



# Recherche d'information

## Introduction

**Enzo Doyen**

2025 - LGC6KM43 - M2

# ① Informations générales

- ♦ 6 séances en salle 4S04 le lundi de **15 h** à **18 h** ; 03/11, 10/11, 17/11, 24/11, 01/12 et 08/12.
- ♦ Nécessaire d'avoir un compte **Google Colab** ainsi qu'un compte **Hugging Face** pour l'évaluation et les notebooks d'exemple.

Page Moodle : <https://moodle.unistra.fr/course/view.php?id=9754>

Mot de passe : **RECHINF43**

# Objectifs

1. Comprendre les concepts fondamentaux de la recherche d'information (RI).
2. Comprendre la conception des différents systèmes de RI (recherche booléenne, vectorielle, probabiliste).
3. Implémenter des systèmes de RI et mener une évaluation qualitative de ceux-ci.
4. Créer une interface permettant une utilisation simplifiée des systèmes de RI.

# Évaluation

L'évaluation du cours se fait sur la base de deux exercices à rendre.

Date limite du 1<sup>er</sup> exercice : 01/12/2025 (23h59). Date limite du 2<sup>e</sup> exercice : 28/12/2025 (23h59).

## **Plan**

- I. Recherche d'information : définition et développement
- II. Principes fondamentaux de la recherche d'information



# **I. Recherche d'information : définition et développement**

# Définition de la RI

## Définition :

"[...] finding material (usually documents) of an unstructured nature (usually text) that satisfies an information need from within large collections (usually stored on computers)" **(Manning et al., 2008)**

# Définition de la RI

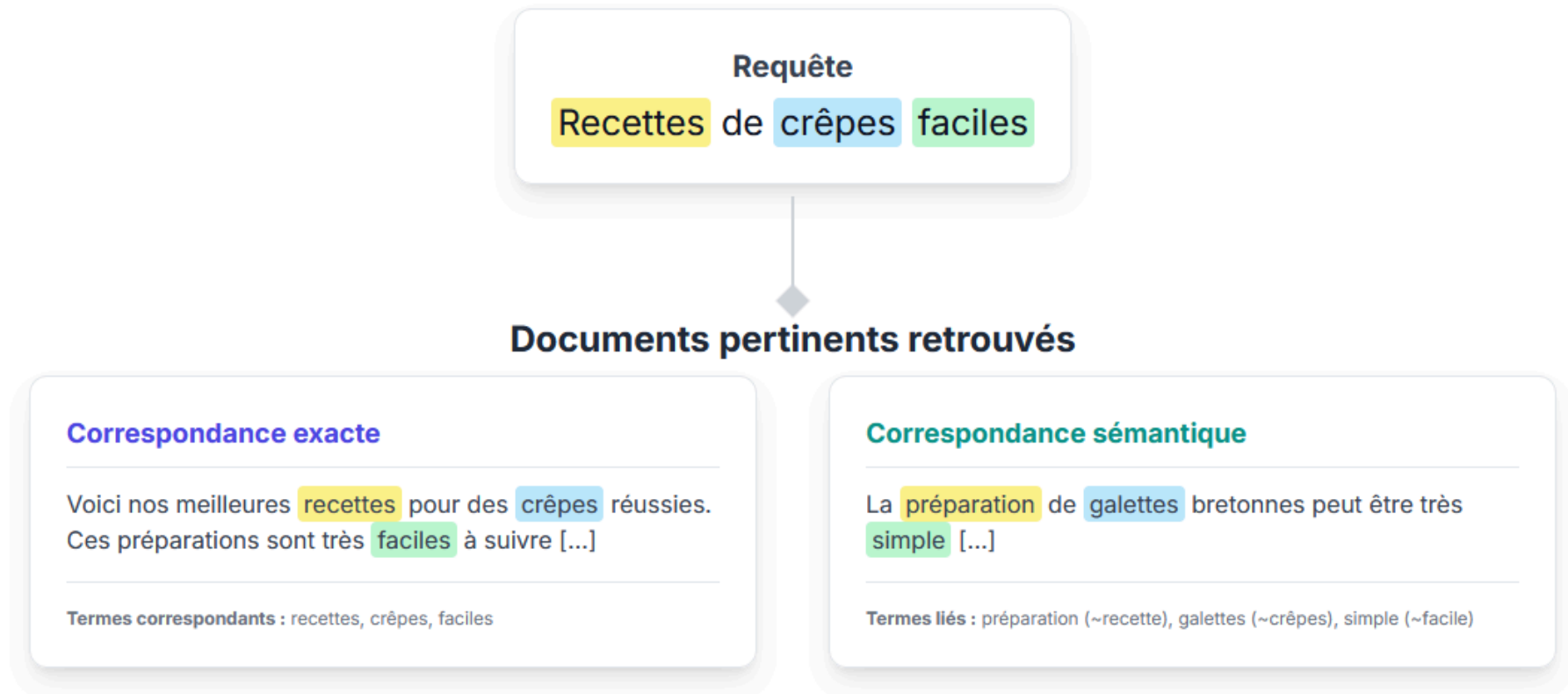
## Définition :

