

# Deep Learning par la Pratique

Reccurent Neural Networks et Autoencodeurs

---

GIRAUD François-Marie

16 octobre 2019



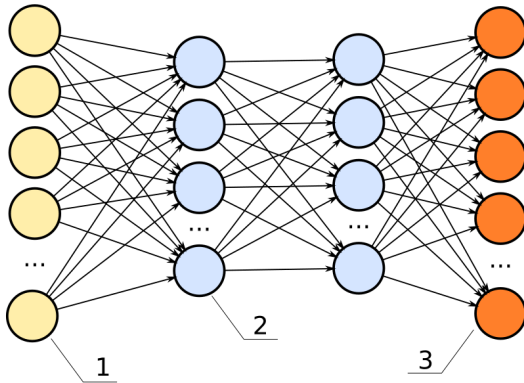
[https ://www.orsys.fr/](https://www.orsys.fr/)

# **Deep Learning par la Pratique**

Cours 3 : Recurrent Neural Networks et Autoencodeurs

---

# Rappels



# Machine Learning

Les Données Séquentielles

---

## **Données ancrées dans le temps**

Séquences de données à dimension fixe

# Les Données Séquentielles

Soit  $X = (x_i)_{1 \leq i \leq k}$  un ensemble de  $k$  exemples :

où :

$x_i = (x_i^1, \dots, x_i^{n_i})$  avec  $x_i$  une séquence de  $n_i$  frames

Pour des séries d'entiers par exemple :

$$x_1 = (1, 3, 5, 2, 8)$$

$$x_2 = (7, 3)$$

$$x_3 = (4, 0, 9, 1)$$

$$x_4 = (\dots)$$

Pour des séries de vecteurs :

$$x_1 = ([2, 5], [9, 8], [3, 6])$$

$$x_2 = ([1, 1], [3, 4], [5, 4], [3, 2], [8, 1])$$

$$x_3 = (\dots)$$

## Texte

1 : lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, ...

2 : Great minds discuss ideas ; average minds discuss events ; small minds discuss people.

3 : Hier, mon voisin a mangé une pomme et sa femme une poire.

4 : ...

## A.D.N

1 : ATGCGATCTATCGCTAGCCGCGCTATACGCA

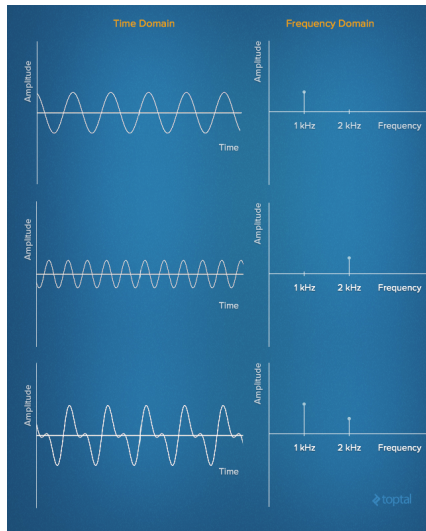
2 : GATTATAGCTAGCTCGCGCTATATCGCTAGCTAGCTAGCTAGC

3 : ...



# Les Données Séquentielles

## Son



## Video



- Météo (time, Lat., Long.,  $T^\circ$ , P,  $X_{vent}$ ,  $Y_{vent}$ ,  $Q_{pluie}$ )
- Santé (time,  $T^\circ$ , Pouls, ...)
- Economie (time, dollar, euro, livre, yen, BTC, riz ...)
- Comportements Clients (time, action-event, ...)
- ...

# Machine Learning

## Les Modèles Récursifs

---

Des tâches variées :

- Prédiction d'une classe
- Prédiction de la suite d'une séquence
- Génération de séquence
- Découverte de Patterns

Prédiction d'une classe :

input :  $x_i = (1, 6, 8, 4)$

output : "good" or "bad"

- Son (chant d'oiseau, personne, genre musical, ...)
- Vidéos (film, documentaire, stand up , ...)
- ...

