



## Intelligence Artificielle



---

### La reconnaissance d'image

---

Age : 10-14 ans

---

## Une simulation de la vision par le cerveau

Objectifs :

- ✓ Simuler le processus de la vision par le cerveau
- ✓ Montrer comment un ensemble de neurones individuels peuvent arriver à voir lorsqu'ils sont interconnectés
- ✓ Faire le lien avec la manière selon laquelle une IA peut reconnaître une image

Notions abordées : Vision, cerveau, neurone, reconnaissance d'image

- **Étape 1** : Le processus théorique de la vision dans le cerveau
- **Étape 2** : Un jeu pour simuler la vision par le cerveau
- **Étape 3** : Lien avec l'IA

Durée : 1h30'

Dispositif pédagogique : minimum 6 personnes : 1 pour la rétine, 5 pour les neurones des couches 1 et 2 (2 neurones par personne) et du cortex inféro-temporal (groupes de 2 ou 3 personnes).

## Matériel

- Les 10 chiffres (voir annexe 1)
- 1 feuille de consignes de jeu pour les personnes jouant le rôle des neurones (voir annexe 2)
- 25 carrés en carton numérotés de R1 à R25 (1 face blanche, 1 face orange)
- 18 carrés en carton numérotés de N1 à N18 (1 face blanche, 1 face orange)
- 1 support pour assembler les chiffres (5 x 5 pixels) et 1 jeu de figures par groupe jouant le rôle du cortex inféro-temporal (voir annexe 4)
- Chronomètre éventuellement pour mesurer le temps mis pour identifier les chiffres.
- PC et rétro-projecteur pour les explications

## Annexes

- Annexe 1 : Les 10 chiffres
- Annexe 2 : Consignes de jeu
- Annexe 3 : Processus de reconnaissance de chaque chiffre
- Annexe 4 : Support 5 x 5 pixels et figures détectées par le cerveau

## Références & liens utiles

**Jeu basé sur l'épisode de la série documentaire Mindfield S3-E3 consacrée au « Cerveau de Stilwell » :** <https://www.youtube.com/watch?v=rA5qnZUXcqo>

## Droits d'auteur

Le contenu de cette fiche pédagogique est publiée sous licence Creative Commons Attribution – Pas d'utilisation commerciale - Partage dans les mêmes conditions ([CC-BY-NC-SA](#)) :

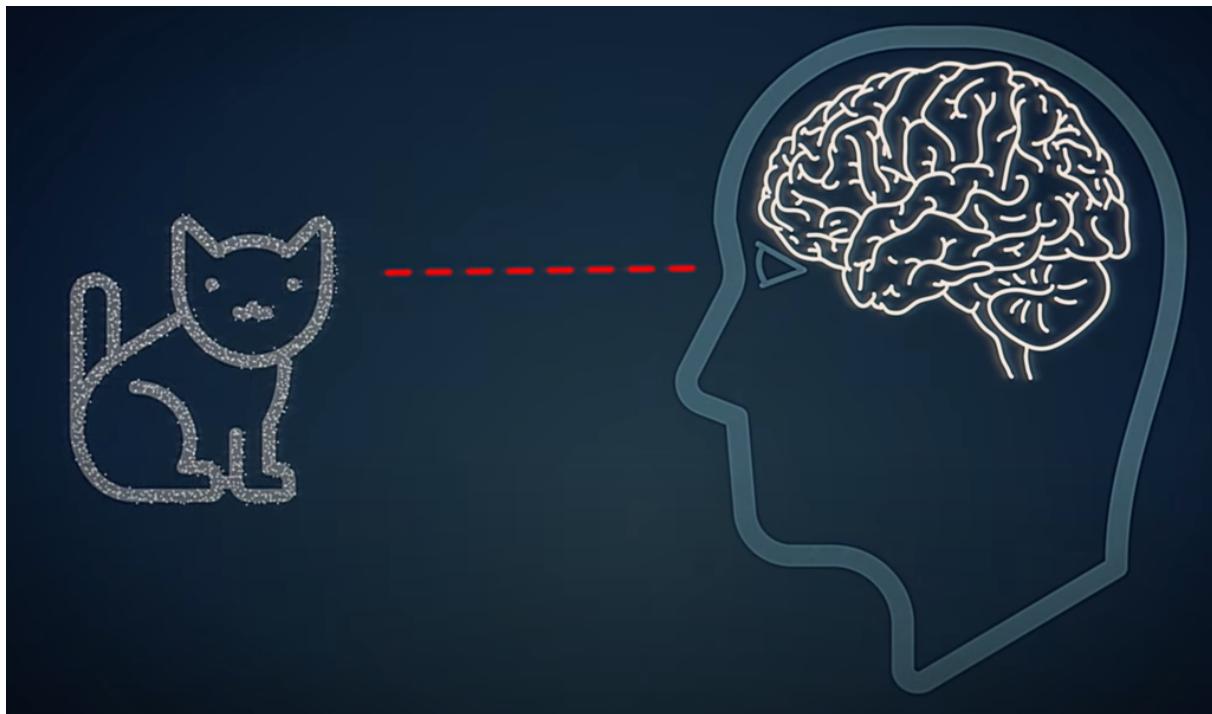
**Attribution [BY] (Attribution)** : l'œuvre peut être librement utilisée, à la condition de l'attribuer à l'auteur en citant son nom : La Scientothèque. Cela ne signifie pas que l'auteur est en accord avec l'utilisation qui est faite de ses œuvres.