"[...] finding material (usually documents) of an unstructured nature (usually text) that satisfies an information need from within large collections (usually stored on computers)" **(Manning et al., 2008)**

Dans ce cours, nous nous concentrerons sur la recherche de documents textuels.



# Exemple de RI



# Exemples d'application de la RI

- ♦ recherche Web (Google, Bing, etc.) ;
- ♦ recherche d'e-mails ;
- ♦ recherche de documents dans des bases de données ;
- ♦ ...

# Exemples d'application de la RI



Exemple de recherche d'information sur le site de la BU

# Développement de la RI

« Consider a future device ... in which an individual stores all his books, records, and communications, and which is mechanized so that it may be consulted with exceeding speed and flexibility. It is an enlarged intimate supplement to his memory. »

**(Bush, 1945)**

- ♦ Appareil hypothétique (« Memex », pour « memory expansion ») imaginé par Vannevar Bush en 1945.
- ♦ Donnera plus tard naissance aux « personal knowledge bases » (Evernote, Obsidian...).

# Développement de la RI

- ♦ En 1950, terme « information retrieval » utilisé pour la première fois par Calvin Mooers.
- ♦ Système de recherche à l'aide de cartes perforées développé par IBM en 1952 (décrit par **Luhn (1958)**).
  - Une des premières implémentations du **modèle booléen**.

# Développement de la RI

- ♦ En 1976, implémentation d'un **modèle probabiliste** par **Robertson et Jones (1976)**.
- ♦ Application de « poids » aux termes en fonction de leur distribution dans les documents afin d'évaluer leur pertinence.

# Développement de la RI

- ♦ En 1992, lancement de la première édition de la *Text Retrieval Conference* (TREC), qui incite à davantage de travaux de recherche dans le domaine.
- ♦ À partir de 1994, développement d'Internet pour le grand public et des moteurs de recherche (Lycos, Yahoo! Search, AltaVista...).
  - En 1998, naissance de Google, qui propose l'algorithme PageRank pour indexer et classer les pages Web en fonction de leur popularité et de leur pertinence (**Brin et Page, 1998**).

# Développement de la RI

- ♦ Depuis les années 2010, utilisation des avancements en *machine learning* et en traitement automatique des langues pour améliorer les systèmes de RI.
- ♦ Recherches contextuelles et personnalisées, suggestions de recherche...
- ♦ Représentation des requêtes de recherche et des documents sous forme vectorielle.

