

Comment la bibliothèque de Babel peut-elle contenir le texte de mon grand oral avant même que je l'aie écrit ?

Mathématiques

NOTE OBTENUE **20/20**

PLAN DE L'ORAL

- 01 Introduction
- 02 Présentation de la bibliothèque de Babel
- 03 Une bibliothèque finie : premiers calculs
- 04 Le numérique et le site de Jonathan Basile
- 05 Différences avec la bibliothèque de Borges
- 06 La prouesse algorithmique
- 07 Calculs de probabilités
- 08 Conclusion

LE TEXTE DE L'ORAL

01 Introduction

Bonjour, je m'appelle Erwan GUEZINGAR et je vais présenter aujourd'hui mon sujet de mathématiques ayant pour problématique : « Comment la bibliothèque de Babel peut-elle contenir le texte de mon grand oral avant même que je l'aie écrit ? »

02 Contexte

Tout d'abord, qu'est-ce que c'est que la bibliothèque de Babel ? C'est une idée que l'on a vue émerger dans une nouvelle écrite par Jorge Luis Borges (écrivain argentin) en 1941. Imaginez une bibliothèque-univers, presque sans fin, de salles hexagonales, avec sur chaque mur une bibliothèque et ses étagères remplies avec 32 livres de 410 pages chacun. Mais chaque livre de cette bibliothèque est particulier, chacun d'eux est unique. Cette bibliothèque comporte en fait tous les livres qu'il est possible d'écrire avec les 26 lettres de l'alphabet, l'espace, la virgule et le point. Dans cette bibliothèque, même si l'immense majorité des pages n'est qu'une suite incompréhensible de caractères, il existe des livres écrits dans notre langue. Il s'y cache quelque part le manuel d'utilisation de votre téléphone, les écrits des Évangiles, tout ce que vous n'avez jamais osé dire.

Toutes les théories physiques jamais imaginées, toute votre histoire et même la date de votre mort. Tout est déjà écrit là, quelque part, mais perdu dans l'immensité de la bibliothèque de Babel. Comme l'explique Borges, on pourrait retrouver le livre qui explique l'existence de la bibliothèque, le même avec une faute, avec deux fautes, avec trois fautes, la traduction et l'interprétation de celui-ci.

Pourtant, cette bibliothèque n'est pas infinie, car chaque livre n'est présent qu'en un seul exemplaire. Combien de livres contient-elle ?

Eh bien, on peut s'amuser à le calculer. Chaque livre contient 410 pages, chaque page contient 40 lignes de texte et chaque ligne est composée de 80 caractères. Chaque livre contient donc 1 312 000 caractères, avec à chaque fois un des 29 signes utilisables, les 26 lettres de notre alphabet auxquelles s'ajoutent l'espace, la virgule et le point. La bibliothèque comporte donc 29 puissance 1 312 000 livres, soit 29 multiplié par lui-même 1 312 000 fois. Ce qui donne un nombre composé de près de 2 millions de chiffres. Pour prendre la mesure du côté vertigineux d'un tel nombre, il faut imaginer qu'une fois imprimé, il tiendrait sur près de 500 pages. Et écrit en ligne droite, ce nombre mesurerait près de 3,5 km de long.

03 Le site de Jonathan Basile

Bien évidemment, cette bibliothèque n'est qu'une idée conceptuelle tout droit sortie de l'imaginaire de Borges.

Pourtant, même si elle semble irréalisable à cause de son immensité et du nombre colossal de livres qu'elle contiendrait, est-elle vraiment impossible à concevoir ? Pas si sûr. Car la révolution du numérique aurait peut-être son mot à dire : au vu du nombre de livres mis en jeu, celle-ci doit tout de même faire des concessions et utiliser quelques ruses algorithmiques ingénieuses. Créé par l'écrivain et informaticien Jonathan Basile, le site libraryofbabel.info reproduit presque exactement le fonctionnement de la bibliothèque décrite par Borges. Mais elle reste différente : elle ne contient pas tous les livres possibles, mais seulement toutes les pages qu'il est possible de faire, celles-ci au même format que les pages de la bibliothèque de Babel, avec 3 200 caractères. Toujours avec les 29 caractères utilisables, elle contiendrait alors 10 puissance 4677 livres uniques. Un nombre tellement gigantesque qu'il dépasse tout de même le nombre d'atomes dans l'univers observable, estimé à 10 puissance 80. Cette bibliothèque reste tellement

