



Développeur d'Intelligence Artificielle Appliquée

Cours #11

www.impactia.org

Structure de la formation

- **#1: Introduction**
- **#2: Vision**
- **#3: Vision**
- **#4: Vision**
- **#5: Renforcement**
- **#6: Renforcement**
- **#7: Renforcement**
- **#8: Langage**
- **#9: Langage**
- **#10: Projet**
- **#11: Langage**
- #12: IA génératif
- #13: IA génératif
- #14: Projet
- #15: Présentation projet

Semaines dernières (#9 et #10)

- Génération de texte
 - Avec Python et PyTorch
 - De zéro !
- Projets
 - Analyse d'opportunités IA
 - Brainstorming & sélection de vos projets

Aujourd'hui : Cours #11

- Pratique
 - Génération de texte
 - ...avec PyTorch (suite)
 - ...avec Mistral
 - ...avec GPT-4
- Théorie
 - Panoramas des modèles de langues actuels
 - Modèles multi-modaux
 - Comment sont entraînés les modèles modernes ?

Vos projets

Projet

- Présentation finale
 - En personne à l'IFAGE
 - Le 25 juin aux heures normales
 - Présentation (10min) + questions (5min)
- Le projet
 - But du projet à validé avant la fin du mois
 - Rendu soit le 25 juin, soit jusqu'au 25 juillet
 - 20 à 40h de travail
- Accepté/non accepté
 - La démarche est la partie importante !

Format de rendu

- Présentation (Slides)
 - 10 minutes de contenu
 - But du projet
 - Méthodes utilisées
 - Challenges/surprises
 - Résultats obtenus
- Code source
 - Notebook
 - Et/ou repository

Traitement du Langage Naturel (NLP)

Comment entraîner un modèle ?

2010-2017: entraînement de zéro
Création d'un nouveau modèle pour chaque tâche

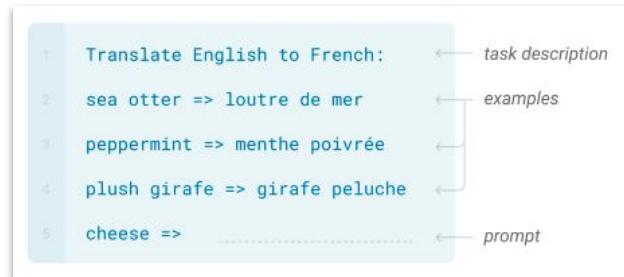
2018: modèles pré-entraînés
Réutilisation de modèles grâce à l'apprentissage par transfert



Comment entraîner un modèle ?

2019: apprentissage “few shots”

Création d'un nouveau modèle pour chaque tâche



2020: apprentissage “zero shot”

Réutilisation de modèles grâce à l'apprentissage par transfert

The model predicts the answer given only a natural language description of the task. No gradient updates are performed.



Comment entraîner un modèle ?

2021: interface conversationnel

Interaction avec le modèle sous forme d'une discussion

2021 : apprentissage "RLHF"

Amélioration du modèle en utilisant du renforcement de l'apprentissage par les retours humains



Mise en pratique

Génération de texte

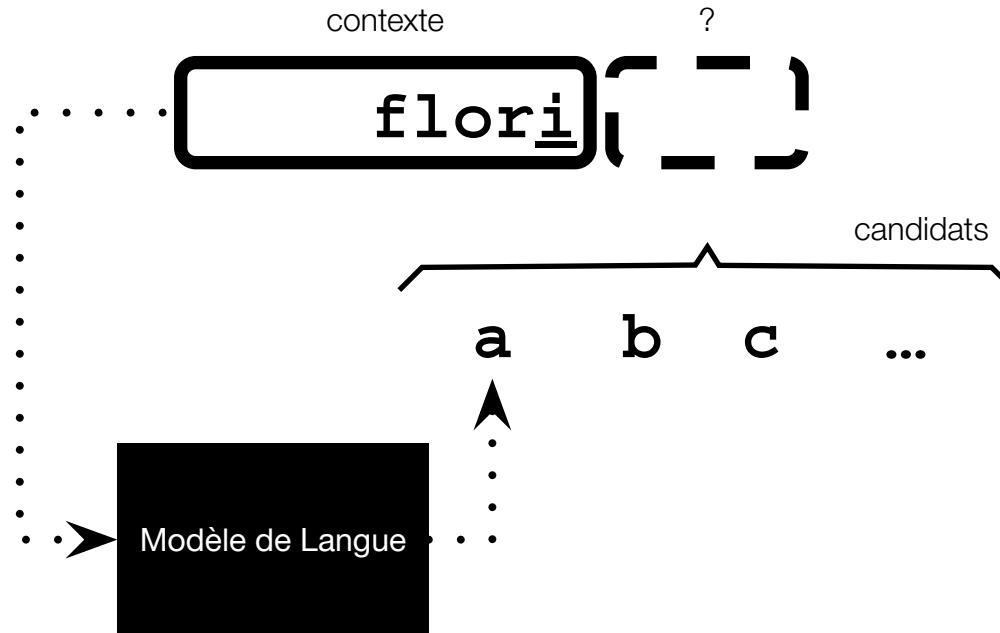
<https://colab.research.google.com/drive/19ReGfGnk-ECxpEFDZC53lFVbrzFIDDni>



Modèle de langue

Etant donné le premier caractère, quelle est la probabilité de rencontrer le deuxième caractère ?

Génération de texte



Evaluation du modèle

Log vraisemblance négative moyenne: 2.47

```
e.  
ma.  
catrin.  
nan.  
mallixiend.
```

```
marley  
.m : probabilité: 0.123  
ma : probabilité: 0.454  
ar : probabilité: 0.088  
rl : probabilité: 0.024  
le : probabilité: 0.139  
ey : probabilité: 0.025  
y. : probabilité: 0.240
```

Evaluation du modèle

[REDACTED] b ?

Evaluation du modèle

[REDACTED] b ?

gabrielle

barnabé

baptiste

Evaluation du modèle

Besoin de plus de *contexte* !

[REDACTED] b ?

gabrielle

barnabé

baptiste

Contexte plus long

Le contexte de l'entrée peut être très long. Il faut donc faire attention à la taille des matrices et à la taille des étiquettes.

Si l'on prend un caractère par colonne, alors l'entrée sera une matrice de 40x40. Si l'on prend deux caractères par colonne, alors l'entrée sera une matrice de 1600x1600. Si l'on prend trois caractères par colonne, alors l'entrée sera une matrice de 64000x64000.

- 1 caractère :
- 2 caractères :
- 3 caractères :

40 x 40
1600 x 1600
64000 x 64000

Contexte plus long

Le contexte de l'input est très long. Il contient des informations sur les 10 dernières années de la vie d'un individu. Cela signifie que le modèle doit prendre en compte de nombreux états passés pour faire une prédiction précise.

Le contexte de l'input est très long. Il contient des informations sur les 10 dernières années de la vie d'un individu. Cela signifie que le modèle doit prendre en compte de nombreux états passés pour faire une prédiction précise.

1 caractère :

40 x 40

2 caractères :

1600 x 1600

3 caractères :

64000 x 64000

...