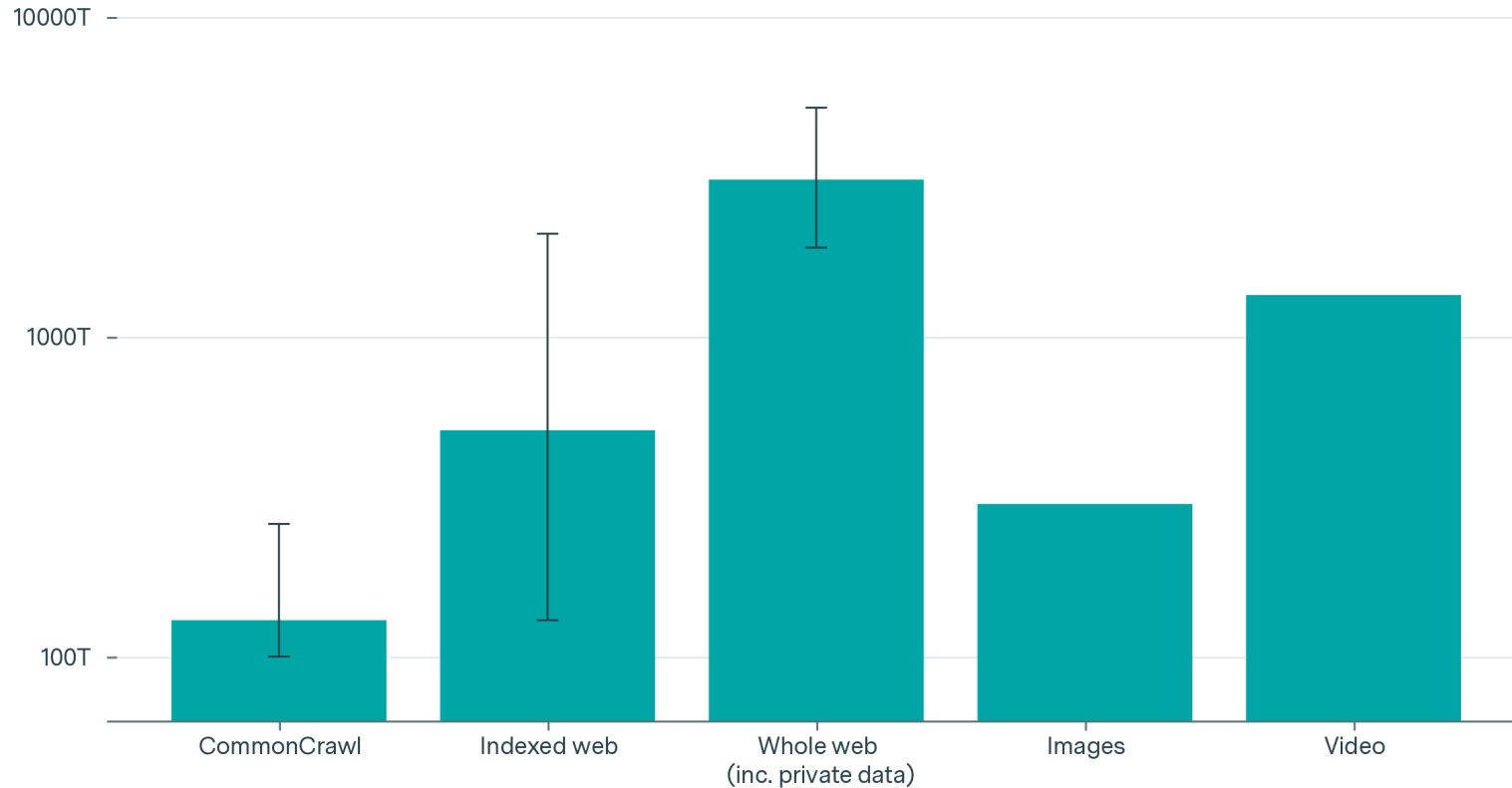


# Recherche d'information et *big data*

- ♦ Phénomène de *big data* : explosion des données disponibles, notamment sur le Web.
- ♦ Comment récupérer les données les plus pertinentes dans un contexte où la quantité de données devient de plus en plus importante ?

## Estimates of different stocks of data

Effective stock (number of tokens)