grande qu'il est encore impossible de la stocker numériquement. La prouesse vient d'un algorithme créé par Jonathan : cet algorithme utilise le code d'identification d'un livre, composé de son numéro d'hexagone, son numéro de mur, son numéro d'étagère et son classement dans l'étagère. L'algorithme, grâce à cela, va générer le contenu des 410 pages, qui sera toujours le même pour un code d'identification. Cela permet alors à Jonathan de n'avoir à stocker que son algorithme.

Et l'opération inverse est possible. À partir d'un texte, l'algorithme est capable de retrouver le numéro de la page le contenant et de la localiser dans l'immense bibliothèque. **Ainsi, tout texte que vous débutez dans la bibliothèque est, et restera, toujours au même endroit.**

04 Approche mathématique

Après avoir pris connaissance de tout cela, je suis resté bouche bée : si tout est réellement déjà écrit dans cette bibliothèque, alors il s'y trouve aussi le texte de mon grand oral. Intrigué, je me suis mis en quête de calculer la probabilité qu'une personne tombe exactement sur le texte de mon grand oral sur une page qu'elle aurait ouverte aléatoirement. Pour cela, je me suis limité à la version de la bibliothèque de Jonathan comportant déjà toutes les pages possibles avec 26 lettres, l'espace, la virgule et le point.

1 - Probabilité qu'une personne tombe exactement sur le texte de mon grand oral sur une page aléatoirement

$$P_1 = \frac{1}{29^{3200}} \approx 10^{-4679,7}$$

Un peu soulagé et amusé, je me suis demandé quelle serait la différence si cette personne passait 100 ans à feuilleter les livres de la bibliothèque 24 h/24.

2 - Probabilité si elle passait 100 ans à feuilleter des livres 24 h/24

$$N = 100 \times 365,25 \times 24 \times 3\,600 \approx 3,16 \times 10^9 \text{ pages}$$

Avec une vitesse d'une page par seconde et sur 100 ans

$$P_{100 \text{ ans}} \approx N \times P_1$$

$$\approx 3,16 \times 10^9 \times 10^{-4679,7} \approx 10^{-4670,2}$$

On multiplie la proba pour une page par le nombre de pages vues en 100 ans

Enfin, dans cet élan de folie, j'ai voulu finir par savoir combien d'années il faudrait pour qu'un humain parcoure toute la bibliothèque à la main.

3 - Combien d'années faudrait-il pour qu'un humain parcoure toute la bibliothèque à la main ?

$$T = \frac{\text{nombre total de pages}}{1 \text{ page/s}}$$

$$T_{\text{Basile}} \approx 10^{4679,7} \text{ s}$$

$$\frac{10^{4679,7}}{3,16 \times 10^7} \approx 10^{4679,7 - 7,5} \approx 10^{4672,2} \text{ ans}$$

05 Conclusion

Alors oui, j'ai été un peu ridicule de penser que l'on aurait pu s'emparer du texte de mon grand oral avant même que je ne l'aie écrit. Mais cela exprimait ma peur, car si tout est déjà écrit, à quoi ça sert de continuer à écrire... C'est la question que l'on pourrait légitimement se poser.

Cette bibliothèque peut cependant nous faire comprendre autre chose : même si tout est déjà écrit sur une page du site de Babel, ce n'est qu'à nous de décider ce que nous allons écrire sur cette page vierge qui se dresse devant nous.

06 Pour aller plus loin — pistes explorées

Ces pistes ne faisaient pas partie de mon oral, mais je les avais explorées pour pouvoir répondre aux questions du jury. Elles pourront peut-être vous servir.

Pourquoi « Babel » ?

Le nom fait référence à la tour de Babel, dans la Bible : les humains tentent de construire une tour qui atteigne le ciel, et Dieu les punit en brouillant leur langage pour qu'ils ne puissent plus se comprendre. Borges fait écho à cette idée d'un **langage infini, confus et universel**, mais cette fois dans une bibliothèque.

Pourquoi continuer à chercher ?