Certain modèles permettent de clusteriser (non-supervisée)

Prédiction de la suite d'une séquence :

input :  $x_i = (1, 2, 3, 4, 5)$

output : 6

- Données Économiques
- Comportement Clients
- Météo
- Modèle de Langage
- ...

Génération :

input :  $x_1 = (1, 3, 5)$ ,  $x_2 = (7, 9, 11)$  output :  $(5, 7, 9)$

- Génération de partitions
- Texte vers Voix
- Voix vers Texte
- ...



Découverte de Patterns :

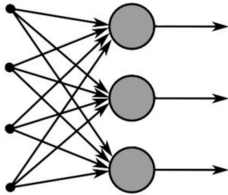
- Découverte de gènes
- Compression de signal
- Décrire et comprendre des phénomènes
- ...

# Machine Learning

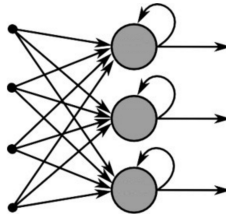
Réseaux de Neurones Récurrents

---

# Réseaux de Neurones Récurents

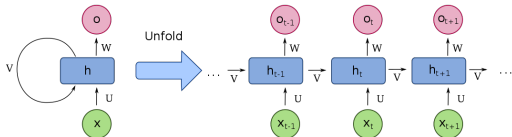


Feed-Forward Neural Network



Recurrent Neural Network

# Réseaux de Neurones Récurents



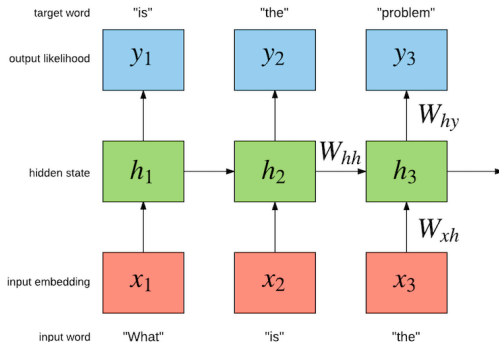
$$h_t = \sigma_h(U * x_t + V * h_{t-1} + b_h)$$

$$o_t = \sigma_o(W * h_t + b_o)$$

- $x_t$  : vecteur d'entrée
- $h_t$  : vecteur de la couche cachée
- $o_t$  : vecteur de sortie
- $U, V, W, b_h$  et  $b_o$  : matrices et vecteurs (paramètres)
- $\sigma_h$  et  $\sigma_o$  : fonctions d'activation (ReLU)

# Réseaux de Neurones Récurrents

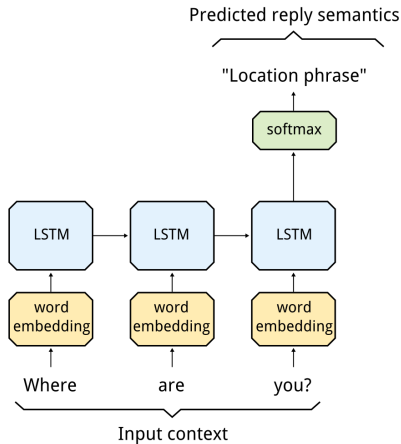
Prédiction de la suite d'une séquence (ex : modèle de langage)