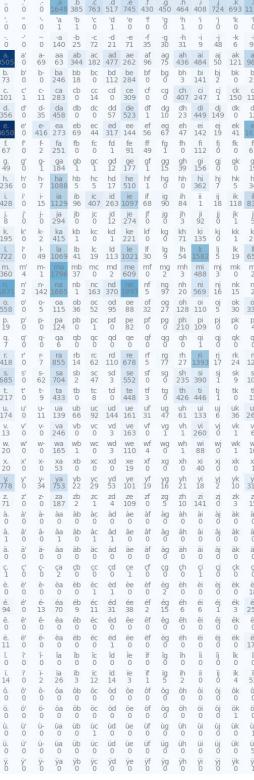
10 caractères :

1.05e16 x 1.05e16



La "malédiction de la dimension"
–Richard Bellman

Contexte plus long



卷之三

1 caractère :

2 caractères :

3 caractères :

10 caractères :

40 x 40

1600 x 1600

64000 x 64000

$1.05 \times 10^{16} \text{ e} 16$



La “malédiction de la dimension”

–Richard Bellman

Solution : réseaux de neurones !

Mise en pratique

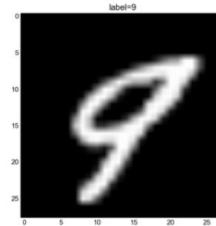
Génération de texte avec réseau de neurone

<https://colab.research.google.com/#create=true>



Encodage des labels

Image :



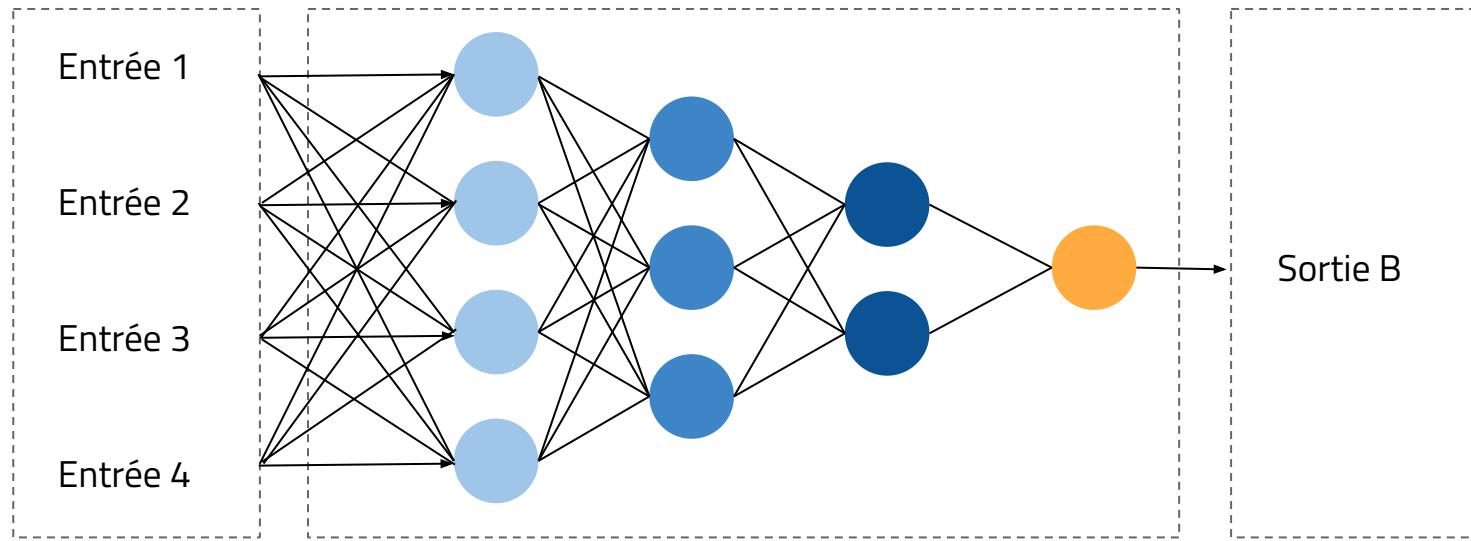
Label :

9

Label,
représenté en "one-hot" :

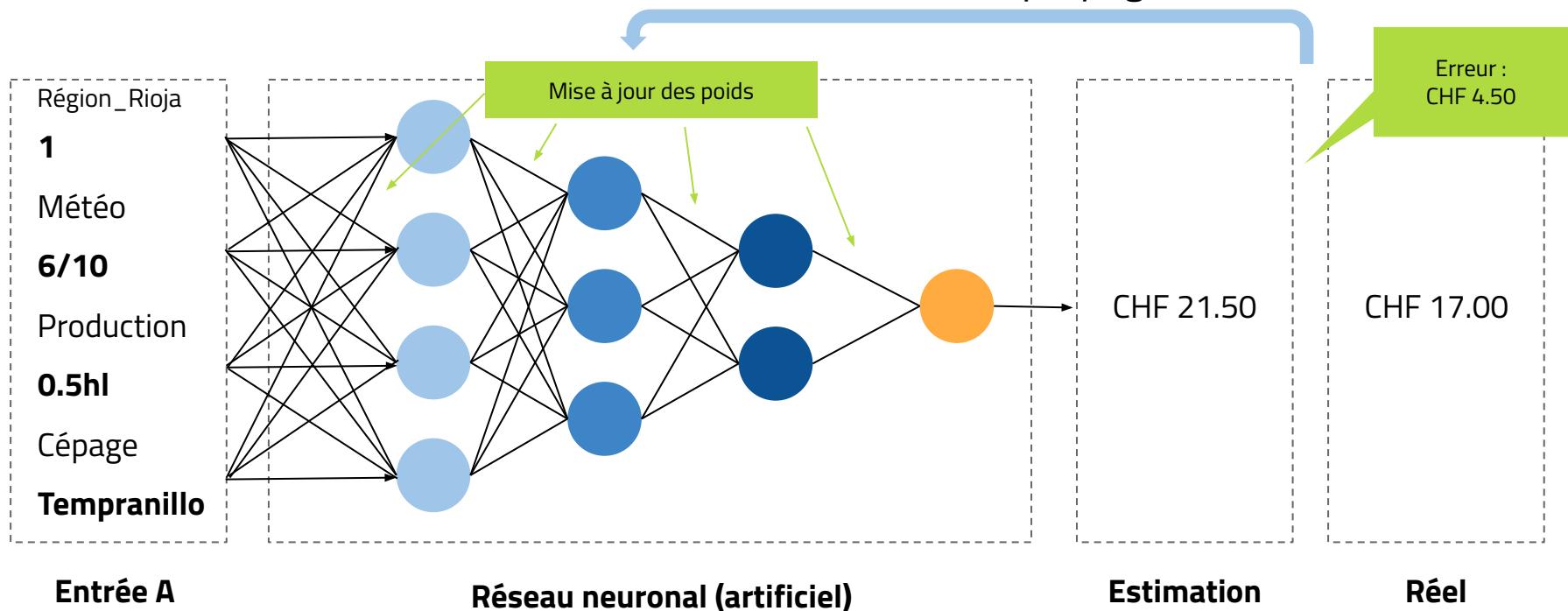
0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 1

