

FRANA : Oui, je me suis soudain rendu compte que vous aviez écrit plusieurs fois que les mathématiques sont rassurantes. Mais dans votre conférence du prix de Kyoto en 1996, vous dites quelque chose comme, "La mathématique appartient à Dieu."

KNUTH : Eh bien, c'était dans un contexte différent. C'était dans un

contexte de brevets ou quelque chose comme ça.

FRANA : D'accord, d'accord.

KNUTH : J'ai dit que vous ne revendiqueriez pas la propriété du numéro dix. Mais j'ai en fait réfléchi à de telles choses quand les chiffres grandissent.

FRANA : Quelle est votre opinion sur le brevetage de logiciels ?

KNUTH : Je suis contre les brevets logiciels sur toute idée si évidente que vous vous attendriez à ce qu'un étudiant typique l'invente. On doit pouvoir peut-être me persuader qu'il est normal d'avoir un brevet sur quelque chose de vraiment profond, comme un algorithme de point intérieur ou quelque chose de ce genre. Mais, certainement si je devais écrire le système TEX dans l'environnement d'aujourd'hui, je ne commencerais jamais, car j'aurais trop d'inquiétude sur le fait d'obtenir l'autorisation d'utiliser des centaines d'idées. Bien sûr, heureusement, nous avons intégré la plupart des algorithmes dans les logiciels avant de prendre cette décision stupide du brevetage. Mais je pense que de toute façon, les programmeurs de logiciel devraient être payés pour les services, la personnalisation, l'adaptation des programmes, pour les connaissances qu'ils ont sur la façon de maintenir les choses. Mais pas pour les algorithmes, pas pour les méthodes utilisées. Considérez l'analogie que j'ai faite avec le bureau des brevets. J'ai écrit une lettre ouverte au Commissaire aux brevets. J'ai dit que les algorithmes sont comme les mots pour l'écrivain, ou la jurisprudence pour les avocats. Que deviendrait la loi si à chaque fois que les avocats utilisaient la jurisprudence, ils devaient facturer des frais à d'autres avocats pour avoir cité leur précédent. Ce serait, je pense, très analogue à ce que les gens veulent pour les logiciels.

FRANA : Mais obliger un historien à payer un centime quand il cite le travail de quelqu'un d'autre dans une note de bas de page...

KNUTH : Ou si vous ne le citez pas, cela vaut un centime.

FRANA : Avez-vous un peu suivi le mouvement du développement de logiciels à l'étranger ?

KNUTH : Non, je reviens tout juste de Munich et la Commission européenne

analyse en ce moment toute la question des brevets logiciels. Donc ils m'ont demandé ce que j'en pensais. Et j'ai dit : "Eh bien, j'espère que vous n'allez pas y aller." J'ai été satisfait de ce que j'ai lu sur la Grande-Bretagne. Je pense que leur attitude est assez saine. Mais je suis la question de près. Concernant cela, je ne suis pas un croisé comme Richard Stallman. J'ai découvert que mes talents résident dans l'écriture de livres sur la programmation. Je peux parler aux gens lors de cocktails et dire : "Oh, oui, j'aime ceci ou je n'aime pas cela, mais je ne sors pas et ne fais pas de discours à ce sujet et tout ç. Stallman m'a encouragé à écrire une lettre ouverte à la Commission des brevets, une fois après une longue conversation téléphonique. Je cédaï à contre-cœur. Il pensait que cela ferait un peu de bien. Je doute que ce soit le cas, mais de toute façon, ce qui est fait est fait.

FRANA : Maintenant au-delà de la formation brute, plusieurs informaticiens dont j'ai parlé ont décrit des expériences mystiques. Y-a-t-il une espèce de chance pour l'esprit préparé ? Est-ce vraiment de cela qu'il s'agit ?

KNUTH : Eh bien, ce serait probablement la meilleure explication d'un point de vue rationnel. Je veux dire Poincaré parle de ces choses, et bien d'autres personnes le font également, comme Hadamard par exemple. Et vous obtenez ce moment Eureka. En quelque sorte, tout d'un coup, vous savez que quelque chose fonctionne. Et c'est généralement le cas.

FRANA : La raison pour laquelle je demande cela, c'est que nous sommes assis dans cette salle ; évidemment, en audio, je ne peux pas décrire complètement la pièce, mais il y a un tapis à poils longs avec des motifs sur le sol, et vous avez des photos sur le mur.

KNUTH : C'est une sorte de pièce psychédélique.

FRANA : Oui, c'est multicolore. Il y a de très nombreuses ampoules, seize environ, rien qu'au plafond. Est-ce que cela vous inspire ?

KNUTH : Non, non. Nous n'avons pas beaucoup utilisé cette pièce en fait, mais nous voulions faire quelque chose de différent. Nous aimions l'idée d'avoir différents types d'espaces dans notre maison, pas seulement des chambres beiges. Et donc quand nous avons vu ces grands tapis en Norvège, nous sommes tombés amoureux d'eux et nous avons pensé : "Comment pouvons-

nous les utiliser à la maison ? “ Nous avons également expérimenté les panneaux de cuivre ici et des choses comme ça. Mais cette salle n’a jamais répondu à ces attentes. Les lumières allumées en question, on peut les rendre plus sombres ou plus lumineuses.

FRANA : Je pensais que c’était peut-être une salle d’idées.

KNUTH : Oui, eh bien, ce serait bien d’avoir une salle d’idées. Mais hier soir, j’ai eu une idée dans une autre pièce - pendant que je mettais la table de la salle à manger. C’était une idée stupide, mais je pourrais aussi bien vous la dire. Dans la partie de mon livre que j’écris en ce moment, l’un des exemples que j’utilise pour les algorithmes est un puzzle appelé “cryptarythme” où vous avez des mots, puis vous les ajoutez ensemble, puis vous substituez des chiffres pour les lettres, et ça marche. Alors que je mettais la table hier soir, je me suis dit que je devrais essayer “KNIFE+FORK+SPOON=DINNER”¹. J’ai réalisé en un éclair que ces les mots ne comportent que dix lettres, parce que, vous savez, la lettre “K” est utilisée dans les deux “KNIFE” et “FORK” et ainsi de suite. Vous comptez donc et il n’y a que neuf lettres différentes entre “KNIFE” et “FORK” et “SPOON”, laissant de la place pour une lettre supplémentaire. Mais de toute façon, alors que je mettais les couverts sur la table, vous savez, je pensais aux cryptarythmes. Et donc je monte vers mon ordinateur et j’essaye. Malheureusement, “KNIFE + FORK + SPOON = SUPPER” n’a pas de solution. J’ai donc ajouté “SOUP”. Et alors, il y a exactement une solution ; c’est parfait ! Une autre variante, “KNIFE + FORK + SPOON = DINNER” avait deux solutions donc ce n’était pas si bon. J’ai pensé à ces cryptarythmes parce qu’ils enseignent des leçons intéressantes lorsque vous essayez différents algorithmes. Vous pouvez trouver une solution de la manière “brutale” où vous passez par toutes les permutations possibles des lettres par rapport aux chiffres aussi vite que vous le pouvez. Il y a trois millions et demi de permutations, mais si vous ne dépensez que cinq instructions machine sur chacune, il faut beaucoup moins qu’une seconde pour les essayer toutes. Sinon, vous pouvez être plus intelligent, et vous pouvez commencer à travailler de droite à gauche. Vous savez, d’abord les chiffres des unités, que vous devez vérifier, puis vous déterminez s’il y a une retenue, puis si le chiffre des dizaines va bien. Et en travaillant de droite à gauche, vous n’avez pas à passer par les 3,5 millions de permutations, vous n’aurez

1. COUTEAU + FOURCHETTE + CUILLÈRE = SOUPER.

peut-être qu'à passer par quelques milliers. Hier, j'avais joué avec d'autres idées ; dans la journée, j'ai écrit un programme pour une méthode de gauche à droite. Quelques choix à gauche sont impossibles : vous savez, vous ne pouvez pas faire de cette lettre un neuf parce que ce serait trop grand. C'était donc dans ma tête hier, ces cryptarithmes. J'en ai inventé quelques-uns qui sont vraiment amusants et qui seront dans mon prochain livre, vous pouvez le vérifier.

FRANA : D'accord. Ce type de résolution d'énigmes remonte à votre enfance. Vous êtes resté à la maison pendant quelques semaines au lieu d'aller à l'école. Il y avait un concours, non ?