Peut être utilisé pour générer de nouvelles séquences

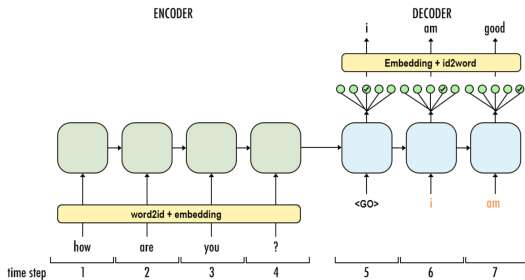
# Réseaux de Neurones Récurrents

Prédiction d'une classe



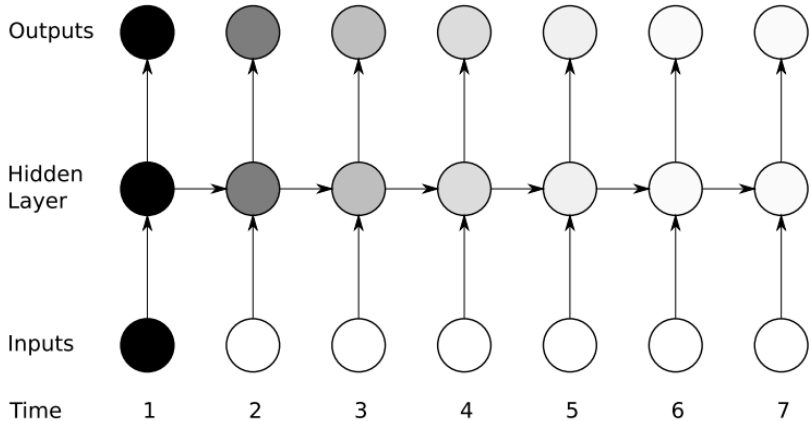
# Réseaux de Neurones Récurrents

Génération d'une séquence (seq2seq)



# Réseaux de Neurones Récurents

Le problème du gradient qui disparaît (vanishing gradient)



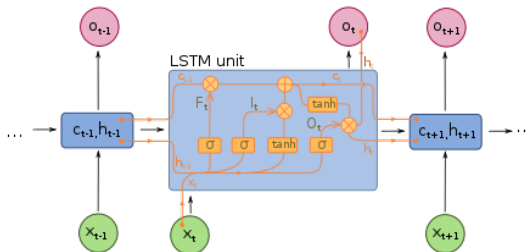


# Machine Learning

Long-Short Term Memory

---

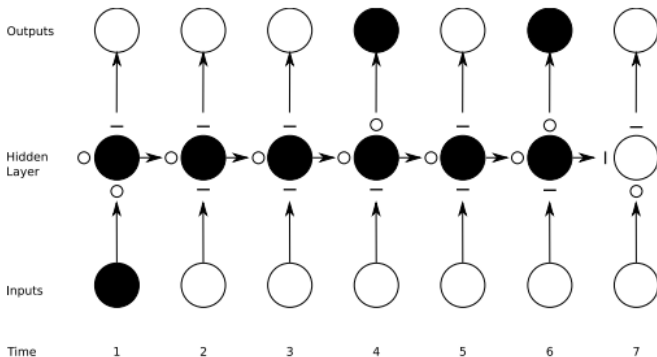
# Long-Short Term Memory



- $F_t = \sigma(W_F * x_t + U_F * h_{t-1} + b_F)$  (forget gate)
- $I_t = \sigma(W_I * x_t + U_I * h_{t-1} + b_I)$  (input gate)
- $O_t = \sigma(W_O * x_t + U_O * h_{t-1} + b_O)$  (output gate)
- $c_t = F_t \circ c_{t-1} + I_t \circ \tanh(W_c * x_t + U_c * h_{t-1} + b_c)$
- $h_t = O_t \circ \tanh(c_t)$
- $o_t = f(W_o * h_t + b_o)$

# Long-Short Term Memory

vanishing gradient “résolu” (ou presque)



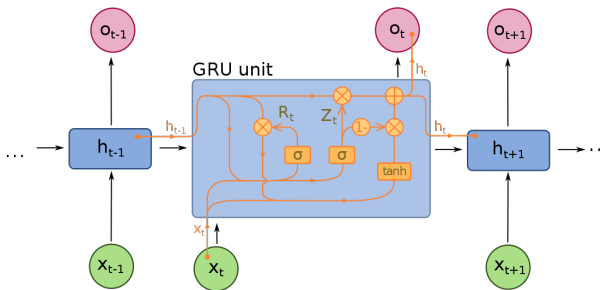
# Machine Learning

D'autres variantes...