Réseaux neuronaux

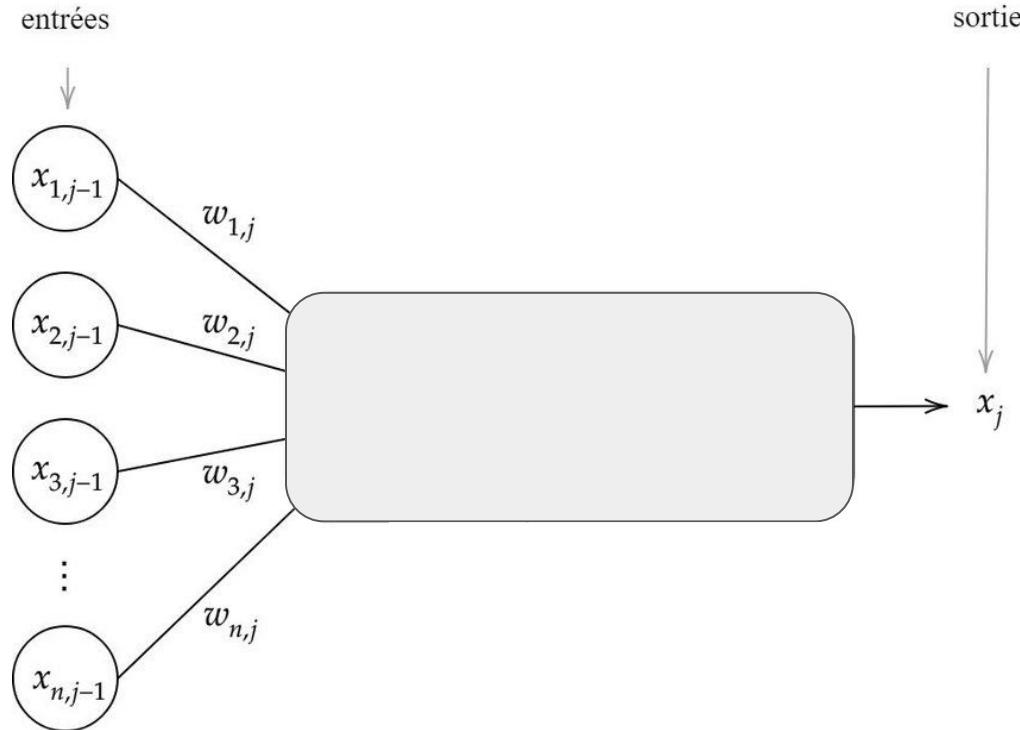


Modèle

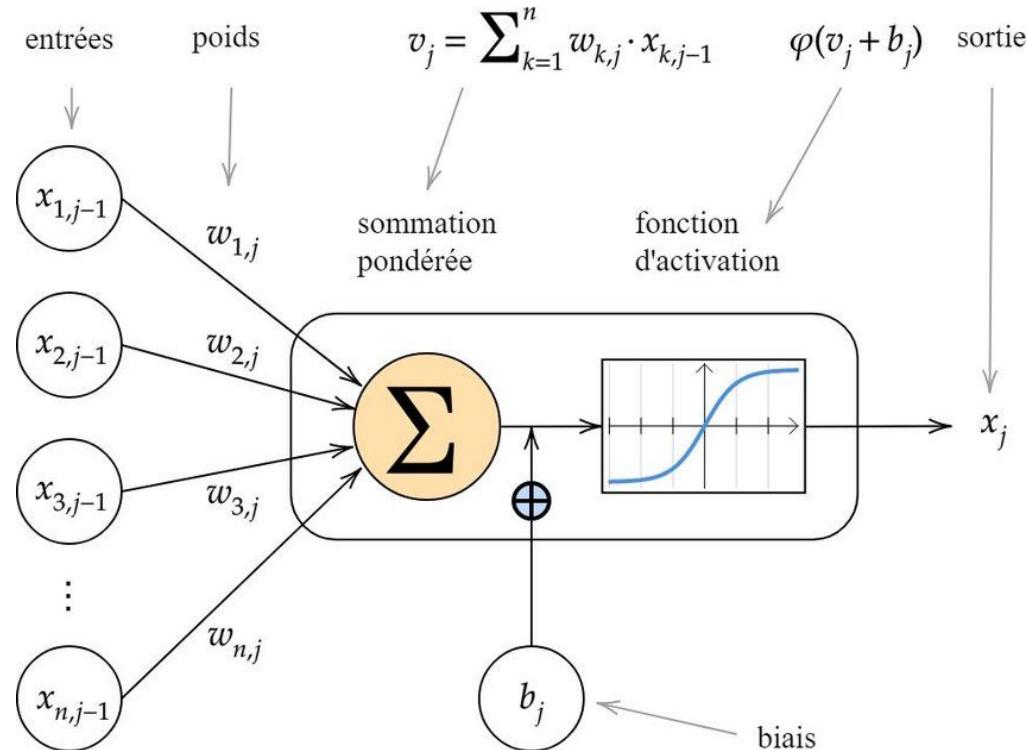
Entrainement supervisé



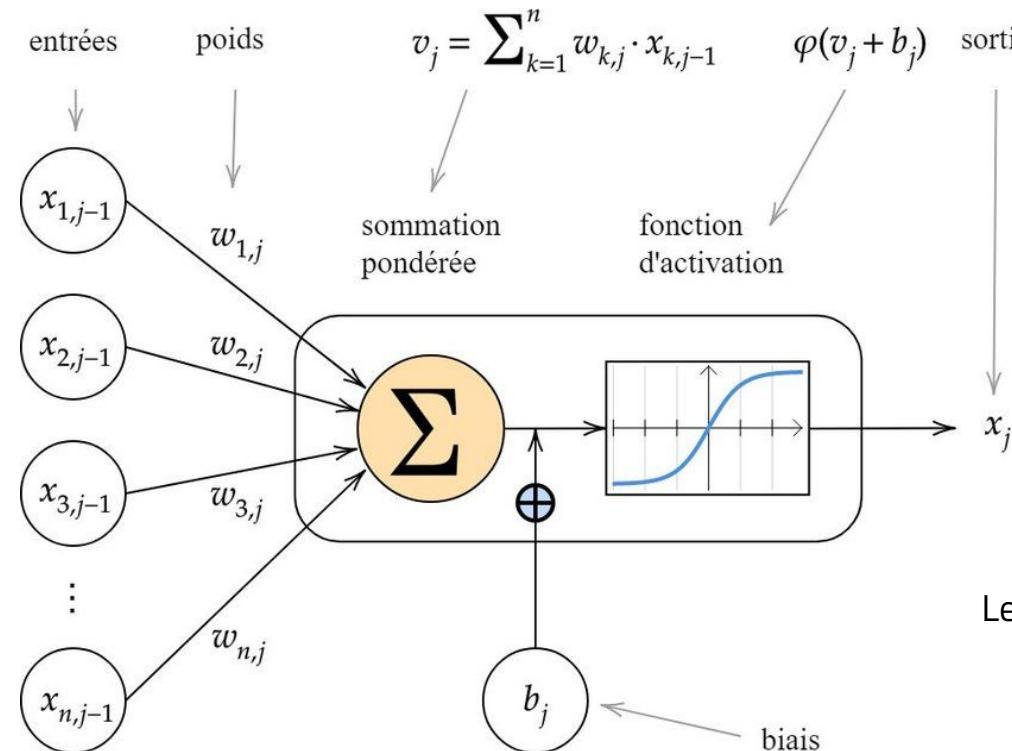
Regardons un seul neurone