KNUTH : Oui, quand j'étais en huitième année. Vous avez l'air d'avoir fait beaucoup de recherches sur moi. C'est impressionnant ! Je suis resté à la maison à l'époque parce qu'il y avait un concours parrainé par la Société Zeigler et ils avaient demandé : "Combien de mots pouvez-vous faire à partir des lettres du nom Zeigler Bar Geant ? J'ai réalisé que si je prenais un dictionnaire non abrégé, il y avait un assez bon moyen de le parcourir, sachant que j'allais seulement utiliser au plus trois mots, et des choses comme ça. Mais je n'aurais jamais à regarder la plupart des parties du dictionnaire. Par exemple, les mots n'avaient pas de C, donc je n'avais pas besoin de chercher dans les C et ainsi de suite. C'était un projet sur deux semaines. J'ai parcouru toutes les parties pertinentes du dictionnaire et j'ai obtenu une liste complète de mots. J'avais plus de deux fois plus de mots que les juges n'en avaient sur leur liste principale. Et j'ai oublié d'utiliser l'apostrophe.

FRANA : Avec l'apostrophe, vous en auriez trouvé encore plus.

KNUTH : Oui, à droite, pour des mots comme...

FRANA : Je veux revenir en arrière et vous poser des questions sur la programmation des langues. Vous avez mentionné que vous avez travaillé sur les compilateurs Algol pour Burroughs ?

KNUTH : Les compilateurs Algol, oui, c'est vrai.

FRANA : Pourquoi Algol 60 n'a-t-il jamais marché ?

KNUTH : Eh bien, FORTRAN était très fort. Les gens pensaient qu'ils devaient faire un gros investissement dans ce langage et ils ne se rendaient pas compte qu'ils allaient devoir changer leurs programmes encore et encore tout le temps. Mais ce n'était qu'une des raisons. La raison la plus importante était probablement que FORTRAN était plus achevé. Algol manquait d'un bon moyen d'obtenir une sortie agréable et lisible. Il n'a jamais fait partie de la norme. Il n'a jamais été considéré comme permettant une vraie programmation pour traiter les problèmes d'entrées / sorties. Et FORTRAN proposait quelque chose qui fonctionnait. Ce n'était pas élégant, mais ça existait. Et comme Algol n'a pas bien répondu à cela, je pense que ça a été l'un des principaux obstacles à l'époque. Donc Algol n'a jamais eu assez d'élan pour le porter.

FRANA : Algol 68 a-t-il insisté là-dessus ?

KNUTH : Algol 68 n'a pratiquement jamais été implémenté dans un bon compilateur. C'était un langage énorme. C'était trop compliqué d'y consacrer beaucoup de temps.

FRANA : Y avait-il un problème tel que "Trop de cuisiniers goûtent le bouillon ?"

KNUTH : Ils avaient un grand comité ; mais c'était vraiment Adriaan van Wijngaarden qui a géré les coups de feu sur Algol 68, ce n'était donc pas la raison. C'était un projet trop ambitieux, tout comme PL / I. Juste faire face à 300 pages de description du langage, je veux dire, vous ne pouvez pas le faire. Donc, Niklaus Wirth est venu avec Pascal, qui était alors très attrayant pour les gens qui voulaient un langage propre et qu'ils pourraient comprendre.

FRANA : J'entends beaucoup de gens se plaindre de la programmation structurée, et pourtant, beaucoup de gens pensent que c'est un sujet important.

KNUTH : La programmation structurée est importante, bien sûr. J'ai écrit un long paragraphe sur la programmation structurée. Ça s'appelait, "Programmation structurée avec Go To Statements", et dans cet article j'avais en quelque sorte cinquante co-auteurs, parce que j'ai incorporé un grand nombre de commentaires de personnes partout dans le monde à qui j'avais distribué le document avant sa publication. Et j'ai essayé de montrer les points forts

de la programmation structurée ainsi que ses points faibles. Le débat portait sur la question de la forme par rapport au fond. Beaucoup de gens pensaient que la programmation structurée signifiait simplement que vous avez limité votre programmation à ne pas utiliser certaines fonctionnalités. Et je détestais cela, juste la façon dont Hilbert détestait les mathématiques intuitionnistes, qui dit que vous ne pouvez pas utiliser le tiers exclus lorsque vous faites une preuve mathématique. Eh bien, je ne voulais pas être menotté avec des interdictions de toutes ces fonctionnalités dont personne n'avait jamais pu abuser, parce que l'idée circulait parmi les gens que telle ou telle instruction est à "considérer comme nuisible". Vous savez, Edsger a dit que le `Go To` doit être considéré comme nuisible ; et il est nocif, si vous en abusez. Mais j'ai fait un catalogue de toutes les erreurs que j'ai trouvées dans TEX, et 3 ou 4 % des erreurs étaient dues à une mauvaise utilisation d'instructions `Go To`, et 3 ou 4% des erreurs étaient dues à une mauvaise utilisation des variables globales, et 2-3-4 pour cent des autres étaient dus à une mauvaise utilisation des déclarations `if / then`, etc. Donc, si vous abolissez tout ce que je n'ai pas utilisé correctement à un moment donné du programme, vous devez retirer toutes les fonctionnalités du langage. Mon point de vue était que structurer la programmation était une merveilleuse révolution, car cela nous a appris à penser à un programme comme ayant une certaine structure et nous a donné quelques moyens intellectuellement gérables pour faire face à la complexité. Mais les gens attaquaient le style uniquement.

FRANA : Vous appeliez donc à l'élégance.

KNUTH : J'appelais à la compréhension et à la possibilité d'avoir un moyen de comprendre l'objectif, que les abolisseurs de `Go To` avaient tendance à oublier. Mais en réalité, une instruction `Go To` est analogue à une instruction d'affectation. Une affectation est une instruction qui donne à une variable une nouvelle valeur et une instruction `Go To` est une instruction qui donne au programme de contrôle une nouvelle valeur. Et ces deux concepts sont non triviaux et doivent être compris. Je pense que c'est Menabrea qui a demandé à Charles Babbage "Et si vous voulez aller à cette partie de votre programme?" et Babbage n'avait pas la moindre idée de ce dont parlait Menabrea. C'est donc un concept non trivial pour attribuer une nouvelle valeur au contrôle. Cela signifie logiquement que vous avez une certaine abstraction, qui correspond à ce que signifie être à ce point dans le contrôle. Si vous n'avez pas une bonne signification abstraite pour cela, alors vos instructions

Go To sont très susceptibles de vous causer des ennuis parce que vous allez peut-être dans des endroits où les abstractions entrent en collision les unes avec les autres. C'est pourquoi il était très dangereux de les utiliser sans discipline. Mais je trouve encore que dans certaines circonstances, lorsqu'il est utilisé correctement, un Go To est mieux qu'un simple truc. Tout simplement parce que lorsque quelqu'un considère quelque chose comme un péché mortel, cela ne me convainc pas. C'est comme le mouvement de croissance démographique zéro : l'objectif n'est pas vraiment d'avoir une croissance démographique nulle ; l'objectif est d'améliorer la qualité de la vie des personnes. Mais ils substituent un objectif quantitatif à l'objectif qualitatif, et c'est comme voir la programmation structurée uniquement comme un type et non comme un programme, ce qui est stupide, et je suis sûr que Edsger ne voulait pas le dire de cette façon du tout. Je dois cependant vous raconter une petite blague. En fait, j'ai donné une conférence à Eindhoven au début des années 70, et j'écrivais un algorithme au tableau ; c'était un algorithme pour la correspondance de motifs dans les chaînes de caractères. Quand je suis arrivé vers la fin, j'ai dit : "Oh, Edsger, est-il permis de dire "Allez dans cette pièce?"" Il a dit : "Je l'ai vu venir." *[rires]*

FRANA : J'ai négligé de vérifier cela avant de venir ici, mais étiez-vous aux conférences de Garmisch ou de Rome sur le génie logiciel ?

KNUTH : Non.

FRANA : Je n'ai pas encore vérifié l'index pour voir.

KNUTH : Non, j'ai arrêté d'aller aux conférences. C'était trop décourageant. La programmation informatique devient de plus en plus difficile car plus de choses sont découvertes. Je peux faire face à l'apprentissage d'une nouvelle technique par jour, mais je ne peux pas en apprendre dix à la fois en une journée. Les conférences sont donc déprimantes ; cela signifie que j'ai tellement beaucoup plus de travail à faire. Si je me cache la vérité, je suis beaucoup plus heureux.

FRANA : Je suis tout à fait d'accord avec vous. Souvent lorsque je vais à une conférence, je vois une présentation et puis je pars travailler par moi-même.

KNUTH : Eh bien, pour chaque journée passée à une conférence, j'ai besoin

de cinq ou six jours pour rattraper après. Bien sûr, c'est agréable de revoir de vieux amis, mais j'ai été là et j'ai fait cela au milieu des années 70.

FRANA : La notion d'ingénierie logicielle, était-ce une expression malheureuse ?