**Pas d'utilisation commerciale [NC] (Noncommercial)** : le titulaire de droits peut autoriser tous les types d'utilisation ou au contraire restreindre aux utilisations non commerciales (les utilisations commerciales restant soumises à son autorisation). Elle autorise à reproduire, diffuser, et à modifier une œuvre, tant que l'utilisation n'est pas commerciale.

**Partage dans les mêmes conditions [SA] (ShareAlike)** : le titulaire des droits peut autoriser à l'avance les modifications ; peut se superposer l'obligation (SA) pour les œuvres dites dérivées d'être proposées au public avec les mêmes libertés que l'œuvre originale (sous les mêmes options Creative Commons).

## Description détaillée

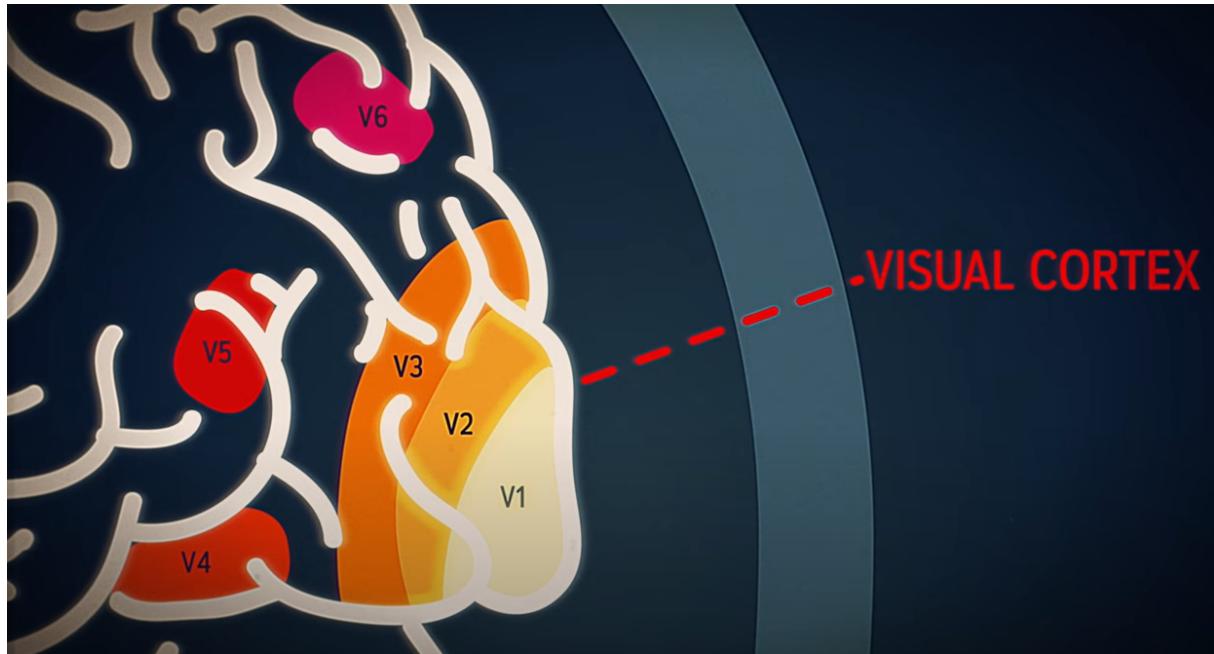
### Étape 1 : le principe théorique de la vision