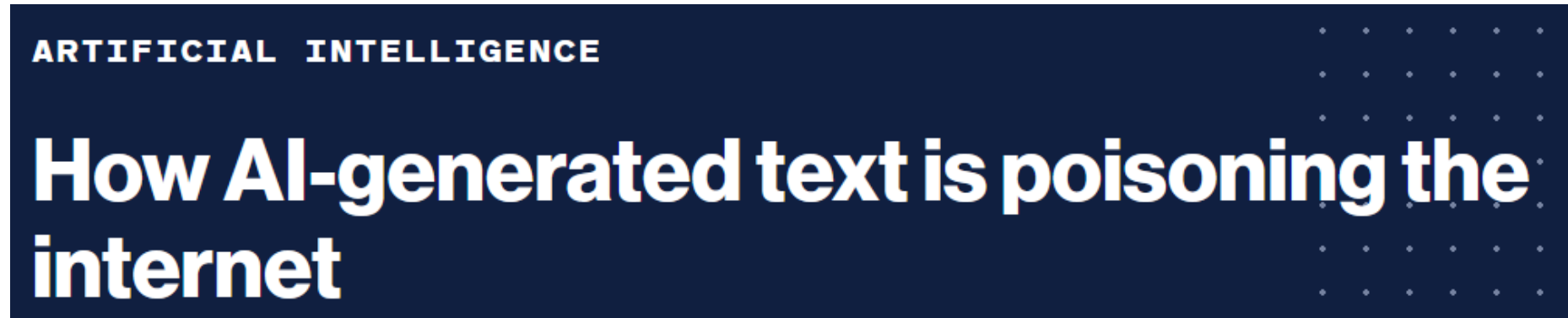


Estimation des données sur le Web | Source : <https://epoch.ai/blog/will-we-run-out-of-data-limits-of-llm-scaling-based-on-human-generated-data>

# Recherche d'information et *big data*

- ♦ Phénomène de *big data* : explosion des données disponibles, notamment sur le Web.
- ♦ Comment récupérer les données les plus pertinentes dans un contexte où la quantité de données devient de plus en plus importante ?
- ♦ Plus récemment, l'émergence de grands modèles de langue génératifs (LLM) a conduit à une publication de masse de contenus générés par IA sur Internet.
  - Elle pose aussi des questions sur l'**utilisation future des moteurs de recherche**.

# Recherche Web à l'ère des LLM



Source : <https://www.technologyreview.com/2022/12/20/1065667/how-ai-generated-text-is-poisoning-the-internet/>

# Recherche Web à l'ère des LLM

## AI means the end of internet search as we've known it

Despite fewer clicks, copyright fights, and sometimes iffy answers, AI could unlock new ways to summon all the world's knowledge.

By Mat Honan

January 6, 2025

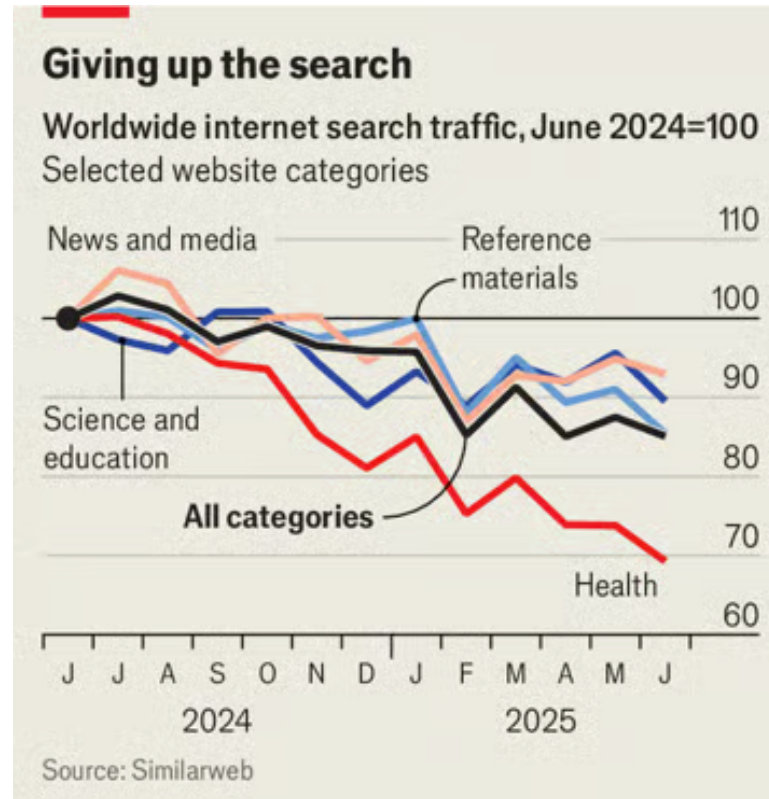
Source : <https://www.technologyreview.com/2025/01/06/1108679/ai-generative-search-internet-breakthroughs/>