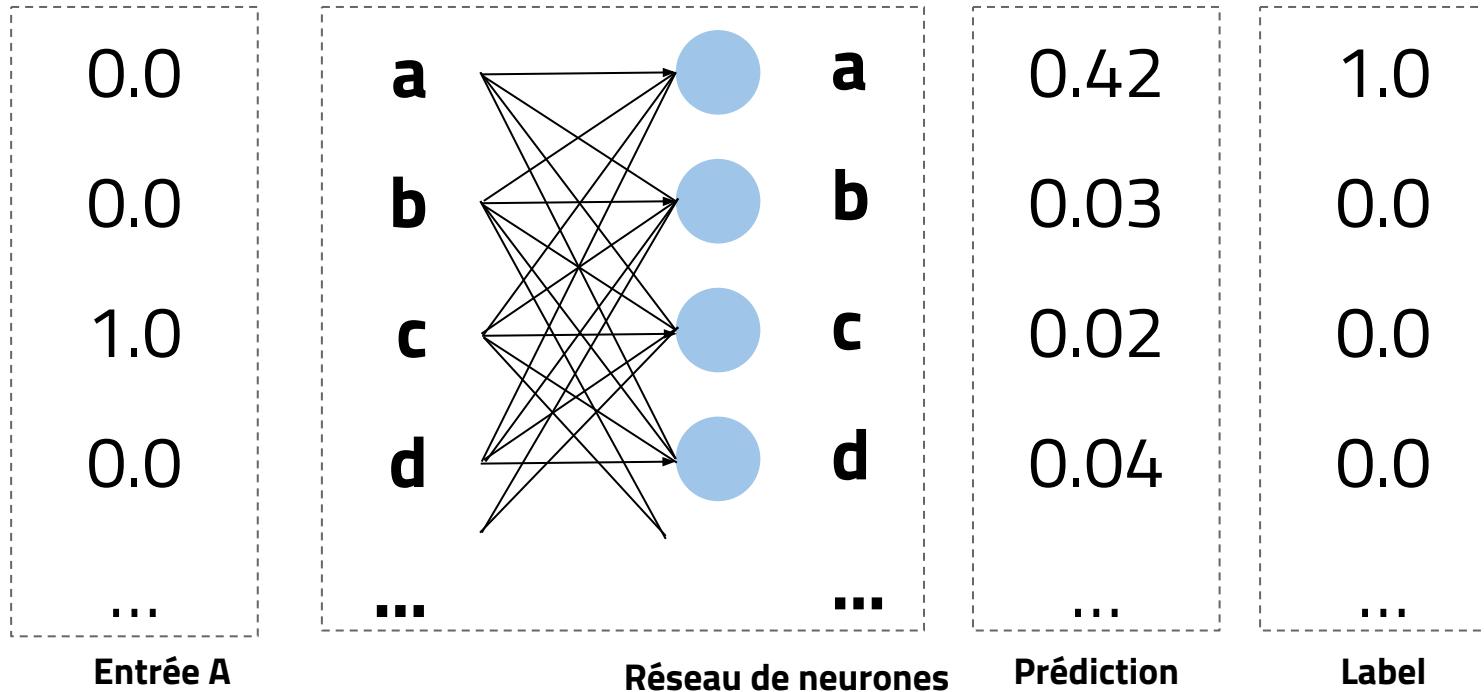
Regardons un seul neurone



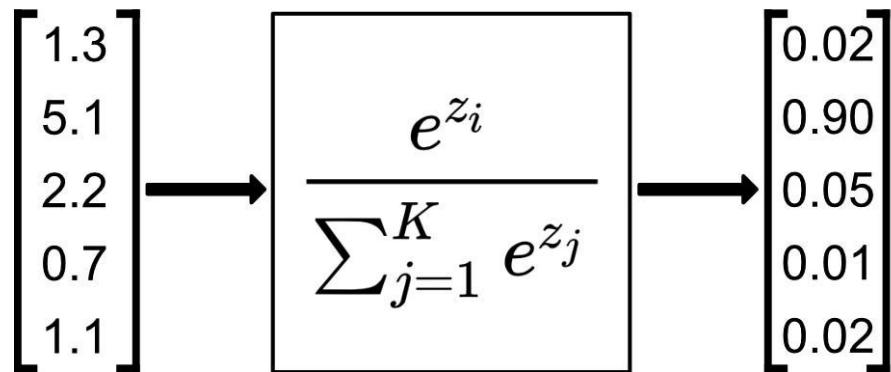
Regardons un seul neurone



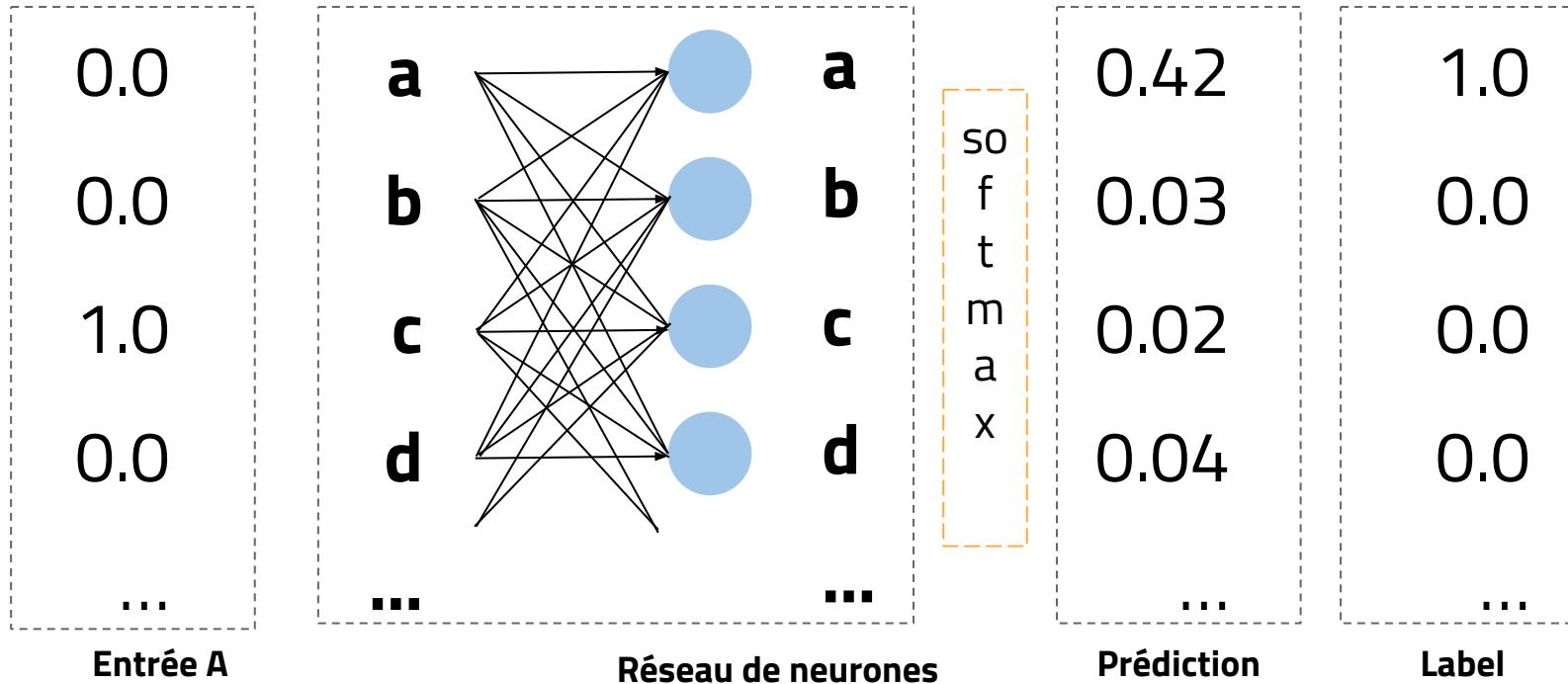
Entraînement supervisé pour classification