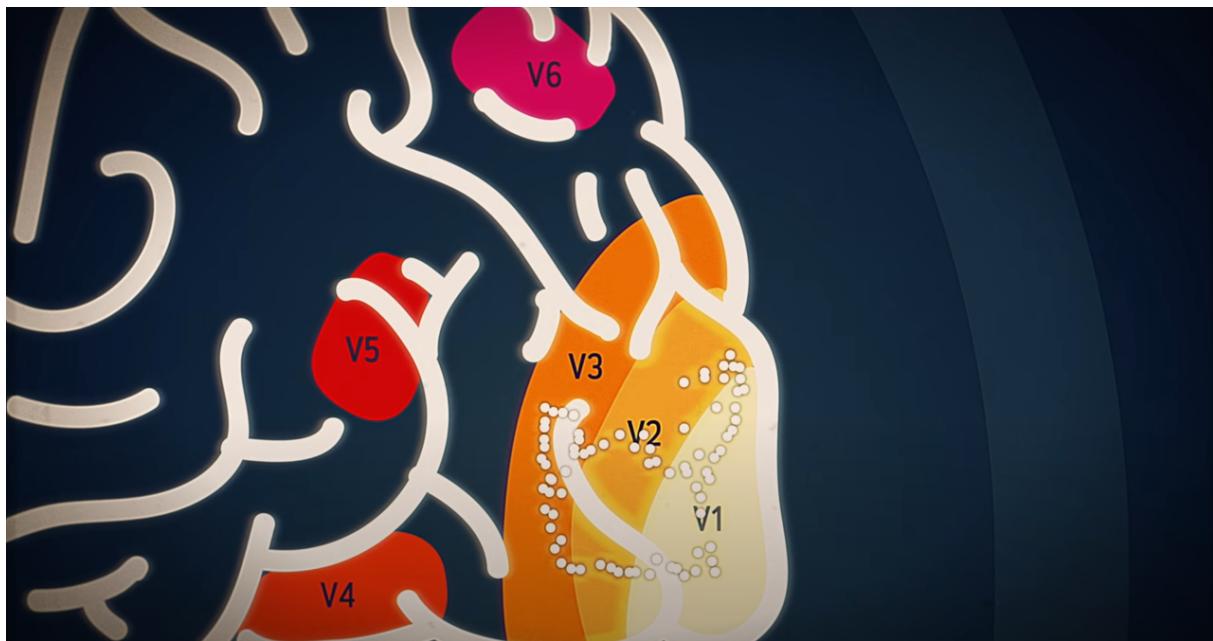
L'information relative à chaque point du chat atteint la rétine.



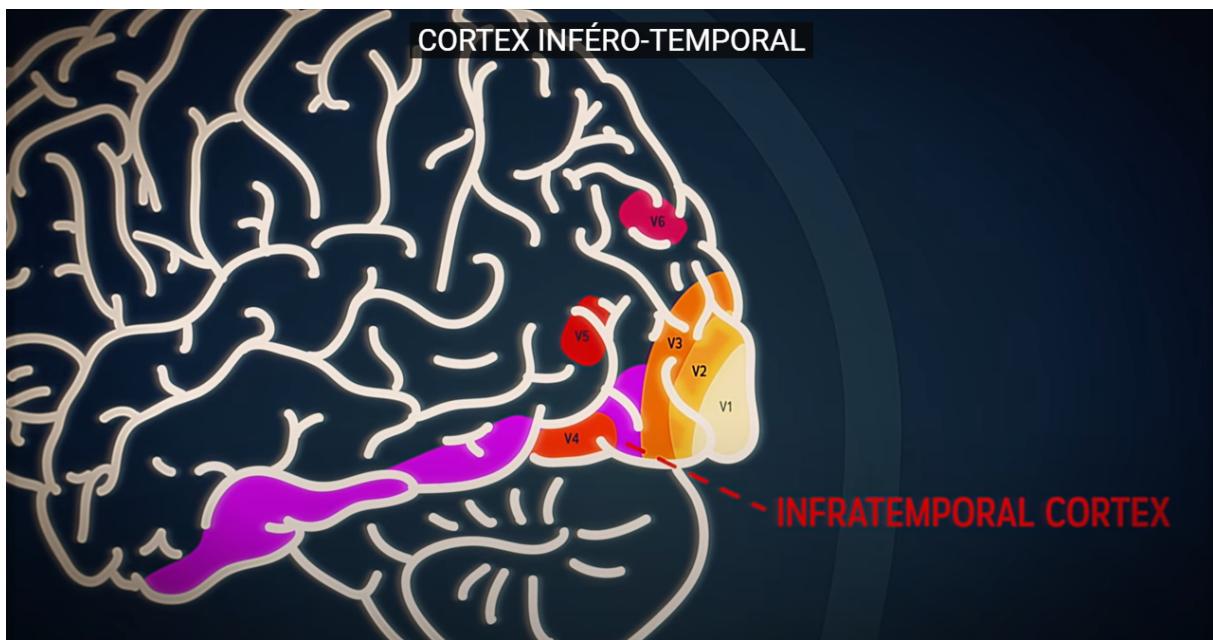
Ces informations sont transmises au cortex visuel par les neurones de la rétine.