# Recherche Web à l'ère des LLM

« The biggest change to the way search engines have delivered information to us since the 1990s is happening right now. No more keyword searching. No more sorting through links to click. Instead, we're **entering an era of conversational search**. Which means **instead of keywords, you use real questions, expressed in natural language**. And **instead of links, you'll increasingly be met with answers, written by generative AI and based on live information from all across the internet**, delivered the same way. »

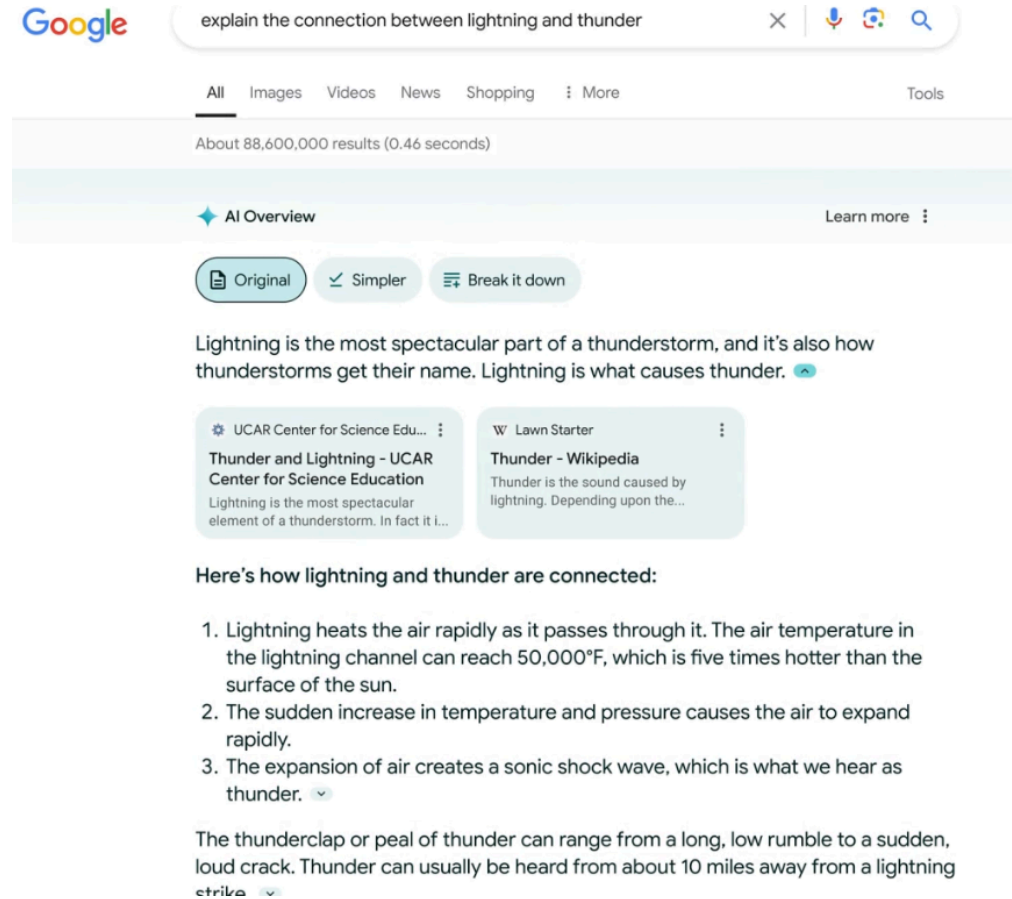
Mat Honan, AI means the end of internet search as we've known it, *MIT Technology Review*,  
<https://www.technologyreview.com/2025/01/06/1108679/ai-generative-search-internet-breakthroughs/>

# Recherche Web à l'ère des LLM



Source : <https://www.economist.com/business/2025/07/14/ai-is-killing-the-web-can-anything-save-it>