Si je cherchais assez longtemps, je pourrais à moi seul mettre un terme à la quête du sens. Alors pourquoi continuons-nous de chercher ?

Cette bibliothèque nous fait comprendre que chaque visiteur ne trouvera pas forcément la réponse à ses questions, mais qu'il éprouvera le vertige de cette quête face à un lieu aussi vaste. La richesse ne réside pas dans l'objectif final, mais dans l'aventure et le chemin parcouru : c'est ce qui nous pousse à avancer, et peut-être même la seule chose qui donne un sens à notre vie.

La bibliothèque de Borges en chiffres

Dans la nouvelle, Borges utilise 25 symboles : 22 lettres, l'espace, la virgule et le point. Le nombre de livres distincts est alors :

$$25^{410 \times 40 \times 80} = 25^{1\,312\,000} \approx 1,956 \times 10^{1\,834\,097}$$

Ce nombre comporte plus de 1,8 million de chiffres et dépasse considérablement le nombre d'atomes de l'univers observable (environ 10^{80}). Aucun matériel informatique n'est capable de stocker une telle bibliothèque, et il faudrait environ 1,4 livre de la bibliothèque pour écrire ce seul nombre (source : Wikipédia).

Le site de Jonathan Basile en chiffres

$$\text{Nombre de pages} = 29^{3200} \approx 4,7 \times 10^{4679}$$

$$\text{Nombre de livres} = \frac{29^{3200}}{410} \approx 1,2 \times 10^{4677}$$

Le site annonce « environ 10^{4677} livres ».

La disposition des galeries est toujours la même : vingt étagères, cinq par côté, bordent quatre des six côtés de l'hexagone ; chaque étagère contient 32 livres de format identique ; chaque livre, 410 pages ; chaque page, 40 lignes ; chaque ligne, environ 80 lettres.

Chaque livre possède un code qui lui est propre : hexagone, mur, étagère et volume. Par exemple, *jeb0110jlb-w2-s4-v16* désigne le 16^e volume (v16) de la quatrième étagère (s4) du deuxième mur (w2) de l'hexagone *jeb0110jlb*.

Grâce à ce code d'identification, on peut régénérer le contenu du livre, qui sera toujours le même. On ne stocke donc ni les livres ni leur contenu : seulement l'algorithme capable de les régénérer à partir de leur code.

07 Conseils pour le Grand Oral

- Allez au Grand Oral avec le sourire. Faites tout votre possible pour que les examinateurs passent un bon moment : il vous faut un sujet intéressant, une réelle volonté de leur montrer votre travail, les captiver à travers votre oral et faire en sorte qu'ils se sentent concernés.
- Pour ma part, j'ai eu 20/20, et pourtant j'ai beaucoup stressé au début : j'ai bégayé avant de me reprendre, et j'ai essayé de répondre au mieux à des questions très complexes, car je suis tombé face à quelqu'un de calé sur mon sujet.
- Donnez le meilleur de vous-même. Pas simplement travailler, ni même beaucoup travailler : donner le meilleur de vous-même, quelque chose dans lequel vous aurez tellement mis de votre personne que la note obtenue ne pourra pas vous décevoir.

L'IA peut être un véritable outil pour poser des questions précises et obtenir des réponses adaptées à soi. Mais pour la rédaction, le mieux reste de tout rédiger soi-même : pour être maître de ses mots, pour montrer ce que l'on a réellement appris, et pour pouvoir plus facilement l'expliquer le jour de l'oral plutôt que de le réciter.

08 Sources

- Jorge Luis Borges, *La Bibliothèque de Babel* (1941), recueillie dans *Fictions*
- Jonathan Basile, *Tar for Mortar: "The Library of Babel" and the Dream of Totality*, punctum books, 2018
— <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/25433>
- libraryofbabel.info — About — <https://libraryofbabel.info/About.html>
- libraryofbabel.info — Reference Hex — <https://libraryofbabel.info/referencehex.html>
- Wikipédia — La Bibliothèque de Babel — https://fr.wikipedia.org/wiki/La_Biblioth%C3%A8que_de_Babel
- Wikipedia — The Library of Babel (website) — [https://en.wikipedia.org/wiki/The_Library_of_Babel_\(website\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Library_of_Babel_(website))