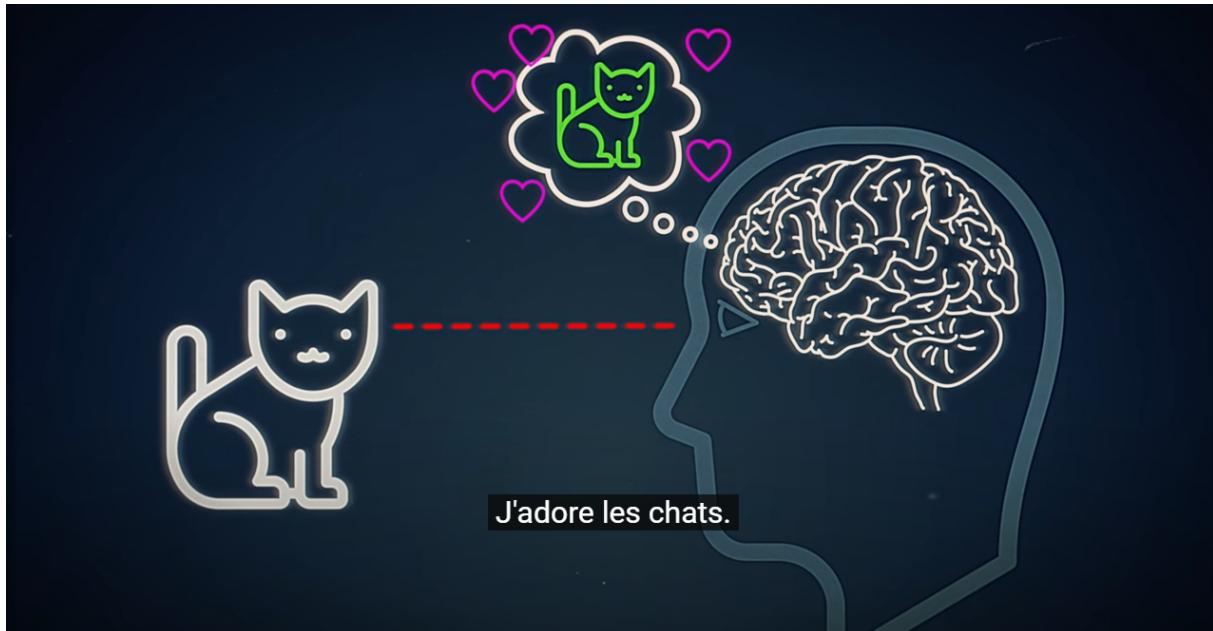
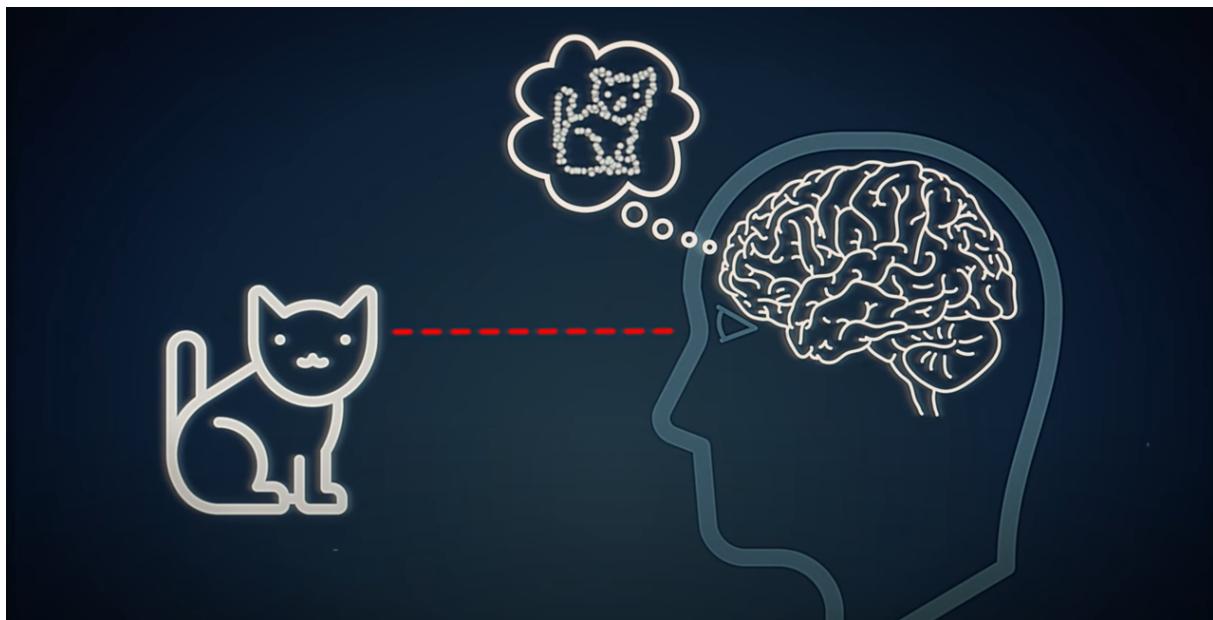
Le cortex visuel est constitué de plusieurs couches (V1 à V6).



Chaque couche est composée de neurones qui sont activés par un aspect comme une ligne, un angle, une forme.



