

## Quand un informaticien, Donald Knuth, réinvente la typographie

Vous écoutez Canal Académie, “*Petites histoires de science*”, le podcast de l’Académie des sciences, avec Étienne Ghys.

### Naissance de $\text{\TeX}$

L’arrivée de l’ordinateur annonçait une nouvelle ère pour la typographie. Mais patatras, les premières imprimantes livraient des caractères très laids, pixelisés, anguleux, bien loin de la typographie traditionnelle. C’est dans ce contexte qu’en 1977, le mathématicien américain Donald Knuth reçoit les épreuves de la deuxième édition de son livre *The Art of Computer Programming*. Il est consterné. La mise en page est médiocre, les caractères sont mal dessinés, le résultat est indigne de son sujet.

Alors, il prend une décision radicale. Il ne corrigera pas le texte. Il réinventera la typographie elle-même à l’ère de l’ordinateur.

Il écrit :

“Les livres et les revues de mathématiques ne sont plus aussi beaux qu’autrefois. Ce n’est pas que leur contenu mathématique soit insatisfaisant, mais les anciennes traditions typographiques éprouvées et raffinées sont devenues trop coûteuses. Heureusement, il semble à présent que l’informatique elle-même puisse être mise à contribution pour résoudre ce problème”.

Knuth se lança alors dans un travail colossal qui durera plus de dix ans. Pour cela, il commença par étudier les maîtres du passé. Il créa deux logiciels,  $\text{\TeX}$  pour la composition fine des textes mathématiques, METAFONT pour définir les lettres par un code comme des objets mathématiques.

$\text{\TeX}$  s’occupe du texte et METAFONT des lettres. Le premier pense la page, et le second la dessine géométriquement. Avec METAFONT, on ne trace plus un A, on le décrit, on le met en équation, on peut le déformer à volonté. Chaque point d’une lettre est défini par des coordonnées. Chaque courbe devient une courbe de Bézier manipulable à la main ou par un algorithme. La lettre est devenue un objet *calculable*.

Dans quelles langues sont écrits les articles de recherche en mathématiques ? En anglais ? Souvent, mais pas toujours. Les mathématiques sont peut-être la dernière science exacte dans laquelle subsiste une proportion faible, mais significative, de publications en français. Certains penseront que la langue importe peu, puisqu’il s’agit de formules mises bout à bout. Ce serait une erreur. Même si les symboles jouent un rôle central, un article est destiné à des êtres humains qui parlent une langue naturelle. Depuis toujours, l’écriture mathématique hésite entre deux tentations opposées.

D’un côté, on peut considérer que le seul but est de démontrer un théorème nouveau, et de s’assurer qu’il ne contient pas d’erreurs. Il faut alors enfile des syllogismes froids, sans nécessité d’en dévoiler le sens profond. Les articles qui en résultent sont en quelque sorte destinés... à des ordinateurs.

---

Référence : lien vers l’émission.

Transcription en  $\text{\LaTeX}$  : Denise Vella-Chemla, janvier 2026.

L'informatique théorique a d'ailleurs fait récemment des progrès fantastiques dans la vérification automatique de démonstration. À l'opposé, l'auteur peut aussi souhaiter expliquer à son lecteur le cheminement de sa pensée, le convaincre de l'intérêt de ses résultats, et lui transmettre des idées. La rigueur contre l'intuition, la syntaxe contre la sémantique, le débat n'est pas nouveau en mathématiques.

Suivant les auteurs, les époques, les cultures ou les domaines de recherche, les textes publiés penchent d'un côté ou de l'autre. Par exemple, beaucoup considèrent que la littérature mathématique du XIXe siècle est un peu... bavarde<sup>1</sup>. L'aide informatique à l'écriture mathématique, inventée par Donald Knuth, est d'une souplesse extraordinaire, tout en offrant une grande liberté de style aux auteurs.

T<sub>E</sub>X est devenu, après quelques améliorations, *la* langue, dans laquelle s'expriment tous les mathématiciens. Superficiellement, on pourrait penser que ce n'est qu'un traitement de texte parmi d'autres, mais il s'agit bien d'un véritable langage. Ce langage n'a aucun des inconvénients de *Microsoft Word*, unanimement haï dans la communauté.

