

## **SOMMAIRE**

1. INTRODUCTION .....	2
2. HISTORIQUE .....	3
3. DEFINITION	
3.1 INSPIRATION BIOLOGIQUE .....	4
3.2 FONCTIONNEMENT D'UN NEURONE .....	5
3.3 NEURONE FORMEL .....	7
3.4 RESEAU DE NEURONE ARTIFICIEL .....	8
4. APPRENTISSAGE POUR LES RESEAUX DE NEURONES .....	11
4.1 APPRENTISSAGE SUPERVISE	
4.2 APPRENTISSAGE NON SUPERVISE	
5. DOMAINES D'APPLICATION.....	12
6. AVANTAGES ET INCONVENIENTS .....	13
8. EXEMPLE D'APPLICATION.....	14
10. CONCLUSION.....	19

## ***1. Introduction***

Les réseaux de neurones, composés de structures cellulaires artificielles, constituent une approche permettant d'aborder sous des angles nouveaux les problèmes de perception, de mémoire, d'apprentissage et de raisonnement. Ils semblent aussi être des alternatives très prometteuses pour contourner certaines limitations des ordinateurs classiques.

Grâce à leur traitement parallèle de l'information et à leurs mécanismes inspirés des neurones réels, ils créent des propriétés émergentes permettant de solutionner des problèmes qui nous dépassaient autrefois.