Les informations relatives aux aspects détectés sont assemblées par le cortex inféro-temporal



Le cerveau reconnaît finalement ce que l'on regarde, ce que cela veut dire, ce que l'on éprouve ...

## Étape 2 : le jeu

- ***But du jeu***

Le but du jeu consiste à trouver le chiffre présenté au « cerveau ».

- ***Fonctionnement du « cerveau »***

Le « cerveau » très simplifié est représenté par différentes couches de neurones :

- Les neurones de la rétine, chacun sensible à un des pixels du chiffre (R1 à R25)
- Les neurones de la couche 1 qui identifient des portions de ligne et de colonne du chiffre (N1 à N9)
- Les neurones de la couche 2 qui identifient des figures (angles entre des lignes et colonnes) formant le chiffre (N10 à N18)
- Le cortex inféro-temporal qui assemble les différentes figures détectées par la couche 2 afin de reconstituer le chiffre.

Dans un souci de simplification, les chiffres sont stylisés et centrés sur les trois colonnes centrales d'un carré de 5 x 5 pixels.

- ***Déroulement du jeu***

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

**Le chiffre zéro servira d'exemple aux explications concernant le déroulement du jeu**

### Préalable

Les 25 carrés numérotés (R1 à R25) représentant les 25 neurones de la rétine captant les pixels de l'image sont disposés sur un tableau, face blanche apparente.

Les 9 carrés numérotés (N1 à N9) figurant les 9 neurones de la couche 1 sont disposés en dessous, face blanche apparente.

Les 9 carrés numérotés (N10 à N18) figurant les 9 neurones de la couche 2 sont disposés en dessous, face blanche apparente.

1 personne joue le rôle de l'œil et de la rétine.

9 personnes jouent le rôle des neurones. Elles interviennent successivement comme neurones de la couche 1, de la couche 2 et, en groupe, du cortex inféro-temporal. Chaque groupe formé dans le cadre du cortex inféro-temporal reçoit un jeu de figures et un support (carré 5 x 5) pour assembler celles-ci (voir annexe 4).

On peut penser à chronométrier le temps mis pour identifier le chiffre.

#### Traitement de l'image par l'œil et la rétine



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25



Neurone « allumé »



Neurone « éteint »

La personne qui joue le rôle de l'œil et de la rétine tire un des 10 chiffres au hasard sans le montrer aux autres participants. Il retourne les carrés correspondant à chaque neurone de la rétine activé (« allumé ») par les pixels du chiffre, face orange apparente.

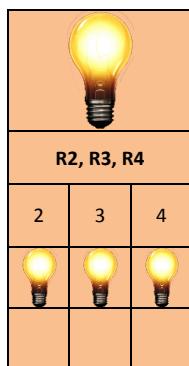
#### Explication :

L'information relative à chaque pixel du carré 5 x 5 dans lequel le chiffre est représenté atteint la rétine. Si le pixel est « actif » (fait partie du chiffre), le neurone de la rétine qui reçoit cette information « s'allume » et transmet l'information aux autres couches du cerveau pour traitement. « Allumé » signifie pour les neurones qu'ils communiquent un message électrique d'une cellule à une autre. Quand le flux ionique d'un neurone atteint un certain seuil, la cellule envoie un message électrique sur son axone. Un neurone peut donc être « allumé » ou « éteint ».

Traitement de l'information par la couche de neurones 1 (9 neurones pour détecter des portions de ligne et de colonne)

La couche 1 identifie les neurones de la rétine « allumés » qui forment des portions de ligne ou de colonne représentant le chiffre.

9 personnes (neurones de la couche 1 – N1 à N9) scrutent les neurones de la rétine (R1 à R25) qui leur sont attribués. Si tous les neurones de la rétine qu'ils surveillent sont allumés (face orange), ils s'allument à leur tour car ils ont détecté une portion de ligne ou de colonne représentant le chiffre. La personne responsable du neurone de la couche 1 retourne le carré correspondant de manière à faire apparaître la face orange. Les neurones de la couche 1 « allumés » transmettent une impulsion électrique aux neurones de la couche 2.