T<sub>E</sub>X est un logiciel gratuit, indépendant du matériel utilisé, qui ne change pas tous les cinq ans, et qui ne prend aucune décision importante à votre place. Sa grande originalité est de dissocier complètement la forme du fond. La rédaction se fait dans un simple fichier texte, sans aucune mise en page, mais contenant en revanche des commandes qui structurent l'ensemble.

Ce fichier *source* contient toute l'information, son contenu est donc virtuellement éternel. Ce n'est que dans un deuxième temps, celui de la compilation, que l'objet typographique est produit, en suivant les instructions précises de l'auteur. De nos jours, T<sub>E</sub>X est devenu la *lingua franca* des informaticiens, des mathématiciens, mais aussi d'une bonne partie des physiciens.

Avec un peu d'habitude, on peut même lire le fichier source non compilé, et beaucoup de courriers électroniques entre collègues sont rédigés directement dans ce langage, un peu abscons il faut en convenir. Il n'est pas exagéré de dire qu'en modifiant leur mode d'expression, T<sub>E</sub>X a changé la vie des mathématiciens, et donc transformé les mathématiques.

## La lettre S, cauchemar et chef-d'œuvre.

Knuth choisit un cas extrême, la lettre S. Il la qualifie de "pire des cauchemars typographiques". Le S combine des courbes inversées, des épaisseurs variables et des terminaisons impossibles à paramétrer de manière élémentaire. À un moment, Knuth envisage même de réécrire son livre sans utiliser la lettre S. Finalement, il en fait un article célèbre, *The Letter S*<sup>2</sup>, un chef-d'œuvre mêlant histoire, géométrie, typographie et algorithmique.

Il crée la police *Computer Modern*<sup>3</sup>. Fidèle à une éthique artisanale, Knuth écrit son code comme



- 1.
2. Voir <https://denisevellachemla.eu/Knuth-la-lettre-S-1980.pdf>.
3. Voir [https://fr.wikipedia.org/wiki/Computer\\_Modern](https://fr.wikipedia.org/wiki/Computer_Modern).

on compose une œuvre d’art. Il refuse les interfaces tape-à-l’œil et privilégie la structure et la clarté.

Il a même interrompu la rédaction de son *The Art of Computer Programming* durant plusieurs années pour développer T<sub>E</sub>X , convaincu que

**“la forme devait être au service du fond”,**

Il écrit ceci :

J’ai mis ces systèmes dans le domaine public, afin que chacun, partout dans le monde, puisse librement en utiliser les idées. J’ai aussi passé des milliers d’heures à m’assurer qu’il produise des résultats essentiellement identiques sur tous les ordinateurs. Je suis convaincu qu’un système figé a une grande valeur, même si tout système complexe peut, par essence, être amélioré. C’est pourquoi, je crois qu’il serait imprudent de chercher de nouvelles améliorations pour T<sub>E</sub>X et METAFONT. Considérons ces systèmes comme des points fixes, qui donneront les mêmes résultats dans 100 ans qu’aujourd’hui.

Knuth voulait-il préserver la typographie mathématique des bouleversements rapides de l’industrie, arrêter le temps ? Cela dit, quelques mises à jour sans importance ont conduit T<sub>E</sub>X à la version 3.14159265. Il est d’ailleurs convenu qu’après la mort de son créateur, le numéro de la version serait fixé **définitivement** à la valeur de  $\pi$ .

**“À partir de ce moment-là, dit-il, tous les bugs deviendront des fonctionnalités permanentes”.**

Selon Knuth, la programmation des ordinateurs relève autant de l’art que de la logique. Aujourd’hui où la publication est instantanée, le vrai défi est de ralentir, prendre le temps de penser, d’écrire, de composer, et ne publier que *l’essentiel*.

Les ingénieurs ferroviaires le savent depuis longtemps, on ne peut pas raccorder brutalement un rail rectiligne à un rail circulaire sans provoquer de sérieux désagréments. Un passager assis dans un train lancé en ligne droite, qui serait soudain contraint de suivre une trajectoire circulaire, ressentirait une brusque force centrifuge qui le déséquilibrerait. Pour éviter ce choc, on intercale une portion de rail au tracé progressif qui permet une transition en douceur, de la ligne droite vers le cercle. Ces raccords, aux courbures variables, portent un nom, les clothoïdes<sup>4</sup>. Ce raffinement est essentiel pour le confort des passagers. Un problème similaire se posait déjà aux typographes de la Renaissance. Lorsqu’ils cherchaient à relier un arc de cercle tracé au compas à un segment tracé à la règle, ils étaient confrontés à des ruptures visuelles peu harmonieuses.