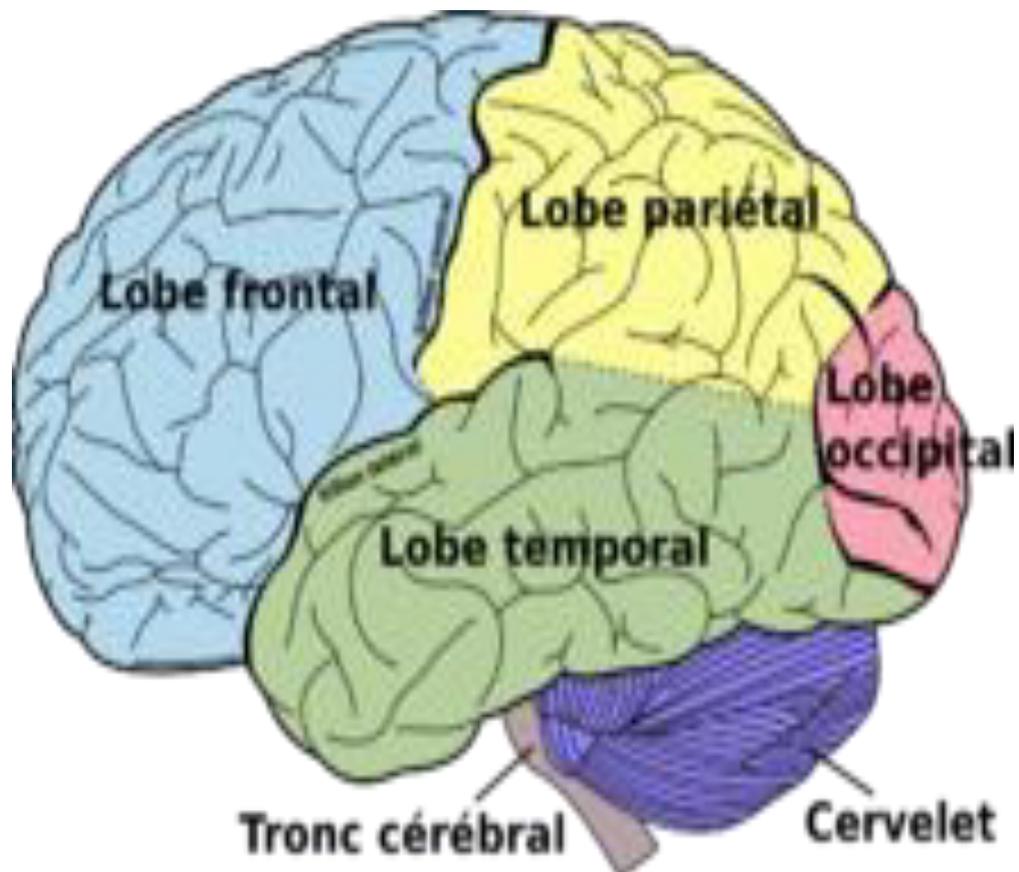
## **2. Historique**

De façon générale, on situe le début des réseaux de neurones artificiels en 1943, avec les travaux de « McCulloch et Pitts » qui montrent qu'un réseau de neurones discret, sans contrainte de topologie, peut représenter n'importe quelle fonction booléenne et donc émuler un ordinateur. En 1958, « Rosenblatt » propose le premier algorithme d'apprentissage, qui permet d'ajuster les paramètres d'un neurone. En 1969, Minsky et Papert publient le livre 'Perceptrons', dans lequel ils utilisent une solide argumentation mathématique pour démontrer les limitations des réseaux de neurones à une seule couche. En 1982, « Hopfield » propose des réseaux de neurones associatifs et l'intérêt pour les réseaux de neurones renaît chez les scientifiques. En 1986, « Rumelhart, Hinton et Williams » publient l'algorithme de la rétropropagation de l'erreur qui permet d'optimiser les paramètres d'un réseau de neurones à plusieurs couches. À partir de ce moment, la recherche sur les réseaux de neurones connaît un essor fulgurant et, au cours des années 90, les applications commerciales de ce succès académique suivent.

### 3.1 Inspiration biologique .

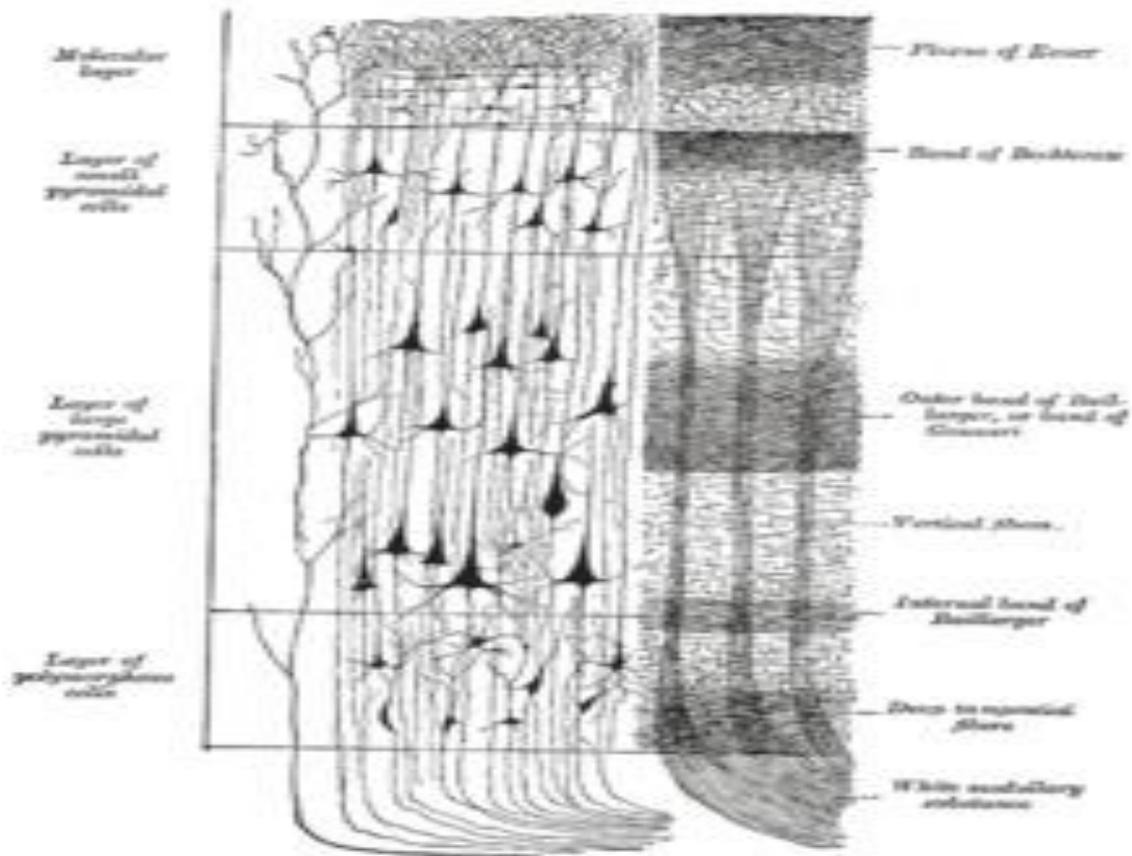
#### CERVEAU HUMAIN :

- Nombre de neurones dans le cerveau humain : 100 milliards
- Nombre moyen de connexions par neurone : 10 000



Un neurone est une cellule capable de transmettre des informations à d'autres neurones au travers de ses différentes connexions (synapses). Ils se décomposent en trois régions principales :

- Le corps cellulaire
- Les dendrites
- L'axone



### 3. 2 Fonctionnement d'un neurone :

Les contacts entre deux neurones (entre axone et dendrite) se font par l'intermédiaire des synapses.