N1



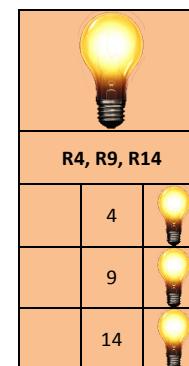
N2



N3



N4



N5



N6



N7



N8

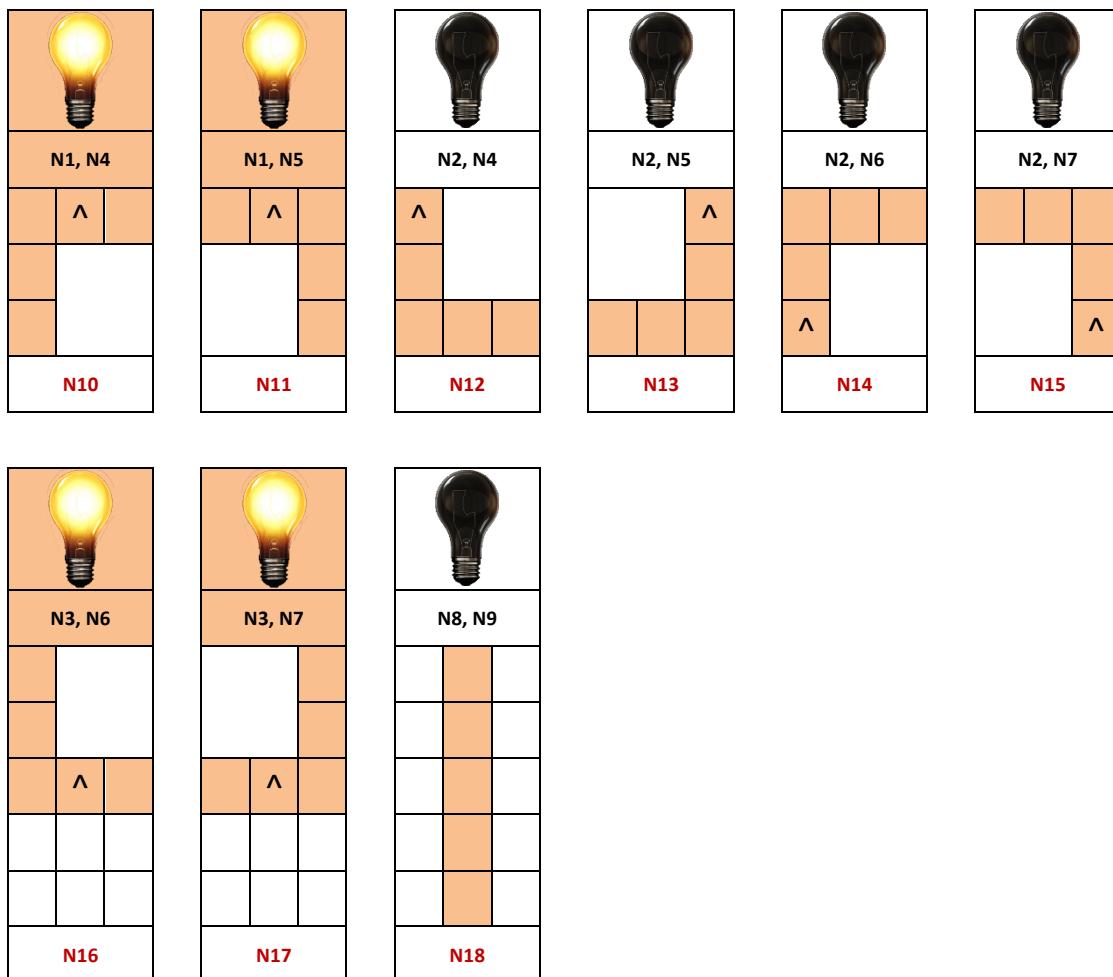


N9

Traitement de l'information par la couche de neurones 2 (9 neurones pour détecter des figures)

La couche 2 identifie les neurones de la couche 1 qui forment des figures (angles droits).

9 personnes / neurones (N10 à N18) scrutent les neurones de la couche 1 qui leur sont attribués (N1 à N9). Si tous les neurones de la couche 1 sont allumés, ils s'allument à leur tour. La personne responsable du neurone de la couche 2 retourne le carré correspondant de manière à faire apparaître la face orange. Une figure spécifique formant une partie du chiffre est détectée. Les figures sont identifiées par le chiffre correspondant au neurone allumé (entre 10 et 18).



Le signe  $\wedge$  indique la direction permettant d'orienter la figure vers le haut. S'il se trouve sur le haut de la figure, celle-ci prend place dans la partie supérieure du chiffre. S'il se trouve sur le bas de la figure, celle-ci prend place dans la partie inférieure du chiffre.

### Traitement de l'information par le cortex inféro-temporal

Chaque groupe reconstitue le chiffre sur le support  $5 \times 5$  (principe du puzzle) avec les figures détectées par les neurones de la couche 2.

Attention :

- Le signe  $\wedge$  indique la direction permettant d'orienter la figure vers le haut. S'il se trouve sur le bord supérieur de la figure, celle-ci prend place dans la partie supérieure du support. S'il se trouve sur le bord inférieur de la figure, celle-ci prend place dans la partie inférieure du support.
- Les figures détectées par le cerveau peuvent se superposer lors de l'assemblage.
- Il doit y avoir un espace d'une ligne ou d'une colonne entre deux lignes ou colonnes orangées.

