

UNIVERSITÉ D'AVIGNON
ET DES PAYS DE VAUCLUSE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE



Réseaux de Neurones Artificiels pour une Intelligence toute aussi Artificielle

Mohamed Morchid
Laboratoire Informatique d'Avignon (LIA)
Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (UAPV)

Séminaire Agorantic - 7 Décembre 2016



Sommaire

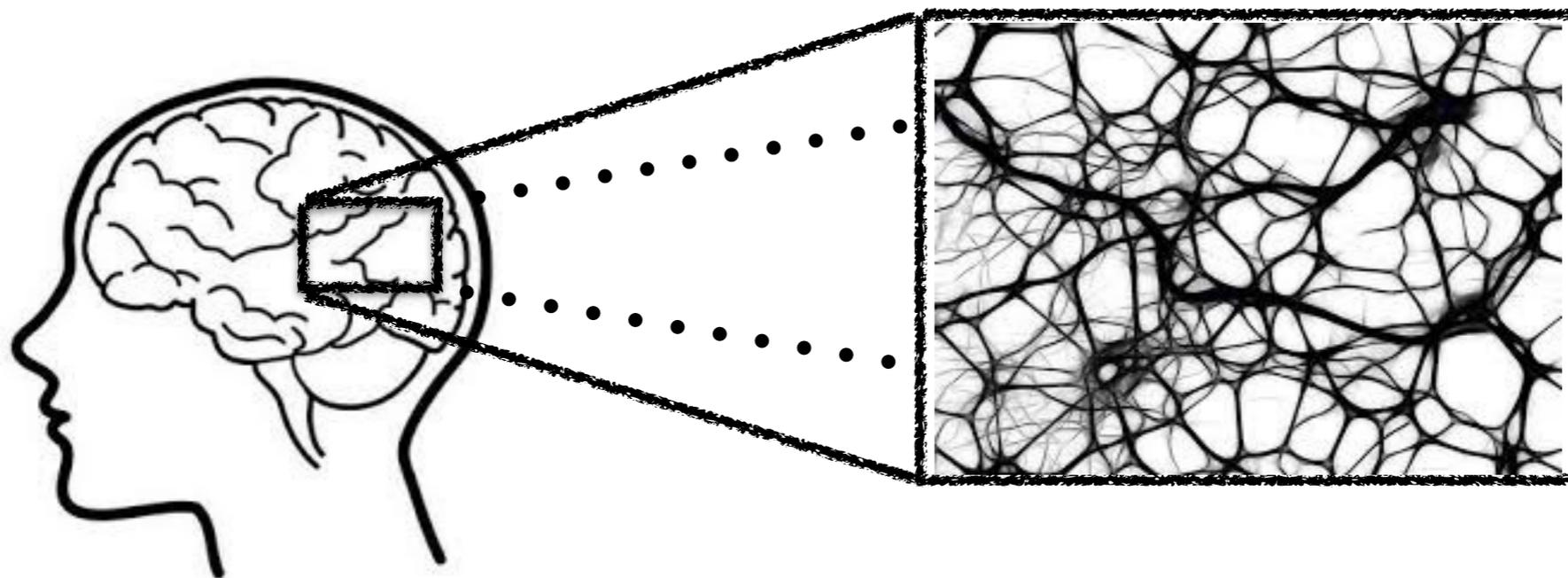
- I) Neurones biologiques
- II) Utilité et usages des réseaux de neurones
- III) Réseaux de neurones artificiels
- IV) Conclusion

Neurones biologiques

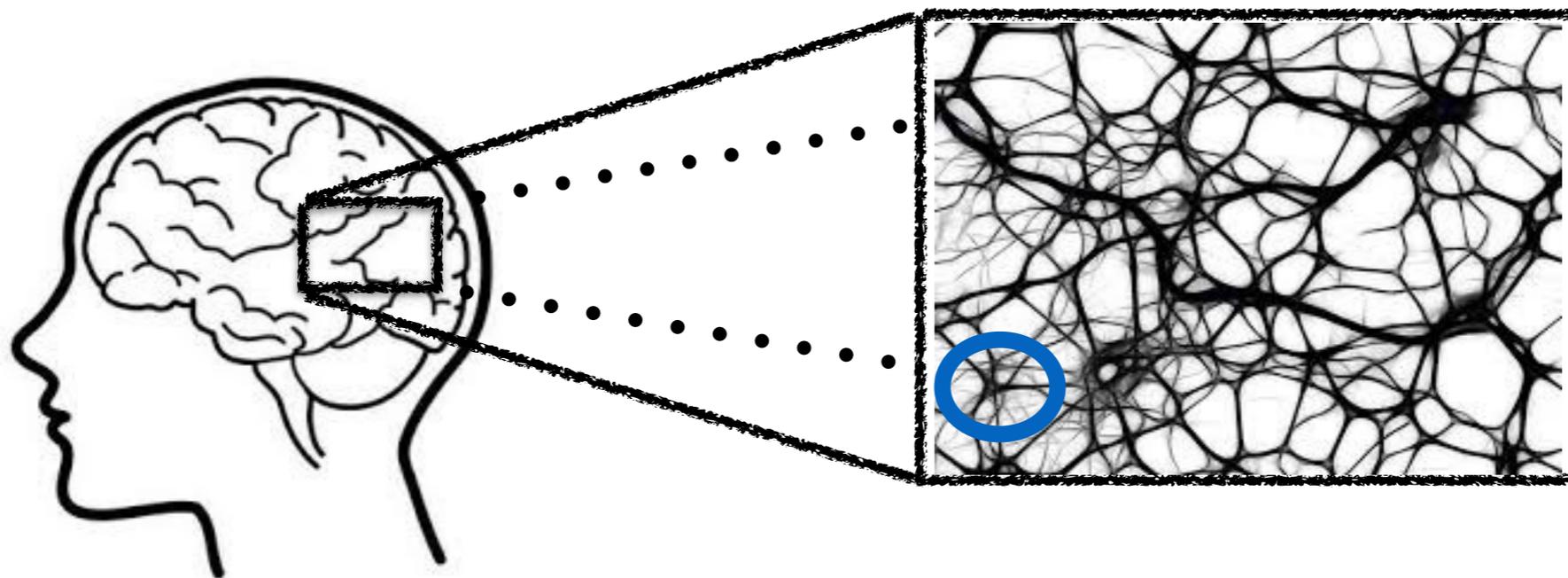
Des neurosciences à l'intelligence artificielle



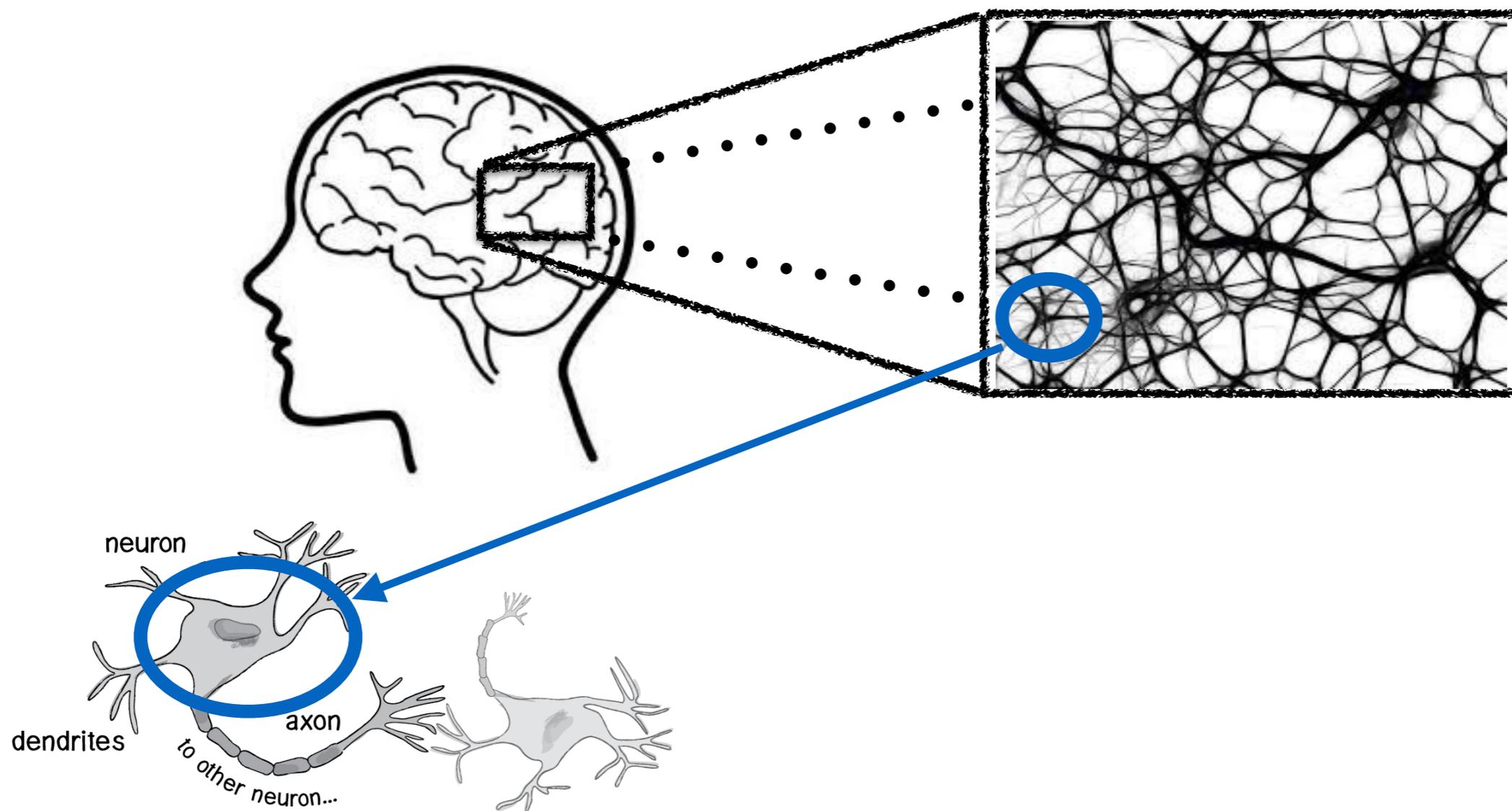
Des neurosciences à l'intelligence artificielle