Dürer<sup>5</sup> lui-même en fera le constat. Aujourd’hui, ce type de raccord peut être résolu également grâce aux courbes de Bézier<sup>6</sup>, dont la souplesse permet d’unir des formes géométriques de manière

---

4. Voir [https://en.wikipedia.org/wiki/Euler\\_spiral](https://en.wikipedia.org/wiki/Euler_spiral).

5. Voir par exemple ici <https://www.digitale-sammlungen.de/de/details/bsb00084858> sur les “*Instructions sur la manière de mesurer avec le compas et la règle, en lignes et en corps entiers*” de Dürer ou ici pour les lettres C, D <https://denisevellachemla.eu/Durer-CD.jpg>, K et L <https://denisevellachemla.eu/Durer-KL.jpg>.

6. Voir [https://fr.wikipedia.org/wiki/Courbe\\_de\\_Bézier](https://fr.wikipedia.org/wiki/Courbe_de_Bézier).

parfaitement lisse. Inventées par un ingénieur, qui travaillait chez **Renault** pour dessiner des carrosseries automobiles, elles deviennent l'outil privilégié de la typographie numérique.

Les courbes de Bézier sont aujourd'hui au cœur de tous les logiciels graphiques. Un glyphe, ainsi défini, peut être agrandi ou réduit à l'infini sans jamais perdre en qualité. Finis les poinçons à graver en dix tailles différentes, l'échelle devient continue.

Dans les logiciels de dessin ou les polices vectorielles, comme **TrueType** ou **OpenType**, chaque glyphe est décrit par un assemblage de courbes de Bézier. Cela permet un affichage fluide, sans pixelisation, quelle que soit la taille ou la résolution. La force des courbes de Bézier réside dans leur élégance mathématique et leur souplesse géométrique.

À la croisée de l'algorithme et du dessin, elles incarnent une esthétique numérique née de la géométrie. **METAFONT** introduit un concept révolutionnaire. Chaque glyphe peut être modifié à volonté par un grand nombre de paramètres.

Knuth pousse l'idée jusqu'au bout. Une même phrase peut évoluer dynamiquement de formes classiques à des formes hypermodernes. Son impression du psaume "Le Seigneur est mon berger"<sup>7</sup> offre une démonstration visuelle saisissante. Le style évolue continûment de la première à la dernière ligne. Le livre de Knuth porte bien son nom, *The Art of Computer Programming*. Mais au même moment, une guerre commerciale s'engage, autour de la typographie numérique.

En 1980, Adobe crée **PostScript**, des polices très belles et très chères. En réaction, Apple et Microsoft lancent **TrueType** puis **OpenType**. Ces formats dominent aujourd'hui l'univers numérique.

Knuth, de son côté, a offert ses logiciels gratuitement, sans droits d'auteur, accompagnés d'une documentation abondante, dans un esprit proche de celui des humanistes de la Renaissance. Mais son système, jugé trop complexe, trop mathématique, a été largement ignoré. On lui reprochait un manque de sensibilité graphique. Qui, parmi les graphistes ou les typographes, aurait envie de manipuler 60 paramètres pour dessiner un simple E ? Et pourtant, en 2016, Adobe, Apple, Google et Microsoft annoncent les **OpenType variables**, des polices à paramètres dynamiques, exactement comme **METAFONT**, inventé par Knuth, 30 ans plus tôt.

Knuth n'avait pas perdu la bataille. Il avait simplement eu raison trop tôt.

Donald Knuth n'est pas qu'un informaticien, un mathématicien, un typographe. Knuth est aussi un organiste. Il a composé, par exemple, une pièce intitulée *Fantasia Apocalyptica*<sup>8</sup>, bien entendu en résonance avec l'Apocalypse de la Bible. Cette pièce dure 70 minutes et contient 22 mouvements.

Pendant cette émission radiophonique, vous avez écouté le 22ème mouvement de cette symphonie, "la venue du Messie".

*Petites histoires de science* avec Étienne Ghys, le podcast de l'Académie des sciences.

---

7. Voir <https://denisevellachemla.eu/berger-METAFONT.png>.

8. Voir ici <https://www-cs-faculty.stanford.edu/~knuth/fant.html>.