Les groupes proclament les résultats obtenus et s'accordent sur le chiffre reconnu (résultats similaires). C'est le moment de corriger les erreurs (le cerveau se trompe parfois aussi !). La personne qui a vu le chiffre initialement compare le chiffre reconnu avec celui qu'il a tiré au sort et proclame le résultat.

1		<b><math>\wedge</math></b>		5
6		8		10
11	<b>10</b>	13	<b>11</b>	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Ajout des figures 10 et 11

1		<b><math>\wedge</math></b>		5
6		8		10
11		13		15
16		18		20
21		<b><math>\wedge</math></b>		25

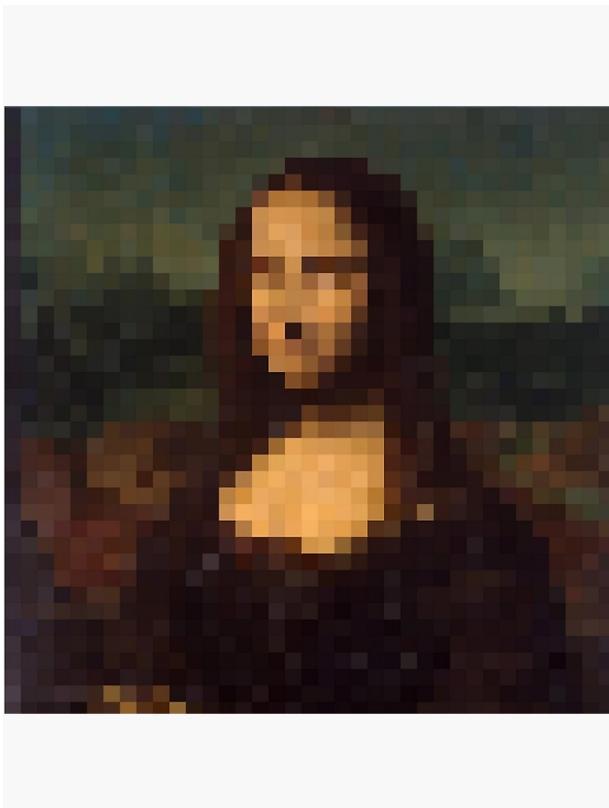
Ajout des figures 16 et 17

Les pixels communs aux figures sont en orange foncé

### Étape 3 : Lien avec l'IA

Un ordinateur ne sait pas ce qu'est une image. Il comprend uniquement des chiffres. Au plus bas niveau, il ne traite que des chiffres binaires, c'est à dire des 0 et des 1. L'ordinateur décompose donc une image en pixels qui constitue la plus petite composante d'une image, à savoir un carré unicolore.

Une image peut être considérée comme un tableau dont le nombre de lignes correspond à la hauteur (en pixels) de l'image et le nombre de colonne correspond à la largeur de l'image (en pixels). Chaque case représente un pixel. Lorsqu'une image est composée de suffisamment de pixels, nous avons l'impression de voir une image continue mais si l'on agrandit cette image, nous observons les différents pixels qui la compose.



Les scientifiques se sont inspirés du fonctionnement du cortex cérébral des vertébrés pour créer des réseaux de neurones artificiels. L'IA utilise ainsi des réseaux de neurones artificiels pour apprendre à reconnaître des images. Comme le fait la rétine, les images sont traitées sur base des pixels qu'elles renferment. Un réseau de neurones est capable aujourd'hui de reconnaître chaque élément d'une scène pourvu qu'il ait été entraîné pour cela.

## ANNEXE 1 : Les 10 chiffres

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

## ANNEXE 2 : Consignes de jeu

Couche de neurones	Le neurone s'allume	Si tous ces neurones sont allumés
<b>1</b>	N1	R2, R3, R4
	N2	R12, R13, R14
	N3	R22, R23, R24
	N4	R2, R7, R12
	N5	R4, R9, R14
	N6	R12, R17, R22
	N7	R14, R19, R24
	N8	R3, R8, R13
	N9	R13, R18, R23
<b>2</b>	N10	N1, N4
	N11	N1, N5
	N12	N2, N4
	N13	N2, N5
	N14	N2, N6
	N15	N2, N7
	N16	N3, N6
	N17	N3, N7
	N18	N8, N9