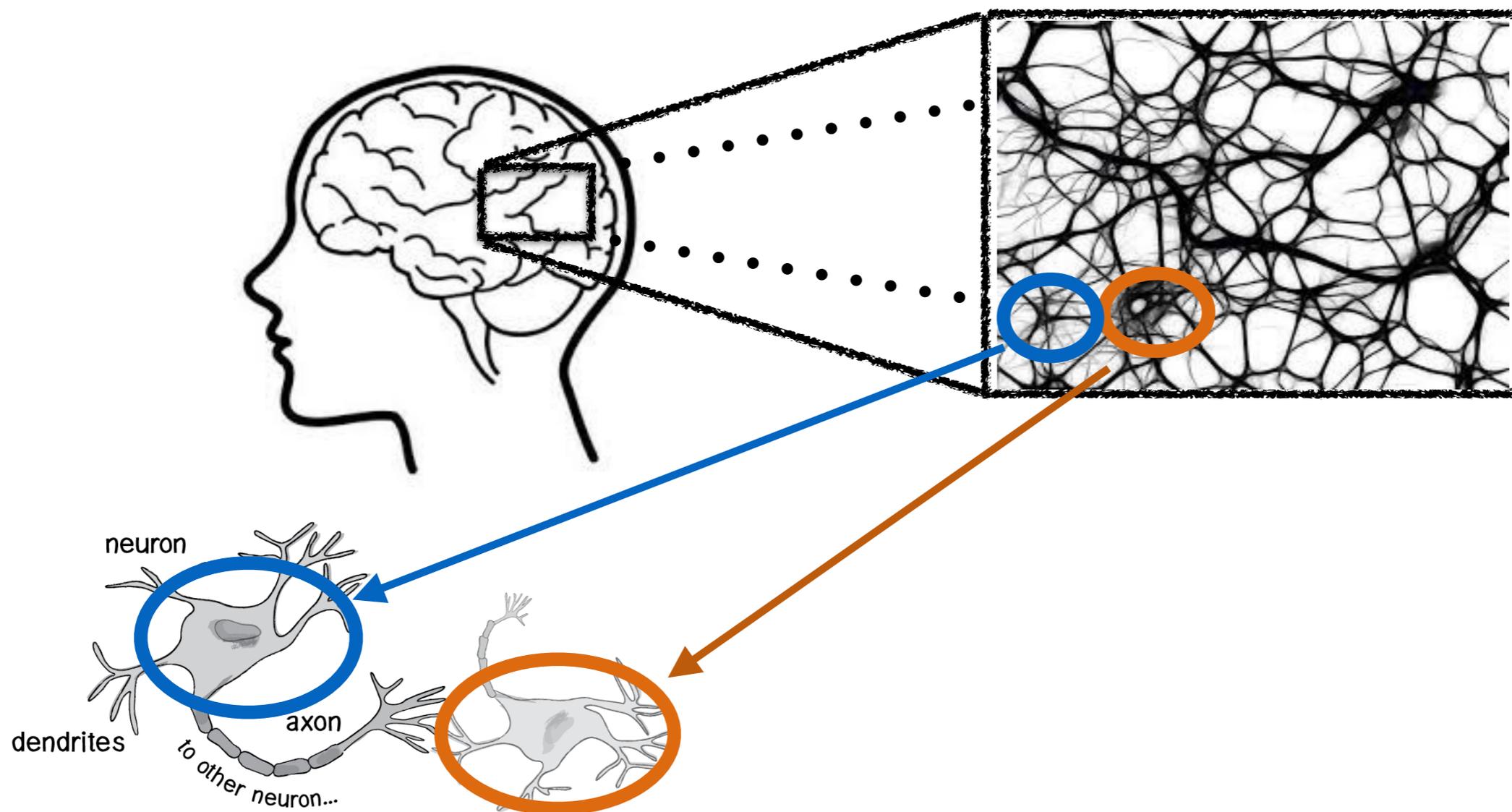
Des neurosciences à l'intelligence artificielle



Des neurosciences à l'intelligence artificielle



Des neurosciences à l'intelligence artificielle



Des neurosciences à l'intelligence artificielle



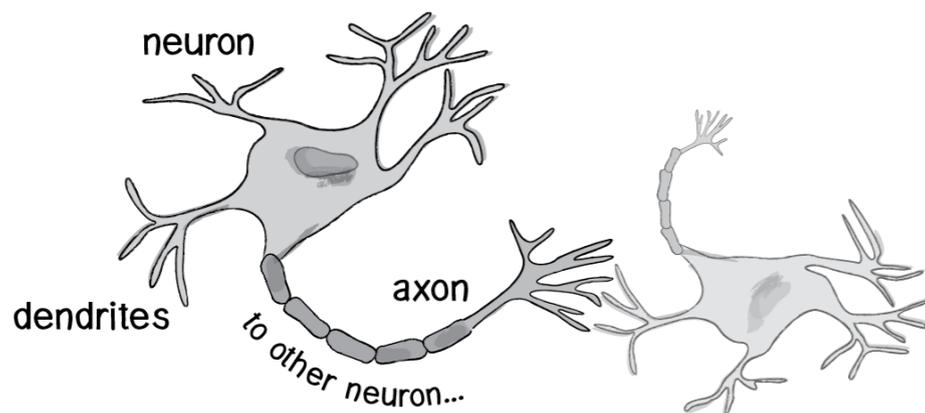
☞ **10 milliards** de **neurones** électro-chimiques **interconnectés**

☞ chacun est connecté avec près de 10 000 autres

☞ chacun reçoit en entrée des impulsions électro-chimiques (dendrites)

☞ chaque neurone fournit ou non en sortie (axone) aux neurones connectés une impulsion (0/1) si la somme des signaux d'entrées $>$ seuil

☞ modèle sur lequel est basé les réseaux de neurones artificiels ou réseaux de neurones.



Des neurosciences à l'intelligence artificielle



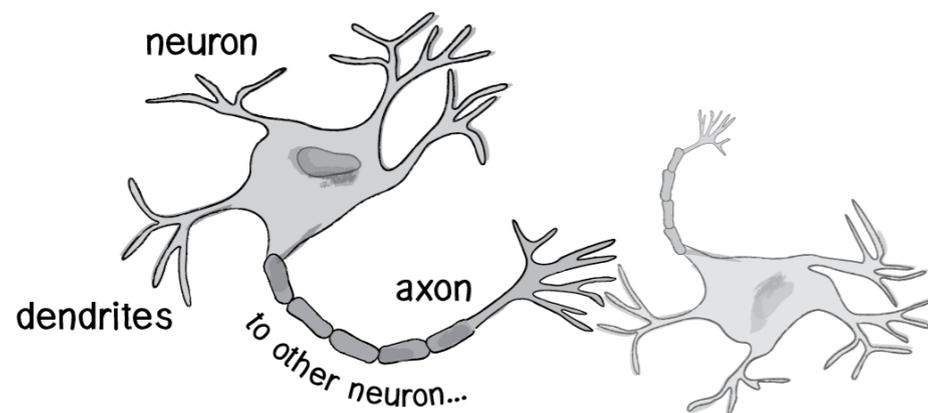
☞ 10 milliards de neurones électro-chimiques interconnectés

☞ chacun est **connecté** avec plus de **10 000 autres**

☞ chacun reçoit en entrée des impulsions électro-chimiques (dendrites)

☞ chaque neurone fournit ou non en sortie (axone) aux neurones connectés une impulsion (0/1) si la somme des signaux d'entrées $>$ seuil

☞ modèle sur lequel est basé les réseaux de neurones artificiels ou réseaux de neurones.



Des neurosciences à l'intelligence artificielle



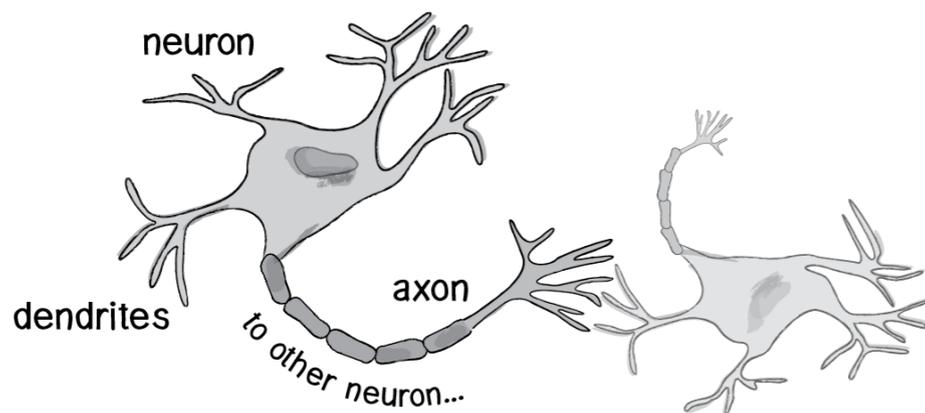
☞ 10 milliards de neurones électro-chimiques interconnectés

☞ chacun est connecté avec plus de 10 000 autres

☞ chacun **reçoit en entrée** des **impulsions** électro-chimiques (**dendrites**)

☞ chaque neurone fournit ou non en sortie (axone) aux neurones connectés une impulsion (0/1) si la somme des signaux d'entrées > seuil

☞ modèle sur lequel est basé les réseaux de neurones artificiels ou réseaux de neurones.