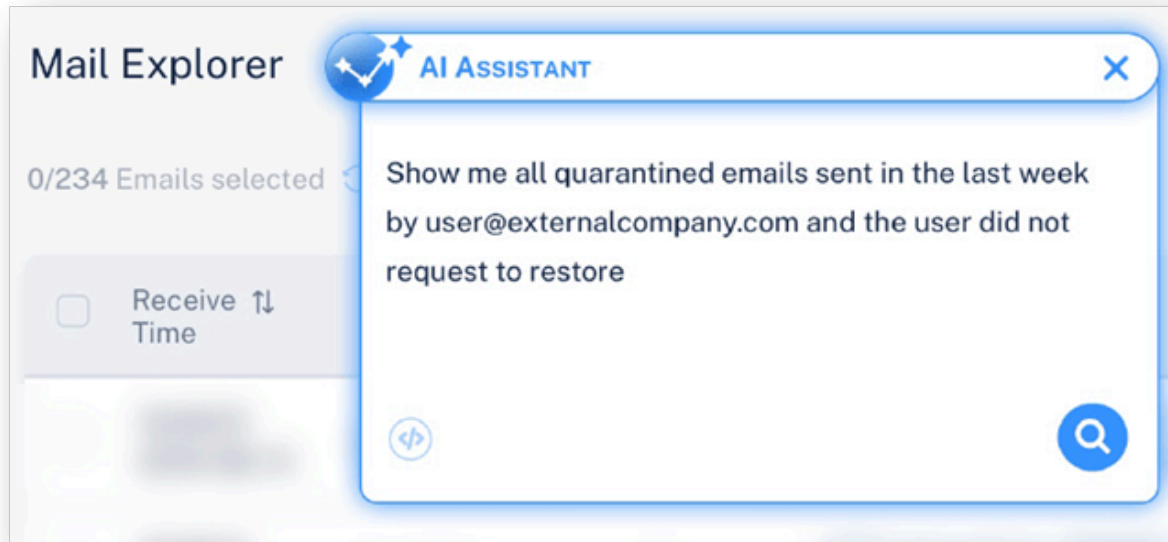
# Recherche Web à l'ère des LLM : intégration



Source : <https://blog.google/products/search/generative-ai-google-search-may-2024/>