KNUTH : Beaucoup de gens aiment certainement cette expression et la trouvent inspirante. Je ne sais pas. Je n'ai jamais été enthousiasmé par l'idée de métriques logicielles, qui était l'un des piliers du génie logiciel. Parce que les gens pensaient que c'est d'une discipline d'ingénierie dont nous avons besoin pour mesurer les choses. Tu penses, "eh bien, tout ce qui fonctionne pour une branche de l'ingénierie va être utile pour les autres" et tout ce que nous devons faire, c'est de nous ressaisir et d'être plus disciplinés à ce sujet et puis les problèmes seront plus faciles. Mais je pense qu'il n'y a pas de voie royale vers la programmation. C'est l'une des plus grandes perspectives d'Edsger que de comparer la quantité d'effort intellectuel qui va dans les programmes informatiques, par rapport à d'autres types d'activités humaines. En physique, les choses échouent, mais elles échouent lentement ; elles échouent en douceur. Mais avec la logique, il n'y a pas de continuité ; ça va juste mal et tout est en désordre. C'est tout autre chose. Il y a beaucoup de grandes réalisations - vous savez, construire un énorme avion est une réalisation époustouflante, faire un film comme *Blanche-Neige et les Sept Nains* est une réalisation extraordinaire, toutes sortes de choses - envoyer des gens sur la lune - nécessitent une coopération massive de nombreuses personnes, etc. Pourtant, ces réalisations sont différentes de ce qui se passe lorsque vous avez dix millions de lignes de programme. Et donc le génie logiciel espère changer cela en faisant ces lignes de code beaucoup plus comme la physique, de sorte qu'elles échouent en douceur ou quelque chose comme ça et il y a toutes sortes de redondance. En fait, ça aide un peu, mais cela n'atteint pas l'objectif.

FRANA : Vous vous retrouvez avec un ensemble de problèmes différents ?

KNUTH : Vous repoussez le problème, oui, vous le repoussez simplement sur les genoux de quelqu'un d'autre. Ça ne vous donne pas le... C'est très tentant de penser que si nous enseignons à tout le monde comment utiliser correctement les déclarations, on sera en mesure de proposer des programmes qui font des choses subtiles. Eh bien non. Il faut réfléchir dur et il y a quelques

lignes - il y a une déclaration - si je devais facturer le programme TEX, il y a une déclaration qui est passée par douze révisions, et j'ai dû y réfléchir très dur un certain temps. Pour cette déclaration, je dirais : "D'accord, payez-moi pour celle-là." Mais je ne connais aucune technique de génie logiciel qui m'aurait amené à ce niveau sans une certaine angoisse. Voilà ce qui se cache dans mes commentaires. Il n'y a pas de boules magiques.

FRANA : Cela ressemble beaucoup à quelque chose que Duane Whitlow m'a dit à propos de SyncSort. Il y a cette seule ligne, dit-il, c'est vraiment la ligne qui m'a fait me poser le plus de questions, et la ligne sur laquelle j'ai dû travailler le plus.

KNUTH : Vous l'avez interviewé alors ?

FRANA : Il était en fait un des participants du Xerox PARC l'année dernière, cette conférence durant laquelle on a discuté de l'histoire de l'industrie des produits logiciels. Il a donné un papier.

KNUTH : Oh, d'accord. C'était donc l'un des brevets ? Oui, j'ai finalement découvert...

FRANA : Étiez-vous dans le public là-bas ?

KNUTH : Non, non, mais j'ai eu à le joindre. Je veux dire que j'essayais de découvrir ce que le L. représentait dans Duane L. Whitlow, et je suppose que c'est Leroy, de toute façon, puis j'ai voulu savoir s'il fallait mettre le R en majuscule. J'ai finalement pris contact avec lui, mais je ne l'ai jamais rencontré, non. Mais j'ai aimé l'idée de SyncSort, dont j'ai parlé dans le volume 3 il y a quelques années.

FRANA : Que pensez-vous de la "physique des logiciels" ?

KNUTH : Je ne sais pas ce que c'est.

FRANA : C'est une idée de Ken Kolence.

KNUTH : Je n'en sais rien. Mais je pense qu'il cherche un balle magique.

FRANA : Ça n'existe tout simplement pas ?

KNUTH : Non, ça pourrait exister, mais ça n'existe pas dans mon univers. Je sais ce que je suis bon dans mon domaine étroit. Je ne dis pas que tous dans le monde devraient être comme moi. Je sais seulement que tout ce qui procède comme je le fais est en bonne corrélation avec le fait de faire faire de bonnes choses aux ordinateurs. Mais il y a beaucoup des gens qui ne me ressemblent pas et qui n'aiment pas les analogies que j'aime. Et si j'essaie de leur expliquer quelque chose, ils diront : "Oh, c'est beaucoup plus facile si vous comprenez et faites cela en fonction de la loi de la thermodynamique ou quelque chose du même style. D'accord, mais cela entre par une oreille et sort par l'autre pour moi. Donc quand vous dites "physique du logiciel", ça me semble provenir de ce type qui a cette autre façon de voir le monde. Sa voie pourrait être meilleure que la mienne, mais ce n'est pas ma manière de voir, et je doute que je puisse y contribuer d'une manière ou d'une autre.

FRANA : Pour changer un peu de direction, et pardonnez-moi si je me trompe, mais j'ai lu ou entendu qu'à Stanford, pendant la guerre du Vietnam, vous avez rejoint les manifestants. Est-ce correct ?

KNUTH : Eh bien, un jour, Bob Floyd et moi nous sommes assis devant le bâtiment d'informatique, en nous joignant aux étudiants qui faisaient des piquets de grève. C'était quand Nixon avait envahi le Cambodge. Nous avons dit : "Eh bien, c'est une sorte de dernière goutte. Nous ne pouvons pas continuer à faire comme d'habitude." Bien qu'en fait, nous parlions entre nous d'algorithmes de tri. Et Bob et moi, en fait, inventions des réseaux de tri alors que nous étions assis là. Mais nous étions à l'extérieur du bâtiment parce que nous voulions être comptés dans les statistiques des gens qui disent telle ou telle chose, beaucoup de gens ont protesté aujourd'hui. Et les actions du gouvernement nous semblaient juste outrageuses. En général, je prends rarement position sur quoi que ce soit, mais je fais en sorte que lorsque j'agis, mon action exceptionnelle soit significative. Ce n'est pas comme si j'y allais à chaque souffle de vent.

FRANA : Vous avez également dénoncé SDI dans les années Reagan, n'est-ce pas ?

KNUTH : Je ne l'ai pas fait. Seulement en privé. Je ne pense pas avoir jamais

pris position publiquement à propos de ça.

FRANA : Ça doit être une conversation que j'ai eue avec quelqu'un à l'époque.

KNUTH : Je pense que toute personne qui savait quoi que ce soit sur les programmes de fiabilité était contre le SDI. Je n'étais pas exceptionnel à cet égard, c'était simplement un gâchis.

FRANA : Vous savez que Gio [Wiederhold] à Stanford a fait beaucoup de recherche sur les missiles ?

KNUTH : Je ne l'ai jamais su.

FRANA : Oh, tu ne le savais pas ? C'était son premier travail. Il a passé beaucoup d'années sur ces problèmes.

KNUTH : Je savais seulement qu'il était entré en médecine.

FRANA : Des fusées à combustible liquide, je suppose.

KNUTH : Oh, d'accord.

FRANA : Est-ce un problème ? Trouvez-vous cela troublant rétrospectivement, les recherches sur la guerre froide que les informaticiens ont faites ?

KNUTH : Eh bien, j'ai une expérience très limitée avec cela. J'ai passé un an travailler à l'IDA en cryptographie et toutes les personnes que j'ai rencontrées là-bas étaient engagées à fournir du bon travail. Je n'avais pas de retours sur ce que mes collègues là-bas faisaient. Je savais aussi qu'il n'était pas naturel pour moi de garder des secrets. J'étais le genre de personne qui veut être professeur et qui veut tout apprendre aux étudiants, alors qu'en travaillant pour eux, je n'étais pas autorisé à dire à ma femme ce sur quoi je travaillais. Tu sais, je ne lui en ai toujours pas parlé. Je n'aimais pas être dans cette situation. J'ai donc pensé que c'était une année de service national, et que je partirais - non pas parce que je n'aimais pas le travail, c'était juste parce que je savais que ma propre contribution serait meilleure dans quelque chose où je ne dois pas garder le secret.

FRANA : Eh bien, passons à quelque chose de plus amusant. Vous et John von Neumann, Leo Szilard et plusieurs autres personnes êtes tous des luthériens.

KNUTH : Attendez une minute. Je ne peux pas le croire. John von Neumann ? Es-tu ...

FRANA : John von Neumann est allé dans un lycée luthérien.

KNUTH : Non. Je pensais qu'il était... d'accord, il n'est pas juif ? Tu sais, j'ai rencontré son frère Nicholas.

FRANA : Non, il n'est pas luthérien, mais il était élève au lycée luthérien de Budapest.

KNUTH : Oh, je ne le savais pas.