Des neurosciences à l'intelligence artificielle



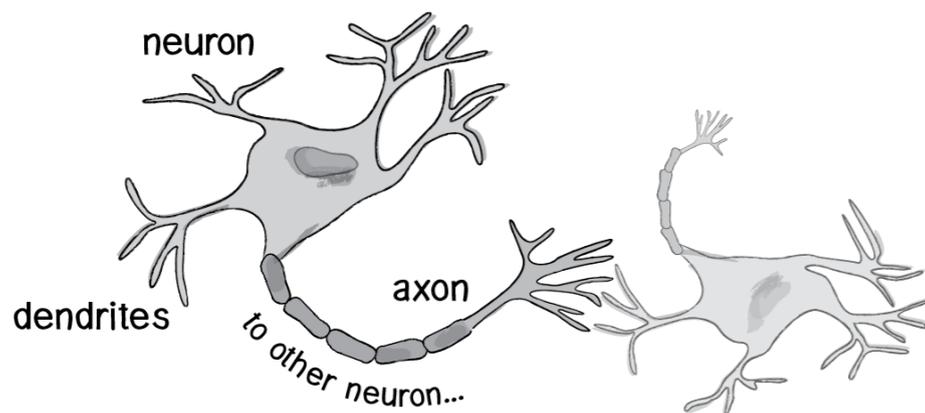
☞ 10 milliards de neurones électro-chimiques interconnectés

☞ chacun est connecté avec plus de 10 000 autres

☞ chacun reçoit en entrée des impulsions électro-chimiques (dendrites)

☞ chaque neurone fournit ou non en **sortie (axone)** aux neurones connectés une **impulsion** (0/1) si la somme des signaux d'entrées $>$ seuil

☞ modèle sur lequel est basé les réseaux de neurones artificiels ou réseaux de neurones.



Des neurosciences à l'intelligence artificielle

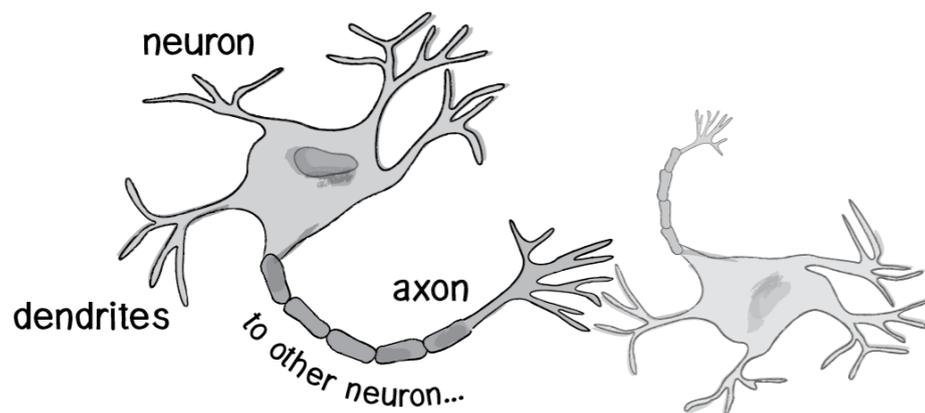


☞ 10 milliards de neurones électro-chimiques interconnectés

☞ chacun est connecté avec plus de 10 000 autres

☞ chacun reçoit en entrée des impulsions électro-chimiques (dendrites)

☞ chaque neurone fournit ou non en sortie (axone) aux neurones connectés une impulsion (0/1) si la somme des signaux d'entrées $>$ seuil



☞ **modèle** sur lequel est **basé** les réseaux de **neurones artificiels** ou réseaux de neurones.

Utilité et usages des réseaux de neurones

Comment une cellule élémentaire parvient-elle à réaliser des tâches si complexes ?

- A partir d'un très **grand nombre d'unités** de traitement extrêmement **simples**, le **cerveau** parvient à **exécuter** des **tâches** extrêmement **complexes**.

Comment une cellule élémentaire parvient-elle à réaliser des tâches si complexes ?

- A partir d'un très grand nombre d'unités de traitement extrêmement simples, le cerveau parvient à exécuter des tâches extrêmement complexes.
- Le **neurone artificiel** reproduit le processus cognitif **humain** pour la réalisation de tâches **complexes** pour les ordinateurs mais **naturelles** pour l'homme.

Comment une cellule élémentaire parvient-elle à réaliser des tâches si complexes ?

- http://www.lespasseurs.com/Conte_du_Colibri.htm



“Easy-for-a-human but difficult-for-a-machine”

- Ces tâches **simples** pour **l’homme** s’avèrent souvent **complexes** pour la **machine**.
- Exemple : Vous m’avez dit bonjour et serrez la main **aujourd’hui** => vous êtes capable de me reconnaître parmi une foule de personnes **demain*** **.

* *Malgré mon physique commun ...*

** *Artificial Intelligence: A Modern Approach* de Stuart J. Russell et Peter Norvig
AI for Game Developers par David M. Bourg et Glenn Seemann

“Easy-for-a-human but difficult-for-a-machine”



“Easy-for-a-human but difficult-for-a-machine”



Quelles sont les images de chat ?

“**Easy**-for-a-human but difficult-**for-a-machine**”

- Problèmes incroyablement **simple** pour un **ordinateur** à résoudre, mais **difficile** pour **l’homme**.
- Exemple : Racine carrée de 964 324 ?

“**Easy**-for-a-human but difficult-**for-a-machine**”

- Problèmes incroyablement **simple** pour un **ordinateur** à résoudre, mais **difficile** pour **l’homme**.
- Exemple : Racine carrée de 964 324 ?

Une ligne de **code** informatique **rapide** produit la valeur 982 en moins d'une **milli-seconde**.

Réseaux de neurones artificiels

Une histoire de neurones ...

Premier modèle

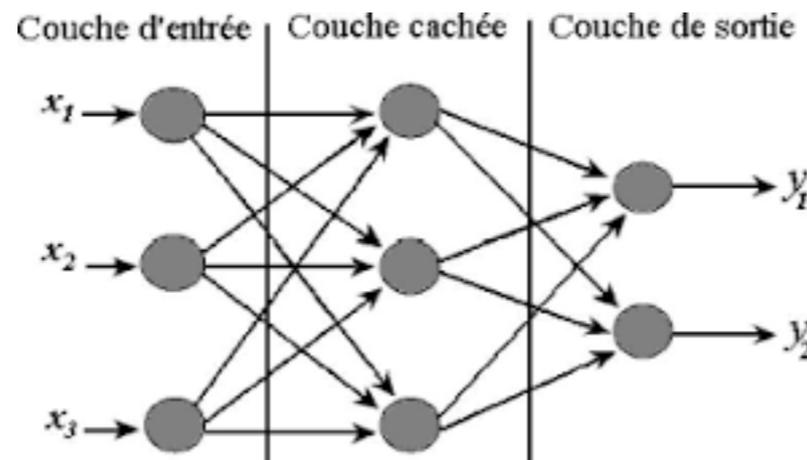
- En 1943, Warren S. McCulloch, un neuro-scientifique, et Walter Pitts, un [logicien](#), ont développé le **premier** modèle conceptuel d'un **réseau neuronal artificiel***.
- Les travaux qui ont suivi n'était pas destiné à décrire avec précision le fonctionnement du cerveau biologique.
- Au lieu de cela, un réseau de neurones **artificiels** a été **conçu** comme un **modèle** de **calcul** basé sur le cerveau pour résoudre **certains types** de **problèmes**.

**Un calcul logique des idées imminentes dans l'activité nerveuse*

Une histoire de neurones ...

Multi-Layer Perceptron

- Un réseau neuronal est un système de calcul “**connexionniste**”.
- Les systèmes informatiques réalisent des **procédures** : Le programme démarre à la première ligne de code, l'exécute et passe à la suivante, en suivant les instructions d'une manière linéaire.



Une histoire de neurones ...

Réseaux de neurones récurrents

- De nombreux problèmes du **monde réel combinent** des prédictions très **localisées** avec des informations **contextuelles** (séquence de mots, ...).
- Réseaux de neurones récurrents ou RNN (LSTM*, GRU**, ...).

*Hochreiter, S., Schmidhuber, J., *Long Short-Term Memory*, Neural Computation 9 (8), 1997.
Demo : http://www.cs.toronto.edu/~graves/handwriting.cgi?text=poissonnier+salut&style=..%2Fdata%2Ftrainset_diff_no_start_all_labels.nc%2C1495%2B898&bias=0.15&samples=1.

**K. Cho, B. van Merriënboer, D. Bahdanau, and Y. Bengio. *On the properties of neural machine translation: Encoder-decoder approaches*. arXiv, 2014.

Une histoire de neurones ...

Réseaux de neurones convolutionnels

- Le traitement de **données visuelles** (images, vidéos,...) nécessitent des **modélisations** tenant compte du **contenu** et de la **disposition** pour la compréhension du document.
- Réseaux de neurones convolutionnels ou CNN* ** ***.

* A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. Hinton. *Imagenet classification with deep convolutional neural networks*. NIPS, 2012.

** N. Kalchbrenner, E. Grefenstette, P. Blunsom, *A Convolutional Neural Network for Modelling Sentences*, arxiv, 2014.

*** Exemples : <http://cs.stanford.edu/people/karpathy/convnetjs/>

Conclusion

Conclusion

- Les réseaux de neurones ne **réalisent pas toutes** les tâches.
- Nécessitent de **grandes bases** d'apprentissage.
- **Domaine très** (très) **évolutif** (des centaines d'articles/an).
- Nécessitent des **compétences informatiques** mais surtout conceptuelles (**comprendre** la tâche et ses implications sous-jacentes).

Librairies et tutoriels

- **Theano** : <http://deeplearning.net/software/theano/>

J Bergstra, O Breuleux, F Bastien, et al. "Theano: a CPU and GPU math expression compiler. In: Proceedings of the (2010).

- **Kaldi** : <http://kaldi-asr.org/doc/dnn2.html>

- **DeepLearning.net** : <http://deeplearning.net/tutorial/>

- **Seras** : <https://keras.io>

Des questions ?

Démos avec des RNNs et CNNs

Démo pour le TAL

<http://www.cs.toronto.edu/~ilya/rnn.html>

THE TEXT-GENERATING RNN DEMO

TL;DR Generate wacky stuff

Welcome to the RNN demo. Type a string into the text box, and the RNN will generate characters that start with this text. It will be nonsense most of the time, but it will occasionally be amusing and interesting.

The RNN is particularly amusing because it sometimes generates wise-sounding nonsense. For example, try typing "The meaning of life is".

Unfortunately the running the RNN takes a bit of time, so please be patient! It's slow because we need to perform two 1500x1500 matrix-vector products for each generated character. As a result, it generates about 20 characters a second.

Click on a sentence to get started a feel for the RNN

[My name is](#)

[Today is](#)

[My greatest accomplishment is](#)

[Matrix 1](#)

[Quantum ph](#)

[The meaning of life is](#)

[This is a piece of](#)

Or try typing something creative. Up to you!