Les neurones reçoivent des signaux (impulsions électriques) par les dendrites et envoient l'information par les axones.

La fibre nerveuse répond à cette stimulation selon la loi du tout ou rien : aucun signal n'est émis par le neurone si l'intensité *de la stimulation reste en dessous d'une certaine VALEUR SEUIL.*

## *Modéliser le cerveau :*

### Pourquoi ?

- Pour s'en inspirer,
- Pour le comprendre .

### A quel niveau ?

- Organitique ? (axones, dendrites, synapses) ,
- Cellulaire? (neurones) ,
- Tissulaire ? (aires fonctionnelles) ,
- Organique? (cerveau) ,

### Comment ?

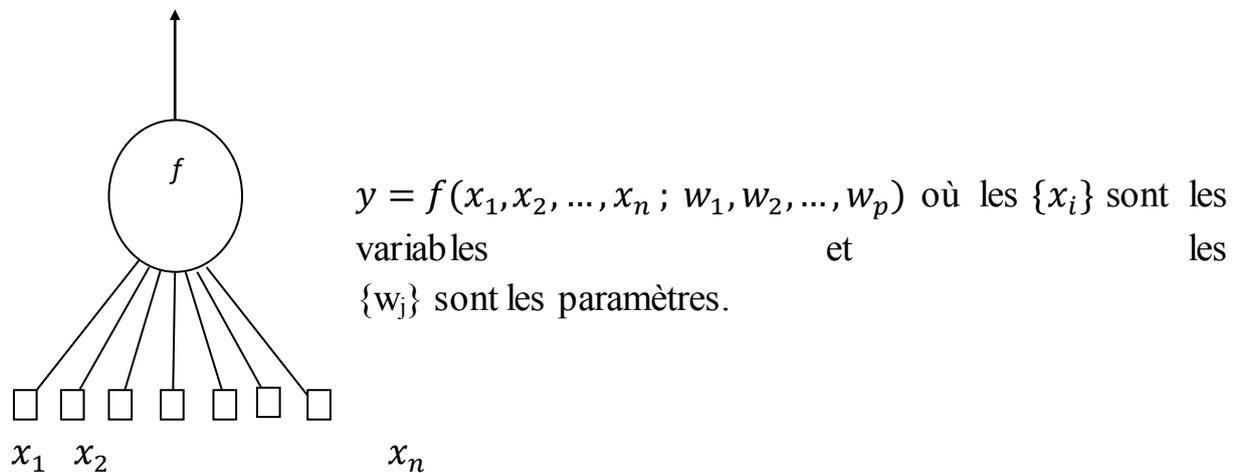
- Modéliser un neurone,
- Mettre plusieurs neurones en réseau,
- Faire apprendre les neurones.

### 3.3 Le Neurone Formel

Un neurone est l'unité élémentaire d'un réseau de neurones. Il est connecté à des sources d'information en entrée (par exemple d'autres neurones) et renvoie une information en sortie.

Mathématiquement, un neurone est une fonction algébrique non linéaire paramétrée à valeurs bornées.

Les variables sur lesquelles opère le neurone sont appelées entrées du neurone, la valeur de la fonction sous celui de sortie. Cette représentation est le reflète la modélisation des neurones du cerveau.



Les paramètres sont attachés aux entrées du neurone : la sortie du neurone est une fonction non linéaire d'une combinaison des entrées  $\{x_i\}$  pondérées par les paramètres  $\{w_i\}$ , qui sont alors désignés sous le nom de « poids synaptique ».

### Analogie Neurone Biologique / Neurone Artificiel :

<b><i>NEURONE BIOLOGIQUE</i></b>	<b><i>NEURONE ARTIFICIEL</i></b>
CORPS CELLULAIRE	NEURONE
DENTRITES	INPUT
AXONES	OUTPUT
SINAPSES	POIDS SINAPTIQUES

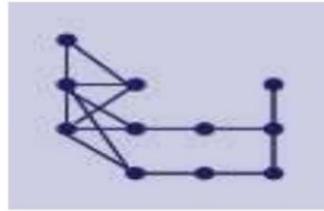
### 3.4 Les Réseaux de Neurones Artificiels :

Les réseaux de neurones artificiels sont un moyen de modéliser le mécanisme d'apprentissage et de traitement de l'information qui se produit dans le cerveau humain.