FRANA : Et je me demande s'il y a quelque chose de luthérien dans la science informatique.

KNUTH : C'est une question à laquelle il est très difficile de répondre. Ce serait comme dire : oh, une certaine quantité de gens boivent du lait pasteurisé quand ils sont jeunes, je ne sais pas. Je doute qu'il y en ait. Luther défend l'idée d'une activité intellectuelle indépendante. Dans la religion, il voulait que sa tête et son cœur soient là et non... il ne voulait pas être détaché de la logique, puis juste devenir... juste dire qu'il mérite d'être sauvé parce qu'il peut croire le plus de choses impossibles. Il a dit... non... continuons d'interroger les choses. Et c'est sûr qu'il y a des corrélations. Mais je ne dirais pas que les luthériens sont en avance sur les presbytériens, ou les musulmans, ou quoi que ce soit.

FRANA : J'ai aussi été élève dans un lycée luthérien, et c'était aussi mon impression, que Luther était un érudit et que c'était une bonne chose.

KNUTH : Oui, je viens d'une tradition où l'on peut remettre en question les choses. Mais alors, vous avez aussi ceci, "J'ai la foi", et votre conscience, et ainsi de suite. Et c'est très bien. Mais je dirais que la façon principale dont

ma foi intervient dans mon travail scientifique est le modèle que Dieu sait ce que je pense. Donc je ne ressens pas de besoin d'intimité comme le font beaucoup de gens. Dans un certain sens, je ne pense même pas avoir de vie privée. Malheureusement, Edsger a eu de très mauvaises expériences avec la religion dès le début ; il est devenu très sensible à ce sujet par la négative.

FRANA : Nous n'en avons jamais parlé.

KNUTH : Eh bien, bien. Il a insulté un de mes étudiants une fois parce que le gars parlait de programmation et Edsger a dit : "Vous êtes catholique ?"

FRANA : Wow. Avait-il raison ?

KNUTH : Oui, mais bien sûr qu'il l'était, le gars était français. Mais Edsger pensait qu'il y avait quelque chose de catholique dans sa façon de programmer, ce qui n'avait aucun sens. Quand j'ai écrit le livre 3 : 16, j'ai découvert à ma grande surprise que certaines personnes avaient des sentiments vraiment amers à l'égard de l'Eglise à cause de quelque chose qui leur était arrivé avec leurs parents, ou autre chose. Et c'était un aspect que je n'avais tout simplement pas connu auparavant. Plusieurs dizaines de personnes avec des antécédents différents se sont portés volontaires pour lire le premier projet de ce livre. J'avais donc des athées, qui écrivaient des lettres de dix pages, faisaient des commentaires sur le travail, car ils étaient également intéressés par les idées, mais ils m'ont également écrit des éléments de leur histoire et j'apprenais d'eux. Et Edsger a définitivement réagi contre la religion ; contre la religion organisée de toute façon. Mais je vais essayer de vous expliquer de quelle manière mon éducation religieuse a vraiment interagi avec ma vie scientifique. Et je pense que ce n'était pas parce que j'ai eu les meilleurs professeurs de sciences, ou des choses comme ça. Mon éducation religieuse m'a donné le sentiment de faire partie d'un mouvement mené par Dieu de l'univers ; cela a affecté les modèles que j'ai de ma propre vie d'une manière qui a probablement eu un certain effet. Je doute que cela me rende meilleur programmeur, ou pire programmeur. Cela affecte simplement quel type de programmeur je suis ; vous savez, je ne pense pas que je serais apte à faire un excellent travail en cryptographie parce que je ne suis pas assez sournois pour comprendre les attaques que quelqu'un pourrait faire, et aussi parce que je ne suis pas si convaincu que ça que j'ai besoin de secret.

FRANA : Vous acceptez la bonté fondamentale de la plupart des êtres humains ?

KNUTH : Eh bien, oui.

FRANA : Vous avez de l'espoir ou de la foi, je suppose.

KNUTH : Je peux comprendre la nécessité d'un faible niveau de sécurité, mais je ne peux pas être très facilement convaincu que la cryptographie forte est importante. Et peut-être que je pourrais, peut-être que je ne pourrais pas, mais de toute façon, à cause de ma nature basique, je ne pense pas que je suis apte à être une personne de haut niveau dans ce genre de travail.

FRANA : Maintenant, la raison pour laquelle je vous ai posé des questions sur Luther et l'informatique est qu'il y a une longue histoire des métiers de l'imprimerie dans la foi luthérienne. C'est l'histoire de la manière dont ils ont communiqué la Réforme aux gens.

KNUTH : Oui, c'est vrai.

FRANA : Cela a-t-il eu un impact sur votre décision de faire de la typographie numérique ?

KNUTH : Cela aurait pu être implicite parce que mon père travaillait beaucoup avec le domaine de l'impression.

FRANA : Oh, il l'a fait ?

KNUTH : Il a fait beaucoup de tels travaux pour toutes les églises autour de Milwaukee. Mon père avait une machine de miméographie à la maison et il faisait les programmes pour des événements spéciaux et ce genre de choses.

FRANA : Vous voulez dire des programmes de type dépliants, pas des programmes informatiques ?

KNUTH : Oui. C'est vrai. Je dois faire attention. Vous avez raison. Et des programmes musicaux, surtout pour les chœurs, et des choses comme ça ; il passait beaucoup de temps en fabrication à la main de matériaux à faible

coût pour chœurs. Et ce n'était pas de la haute technologie du tout que ces travaux d'impression. C'était à peu près le genre de travaux que vous faites quasiment à perte. C'était une mission pour lui ; ce n'était pas un moyen de gagner de l'argent. Il faisait ce travail mais il n'en a pas fait de profit. Il l'a fait comme service. En réalité, il a appelé ça "service", Erv's Service. Son nom était Ervin.

FRANA : Comment était votre père ? Je n'ai jamais lu aucun récit le concernant, si ce n'est qu'il était organiste.

KNUTH : Oh, c'était un bon cuisinier, un professeur charismatique, un directeur de chœur, et il avait un bon sens de l'humour. Il faisait tout avec beaucoup de responsabilité et a travaillé dur pour faire beaucoup de choses différentes. Il était trésorier du lycée luthérien, et il payait les professeurs de sa poche si l'argent du budget n'était pas là. Et il prenait cette responsabilité très au sérieux. Il s'est mis au service de la population locale, ou des gens du monde. Je ne fais pas autant pour mes propres amis qu'il a pu le faire. Il a tout fait pour ses amis. Mais il y a des gens en Russie, en Pologne et en Chine qui m'écrivent tout le temps en me remerciant pour ce que j'ai fait. Et ma vie est complètement différente de celle de mon père, parce qu'il était le genre de personne qui n'a jamais voulu se faire un nom. Il était très heureux de savoir qu'il y avait une centaine de personnes, des amis proches, dont il améliorait leur vie et c'est tout. Mais moi, je reçois de la gloire pour des choses qui ne prennent pas plus de temps, mais qui se trouvent juste être connectées d'une autre façon.

FRANA : La région de Palo Alto, cependant, n'est pas comme Milwaukee non plus.

KNUTH : Non. C'était le genre de gars qui fait vibrer l'Amérique. Il était vraiment l'un des rouages bien huilé qui fait fonctionner les choses. Tout ce qui devait être fait, il le faisait. Et ma maman est très similaire.

FRANA : Elle est toujours en vie ?

KNUTH : Elle a 89 ans maintenant.

FRANA : Votre père a-t-il aussi vécu jusqu'à un âge avancé ?

KNUTH : Non. Je pense qu'à son décès, il était plus jeune que moi maintenant, 63 peut-être, je pense, 62. Il est décédé très soudainement. Mais ma maman n'est toujours pas à la retraite. Elle travaille dans l'immobilier au centre-ville de Milwaukee. Et tous les deux faisaient toujours du bénévolat et diverses choses. Pas le genre de chose qui est acclamée. L'éducation luthérienne était vraiment l'objectif principal de mon père dans la vie. Et il avait été au collège à River Forest à Chicago, puis est devenu professeur en école élémentaire à Milwaukee, puis il est allé au lycée là-bas. Il considérait l'éducation comme une mission qui pouvait être accomplie dans une atmosphère aimante.

FRANA : Oui. Maintenant, vous avez choisi de compartimenter votre foi luthérienne, du moins au début. Était-ce par choix ?

KNUTH : Je ne comprends pas ce que vous voulez dire.

FRANA : Vous étiez "luthérien" le dimanche matin.

KNUTH : Oh, dans ce livre, j'ai dit...

FRANA : Je pense que c'est le mot que vous avez utilisé, "compartimenté".