The generation prefix :

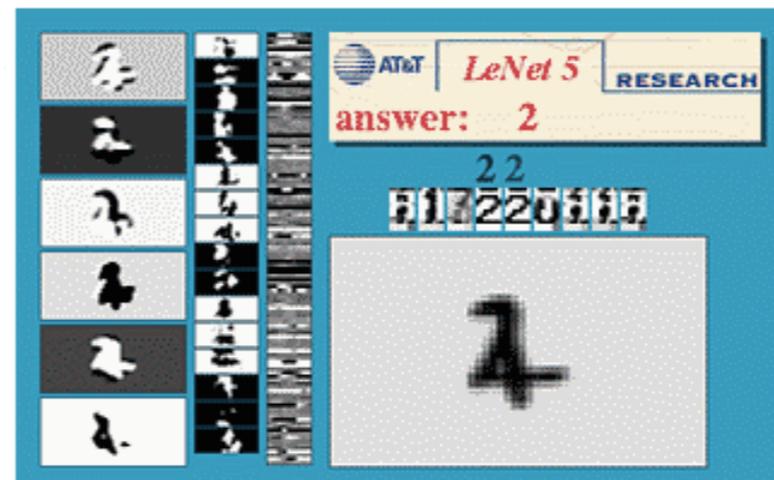
How many chars :

My greatest accomplishment is . The techn

Démo pour le traitement de l'image

<http://yann.lecun.com/exdb/lenet/a12.html>

SDNN and Overlapping Characters



Quelques références

Les RNNs pour le TAL

Traduction automatique :

Learning phrase representations using RNN encoder-decoder for statistical machine translation

K. Cho, B. Merriënboer, C. Gulcehre, F. Bougares, H. Schwenk, Y. Bengio., Arxiv, 2014.

Analyse de messages courts (tweets) :

Learning Sentiment-Specific Word Embedding for Twitter Sentiment Classification

D. Tang, F. Wei, N. Yang, M. Zhou, T. Liu, B. Qin, ACL, 2014.

Traitement de la parole (reconnaissance de phonèmes) :

Speech Recognition with Deep Recurrent Neural Networks

A. Graves, A.-R. Mohamed, G. Hinton, arxiv, 2°13.

Quelques travaux du LIA autour des RNs

Quaternion Neural Networks for Spoken Language Understanding

Titouan Parcollet, Mohamed Morchid, Pierre-Michel Bousquet, Richard Dufour, Georges Linarès et Renato De Mori

IEEE SLT 2016, 13-16 Décembre **2016**, San Diego, (Etats-Unis)

Parallel Long Short-Term Memory for Multi-Stream Classification

Mohamed Bouaziz, Mohamed Morchid, Richard Dufour, Georges Linarès et Renato De Mori

IEEE SLT 2016, 13-16 Décembre **2016**, San Diego, (Etats-Unis)

Deep Stacked Autoencoders for Spoken Language Understanding

Killian Janod, Mohamed Morchid, Richard Dufour, Georges Linarès et Renato De Mori

ISCA INTERSPEECH 2016, 8-12 Septembre **2016**, San Fransisco, (Etats-Unis)

Topic-Space based Setup of a Neural Network for Theme Identification of Highly Imperfect Transcriptions

Mohamed Morchid, Richard Dufour et Georges Linarès

IEEE ASRU 2015, 13-17 Décembre **2015**, Scottsdale, (Etats-Unis)

Exemple de Traitement avec un MLP

Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Chat

Felis silvestris catus

★ Vous lisez un « bon article ».

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Chat \(animal\)](#) et [Chat \(homonymie\)](#).

Le **chat domestique** (*Felis silvestris catus*) est la sous-espèce issue de la domestication du chat sauvage, mammifère carnivore de la famille des félidés. Il est l'un des principaux animaux de compagnie et compte aujourd'hui une cinquantaine de races différentes reconnues par les instances de certification. Dans de nombreux pays, le chat entre dans le cadre de la législation sur les carnivores domestiques à l'instar du chien et du furet.

Felidae

Félidés, Félines

(Redirigé depuis [Félin](#))

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Fantassin à équipements et liaisons intégrés](#) et [Félines \(film, 2011\)](#).

Les **Félidés** (**Felidae**) ou **Félines** sont une famille de carnivores félifformes. On y distingue les grands félins (*Pantherinae*) des petits félins (*Felinae*). Parmi leurs traits caractéristiques figurent leur tête ronde au crâne raccourci, leur mâchoire dotée d'environ trente dents, et leurs griffes rétractiles, exception faite du guépard, du chat viverrin et du chat à tête plate. Les félins sont digitigrades, c'est-à-dire qu'ils marchent en appuyant sur leurs doigts (la plante du pied ne se pose pas sur le sol).

Chien

Canis lupus familiaris

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Chien \(homonymie\)](#).

Le **chien** (*Canis lupus familiaris*) est la sous-espèce domestique de *Canis lupus*, un mammifère de la famille des Canidés (Canidae), laquelle comprend également le loup gris et le dingo, chien domestique redevenu sauvage.

Le chien est la première espèce animale à avoir été domestiquée par l'Homme pour l'usage de la chasse dans une société humaine paléolithique qui ne maîtrise alors ni l'agriculture ni l'élevage. La lignée du chien s'est différenciée génétiquement de celle du loup gris il y a environ 100 000 ans¹, et les plus anciens restes confirmés de canidé différencié de la lignée du loup sont vieux, selon les sources, de 33 000 ans^{2,3} ou de 12 000 ans⁴, donc antérieurs de plusieurs dizaines de milliers d'années à ceux de toute autre espèce domestique connue. Depuis la Préhistoire, le chien a accompagné l'homme durant toute sa phase de sédentarisation, marquée par l'apparition des premières civilisations agricoles. C'est à ce moment qu'il a acquis la capacité de digérer l'amidon⁵, et que ses fonctions d'auxiliaire de l'homme se sont étendues. Ces nouvelles fonctions ont entraîné une différenciation accrue de la sous-espèce et l'apparition progressive de races canines identifiables. Le chien est aujourd'hui utilisé à la fois comme animal de travail et comme animal de compagnie. Son instinct de meute, sa domestication précoce et les caractéristiques comportementales qui en découlent lui valent familièrement le surnom de « meilleur ami de l'Homme »⁶.

Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Chat

Felis silvestris catus

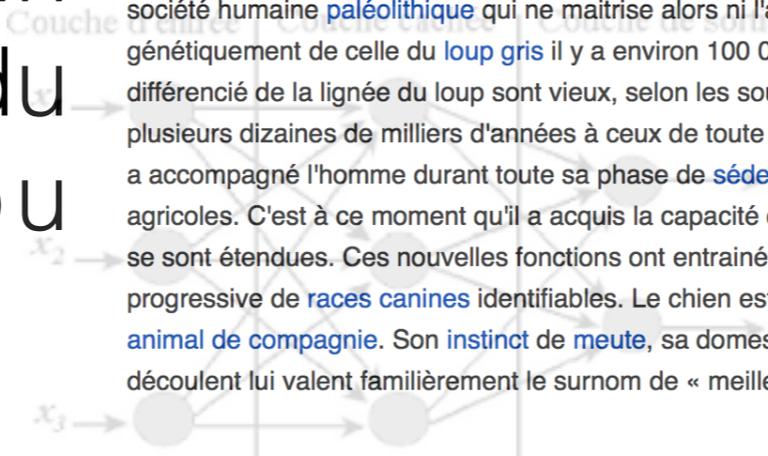
★ Vous lisez un « bon article ».

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Chat \(animal\)](#) et [Chat \(homonymie\)](#).

Le **chat domestique** (*Felis silvestris catus*) est la sous-espèce issue de la domestication du chat sauvage, mammifère carnivore de la famille des félidés. Il est l'un des principaux animaux de compagnie et compte aujourd'hui une cinquantaine de races différentes reconnues par les instances de certification. Dans de nombreux pays, le chat entre dans le cadre de la législation sur les carnivores domestiques à l'instar du chien et du furet.

Objectif ou tâche:

Déterminer si un document traite du sujet "chat" ou d'autres choses.



Felidae

Félidés, Félin

(Redirigé depuis Félin)

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Fantassin à équipements et liaisons intégrés](#) et [Félin \(film, 2011\)](#).

Les **Félidés** (**Felidae**) ou **Félin**s sont une famille de carnivores félifformes. On y distingue les grands félin (Pantherinae) des petits félin (Felinae). Parmi leurs traits caractéristiques figurent leur tête ronde au crâne raccourci, leur mâchoire dotée d'environ trente dents, et leurs griffes rétractiles, exception faite du guépard, du chat viverrin et du chat à tête plate. Les félin sont digitigrades, c'est-à-dire qu'ils marchent en appuyant sur leurs doigts (la plante du pied ne se pose pas sur le sol).

Chien

Canis lupus familiaris

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Chien \(homonymie\)](#).

Le chien (*Canis lupus familiaris*) est la sous-espèce domestique de *Canis lupus*, un mammifère de la famille des Canidés (Canidae), laquelle comprend également le loup gris et le dingo, chien domestique redevenu sauvage.

Le chien est la première espèce animale à avoir été domestiquée par l'Homme pour l'usage de la chasse dans une société humaine paléolithique qui ne maîtrise alors ni l'agriculture ni l'élevage. La lignée du chien s'est différenciée génétiquement de celle du loup gris il y a environ 100 000 ans¹, et les plus anciens restes confirmés de canidé différencié de la lignée du loup sont vieux, selon les sources, de 33 000 ans^{2,3} ou de 12 000 ans⁴, donc antérieurs de plusieurs dizaines de milliers d'années à ceux de toute autre espèce domestique connue. Depuis la Préhistoire, le chien a accompagné l'homme durant toute sa phase de sédentarisation, marquée par l'apparition des premières civilisations agricoles. C'est à ce moment qu'il a acquis la capacité de digérer l'amidon⁵, et que ses fonctions d'auxiliaire de l'homme se sont étendues. Ces nouvelles fonctions ont entraîné une différenciation accrue de la sous-espèce et l'apparition progressive de races canines identifiables. Le chien est aujourd'hui utilisé à la fois comme animal de travail et comme animal de compagnie. Son instinct de meute, sa domestication précoce et les caractéristiques comportementales qui en découlent lui valent familièrement le surnom de « meilleur ami de l'Homme »⁶.

Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Chat

Felis silvestris catus

★ Vous lisez un « bon article ».

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Chat \(animal\)](#) et [Chat \(homonymie\)](#).

Le **chat domestique** (*Felis silvestris catus*) est la sous-espèce issue de la domestication du chat sauvage, mammifère carnivore de la famille des félidés. Il est l'un des principaux animaux de compagnie et compte aujourd'hui une cinquantaine de races différentes reconnues par les instances de certification. Dans de nombreux pays, le chat entre dans le cadre de la législation sur les carnivores domestiques à l'instar du chien et du furet.

Felidae

Félidés, Félines

(Redirigé depuis [Félin](#))

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Fantassin à équipements et liaisons intégrés](#) et [Félins \(film, 2011\)](#).

Les **Félidés** (**Felidae**) ou **Félines** sont une famille de carnivores félifformes. On y distingue les grands félins (*Pantherinae*) des petits félins (*Felinae*). Parmi leurs traits caractéristiques figurent leur tête ronde au crâne raccourci, leur mâchoire dotée d'environ trente dents, et leurs griffes rétractiles, exception faite du guépard, du chat viverrin et du chat à tête plate. Les félins sont digitigrades, c'est-à-dire qu'ils marchent en appuyant sur leurs doigts (la plante du pied ne se pose pas sur le sol).

Chien

Canis lupus familiaris

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Chien \(homonymie\)](#).

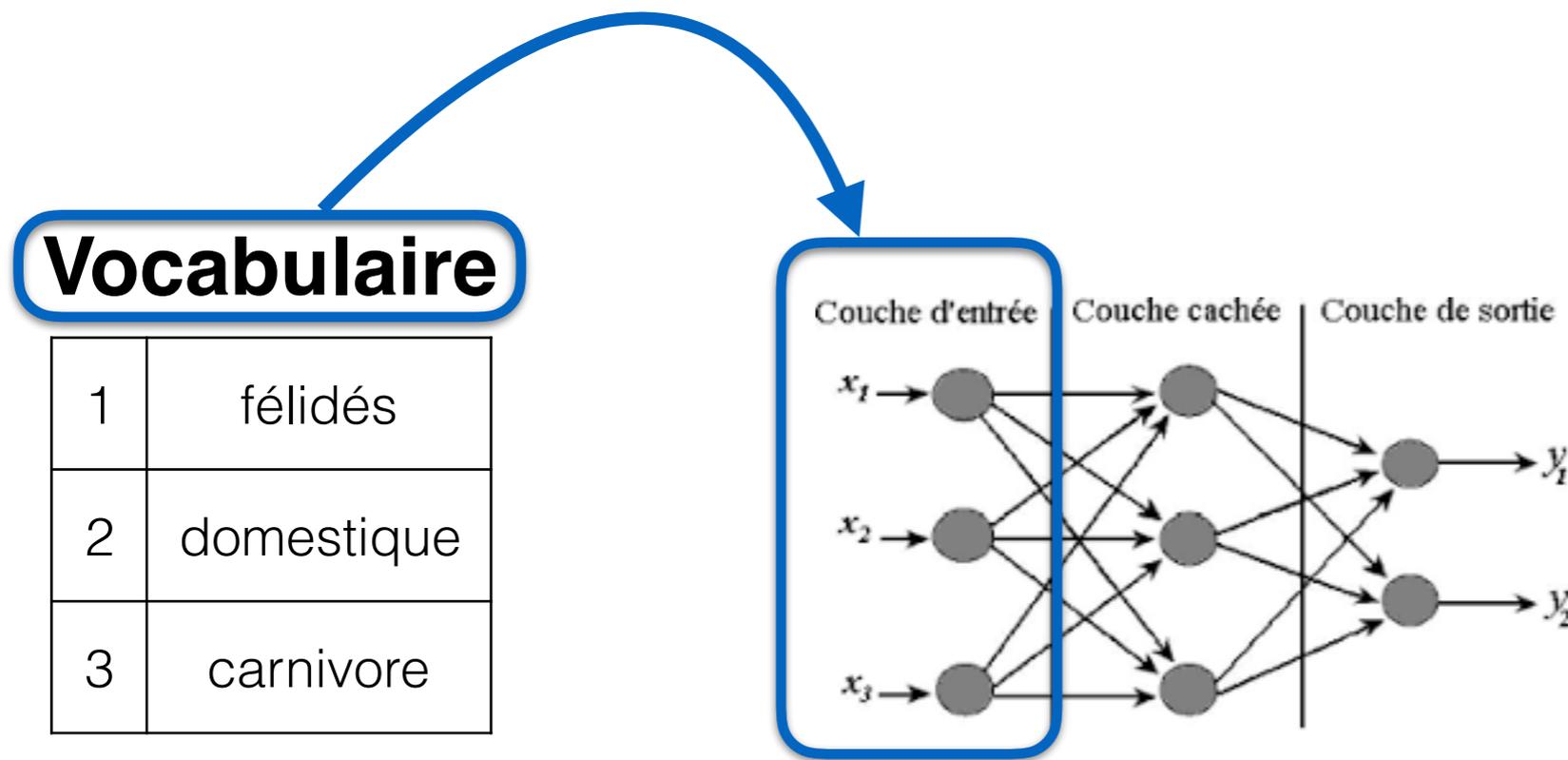
Le **chien** (*Canis lupus familiaris*) est la sous-espèce domestique de *Canis lupus*, un mammifère de la famille des Canidés (*Canidae*), laquelle comprend également le loup gris et le dingo, chien domestique redevenu sauvage.

Le chien est la première espèce animale à avoir été domestiquée par l'Homme pour l'usage de la chasse dans une société humaine paléolithique qui ne maîtrise alors ni l'agriculture ni l'élevage. La lignée du chien s'est différenciée génétiquement de celle du loup gris il y a environ 100 000 ans¹, et les plus anciens restes confirmés de canidé différencié de la lignée du loup sont vieux, selon les sources, de 33 000 ans^{2,3} ou de 12 000 ans⁴, donc antérieurs de plusieurs dizaines de milliers d'années à ceux de toute autre espèce domestique connue. Depuis la Préhistoire, le chien a accompagné l'homme durant toute sa phase de sédentarisation, marquée par l'apparition des premières civilisations agricoles. C'est à ce moment qu'il a acquis la capacité de digérer l'amidon⁵, et que ses fonctions d'auxiliaire de l'homme se sont étendues. Ces nouvelles fonctions ont entraîné une différenciation accrue de la sous-espèce et l'apparition progressive de races canines identifiables. Le chien est aujourd'hui utilisé à la fois comme animal de travail et comme animal de compagnie. Son instinct de meute, sa domestication précoce et les caractéristiques comportementales qui en découlent lui valent familièrement le surnom de « meilleur ami de l'Homme »⁶.

Vocabulaire

1	félidés
2	domestique
3	carnivore

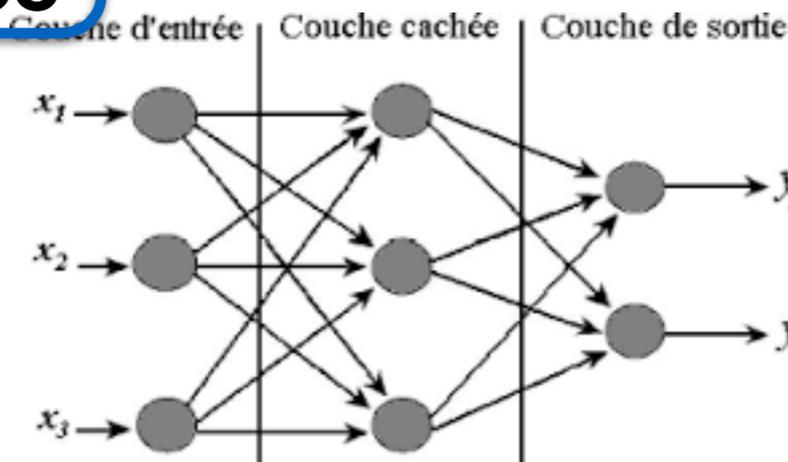
Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron



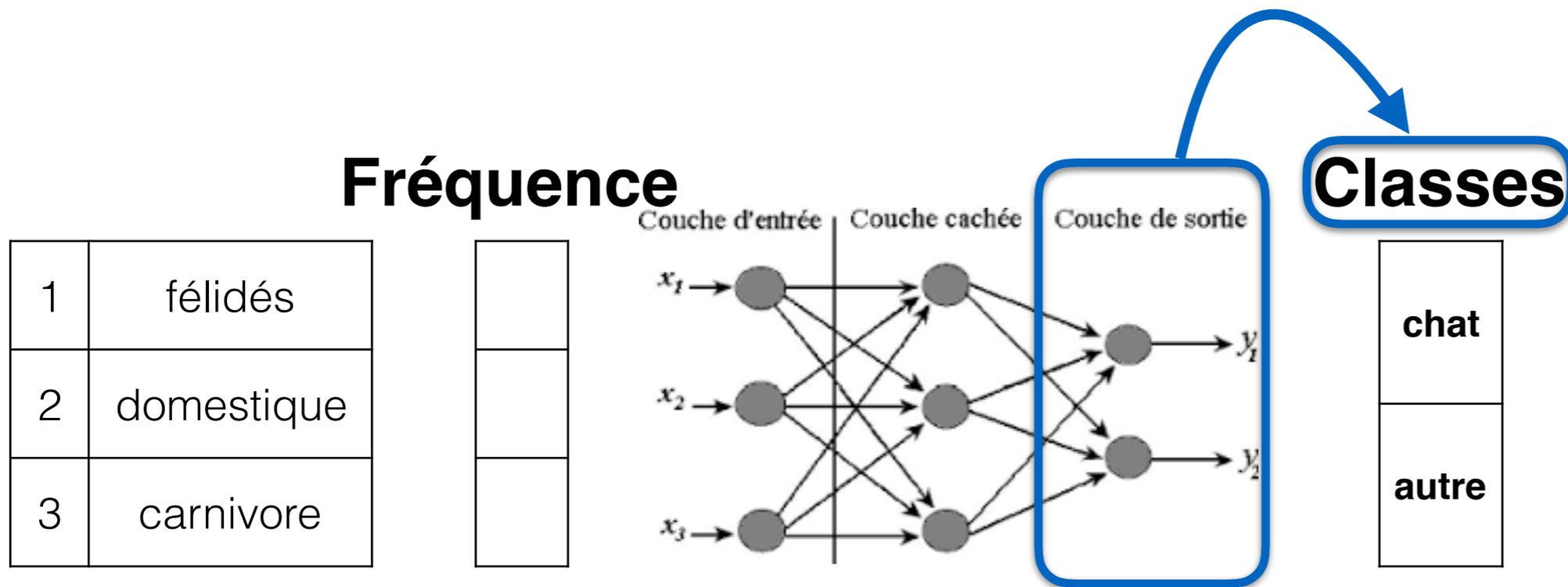
Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Fréquence