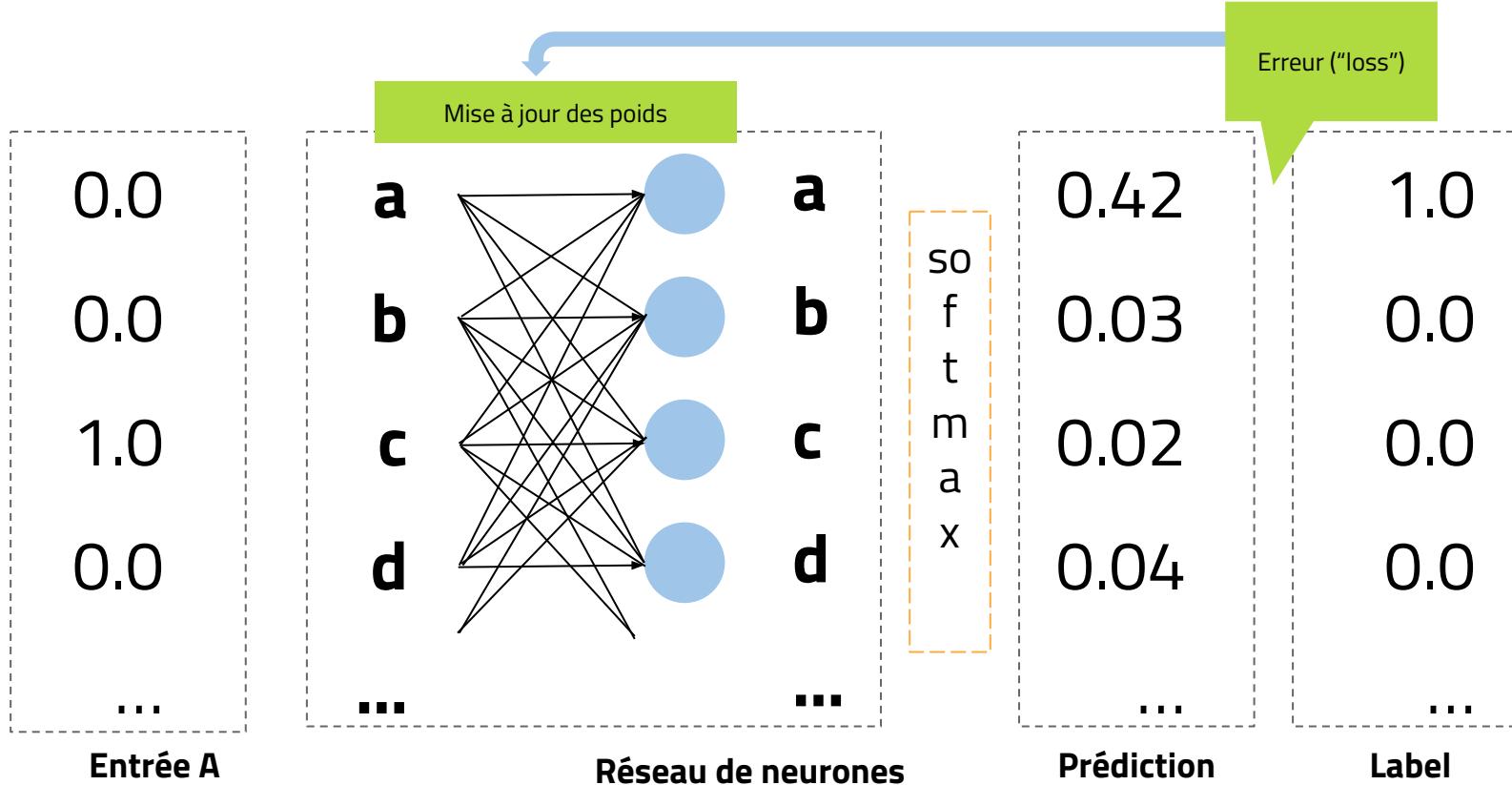
Fonction Softmax pour la Classification



Entraînement supervisé pour classification



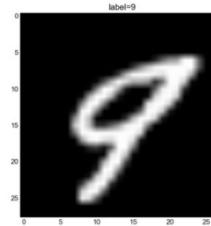
Entraînement supervisé pour classification



Plus de couches !

Plongements sémantiques (“word embeddings”)

Image :



Label :

9

Label en “one-hot” :

0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 1

Peut-on faire plus efficace ?