KNUTH : Eh bien, j'ai utilisé le mot quand quelqu'un m'a posé une question concernant Bill Clinton. Mais j'ai dit cela parce que c'était juste, vous savez, que c'était un mot à la mode. Je dirais que quand j'étais jeune, j'étais à peu près moi-même à tous égards. J'étais une machine à faire des tests. J'ai appris les sujets afin que je puisse passer des examens. Mais je n'étais que dans des choses quantitatives ; quant à ce qui concerne les questions d'élégance, de beauté, et de grande littérature, et de telles choses, je ne connaissais pas tout ça... j'étais... comment diriez-vous cela ? J'ai été défié par le développement dans ces domaines jusqu'à ce que j'aie peut-être 30 ans. Et puis j'ai commencé à lire de grands livres, et à comprendre et vraiment apprécier la bonne musique. Avant ça, je savais faire plaisir à mon professeur et je pouvais fournir la bonne formulation, mais je n'avais pas cette âme. Mais quelque chose m'est arrivé alors que j'étais plus âgé.

FRANA : Qu'est-il arrivé ?

KNUTH : Je n'en ai aucune idée. Peut-être que j'étais trop occupé ou quelque chose comme ça. En tous cas, dans tous les aspects de ma vie, j'ai essayé d'obéir aux règles. Et je pense que j'ai toujours eu un complexe d'infériorité. À certains égards, je dirais bien, peut-être, que je dois prouver que je peux le faire. Au fond de moi, je savais que j'étais beaucoup plus intelligent que les gens ne le pensaient, mais j'essayais toujours de faire mes preuves, et je ne faisais pas des trucs parce que je voulais les faire, je les faisais parce que j'étais censé les faire. Non pas que je détestais faire le travail ; j'étais simplement respectueux. Et donc s'il était temps d'étudier les mathématiques, j'étudiais les mathématiques. Ainsi, j'agissais donc plutôt de façon mécanique. Et c'est plus tard que j'ai commencé à voir la partie plus émotionnelle de la vie. Qui sait pourquoi ? C'est probablement ma femme qui m'a donné ça.

FRANA : Où l'avez-vous rencontrée ?

KNUTH : Nous étions tous les deux étudiants. J'étais à Case et elle était à Reserve, et je sortais avec sa colocataire et nous sortions parfois ensemble. Et j'ai découvert qu'elle était une personne plutôt sympa. Alors je suis allé lui parler un jour de certains problèmes que je rencontrais avec sa colocataire. Et elle a donné de si belles réponses que j'ai décidé que je l'aimais mieux.

FRANA : La plus vieille histoire du monde. Sortez avec la colocataire et trouvez l'autre plus attrayante.

KNUTH : Oui. Elle avait un an de retard sur moi à l'école. Mais nous avons passé beaucoup de temps dans les bibliothèques à étudier ensemble parce que nous avons constaté qu'il y avait beaucoup de sujets dont nous aimions parler.

FRANA : Je voudrais vous poser quelques autres questions sur la technologie numérique avant de nous éloigner trop de cela. Il y a cette tentative de commentaire que vous faites dans l'un de vos livres, qu'une bonne typographie aide à écrire de bons programmes, ou de meilleurs programmes. Qu'est-ce que vous entendez par là ?

KNUTH : Je ne sais pas si j'ai dit cela au sujet des programmes... [*marque une pause*] Mais certainement, l'une des idées globales de la programmation structurée est que vous devez être capable de comprendre un ensemble

compliqué : “Quel est le programme.” Vous avez donc besoin de quelques aides pour aboutir à cette compréhension, et la typographie fait partie de ces aides. Avec une bonne typographie, vous pouvez percevoir la structure, au lieu d’imaginer le texte comme une chaîne chaotique de caractères. C’est beaucoup mieux lorsque ces caractères sont disposés sur une page d’une manière raisonnable. Donc, la typographie est en partie l’arrangement de ces choses, vous savez, comme l’indentation par exemple. Des choses qui sont soulignées ou des choses qui sont, vous savez, en petits caractères ou en italique. Et sans cette typographie, l’impact est négatif sur la façon dont je peux percevoir ce qui se passe.

FRANA : Dont je peux percevoir l’intégralité d’un document.

KNUTH : Mais je ne dis pas que la typographie soit une solution miracle. Je dis simplement que cela aide beaucoup. J’ai travaillé, en fait, avec le Journal de l’ACM dans les années 60, en partie pour aider à améliorer leurs normes de composition des programmes informatiques parce que c’était une nouveauté. Ils n’avaient pas été confrontés à cela avant. Et donc j’ai dit : “Pensons sérieusement à la bonne typographie pour les programmes, pour la compréhension des idées, pour faire passer le message que le programme signifie”. Dans ce nouveau domaine, nous devons rechercher des présentations adéquates.

FRANA : Voici une question beaucoup plus précise : j’en sais beaucoup plus sur l’algorithme de Dijkstra que j’en connais sur de nombreux autres algorithmes, parce que nous avons eu une discussion approfondie à ce sujet. Mais est-ce que votre algorithme est similaire à celui permettant de trouver le plus court chemin entre la partie la plus haute et la partie la plus basse d’un paragraphe ?

KNUTH : C’est pareil. La façon dont j’ai utilisé la méthode équivaut à l’Algorithme de Dijkstra, sauf que je dois construire le graphe au fur et à mesure. Je convertis le paragraphe en un problème de graphe, mais je découvre certaines parties du graphe, au fur et à mesure de ma lecture, pour faire court. C’est son algorithme, mais je gagne du temps en ne montrant pas les choses qui pourraient le ralentir. Par exemple, il est inutile d’explorer ce qui se passerait si vous arrêtiez le paragraphe en cassant une ligne après le premier mot. Droite. Je ne cherche donc que les points d’arrêt réalisables. Et connaître quels sont les points d’arrêt réalisables en appliquant l’algorithme

de Dijkstra, et comme je l'applique, je sais que certaines choses ne sont pas réalisables, donc je ne les considère pas. Il s'agit donc d'une extension de la méthode de Dijkstra. Mais vous pouvez également le voir comme ce qu'ils appellent la programmation dynamique, car discrète : la programmation dynamique est essentiellement identique à la recherche du plus court chemin. Donc de nombreux points de vue se résument au même problème sous-jacent.

FRANA : D'accord. Il y a quelques années, dans une interview, vous avez dit que la science des ordinateurs, comme la plupart des autres sciences, se développe principalement par beaucoup de petites étapes plutôt que par des bonds essentiels, principaux.

KNUTH : Ah bon, j'ai dit ça ? Oui bien. *[rire]*

FRANA : Je pense que vous avez utilisé le mot "principaux" comme qualificatif. Y a-t-il eu quelques bonds essentiels ?

KNUTH : Oui, l'idée d'une programmation structurée est un pas de géant, mais ceux-ci sont rares. Et donc regardez ce soir pendant la session des questions / réponses. Quelqu'un va dire : "Quels sont d'après vous les cinq algorithmes les plus importants, vous savez, ou quelque chose de similaire. Je déteste ce genre de question, parce que ce n'est pas vraiment la façon dont la science se développe. L'important n'est pas quels sont les cinq premiers ; parce que ce sont les cinq derniers. C'est juste qu'il y en a toujours cinq de plus. Et toute la structure se modifie par petites étapes. Malheureusement, je ne peux pas expliquer cela à un membre du Congrès qui va financer la NSF. Nous devons dire aux membres du Congrès que nous avons ce grand projet, et que nous nous sommes fixés tels objectifs, et tout ça. Mais vraiment, si vous prenez juste chaque science et que vous dites : "Faites ce que vous pensez être intéressant", alors vous obtenez la meilleure science qui soit.

FRANA : Donc, vous en savez un peu plus que la plupart des scientifiques sur l'Histoire des sciences, je suppose.

KNUTH : Sur certaines parties.

FRANA : Voyez-vous cela comme un processus cumulatif ? Sommes-nous tous debout sur les épaules de géants ? Ou existe-t-il des paradigmes kuh-

niens ?

KNUTH : Je pense que nous apprenons mieux en étudiant le passé et en voyant comment d'autres personnes ont trouvé leurs idées, et en apprenant le processus d'apprentissage, par osmose, après avoir vu tous ces exemples. Et certainement que la chose la plus frappante pour moi est que les êtres humains sont capables de revenir à leur histoire et de voir ce que les humains précédents ont fait et sont également capables de modifier leurs actions en fonction de cela. Les animaux font cela très lentement. Et donc c'est la clé pour moi, que de regarder des sources de matériaux et de voir comment étaient les idées quand elles étaient brutes. Je n'aurais pas travaillé aussi efficacement si je n'avais pas lu beaucoup de sources des nombreux siècles précédents. Si c'était nécessaire, je demandais à un ami "aidez-moi avec le chinois, le japonais ou le hongrois, ou quoi que ce soit", mais je regardais toujours des écrits des temps anciens qui étaient liés à ce que je faisais à un moment donné. Parce que pour moi, la façon dont les humains ont évolué est centrale à l'histoire. C'est peut-être juste parce que je suis égoïste et que je veux que des gens lisent mes trucs à l'avenir, donc je lis les trucs des autres pour payer ma dette.