---

# D'autres variantes

## Gated Recurrent Unit



$$Z_t = \sigma(W_Z * x_t + U_Z * h_{t-1} + b_Z) \quad (\text{update gate} \approx \text{input et forget gates})$$

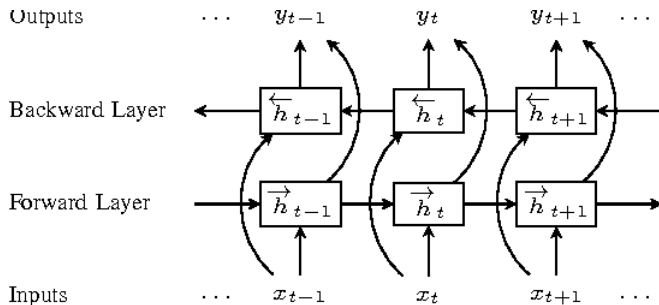
$$R_t = \sigma(W_R * x_t + U_R * h_{t-1} + b_R) \quad (\text{reset gate} \approx \text{output gate})$$

$$h_t = Z_t \circ h_{t-1} + (1 - Z_t) \circ \tanh(W_h * x_t + U_h(R_t \circ h_{t-1}) + b_h)$$

Moins de paramètres que LSTM, aussi efficace dans beaucoup de tâches

## D'autres variantes

### RNN bi-directionnels



Permet de “gérer” des séquences plus longues

Dans des réseaux récurrents profonds, on peut ajouter des récurrences entre les différentes couches...

## D'autres variantes



wikiHow



# **Problématiques liées au machine learning**

Données à dimension variable : Traitement du langage

---

## Classification :

- thème/genre (gutenberg.org : 57k livres)
- auteur (gutenberg.org : 57k livres)
- sentiment (Kaggle movie review : 222k commentaires rotten tomatoes)
- reconnaissance d'entités nommées (Kaggle Annotated Corpus for NER : 1.3M tags)
- ...

Compréhension :

- Question/réponses (SQUAD : 150k questions)
- Traduction (europarl : 450k phrases alignées)
- ...

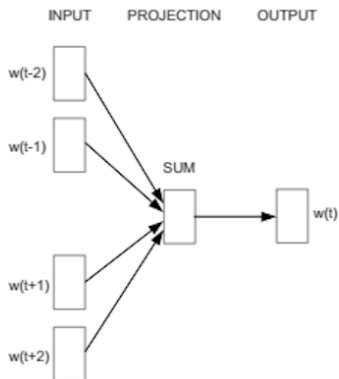
# Traitement du langage : word embeddings

mot = indice dans un dictionnaire (dimension  $> 30000$ )

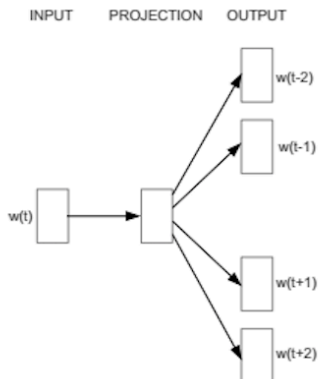
mot = vecteur “sémantique” (dimension  $< 1000$ )

- word2vec
- CBOW/Skip-Gram
- Thought vector (pour des phrases ou même des documents entiers)
- ...