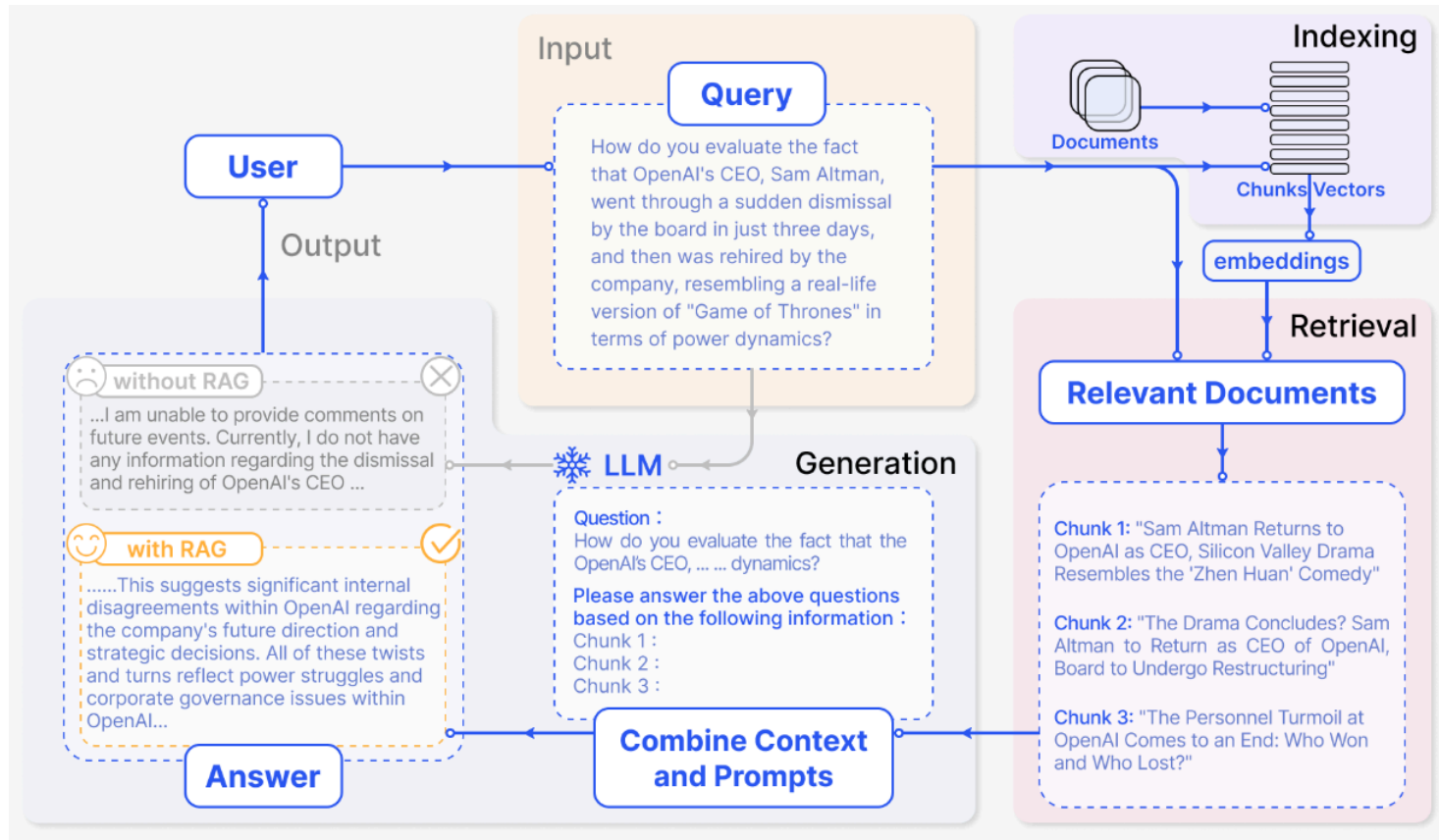


# Recherche d'e-mails à l'ère des LLM



Source : <https://emailsecurity.checkpoint.com/product-updates/ai-assistant-email-search-powered-by-generative-ai>

# Recherche d'information pour les LLM : *RAG*



Source : **Gao et al. (2024)**

The screenshot displays the Google AI NotebookLM interface. On the left, a sidebar titled 'CS History' contains a list of notes: 'CS 106 class notes' (highlighted), 'Mark 1/UNIVAC history', 'Lovelace excerpt', 'Invention of the GUI', 'Babbage intro', and a '+ New' button. The main content area is titled 'CS 106 class notes' and features a section 'Week Two: Ada Lovelace'. This section contains three paragraphs of text about Ada Lovelace's life and her contributions to computing, including her work on the Analytical Engine. To the right of the main text is a 'Document guide' panel with a yellow star icon. It includes a summary of the class notes, 'Key topics' (STEM and Diversity, Alan Kay's Dynabook, Katherine Johnson at NASA), and 'Questions to try' (How did Grace Hopper's work on the Mark I contribute to modern computing? and What challenges did Johnson face as an African American woman at NASA?). At the bottom of the interface, there is a bar showing '1 Source' and an upward arrow icon.

← CS History

CS 106 class notes

Mark 1/UNIVAC history

Lovelace excerpt

Invention of the GUI

Babbage intro

+ New

Open notes

### CS 106 class notes

#### Week Two: Ada Lovelace

Ada Lovelace was a British mathematician and writer who is considered to be the first computer programmer. She was born in 1815 to the poet Lord Byron and his wife Annabella Milbanke.

Showed an early aptitude for mathematics, and she was tutored by some of the leading mathematicians of her day. In 1833, she met Charles Babbage, a mathematician and inventor who was working on a machine that he called the Analytical Engine. The Analytical Engine was designed to be a programmable computer.

Contributions to Computing:

Ada Lovelace made several important contributions to the development of computing. She translated an article about the Analytical Engine from French to English. In her translation, she added a series of notes that outlined how the Analytical Engine could be used to solve mathematical problems. These notes are considered to be the first example of computer programming.

Ada Lovelace also wrote about the potential of the Analytical Engine to be used for creative purposes, such as composing music. She believed that the Analytical Engine would have a profound impact on society; one of the first people to envision the potential of computers to be used for more than just calculation.

### Document guide ✨

Class notes containing information about women in computing, including the British mathematician Ada Lovelace, the computer scientist Grace Hopper, and the NASA mathematician Katherine Johnson. These women were all pioneers in the field of computing, and their work has helped to pave the way for women in STEM fields.