1	félicés	
2	domestique	
3	carnivore	



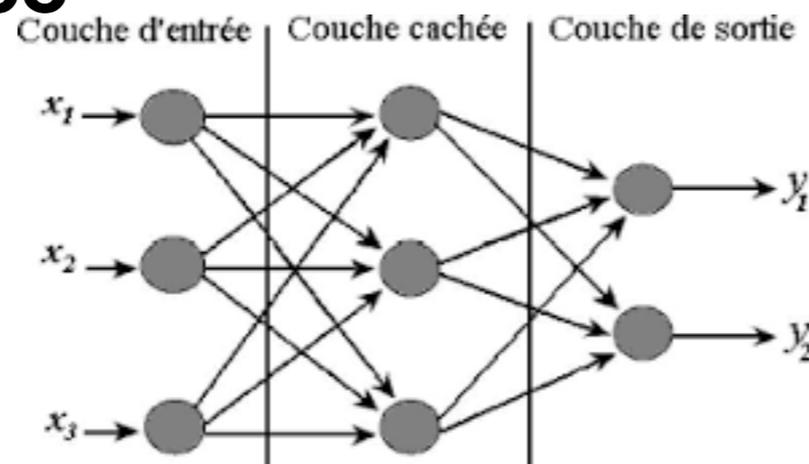
Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron



Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Fréquence

1	félidés
2	domestique
3	carnivore



Classes

chat
autre

Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Chat

Felis silvestris catus

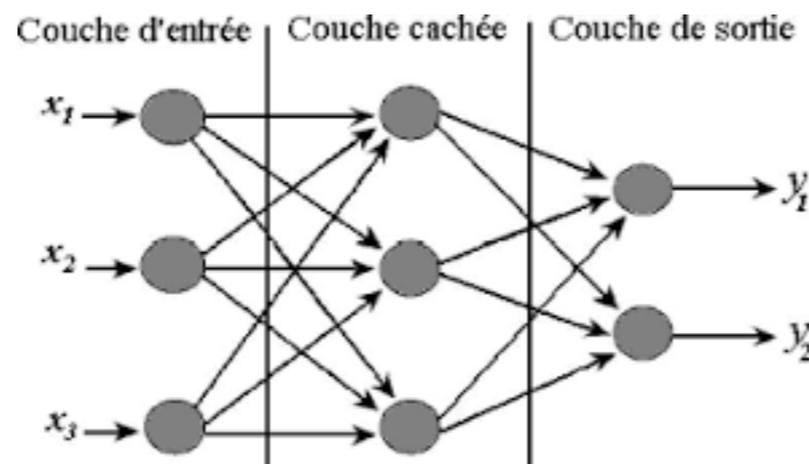
★ Vous lisez un « *bon article* ».

🔗 Pour les articles homonymes, voir *Chat (animal)* et *Chat (homonymie)*.

Le **chat domestique** (*Felis silvestris catus*) est la sous-espèce issue de la **domestication** du **chat sauvage**, **mammifère carnivore** de la **famille** des **félidés**. Il est l'un des principaux **animaux de compagnie** et compte aujourd'hui une cinquantaine de **rares** différentes reconnues par les instances de certification. Dans de nombreux pays, le chat entre dans le cadre de la législation sur les **carnivores domestiques** à l'instar du **chien** et du **furet**.

Vocabulaire

1	félidés
2	domestique
3	carnivore



Classes

chat
autre

Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Chat

Felis silvestris catus

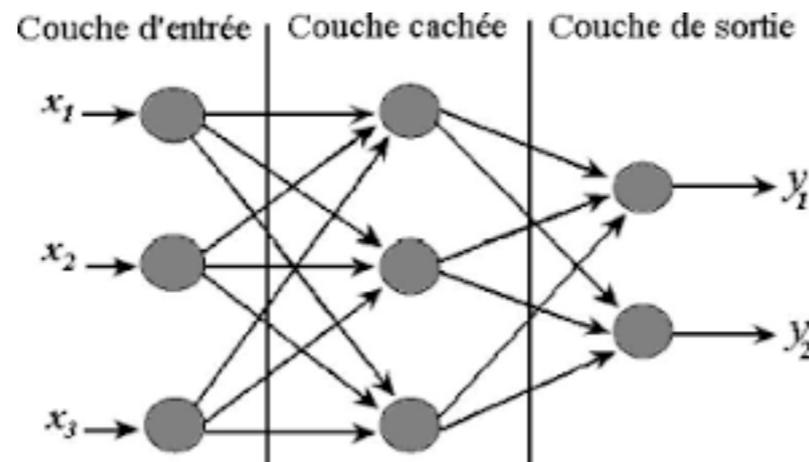
★ Vous lisez un « bon article ».

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Chat \(animal\)](#) et [Chat \(homonymie\)](#).

Le **chat domestique** (*Felis silvestris catus*) est la sous-espèce issue de la domestication du chat sauvage, mammifère carnivore de la famille des félidés. Il est l'un des principaux animaux de compagnie et compte aujourd'hui une cinquantaine de races différentes reconnues par les instances de certification. Dans de nombreux pays, le chat entre dans le cadre de la législation sur les carnivores domestiques à l'instar du chien et du furet.

Vocabulaire

1	félidés	1
2	domestique	2
3	carnivore	2



Classes

chat
autre

Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Chat

Felis silvestris catus

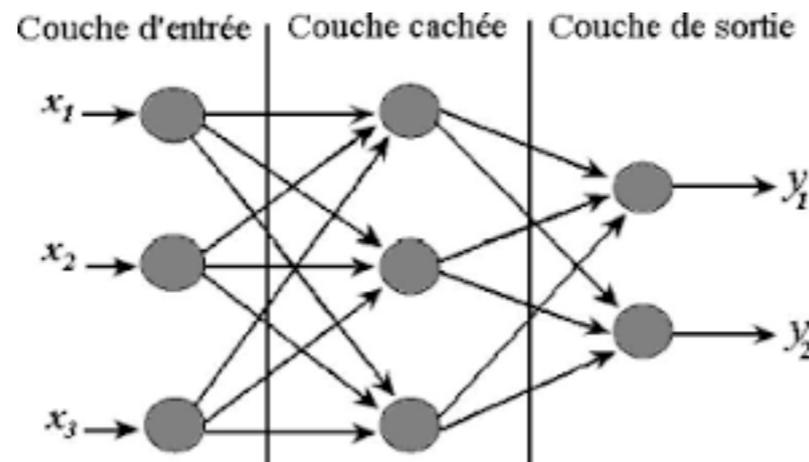
★ Vous lisez un « bon article ».

↻ Pour les articles homonymes, voir *Chat (animal)* et *Chat (homonymie)*.

Le chat domestique (*Felis silvestris catus*) est la sous-espèce issue de la domestication du chat sauvage, mammifère carnivore de la famille des félidés. Il est l'un des principaux animaux de compagnie et compte aujourd'hui une cinquantaine de races différentes reconnues par les instances de certification. Dans de nombreux pays, le chat entre dans le cadre de la législation sur les carnivores domestiques à l'instar du chien et du furet.

Vocabulaire

1	félidés	1
2	domestique	2
3	carnivore	2



Classes

chat
autre

Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Chat

Felis silvestris catus

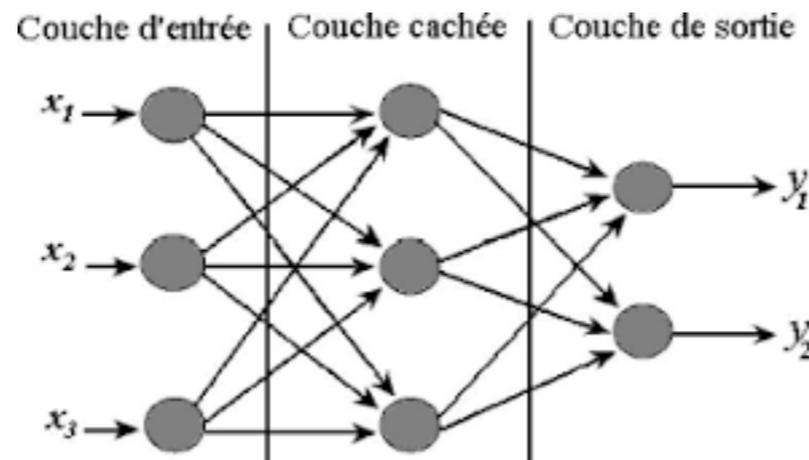
★ Vous lisez un « bon article ».

🔗 Pour les articles homonymes, voir [Chat \(animal\)](#) et [Chat \(homonymie\)](#).

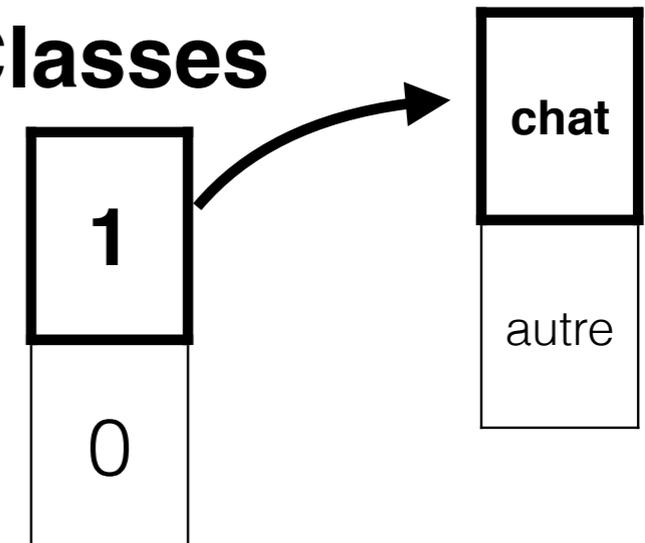
Le chat domestique (*Felis silvestris catus*) est la sous-espèce issue de la domestication du chat sauvage, mammifère carnivore de la famille des félidés. Il est l'un des principaux animaux de compagnie et compte aujourd'hui une cinquantaine de races différentes reconnues par les instances de certification. Dans de nombreux pays, le chat entre dans le cadre de la législation sur les carnivores domestiques à l'instar du chien et du furet.