# Traitement du langage : word embeddings

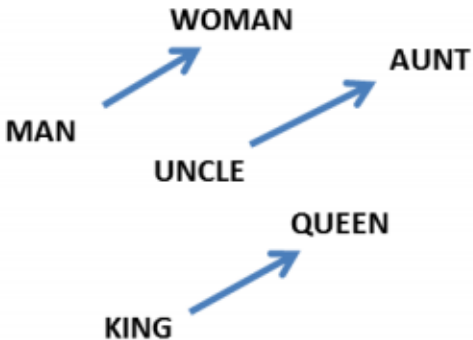


**CBOW**



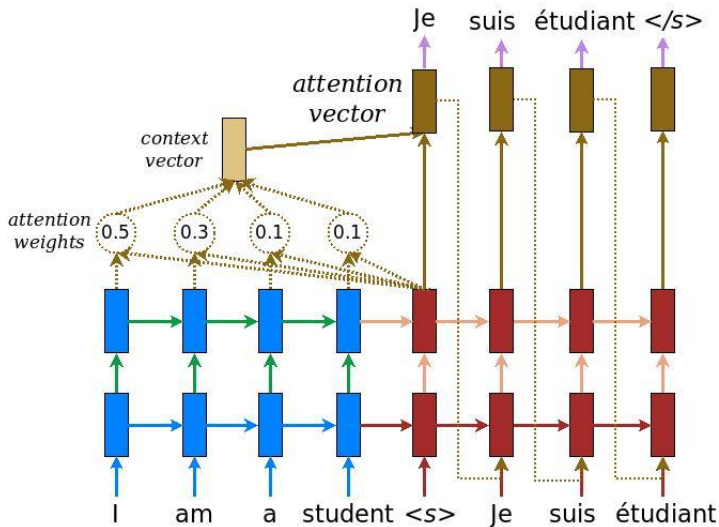
**Skip-gram**

## Traitement du langage : word embeddings

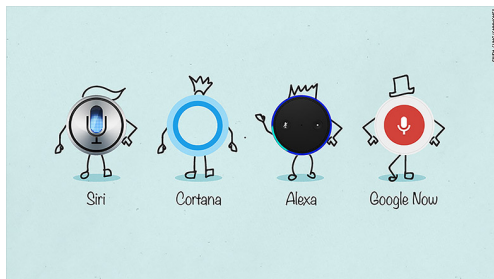


Démo dans l'espace word2vec  
Visualisation de l'espace word2vec

# Traitement du langage : Modèle à attention



## Transcription et synthèse de la parole





## Identification du locuteur



## Chatbot

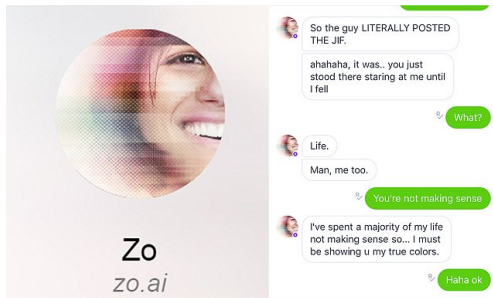
```
Welcome to

EEEEEE LL      IIII ZZZZZZZ AAAAA
EE      LL      II      ZZ  AA  AA
EEEEEE LL      II      ZZZ  AAAAAA
EE      LL      II      ZZ  AA  AA
EEEEEE LLLLLL IIII ZZZZZZZ AA  AA

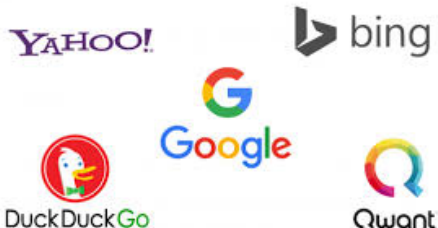
Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU:   Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU:   They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU:   Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU:   He says I'm depressed much of the time.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU:   It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?
YOU:   █
```

## Chatbot



## Moteur de recherche



# Traitement du langage : Champs d'application

## Extraction de données



Démo reconnaissance d'entités nomées

## Analyse de sentiments



Démo analyse de sentiments

## Résumé

<b>Input: Article 1st sentence</b>	<b>Model-written headline</b>
metro-goldwyn-mayer reported a third-quarter net loss of dlrs 16 million due mainly to the effect of accounting rules adopted this year	mgm reports 16 million net loss on higher revenue
starting from july 1, the island province of hainan in southern china will implement strict market access control on all incoming livestock and animal products to prevent the possible spread of epidemic diseases	hainan to curb spread of diseases
australian wine exports hit a record 52.1 million liters worth 260 million dollars (143 million us) in september, the government statistics office reported on monday	australian wine exports hit record high in september

## Traduction

Traduire **français** (langue identifiée) ▾

Bonjour,

Nos filles souhaitent faire un échange ensemble dans le cadre du programme Brigitte Sauzay. Avant de passer au dossier administratif, nous souhaitons vous poser quelques questions pour s'assurer que nous envisagions cet échange entre nos filles de la même façon.