FRANA : Eh bien, vous savez très bien, cependant, que le passé peut être un endroit étrange. En astronomie, par exemple, nous avons l'univers géocentrique.

KNUTH : Vous devez vous mettre dans l'esprit des anciens. En 1972, pendant deux semaines, j'écrivais un article sur les algorithmes babyloniens, et je me suis entouré de textes babyloniens. Je me suis immergé suffisamment, en lisant autant de tablettes que possible, de façon à être capable de dire : "Oh, oui, ceci est inhabituel", ou bien "celle-ci est du même auteur que celle-là" en regardant telle ou telle tablette. Et je pouvais commencer à essayer d'entrer dans l'esprit de ces auteurs. Ils avaient une certaine façon d'exprimer les choses. Ils n'utilisaient pas l'algèbre, mais ils avaient un équivalent. J'essayais donc d'apprendre ce que signifiaient leurs symboles et d'interpréter leur langue. C'est cette raison qui empêche beaucoup de gens de lire les sources : ils ne veulent pas ou ne peuvent pas réapprendre certaines notations. Cela signifie que, comme avec la musique, vous devez soit décider que vous êtes capable d'apprendre une autre notation ou bien que vous êtes capable de la convertir en votre propre truc. Avec les mathématiques, je peux

généralement le faire sans trop d'effort. Mais ça nécessite quelques heures d'adaptation. Avec un peu d'expérience, cela deviendrait plus facile pour vous aussi. La musique, je pense, serait plus difficile. C'est certain car il y a en musique quelques notations qui sont si illogiques qu'elles ne peuvent être apprises qu'après de nombreuses années de formation.

FRANA : Vous avez fait plusieurs fois le commentaire que peut-être 1 personne sur 50 a l'esprit du "scientifique de l'ordinateur".

KNUTH : Oui.

FRANA : Je me demande si un grand nombre de ces personnes sont des bibliothécaires professionnels ? *[rires]* Il y a là une certaine étrangeté. Mais pouvez-vous mettre en évidence ce qu'est l'esprit de l'informaticien...

KNUTH : C'est différent ?

FRANA : Quelles sont ses caractéristiques ?

KNUTH : Deux choses : la première est la capacité de gérer une structure non uniforme, où vous avez le cas un, le cas deux, le cas trois, le cas quatre. Par exemple, quand vous avez un modèle de quelque chose dont le premier composant est un entier, le composant suivant est un booléen, et le composant suivant est un nombre réel, ou quelque chose dont vous savez que sa structure est non uniforme. Gérer couramment ces types d'entités est critique en informatique, ce qui n'est pas typique dans d'autres branches des mathématiques. Et l'autre capacité caractéristique est de changer rapidement de niveau, de regarder quelque chose à grande échelle et la regarder à petite échelle, et avec beaucoup de niveaux de granularités entre les deux, en passant d'un niveau d'abstraction à un autre. Vous savez que, lorsque vous ajoutez un nombre à un certain nombre, ce que vous obtenez est réellement plus proche de l'objectif global. Ces compétences, être en mesure de gérer les objets non uniformes et de voir à travers les choses du niveau supérieur vers le bas niveau, sont des compétences très essentielles à la programmation informatique, il me semble. Mais peut-être que je me trompe parce que j'en suis trop proche.

FRANA : C'est la chose la plus difficile à comprendre que ce qui te caractérise vraiment au plus profond.

KNUTH : Oui.

FRANA : J'avais une question complémentaire tout à l'heure mais je l'ai maintenant perdue.

KNUTH : Est-ce à propos des 2 % ? Je pense que nous devons réaliser qu'il y a des gens que nous ne sommes pas en mesure de bien comprendre à 98 %, et ils ne sont pas en mesure de nous comprendre très bien. Mais nous pouvons construire des ponts. Nous pouvons nous faire des amis parmi ceux qui sont plus proches de nous, et obtenir un réseau de personnes qui rassemblent les choses. Je suis sûr que je ne peux pas écrire le bon manuel d'utilisation pour ma mère ; mais je pourrais collaborer avec quelqu'un qui pourrait le faire de la bonne façon. Certaines personnes ont cette capacité de changer pour penser différemment. Mais c'est seulement vrai dans une petite mesure. Voici un exemple qui a fait l'objet d'une récente discussion en Allemagne : et si l'informatique quantique prenait le dessus ? Et qu'est-ce qui se passerait si tout à coup, les gens pouvaient fabriquer ces choses, qui nécessitent une manière complètement différente d'écrire des programmes ? Eh bien, il se pourrait très bien que je ne sois absolument pas bon en informatique quantique et que je ne sois pas capable de changer. (Et il serait facile pour moi d'écrire l'*Art de la programmation des ordinateurs* si personne ne faisait des programmes à l'ancienne, donc je n'aurais pas à suivre la littérature). Mais j'ai une certaine façon de broyer des trucs pour lesquels je suis bon, et ce n'est pas seulement que je les ai étudiés au collège ; c'est que j'ai cette façon excentrique de penser.

FRANA : Comme la façon dont certaines personnes ont du mal à comprendre l'architecture client / serveur. Les vieux gars du mainframe qui, me disent-ils, ne comprennent tout simplement pas cela.

KNUTH : Oui. Je peux comprendre. C'est comme votre gars des logiciels de physique. Mais vous savez, ils doivent y parvenir d'une autre manière ou d'une autre, alors laissons-les être contents et faire ça à leur manière. Et peut-être que la nouvelle façon de faire sera mieux, mais je ne pourrai jamais procéder ainsi parce que je suis différent. Je pense qu'en informatique, il n'y a aucune voie étroite. C'est assez différent de nombreux autres domaines, car nous sommes sélectionnés par nos compétences, par notre profil de capacités, pas par notre mission de calcul. Les gens vont en médecine avec de nombreux

types de compétences ; leur carrière est basée sur l'objectif de sauver des vies, rendre la vie plus saine, peu importe. Mais ma carrière est différente. Il y a ce domaine dans lequel je suis bon et d'autres personnes sont heureuses que je sois bon dans ce domaine, donc je vais le faire. Mais je ne fais pas avancer une cause, comme la médecine.

FRANA : Maintenant, pensez-vous qu'il y a davantage - je déteste ce mot - mais davantage de science "normale" en cours en informatique ? Je veux dire, l'informatique quantique, qui sait si ça va marcher, c'est encore dans le futur.

KNUTH : Eh bien, il y a toutes sortes de collaborations en cours. Et le fait est que, comme les domaines deviennent plus spécialisés, je pense que la tendance va être que les gens se définiront davantage en ayant deux sous-sous-spécialités. Autrement dit, je pense que je l'ai déjà dit, il y aura des personnes qui parviennent à être bons dans un domaine : cela pourrait être l'informatique, et dans un autre domaine : cela pourrait être la chimie.

FRANA : Donc, chacun sera défini par ses deux sous-spécialités ?

KNUTH : Oui, c'est vrai, et cela fera une sorte de toile de disciplines. Et ça va être difficile pour le contrôle de la qualité car il n'y aura pas beaucoup de personnes ayant les deux mêmes sous-spécialités qui pourront faire passer des examens les autres. Il sera plus difficile de faire partie des comités à ce moment-là. Mais ça semble inévitable que le monde va devoir aller dans cette voie où les gens auront deux champs de compétence, une combinaison de capacités qui les rendra uniques ; ils se rendront compte que c'est ce pourquoi ils sont nés, car ils peuvent aider à combler cette lacune. Et il y a tellement de choses différentes à combler en science. Je trouve qu'il y a de nombreuses parties de la science qui pourraient m'intéresser d'un point de vue extérieur, mais je ne sens jamais ce que je pourrais y faire moi-même. Et il y a d'autres parties, où je sens que c'est ma mission de le faire, et j'en fais partie. Nous revenons toujours à Dijkstra parce qu'il est l'une des personnes les plus universelles que je connaisse. Sur presque tous les sujets dont nous parlons, il en connaîtrait un rayon incroyable.

FRANA : Mais si vous me le permettez, je dois dire que vous existez dans l'autre monde, parmi les 98 autres pour cent d'entre nous, bien mieux que lui.

KNUTH : Eh bien, il est intéressant que vous disiez cela. Les écrits de Dijkstra peuvent être plus spécialisés, mais pas ses conversations informelles.

FRANA : Vous semblez être capable de faire ce saut.

KNUTH : Eh bien, je ne suis pas sûr. En tant qu'étudiant, j'ai découvert que tout ce que j'étais à cette époque, me semblait-il, était un mélange de mathématiques et d'écriture. Une fois que j'avais ces compétences, je les appliquais simplement dans différentes proportions.