Vocabulaire

1	félidés	1
2	domestique	2
3	carnivore	2



Classes



Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Felidae

Félidés Félins

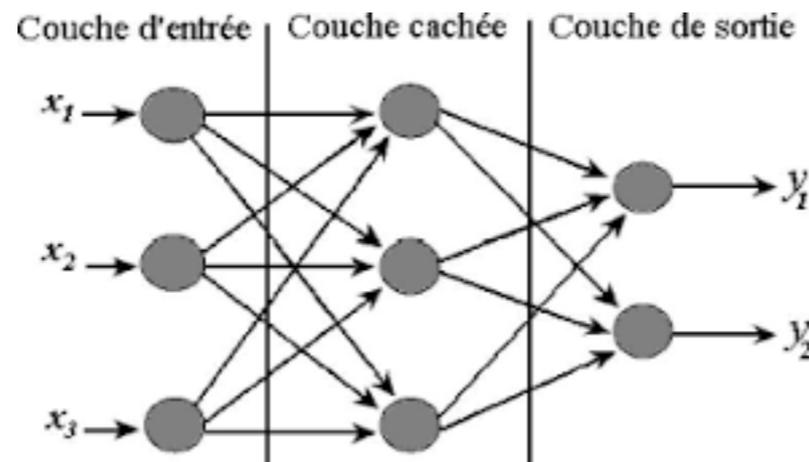
(Redirigé depuis Félin)

➤ Pour les articles homonymes, voir *Fantassin à équipements et liaisons intégrés* et *Félins (film, 2011)*.

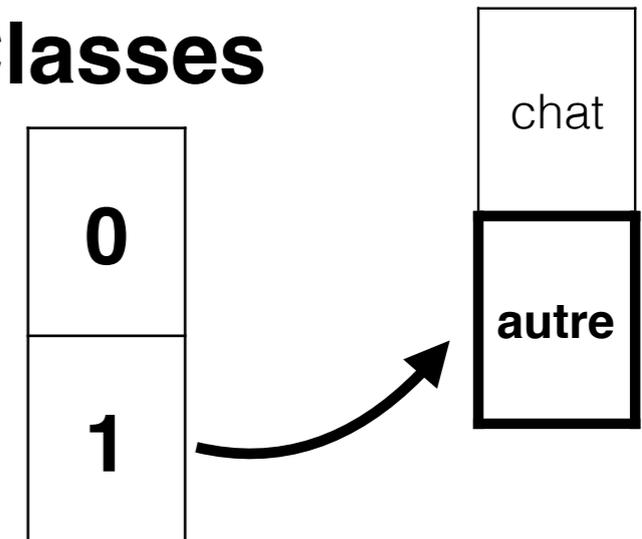
Les **Félidés** (*Felidae*) ou **Félins** sont une famille de **carnivores** félifformes. On y distingue les grands félins (*Pantherinae*) des petits félins (*Felinae*). Parmi leurs traits caractéristiques figurent leur tête ronde au crâne raccourci, leur mâchoire dotée d'environ trente dents, et leurs griffes rétractiles, exception faite du guépard, du chat viverrin et du chat à tête plate. Les félins sont *digitigrades*, c'est-à-dire qu'ils marchent en appuyant sur leurs doigts (la plante du pied ne se pose pas sur le sol).

Vocabulaire

1	félidés	2
2	domestique	0
3	carnivore	1



Classes



Exemple de Traitement avec un Multi-Layer Perceptron

Chien

Canis lupus familiaris

✎ Pour les articles homonymes, voir *Chien (homonymie)*.

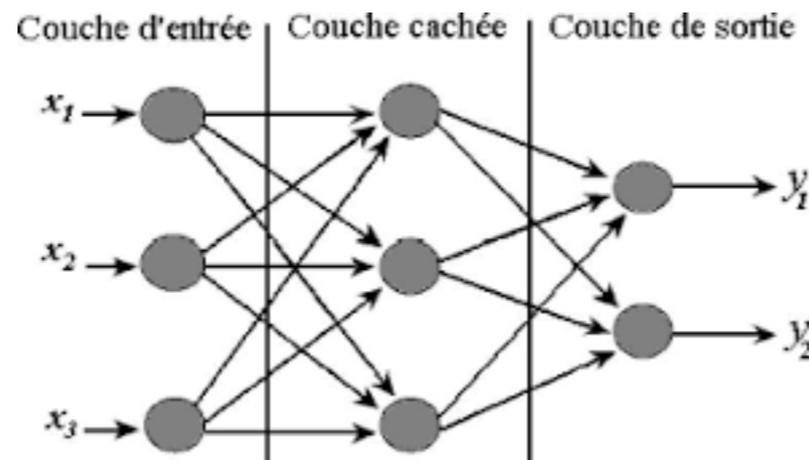
Le **chien** (*Canis lupus familiaris*) est la **sous-espèce domestique** de *Canis lupus*, un **mammifère** de la famille des **Canidés** (Canidae), laquelle comprend également le **loup gris** et le **dingo**, chien domestique devenu sauvage.

Le chien est la première **espèce animale** à avoir été **domestiquée** par l'Homme pour l'usage de la chasse dans une société humaine **paléolithique** qui ne maîtrise alors ni l'agriculture ni l'élevage. La lignée du chien s'est différenciée génétiquement de celle du **loup gris** il y a environ 100 000 ans¹, et les plus anciens restes confirmés de canidé différencié de la lignée du loup sont vieux, selon les sources, de 33 000 ans^{2,3} de 12 000 ans⁴, donc antérieurs de plusieurs dizaines de milliers d'années à ceux de toute **autre espèce domestique** connue. Depuis la **Préhistoire**, le chien a accompagné l'homme durant toute sa phase de **sédentarisation**, marquée par l'apparition des premières **civilisations agricoles**. C'est à ce moment qu'il a acquis la capacité de digérer l'**amidon**⁵, et que ses fonctions d'auxiliaire de l'homme se sont étendues. Ces nouvelles fonctions ont entraîné une différenciation accrue de la **sous-espèce** et l'apparition progressive de **races canines** identifiables. Le chien est aujourd'hui utilisé à la fois comme animal de travail et comme **animal de compagnie**. Son **instinct** de **meute**, sa **domestication** précoce et les caractéristiques **comportementales** qui en découlent lui valent familièrement le surnom de « meilleur ami de l'Homme »⁶.