En informatique, on appelle réseau de neurones un ensemble d'entrées (les neurones) interconnectées. Dans la majorité des cas, les neurones sont des fonctions calculées par un programme informatique, mais ils sont parfois réalisés sur des circuits électroniques.

## CONFIGURATIONS DES RNS

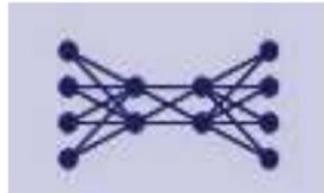
- Réseaux partiellement connectés: Chaque neurone est relié à quelques neurones localisés dans son périmètre.



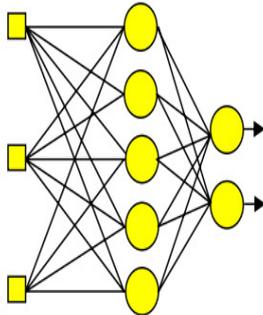
- Réseaux à connexions complètes: Chaque neurone est lié à tous les autres neurones du réseau.



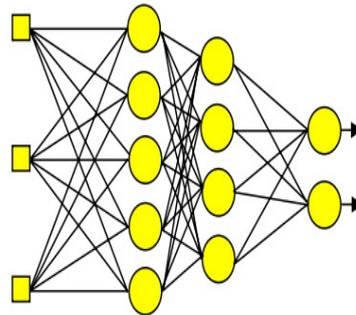
- Réseaux à couches: Tous les neurones d'une couche sont connectés aux neurones de la couche en aval.



Le reseau de neurone multicouche : 2 exemples  
(multilayer feedforward network, ou MultiLayer Perceptron = MLP)



Ce reseau a :  
1 couche de 3 entrées  
1 couche cachée (5 neurones)  
1 couche de sortie (2 neurones)



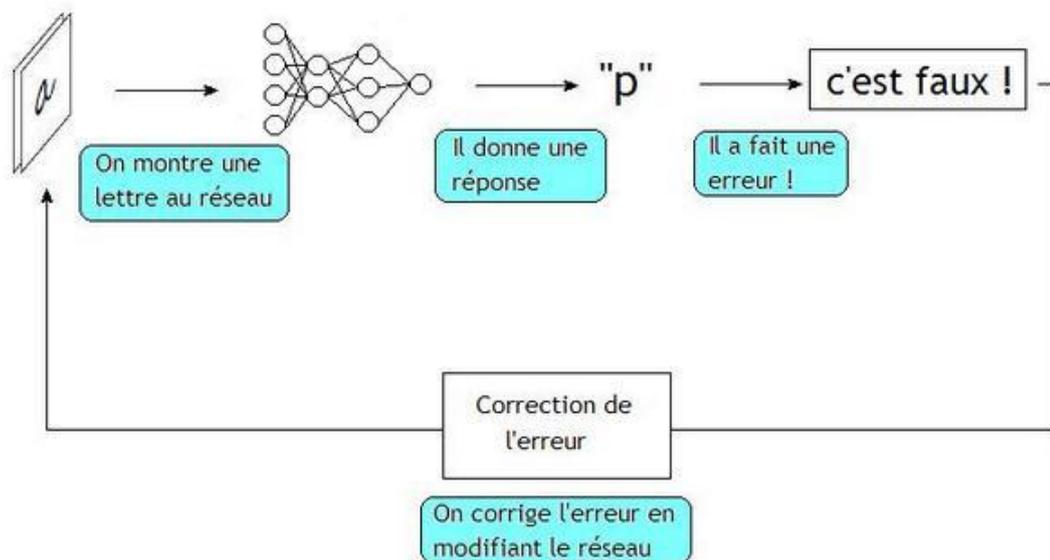
Ce reseau a :  
1 couche de 3 entrées  
2 couches cachées  
( de 5 et 4 neurones)  
1 couche de sortie (2 neurones)

## 4. Apprentissage des réseaux de neurones

Le réseau de neurones, "ignorant" au départ, réalise un "apprentissage" à partir des exemples fournis et devient, par modifications successives, un modèle rendant compte du comportement observé en fonction des variables descriptives.