FRANA : Vous avez dit dans votre conférence pour l'obtention du prix Turing que "la science est ce que nous comprenons suffisamment bien pour l'expliquer à l'ordinateur, et que l'art, c'est tout le reste".

KNUTH : Oui, oui.

FRANA : Mais alors pourquoi appeler votre série de livres "*L'art de programmer les ordinateurs*" ?

KNUTH : Parce que nous ne le comprenons pas, nous ne l'avons pas rendu automatique. Nous n'avons pas encore eu d'algorithme pour écrire les programmes. Nous essayons de convertir la programmation en science, mais comme nous le faisons alors, l'art va de l'avant. Au fur et à mesure que la science progresse, l'art reste peut-être encore un peu en avance. Et puis je crois aussi que je décris l'art de la programmation informatique à cause de son élégance, de sa beauté, de son esthétique.

FRANA : Donc, vous y voyez vraiment à la fois une science et un art ?

KNUTH : Il y a de l'art, au sens des beaux-arts, et puis il y a de l'art dans le sens de l'artificiel, pas dans la nature. Dans ma conférence pour le prix Turing, j'ai essayé de méditer sur la raison pour laquelle je l'appelle l'art de la programmation informatique, et qu'est-ce que cela signifie. Je suis allé à la bibliothèque et j'ai trouvé cinquante livres qui avaient à la fois les mots art et science dans leurs titres. Et j'ai regardé le mot art dans l'histoire pour savoir comment il a été utilisé. Et je suis arrivé à la conclusion que la bonne façon de le comprendre est que l'art devient science quand nous atteignons un niveau auquel nous n'avons pas besoin de penser à ce sujet, nous pouvons

le programmer. Et c'est le plus grand mystère, du moins en science maintenant, de comprendre ce que signifie savoir quelque chose, avoir la cognition. C'est un mystère que de comprendre ce qu'est la conscience, mais si nous savions ce qu'était la conscience alors ma définition ne fonctionnerait pas. Je dis en quelque sorte qu'une fois que nous nous serons écartés de cette nécessité d'avoir un cerveau pour le comprendre, une fois que l'ordinateur le comprendra, cela deviendra alors une science.

FRANA : Ce ne serait pas très amusant si nous comprenions vraiment la conscience, ne trouvez-vous pas ?

KNUTH : Eh bien, qui sait ? *[rires]*

FRANA : Je pense que nous pourrions peut-être passer à un niveau de conscience différent.

KNUTH : Oui, c'est vrai, peut-être que nous pourrions encore avancer.

FRANA : Je ne sais pas si vous avez lu L'homme de Turing de Jay David Bolter et sa critique de la vision cybernétique de la société. Sommes-nous devenus nos machines ?

KNUTH : Ce genre de choses, le plus que j'y aie jamais pensé est dans mon livre, dans les conférences du MIT. La perspicacité que j'ai obtenue en étudiant le jeu de la vie était aussi proche qu'il est possible de comprendre certains de ces problèmes. Et d'autres personnes sont en avance sur moi sur ces choses. Mais tout ça mérite d'être exploré. Encore une fois, c'est comme l'astronomie, vous ne pouvez jamais y aller. Je suis donc très heureux d'avoir la plupart de mes questions telles que je sais que j'ai les réponses.

FRANA : Mais vous ne voyez pas que la société est devenue numérique ?

KNUTH : Certes, le monde a changé beaucoup plus rapidement à certains égards que j'ai jamais pensé que ce serait le cas, et les ordinateurs sont devenus beaucoup plus pertinents pour le monde que je ne l'aurais cru possible. C'est encore un oxymore pour parler comme "un célèbre informaticien", pourtant je pense que nous recevons trop d'attention ; trop de crédit pour certains trucs par rapport aux autres sciences. Mais cela s'arrêtera.

FRANA : C'est une question terriblement injuste, mais j'étais dans la Vallée il y a à un an, puis à nouveau cette année. Et à en juger par le nombre de devantures de magasins vides, les choses ont vraiment changé ici depuis la dernière fois l'année passée. Qu'est-il arrivé ?

KNUTH : Eh bien, l'année dernière a certainement été le sommet du boom. Mais si vous regardez en Iowa, ou n'importe où, vous constaterez qu'il y a beaucoup de chiffre d'affaires partout où vous allez et l'économie continue de se réinventer tout le temps. Il y a des cycles. Il y en a donc eu un, depuis longtemps, et maintenant l'économie mondiale va se réajuster. Les futurs historiens pourraient penser que l'année dernière était le moment où le boom était à son apogée. En d'autres termes, il y avait une telle pénurie de main-d'œuvre qualifiée, où tout ce que vous vouliez, vous aviez plus d'idées de choses à faire que les gens n'avaient de temps pour les faire. Donc, en quelque sorte, ce genre de système s'entretient lui-même.

FRANA : Mais alors nous avons manqué d'idées ?

KNUTH : Non. Non. Vous devez arriver au point où vous devez évaluer qui sont les gens de qualité, plutôt que ceux qui sont juste là pour la balade. Mais je suis écrivain et je ne connais pas grand chose à l'argent.

FRANA : Je sais que c'est une question terriblement injuste. Ils disent qu'il y a eu huit cycles d'explosion depuis la Seconde Guerre mondiale dans cette seule industrie, et c'en est juste un autre. Mais il y a des gens qui disent que c'est vraiment différent, et nous avons construit quelque chose au cours des années 90 qui était une sorte de schéma pyramidal.

KNUTH : Non. Je ne pense pas ça. Le monde est différent en quelque sorte, c'est-à-dire vous ne reviendrez pas à l'époque pré-internet. Nous devons être capable de décider combien et comment les gens vont payer pour ce nouveau monde où certaines choses sont possibles qui ne l'avaient jamais été auparavant. Alors maintenant, vous devons penser à ce qui est un moyen équitable de compenser cela, et ce que nous pouvons gérer, et comment le faire. Personne n'a de meilleur moyen de décider que par essai et erreur. C'est un peu comme à l'intérieur de notre corps, il y a toutes sortes de cellules qui en attaquent tout le temps d'autres ou qui les combattent, et cela semble être la

meilleure façon de faire face à des changements complexes. C'est chaotique, ces corpuscules vont ensuite combattre d'autres trucs et c'est une guerre là-dedans, et ce n'est pas d'appliquer simplement l'algorithme de Dijkstra pour trouver le chemin le plus court. Vous êtes en compétition.

FRANA : Nous rétablissons l'équilibre et retrouvons l'homéostasie ?

KNUTH : Oui, quelque chose comme ça. Mais le fait est qu'il y a un grand potentiel, qui prendra des années de travail, qui n'est pas réalisé par les machines que nous avons maintenant. Et il est difficile de faire ces travaux et cela demande beaucoup de travail. Mais je ne dirai jamais que c'est une idée stupide que de faire ce travail et que nous devrions tous nous arrêter de travailler là-dessus car personne ne va l'acheter. Ce serait la chose la plus stupide possible. Toutes ces compétences que les gens ont ici sont vitales et, en fait, nous allons avoir besoin de millions de personnes supplémentaires, et ma règle des 2 % prédit qu'il n'y en aura pas assez. Il va toujours y avoir une pénurie de compétences informatiques, et nous sommes loin d'exploiter les ordinateurs actuels pour tout ce qu'ils pourraient faire pour nous.

FRANA : Maintenant, je dois vérifier ici, mais avez-vous supervisé vingt-huit Ph.D. ?

KNUTH : Oui.

FRANA : Je sais que Stanford fournit des capitaux de démarrage aux étudiants qui ont des idées. Mais l'un de vos élèves a-t-il obtenu ce genre d'aide pour commencer et sont-ils pour la plupart des universitaires aujourd'hui ou sont-ils partis travailler dans l'industrie privée ?

KNUTH : Je pense qu'ils sont à peu près à moitié entre l'industrie et l'académie. Je crois que mon étudiant brésilien a fait une sorte de création d'entreprise. J'ai perdu le contact avec un ou deux d'entre eux, mais je pense que dans l'industrie, ils ont principalement travaillé dans des laboratoires de recherche - ne fondant rien eux-mêmes, mais en faisant partie d'une équipe que quelqu'un d'autre gère. À l'Université ils ont présidé certains départements et des choses comme ça, mais ce n'est pas la même chose que le démarrage de Yahoo! Mais je dirais que ces vingt-huit élèves étaient vingt-huit jeunes gens complètement différents. Cela prouve mon idée que les informaticiens

savent comment traiter différents cas.

FRANA : C'est un bel exemple du monde réel. Je comprends que les gens sont imprévisibles ainsi. Certains d'entre eux sont-ils devenus vos plus proches confidents ?