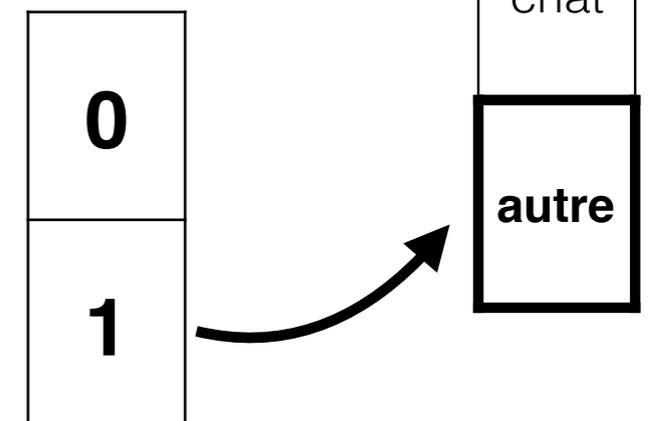
Vocabulaire

1	félidés
2	domestique
3	carnivore

0
5
0



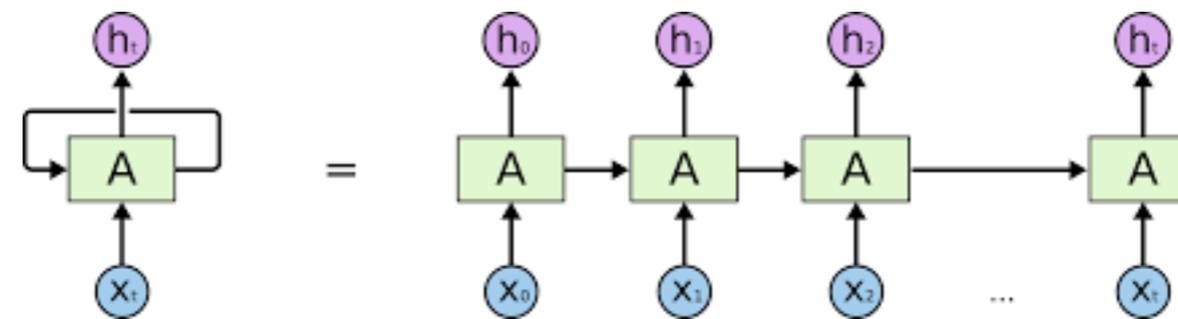
Classes



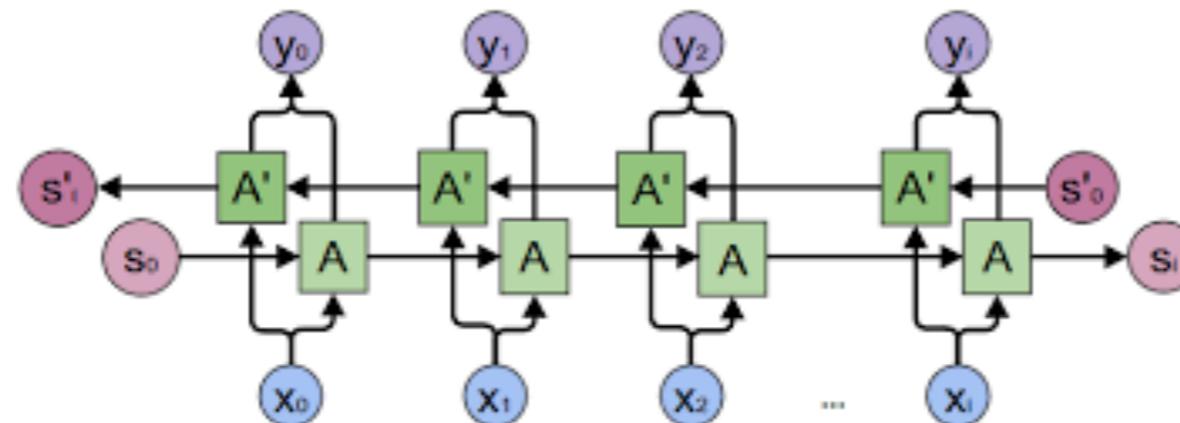
Réseaux de neurones récurrents

Fonctionnement des RNNs

RNN

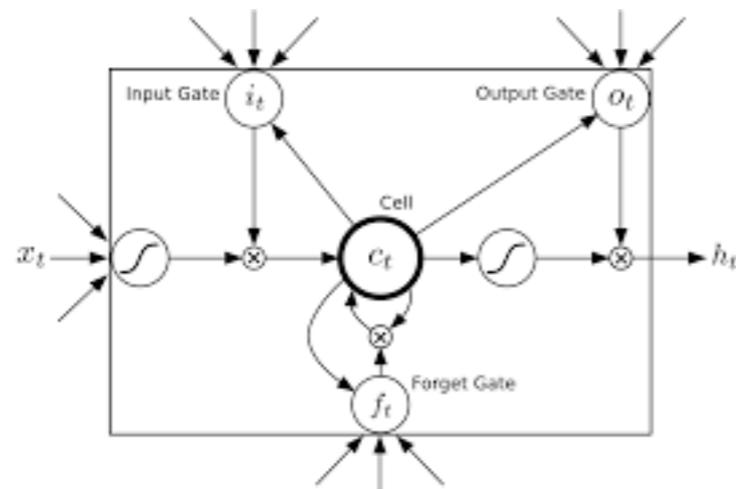


Bidirectionnel RNN



Fonctionnement des RNNs

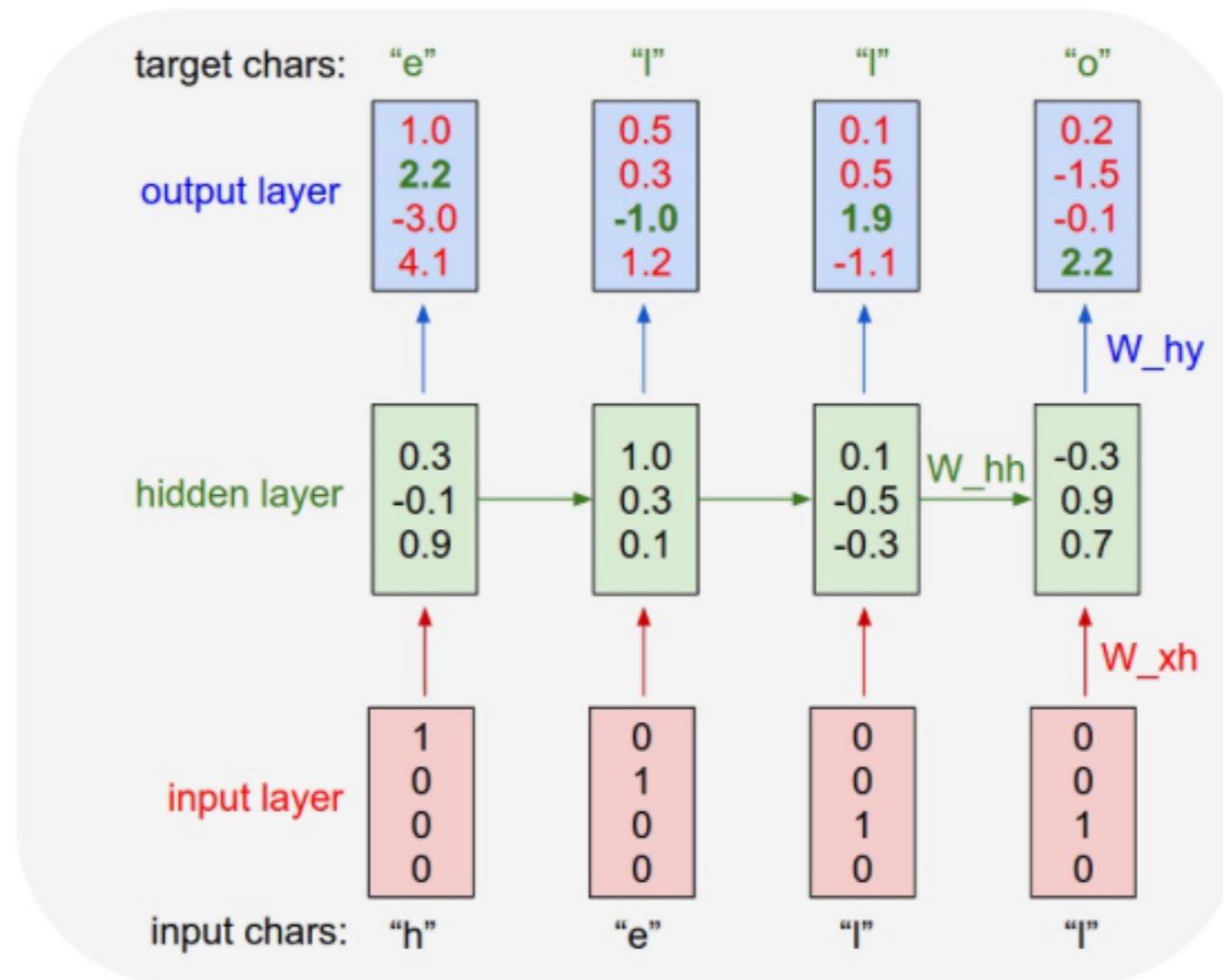
LSTM



$$\begin{aligned}i &= \sigma(x_t U^i + s_{t-1} W^i) \\f &= \sigma(x_t U^f + s_{t-1} W^f) \\o &= \sigma(x_t U^o + s_{t-1} W^o) \\g &= \tanh(x_t U^g + s_{t-1} W^g) \\c_t &= c_{t-1} \circ f + g \circ i \\s_t &= \tanh(c_t) \circ o\end{aligned}$$

Exemple de traitement avec les RNNs

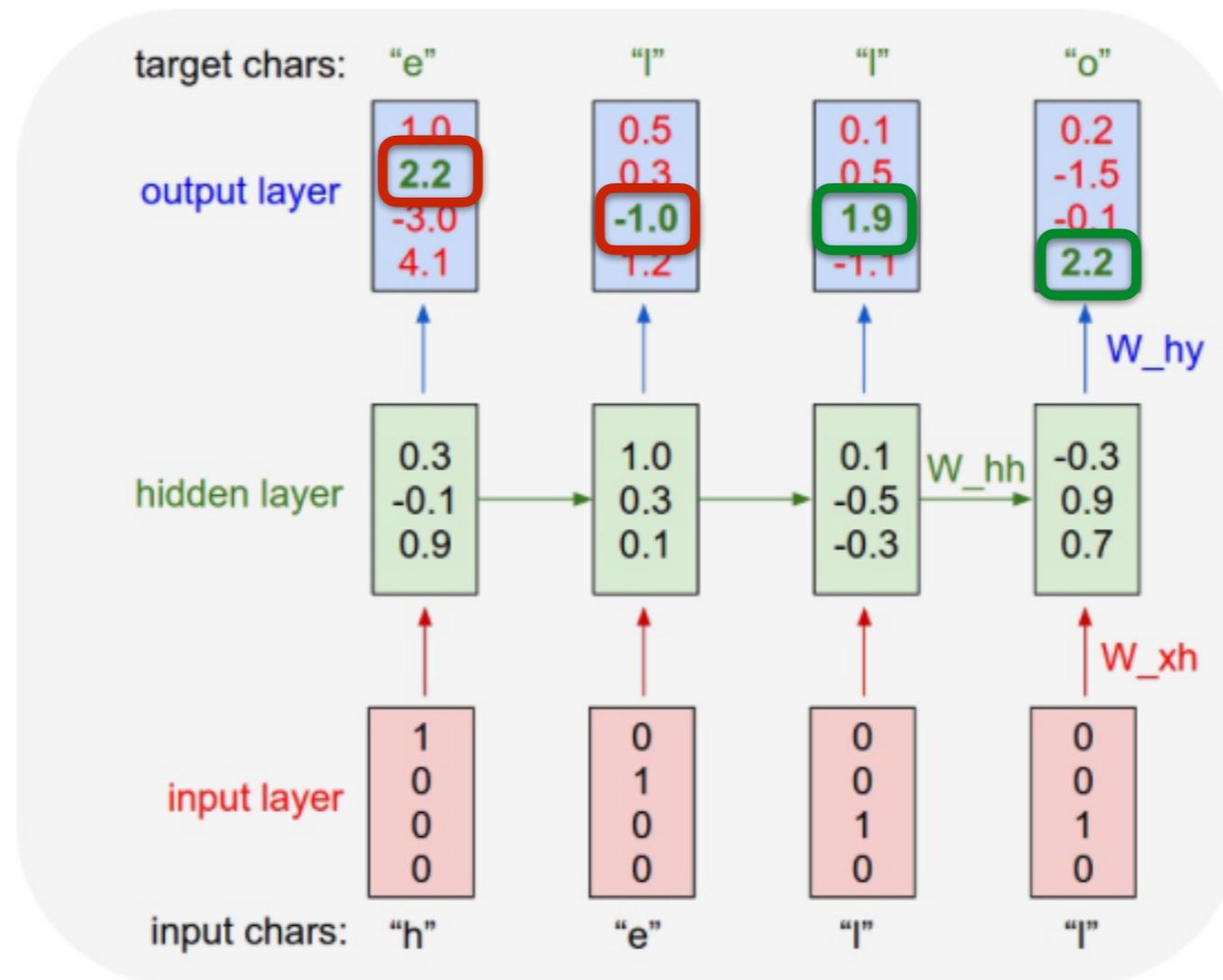
sortie : ello



entrée : hell

Exemple de traitement avec les RNNs

sortie : ello



hello

entrée : hell