### Définition

On appelle « apprentissage » des réseaux de neurones la procédure qui consiste à la mise à jour des poids synaptiques , afin que celui-ci remplisse au mieux la tâche qui lui est affectée.



On peut distinguer deux types d'apprentissages : l'apprentissage « supervisé » et l'apprentissage « non supervisé ».

#### **4.1. Apprentissage supervisé :**

Les apprentissages supervisés ou avec professeur. Dans cette catégorie, on suppose que chaque fois qu'une entrée est appliquée au réseau, la sortie désirée est fournie par le professeur. Celui-ci pourra alors récompenser ou punir le réseau selon l'erreur commise, en ajustant les poids, et le réseau va se modifier jusqu'à ce qu'il trouve la bonne sortie.

#### **4.2. Apprentissage non supervisé :**

Dans cette catégorie, la réponse désirée est inconnue. Le réseau est alors supposé découvrir lui-même la meilleure représentation de l'information fournie.

### **5. Domaines d'Application**

**Aujourd'hui**, les réseaux de neurones ont de nombreuses applications dans des domaines très variés :

- Traitement d'image : compression d'images, reconnaissance de caractères et de signatures, reconnaissance de formes et de motifs, cryptage, classification, ...
- Traitement du signal : traitement de la parole, identification de sources, filtrage, classification, ...
- Contrôle : diagnostic de pannes, commande de processus, contrôle qualité, robotique, ...

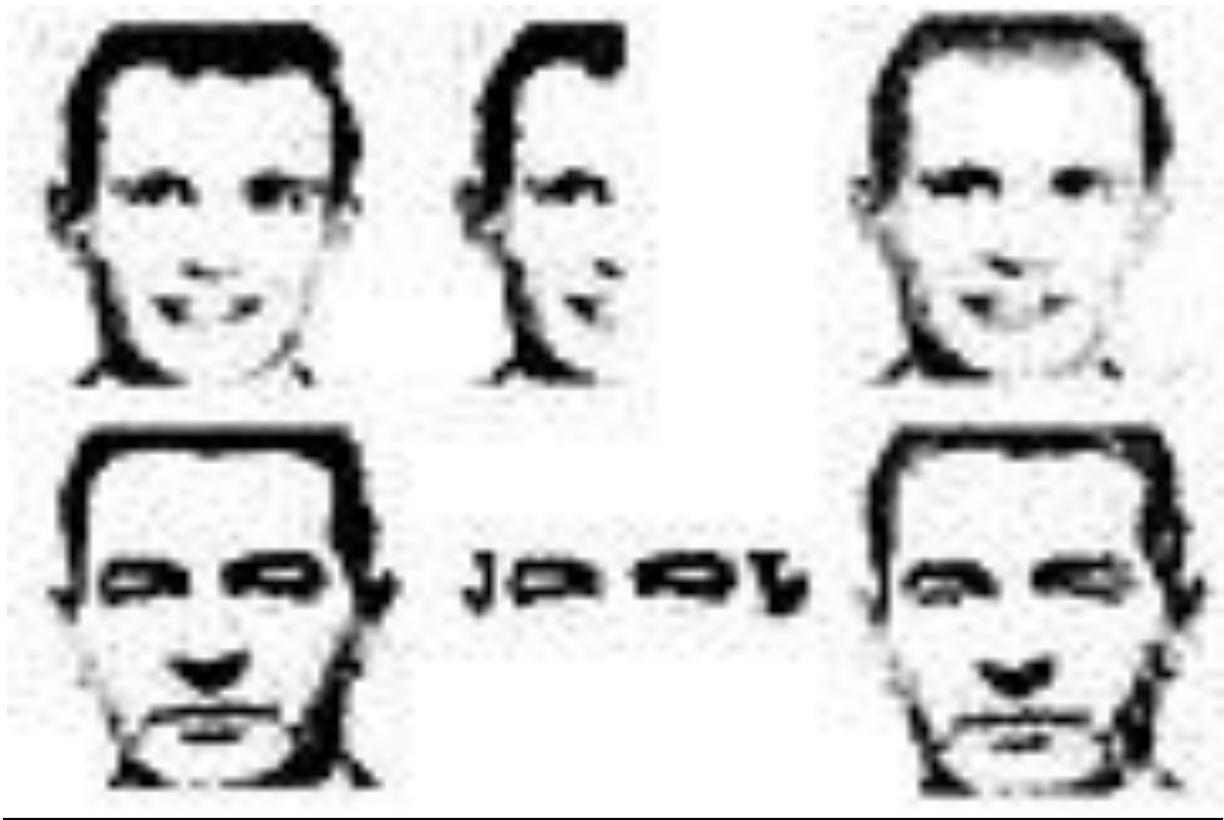
## **6. Avantages des réseaux de neurone :**

- ❖ Capacité de représenter n'importe quelle fonction, linéaire ou pas, simple ou complexe.
- ❖ Faculté d'apprentissage à partir d'exemples.
- ❖ Résistance au manque de fiabilité des données.