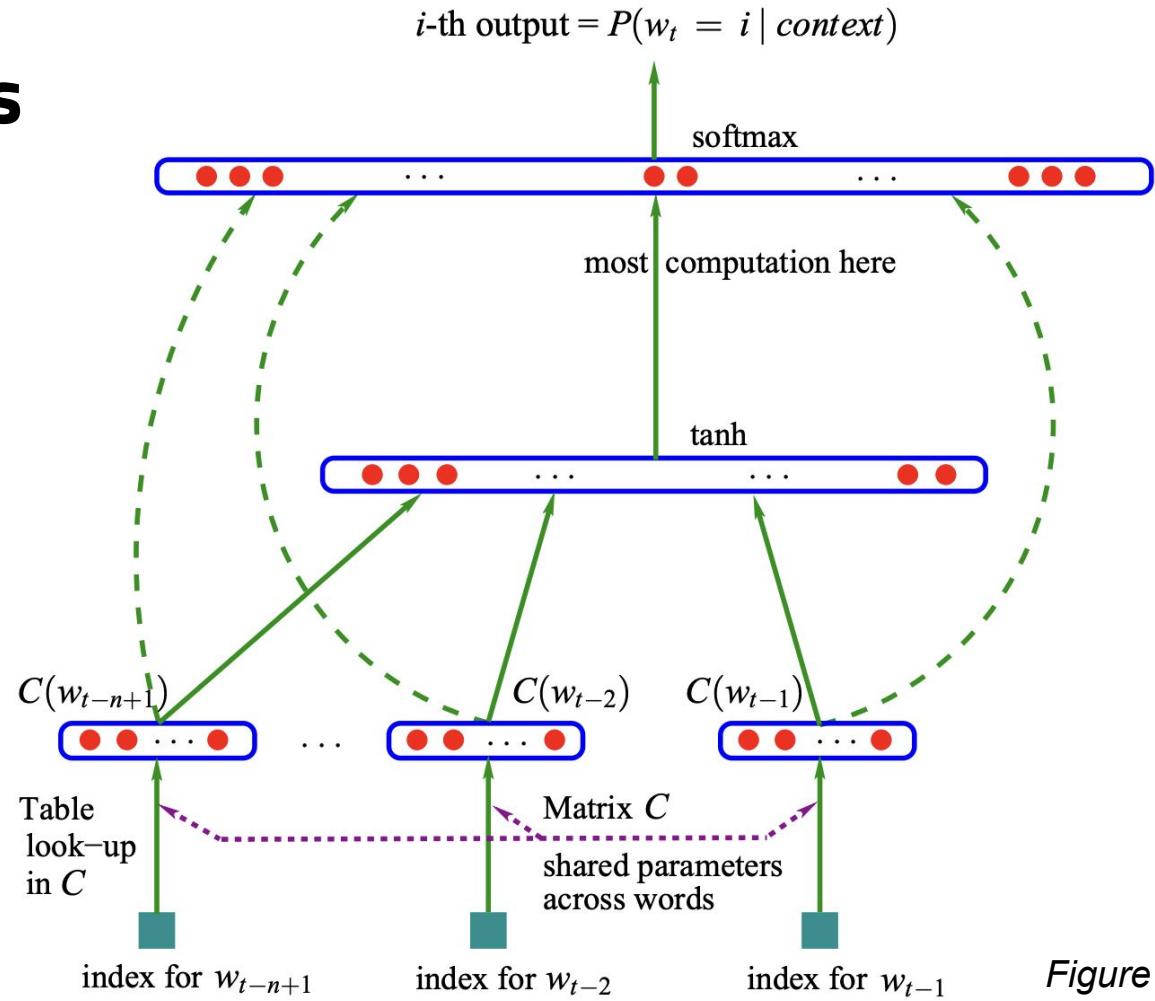
Embeddings



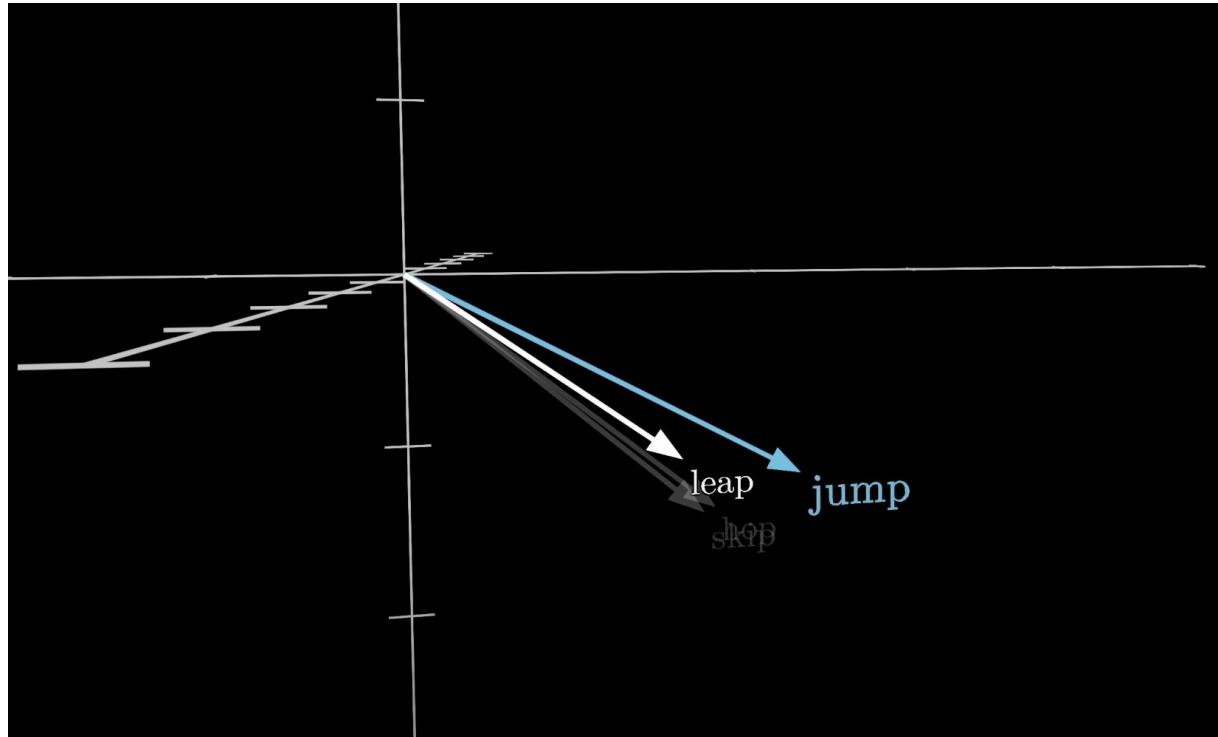
"But what is a GPT? Visual intro to transformers | Chapter 5, Deep Learning" <https://youtu.be/wjZoflX0v4M>

Modèle à 3 couches

"A Neural Probabilistic Language Model", Bengio et al., 2003
https://www.jmlr.org/papers/volume_3/bengio03a/bengio03a.pdf

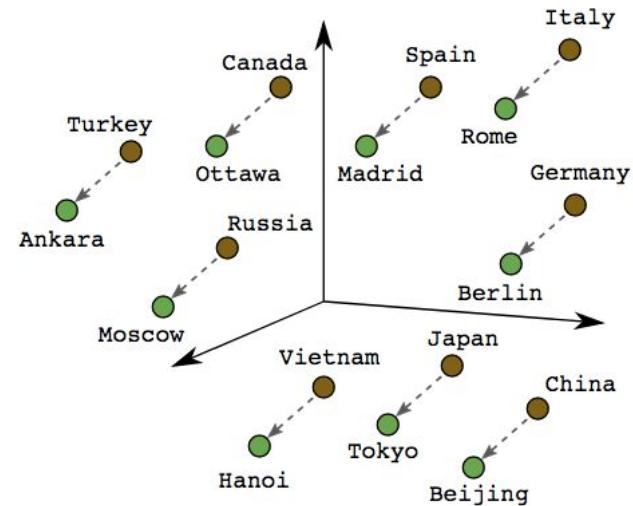
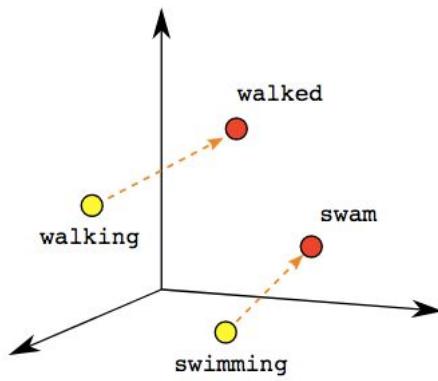
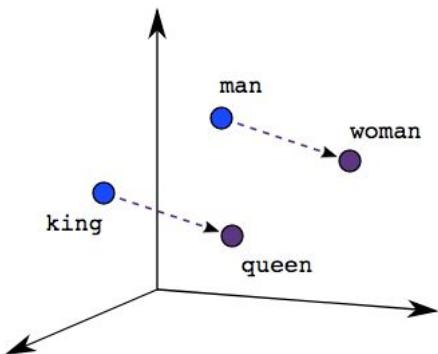