KNUTH : Nous sommes proches de différentes manières. Je dirais que j'ai perdu de vue certains d'entre eux, mais avec d'autres, nous nous entraïdons lorsque notre ordinateur tombe en panne, ou bien nous travaillons ensemble sur des projets éditoriaux, ou quoi que ce soit.

FRANA : Juste pour répéter la question, avec l'informatique dans son ensemble, ou le milieu universitaire dans son ensemble, pouvez-vous nommer les personnes qui sont vos plus proches confidents. Les gens que vous pensez pouvoir appeler pour faire rebondir une idée ?

KNUTH : Ma femme. De plus, comme j'écris des ébauches, quelles que soient les personnes expertes dans la section sur laquelle je travaille, je leur envoie toujours du matériel pour vérifier. Par exemple, la semaine dernière, j'ai rejeté une idée du professeur Carla Sauvage en Caroline du Nord. Je ne l'ai rencontrée qu'une seule fois et je ne l'appellerais pas ma confidente la plus proche ; mais d'une certaine manière, sur le sujet sur lequel je travaille maintenant, c'est un domaine dans lequel elle a de nombreuses publications. Et donc j'ai dit, "Carla, qu'est-ce que vous pensez de ce problème ? Je viens de travailler dessus pendant quatre heures. Je n'arrive pas à le résoudre, mais je ne veux pas le mettre à la poubelle, donc je ne pourrai même pas avoir le temps de le mettre dans mon livre." Puis elle a dit : " Hé Don, c'est un beau problème et je pense que je peux le faire." Le lendemain, elle m'envoie une réponse et je regarde la réponse et j'ai dit : "Oui, il suffit de patcher de cette façon et maintenant je pense que c'est correct, et je vais le mettre dans mon livre, c'est un problème élégant et beau." C'est juste un exemple de la façon dont je travaille maintenant. Donc vous voyez, je travaille par lots. Chaque six semaines, je suis dans une sous-culture différente de l'informatique et j'écris une partie différente des matériaux pour *L'art de la programmation informatique*. Et au cours de ces six semaines, j'ai un ensemble différent de confidents les plus proches.

FRANA : Je vous comprends. Vous avez donc vraiment un ensemble très

large de collaborateurs ?

KNUTH : Oui. C'est fantastique de voir combien de personnes m'ont aidé dans cette tâche. Et puis j'ai mis de nouveaux trucs sur Internet, et en une semaine, j'ai reçu une centaine de lettres. Un garçon de quatorze ans en Allemagne a récemment souligné que j'ai mal orthographié Nuremberg. (J'ai écrit Nuremburg.). Je reçois énormément d'appels à l'aide.

FRANA : Et c'est l'une des raisons pour lesquelles vous n'utilisez pas davantage le courrier électronique ?

KNUTH : Oh, je ne ferais jamais rien.

FRANA : De cette façon, vous pouvez toujours envoyer autant de messages que vous le souhaitez.

KNUTH : Je peux utiliser le Web, où les personnes intéressées peuvent trouver ceci ou cela. Je ne les leur envoie pas, mais ils les trouvent s'ils les recherchent. Mais avec Carla, je lui ai envoyé le message parce que je savais qu'elle était experte dans ce sujet et qu'elle ne serait pas gênée d'être interrompue.

FRANA : Ceci est la dernière question que j'ai, mais il peut y avoir d'autres choses que vous souhaiteriez ajouter à cette interview. Et peut-être que je trouverai les réponses ce soir au Xerox PARC : Comment est-ce d'être le porte-parole en chef de l'informatique ?

KNUTH : Je ne sais pas si je le suis.

FRANA : D'autres l'ont dit.

KNUTH : Je peux être un écrivain, qui essaie d'organiser les idées des autres en une sorte de structure plus cohérente pour qu'il soit plus facile de mettre les choses ensemble. Je peux voir que je peux être considéré comme un universitaire qui fait de son mieux pour vérifier les sources de matériel, afin que les gens obtiennent du crédit là où il est dû. Et pour vérifier les faits, non seulement pour abstraire quelque chose, mais pour voir quelles étaient les méthodes qui ont aidé à cette abstraction et pour combler les trous si néces-

saire. Je considère mon rôle comme étant celui de quelqu'un qui est capable de comprendre les motivations et les logiques d'un groupe de spécialistes et de les résumer dans une certaine mesure afin que les gens dans d'autres parties du domaine puissent les utiliser. J'essaye d'écouter les théoriciens et de sélectionner ce qu'ils ont fait d'important pour le programmeur de la rue ; j'élimine le jargon technique lorsque cela est possible. Mais je n'ai jamais été bon dans tout type de rôle qui serait de faire de la politique ou de conseiller les gens sur les stratégies, ou sur quoi faire. J'ai toujours été le meilleur pour raffiner des choses qui sont là et mettre de l'ordre dans le chaos. Je soulève parfois de nouvelles idées qui pourraient stimuler les gens, mais pas vraiment d'une manière à contrôler le débit. La seule fois où j'ai défendu quelque chose avec force, c'était quand j'ai inventé la notion de programmation littéraire ; mais je le fais toujours avec la mise en garde que cela fonctionne pour moi, mais que je ne sais pas si cela fonctionnerait pour quelqu'un d'autre. Quand je travaille avec un système que j'ai créé moi-même, je peux toujours le changer si je le souhaite. Mais tous ceux qui travaillent avec mon système doivent travailler avec ce que je leur donne. Je ne suis donc pas en mesure de juger mes propres affaires de manière impartiale. De toute façon, je me suis toujours senti mal lorsque quelqu'un me dit : "Don, pourriez-vous prévoir le futur" ou "Don, veuillez voter pour ou contre quelque chose.". Mais je me suis toujours senti à l'aise avec, "Don, pouvez-vous écrire un exposé à ce sujet, ou pouvez-vous vérifier ces faits?". C'est ce que je pense faire assez bien. Maintenant, bien sûr, il y a des gens qui pensent que mes livres sont complètement impossibles à comprendre. Je peux accepter ça. Quand j'étais étudiant, j'écoutais les autres étudiants et ils disaient : "Oh, voici un livre de Williams sur les probabilités, il est vraiment difficile à comprendre ". Et donc je ne croyais jamais que je serais en mesure de comprendre un mot de ce qu'il avait dit et je ne lirais pas ses livres jusqu'à une dizaine d'années plus tard. Enfin quand j'ai eu le courage de les ouvrir, j'ai trouvé un exposé merveilleux. Mais quand même, je ne peux pas dire que mes livres sont faciles à comprendre. Tout ce que je peux dire, c'est qu'ils sont beaucoup plus faciles à comprendre que ce avec quoi j'ai travaillé. Je me suis rapproché d'une présentation simple, mais je n'y suis peut-être pas parvenu jusqu'au bout. J'essaie d'éviter le jargon sauf quand il est nécessaire. Je n'ai donc pas encore utilisé le mot "abjection" dans *L'Art*. Je pourrais, mais pourquoi ? Un jour si j'en ai besoin, je le ferai, mais je n'utilise pas de terminologie effrayante. Je connais des gens qui pensent que des mots comme ça sont hyper-mathématiques. Donc je fais bouillir des trucs et j'utilise le niveau de mathématiques que je dois, le cas

échéant, mais j'essaie de traduire à partir des différentes sous-cultures que mes sources sont dans un autre langage. J'ai reçu hier une lettre d'un mec, il a dit qu'il ne savait pas ce que je voulais dire quand j'ai dit "parité". Et donc j'ai réalisé, vous savez, je pensais que tout le monde savait que la parité signifiait la distinction entre pair ou impair. Mais non, ce gars ne le savait pas et il était motivé, vraiment, alors je l'ai aidé. Mais ce que j'essaie de dire, c'est que l'écriture technique, c'est ce que je fais bien. Mais porte-parole de l'informatique ? Je suis plutôt un porte-parole pour les informaticiens...

FRANA : Plutôt que pour l'informatique.

KNUTH : Oui, essayer de régurgiter les choses que mes collègues ont faites d'une manière qui les rend plus mémorisables ou plus faciles à assembler. Donc ça signifie que je dois lire des trucs à partir de nombreuses sources - comme tous ces dossiers que je vous ai montrés à l'étage - et certains viennent de physiciens, et certains viennent d'ingénieurs électriciens, certains proviennent du travail en IA, certains proviennent de la théorie de la complexité, etc. Et j'apprends leurs mots à la mode, mais je ne les utilise pas moi-même, sauf si je le dois. C'est ce que je fais le mieux.

FRANA : Espérons que nous nous retrouvions plus de dix mille jours dans le futur, avez-vous pensé à une épitaphe appropriée ?

KNUTH : Épitaphe. Non. Non. Je suis toujours en vie. *[rires]* C'est intéressant, les gens qui ont écrit leur propre épitaphe. Non, je laisserai quelqu'un d'autre faire ça. Mais peut-être que ça devrait être un cryptarithme.