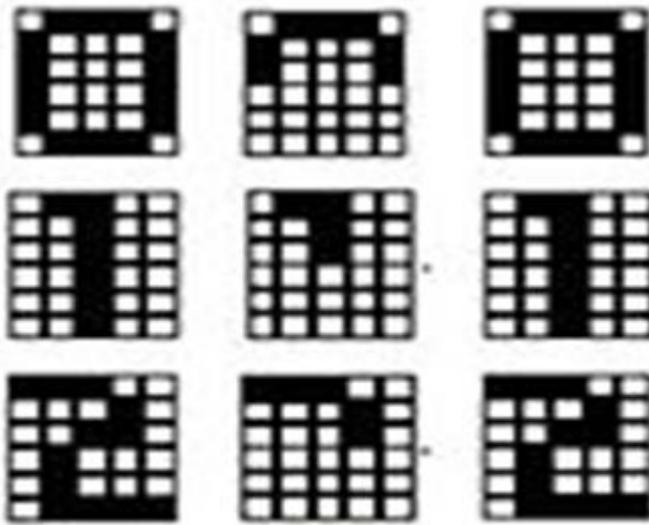
## **7. Inconvénients des réseaux de neurone :**

- ❖ L'absence de méthode systématique permettant de définir la meilleure topologie du réseau et le nombre de neurones à placer dans la (ou les) couche(s) cachée(s).
- ❖ Le choix des valeurs initiales des poids du réseau et le réglage du pas d'apprentissage, qui jouent un rôle important dans la vitesse de convergence.
- ❖ La connaissance acquise par un réseau de neurone est codée par les valeurs des poids sont inintelligibles pour l'utilisateur.

## 8. Exemples d'Application :



*La première colonne est constituée d'images qui ont été enregistrées "appries" par le réseau de neurones. La deuxième colonne est constituée des images tests (incomplètes) qui ont été soumises au système pour qu'il reconnaisse à partir de ce qu'il a appris. La troisième colonne est constituée des images restituées par le système. En effet, le système a reconstitué les images qu'il avait apprises en premier lieu, même si les données qui lui étaient fournies étaient incomplètes.*



RECONNAISSANCE DE CHIFFRES

	A	J	S
	<b>B</b> <sup>92%</sup>	K	T
	C	L	U
	D	M	V
	<b>E</b> <sup>32%</sup>	N	W
	F	O	X
	G	<b>P</b> <sup>51%</sup>	Y
	H	Q	Z
	I	<b>R</b> <sup>45%</sup>	

Les trois petites images à gauche représentent le "B" manuscrit qui est présenté au réseau de neurones. Les lettres noires sur fond gris au centre de l'image représentent les lettres de l'alphabet qui ont été "appries" par le réseau et qui constituent sa base. À droite, ce sont les chances pour que le "B" corresponde à telle ou telle lettre. Cette application est par exemple utile pour reconnaître les codes postaux et villes sur les courriers envoyés par la Poste. À partir d'un chiffre ou d'une lettre écrite à la main, le réseau de neurones a appris à reconnaître de quel chiffre ou de quelle lettre il s'agit. De manière automatisée, le courrier peut alors arriver à bonne destination.

Il y a 92% de chances que la lettre manuscrite corresponde à un "B" (ce qui est le cas).

Il y a 32% de chances que la lettre manuscrite corresponde à un "E".

Il y a 51% de chances que la lettre manuscrite corresponde à un "P".

Il y a 45% de chances que la lettre manuscrite corresponde à un "R".

## **CONCLUSION**

Les réseaux de neurones artificiels, inspirés du comportement du cerveau humain, permettent de créer de l'intelligence artificielle. Ils servent à prédire, à identifier et à classifier les données.

L'apprentissage, moteur du système, leur permet d'assimiler un traitement d'informations à travers une fonction et de le reproduire pour les données qui lui seront ensuite présentées.