### Key topics

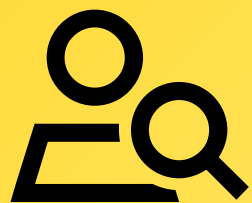
- STEM and Diversity
- Alan Kay's Dynabook
- Katherine Johnson at NASA

### Questions to try

- How did Grace Hopper's work on the Mark I contribute to modern computing?
- What challenges did Johnson face as an African American woman at NASA?

1 Source | ↑

Source : <https://blog.google/technology/ai/notebooklm-google-ai/>



## **II. Principes fondamentaux de la recherche d'information**

# RI : l'utilisateur ou l'utilisatrice avant tout

- ♦ La recherche d'information est centrée sur l'utilisateur ou l'utilisatrice.
- ♦ L'objectif est de répondre à un **besoin d'information** spécifique.
- ♦ Il faut alors penser à :
  - qui est le public visé (qui va utiliser le système de RI ?) ;
  - quel est le type de documents à rechercher et le domaine ;
  - comment il/elle est susceptible de formuler sa requête ;
  - quels outils de recherche mettre à sa disposition (système de recherche avancée ? si oui, quelles options ?) ;
  - comment lui proposer les résultats les plus pertinents possibles...
    - ♦ ... quand bien même la requête n'est pas forcément formulée correctement, ou de manière exacte.

# RI : pertinence et évaluation

- ♦ Les documents indexés sont-ils pertinents par rapport à la requête ?  
Répondent-ils au besoin d'information exprimé ?
  - Comment évaluer cette pertinence ?
- ♦ Les documents retournés sont-ils à jour ? Fiables ?
  - Flux d'informations en continu, *fake news*...

# RI : pertinence et évaluation

La **précision** et le **rappel** sont deux mesures couramment utilisées pour évaluer la pertinence des résultats retournés par un système de RI.

	Pertinent	Non pertinent
Récupéré	TP	FP
Non récupéré	FN	TN

Tableau de contingence (adapté de **Manning et al. (2008:155)**)

$$\text{Précision} = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$\text{Rappel} = \frac{TP}{TP + FN}$$

# Étapes et processus d'un système de RI

1. Prétraitements des documents (nettoyage, normalisation...).
2. Indexation des documents :
  - ♦ représentation des documents sous un format exploitable par le système de RI.
3. Prétraitements de la requête.
4. Appariement de la requête avec les documents indexés :
  - ♦ recherche des documents pertinents en fonction de la requête.
5. Classement des documents pertinents.





Étapes d'un système de recherche d'information (**Amini et al., 2013**)

# Bibliographie

- Amini, M.-R., Gaussier, É., et Péan, G. (2013). *Recherche d'information : applications, modèles et algorithmes*. Eyrolles.
- Brin, S., et Page, L. (1998). The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine. *Computer Networks*, 30, 107-117.
- Bush, V. (juillet 1945). As We May Think. *The Atlantic*.
- Gao, Y., Xiong, Y., Gao, X., Jia, K., Pan, J., Bi, Y., Dai, Y., Sun, J., Wang, M., et Wang, H. (mars 2024). *Retrieval-Augmented Generation for Large Language Models: A Survey* (Numéro arXiv:2312.10997). arXiv. [10.48550/arXiv.2312.10997](https://arxiv.org/abs/2312.10997)
- Luhn, H. P. (1958). *The IBM Electronic Information Searching System*. International Business Machines Corp., Research Center.
- Manning, C. D., Raghavan, P., et Schütze, H. (2008). *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press.
- Mitra, B. (2018). *An Introduction to Neural Information Retrieval* (Numéro v.41). Now Publishers.
- Robertson, S. E., et Jones, K. S. (1976). Relevance Weighting of Search Terms. *Journal of the American Society for Information Science*, 27(3), 129-146. [10.1002/asi.4630270302](https://doi.org/10.1002/asi.4630270302)
- Zhai, C., et Massung, S. (juin 2016). *Text Data Management and Analysis: A Practical Introduction to Information Retrieval and Text Mining*. Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool. [10.1145/2915031](https://doi.org/10.1145/2915031)

# Remerciements

- ♦ Pablo Ruiz Fabo pour le contenu de certaines diapositives.