Embeddings

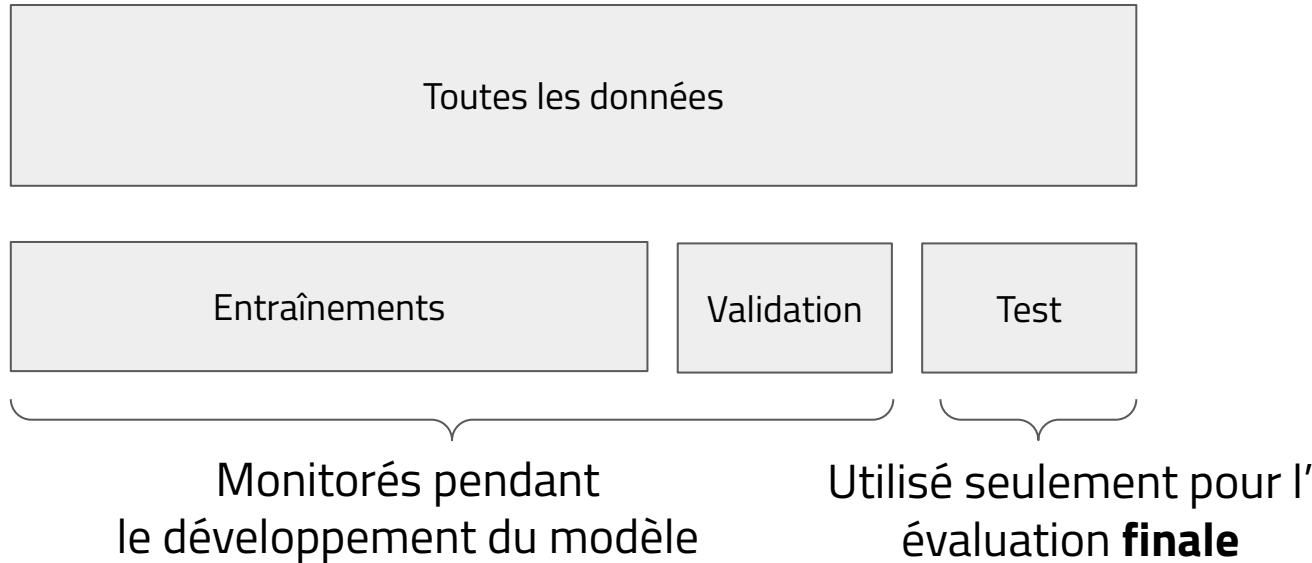


"But what is a GPT? Visual intro to transformers | Chapter 5, Deep Learning" <https://youtu.be/wjZofJX0v4M>

Embeddings



Jeux de données : “train”, “validate”, “test”



Pour aller plus loin...



Let's build the GPT Tokenizer
490K views • 3 months ago



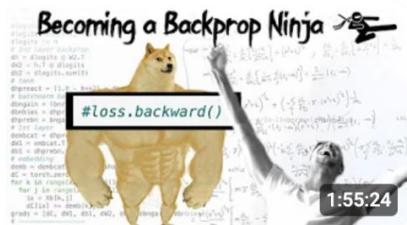
[1hr Talk] Intro to Large Language Models
1.8M views • 6 months ago



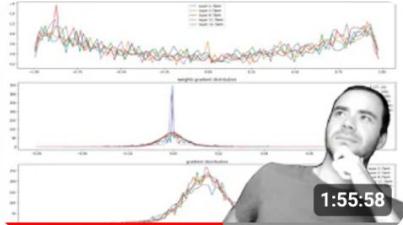
LET'S BUILD GPT.
FROM SCRATCH.
IN CODE.
SPELLED OUT.
4.3M views • 1 year ago



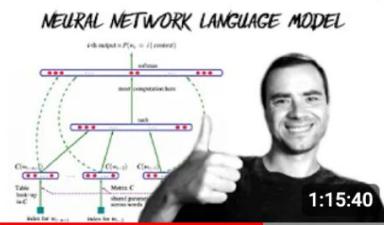
Building makemore Part 5: Building a WaveNet
158K views • 1 year ago



Building makemore Part 4:
Becoming a Backprop Ninja
174K views • 1 year ago



Building makemore Part 3:
Activations & Gradients, BatchNorm
249K views • 1 year ago



Building makemore Part 2: MLP
280K views • 1 year ago



The spelled-out intro to language
modeling: building makemore
598K views • 1 year ago

<https://www.youtube.com/@AndrejKarpathy>

Encore plus de couches !

```
nb_params = sum(p.nelement() for p in parameters)
print(f"Notre modèle à {nb_params} paramètres")
```