Le professeur d'allemand de Gaïa a gentiment accepté de traduire nos questions afin d'éviter des incompréhensions à cause de problèmes de traduction.

Concernant les dates, Emma nous a dit que vous souhaitiez que Gaïa soit repartie avant le 19 juin car vous partiez en vacances.

Traduire en **anglais** ▾

Hello,

Our daughters would like to do an exchange together as part of the Brigitte Sauzay program. Before moving on to the administrative file, we wanted to ask you a few questions to ensure that we consider this exchange between our daughters in the same way.

Gaïa's German teacher kindly agreed to translate our questions in order to avoid misunderstandings due to translation problems.

Regarding the dates, Emma told us that you wanted Gaïa to leave before June 19 because you were going on vacation.

## Démo traduction de DeepL





## Language Technology

making good progress

mostly solved

### Spam detection

Let's go to Agra!



Buy VIAGRA ...



### Part-of-speech (POS) tagging

ADJ ADJ NOUN VERB ADV

Colorless green ideas sleep furiously.

### Named entity recognition (NER)

PERSON ORG LOC

Einstein met with UN officials in Princeton

### Sentiment analysis

Best roast chicken in San Francisco!



The waiter ignored us for 20 minutes.



### Coreference resolution

Carter told Mubarak he shouldn't run again.

### Word sense disambiguation (WSD)

I need new batteries for my *mouse*.



### Parsing

I can see Alcatraz from the window!

### Machine translation (MT)

第13届上海国际电影节开幕...



The 13<sup>th</sup> Shanghai International Film Festival...

### Information extraction (IE)

You're invited to our dinner party, Friday May 27 at 8:30



Party  
May 27  
add

still really hard

### Question answering (QA)

Q. How effective is ibuprofen in reducing fever in patients with acute febrile illness?

### Paraphrase

XYZ acquired ABC yesterday

ABC has been taken over by XYZ

### Summarization

The Dow Jones is up

The S&P500 jumped

Housing prices rose

Economy is good

### Dialog

Where is Citizen Kane playing in SF?



Castro Theatre at 7:30. Do you want a ticket?



≈ 2015

# Traitement du langage : Champs d'application

## mostly solved

### Spam detection

Let's go to Agra!



Buy VIAGRA ...



### Part-of-speech (POS) tagging

ADJ ADJ NOUN VERB ADV

Colorless green ideas sleep furiously.

### Named entity recognition (NER)

PERSON ORG LOC

Einstein met with UN officials in Princeton

### Word sense disambiguation (WSD)

I need new batteries for my *mouse*.



### Machine translation (MT)

第13届上海国际电影节开幕...



The 13<sup>th</sup> Shanghai International Film Festival...

### Information extraction (IE)

You're invited to our dinner party, Friday May 27 at 8:30



## making good progress

### Sentiment analysis

Best roast chicken in San Francisco!



The waiter ignored us for 20 minutes.



### Coreference resolution

Carter told Mubarak he shouldn't run again.

### Parsing

I can see Alcatraz from the window!

### Question answering (QA)

Q. How effective is ibuprofen in reducing fever in patients with acute febrile illness?

### Paraphrase

XYZ acquired ABC yesterday

ABC has been taken over by XYZ

### Summarization

The Dow Jones is up

The S&P500 jumped

Housing prices rose

Economy is good

## still really hard

### Dialog

Where is Citizen Kane playing in SF?



Castro Theatre at 7:30. Do you want a ticket?



# Deep Learning par la Pratique

Travaux Pratiques : RNN

---

RNN

# Deep Learning par la Pratique

Autoencodeurs

---



# Deep Learning par la Pratique

Travaux Pratiques : Autoencodeurs

---

## Autoencodeurs