Notre modèle à 14007 paramètres

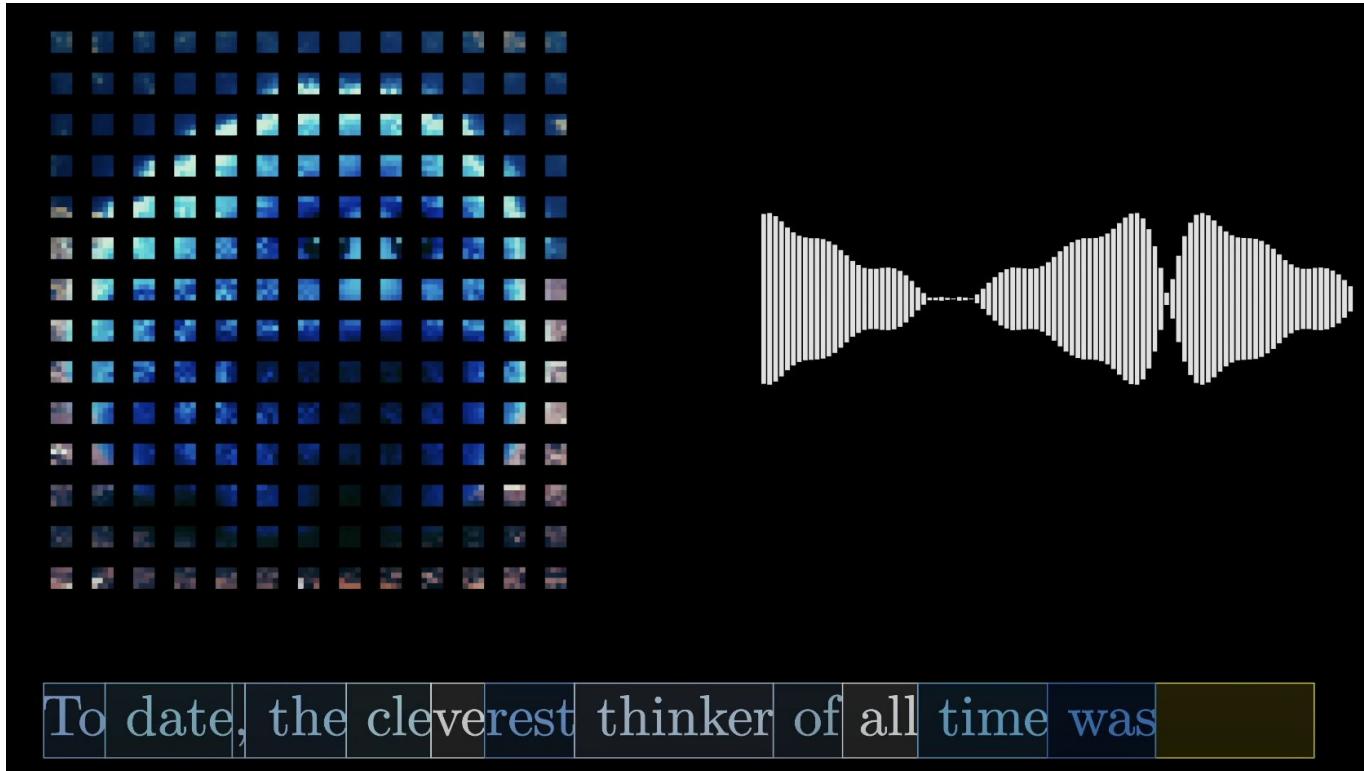


LMSYS Chatbot Arena Leaderboard

Rank* (UB)	Model	Arena Elo	95% CI	Votes	Organization	License	Knowledge Cutoff
1	GPT-4o-2024-05-13	1290	+5/-4	22784	OpenAI	Proprietary	2023/10
2	Gemini_1.5_Pro_API-0409-Preview	1258	+3/-3	55731	Google	Proprietary	2023/11
2	GPT-4-Turbo-2024-04-09	1257	+3/-3	55236	OpenAI	Proprietary	2023/12
4	GPT-4-1106-preview	1252	+2/-3	77548	OpenAI	Proprietary	2023/4
4	Claude_3_Opus	1249	+3/-2	114090	Anthropic	Proprietary	2023/8
4	GPT-4-0125-preview	1246	+3/-2	70790	OpenAI	Proprietary	2023/12
6	Yi_Large::preview	1241	+4/-4	23822	01 AI	Proprietary	Unknown
8	Bard_(Gemini_Pro)	1208	+7/-5	11853	Google	Proprietary	Online
8	Llama-3-70b-Instruct	1208	+3/-2	114054	Meta	Llama 3 Community	2023/12
9	Claude_3_Sonnet	1202	+3/-2	90578	Anthropic	Proprietary	2023/8
9	Reka-Core-20240501	1201	+3/-3	34432	Reka AI	Proprietary	Unknown
12	Command_Rt	1189	+2/-2	57513	Cohere	CC-BY-NC-4.0	2024/3
12	GPT-4-0314	1186	+3/-3	52808	OpenAI	Proprietary	2021/9
12	GLM-4-0116	1184	+6/-6	6990	Zhipu AI	Proprietary	Unknown
12	Qwen-Max-0428	1184	+5/-4	21027	Alibaba	Proprietary	Unknown
14	Claude_3_Haiku	1178	+3/-2	80807	Anthropic	Proprietary	2023/8
17	Qwen1.5-110B-Chat	1164	+4/-4	17836	Alibaba	Qianwen LICENSE	2024/4
17	GPT-4-0613	1161	+3/-3	74440	OpenAI	Proprietary	2021/9

<https://chat.lmsys.org/?leaderboard>

Tokens



"But what is a GPT? Visual intro to transformers | Chapter 5, Deep Learning" <https://youtu.be/wjZofJX0v4M>

Tokens

OpenAI's large language models (sometimes referred to as GPT's) process text using tokens, which are common sequences of characters found in a set of text. The models learn to understand the statistical relationships between these tokens, and excel at producing the next token in a sequence of tokens.

Clear

Show example

Tokens

58

Characters

301

OpenAI's large language models (sometimes referred to as GPT's) process text using tokens, which are common sequences of characters found in a set of text. The models learn to understand the statistical relationships between these tokens, and excel at producing the next token in a sequence of tokens.

<https://platform.openai.com/tokenizer>

Entrainement en 3 phases

1

Pretraining

Dataset:

100B to >5T tokens

Task: Next-token
prediction on
unlabeled texts

Output: base model /
“foundation model”

Project Gutenberg (PG) is a volunteer effort to digitize and archive cultural works, as well as to "encourage the creation and distribution of eBooks." It was founded in 1971 by American writer Michael S. Hart and is the oldest digital **library**. Most of the items in its collection are the full texts of books or individual stories in the public domain. All files can be accessed for free under an open format layout, available on almost any computer. As of 3 October 2015, Project Gutenberg had reached 50,000 items in its collection of free eBooks.

<https://magazine.sebastianraschka.com/p/llm-training-rlhf-and-its-alternatives>

Entrainement en 3 phases

2

Supervised finetuning

More next-token prediction

Usually 1k-50k instruction-response pairs

```
{  
    "instruction": "Write a limerick about a pelican.",  
    "input": "",  
    "output": "There once was a pelican so fine,  
    \nHis beak was as colorful as sunshine,\nHe would fish all day,\nIn a very unique way,\nThis pelican was truly divine!\n\n",  
},  
  
{  
    "instruction": "Identify the odd one out from the group.",  
    "input": "Carrot, Apple, Banana, Grape",  
    "output": "Carrot\n",  
},
```

<https://magazine.sebastianraschka.com/p/llm-training-rlhf-and-its-alternatives>

Entrainement en 3 phases

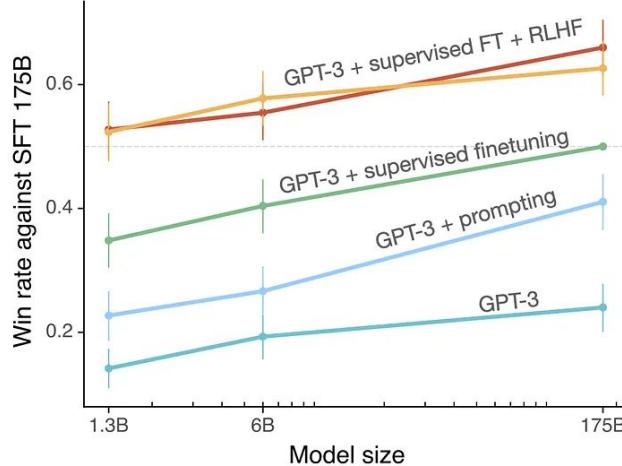
3

Alignment

Align with **human preferences**

Usually reinforcement learning with human feedback (**RLHF**)

>50k examples



<https://magazine.sebastianraschka.com/p/llm-training-rlhf-and-its-alternatives>

GPT-4

Les possibilités de GPT-4

- Résumer
- Traduire
- Expliquer des concepts, enseigner un sujet
- Créer une présentation, un blog post, un tweet
- Critiquer votre document
- Générer des idées
- Expliquer, Générer et déboguer du code
- Coacher
- Classifier
- Convertir non-structuré vers structuré
- Planifier, décider

Des limitations qui disparaissent

- Maintenir la cohérence sur de longs textes (fenêtre de contexte)
- Se souvenir des faits réels / hallucinations
- Tenir compte de l'actualité, accéder au web
- Accéder à vos documents
- Se souvenir des autres conversations
- Utiliser des outils logiciels
- Exécuter du code
- Avoir une personnalité
- Etre formé sur nos documents
- Appeler des APIs externes

Des limitations qui disparaissent

- Maintenir la cohérence sur de longs textes (fenêtre de contexte)
- Se souvenir des faits réels / hallucinations
- ~~Tenir compte de l'actualité, accéder au web~~
- ~~Accéder à vos documents~~
- ~~Se souvenir des autres conversations~~
- Utiliser des outils logiciels
- ~~Exécuter du code~~
- ~~Avoir une personnalité~~
- ~~Etre formé sur nos documents~~
- Appeler des APIs externes

GPT4 dans vos projets

Une bonne façon d'accomplir des tâches complexes ! Mais...

- Questions de confidentialité des données
- Questions de coût
- Pas vraiment du *machine learning* !

Un projet ne peut pas être un simple “wrapper” autour de GPT4