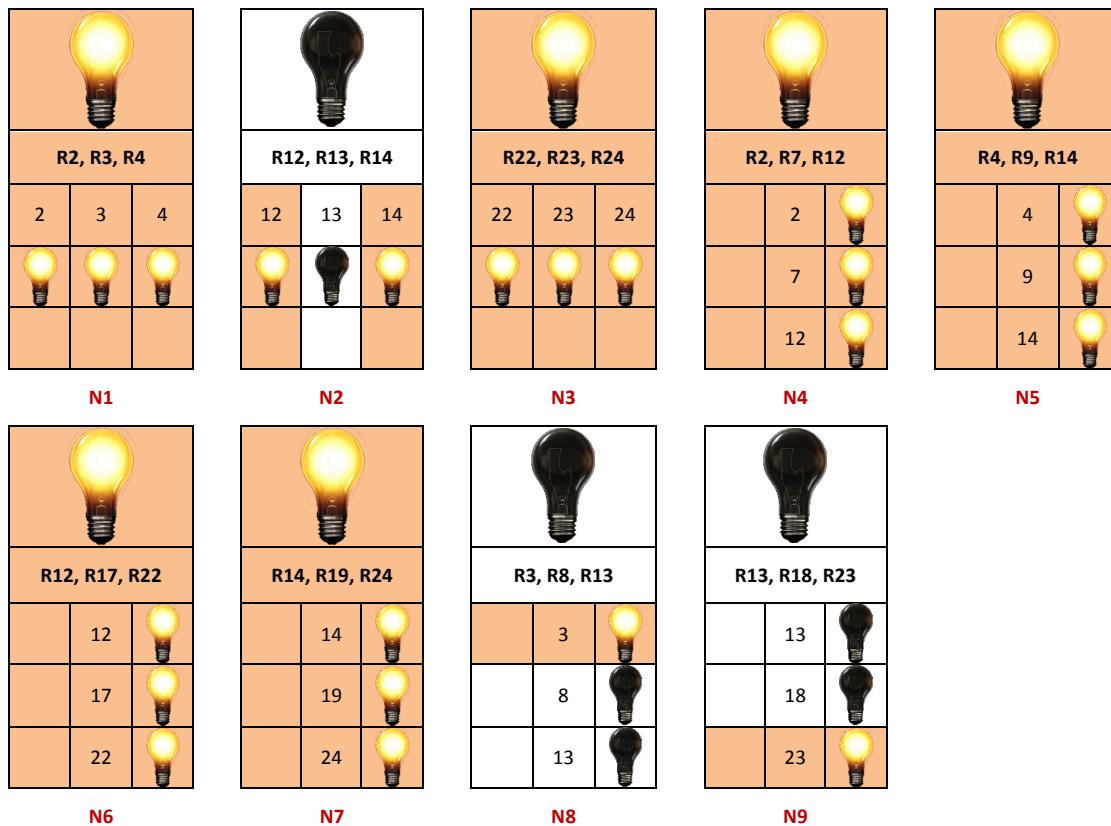
### ANNEXE 3 : Processus de reconnaissance de chaque chiffre

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

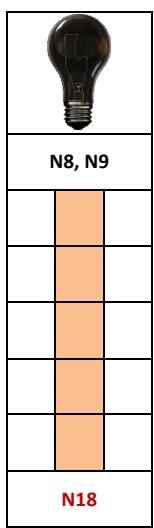
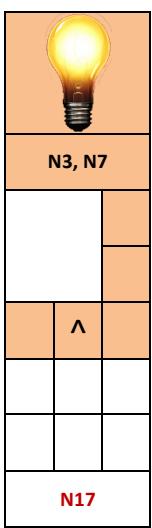
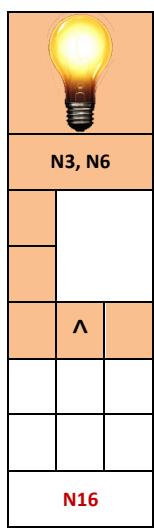
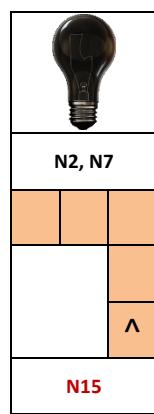
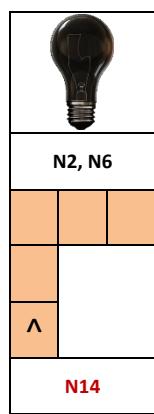
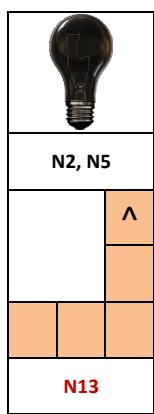
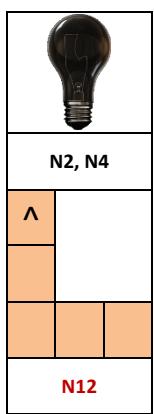
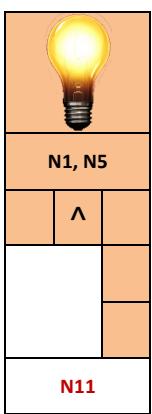
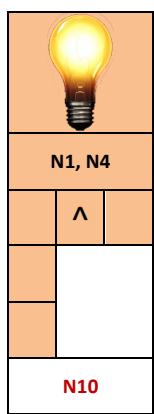
### Neurones de la rétine (Chiffre 0)



### Couche de neurones 1 (Chiffre 0)



## Couche de neurones 2 (Chiffre 0)

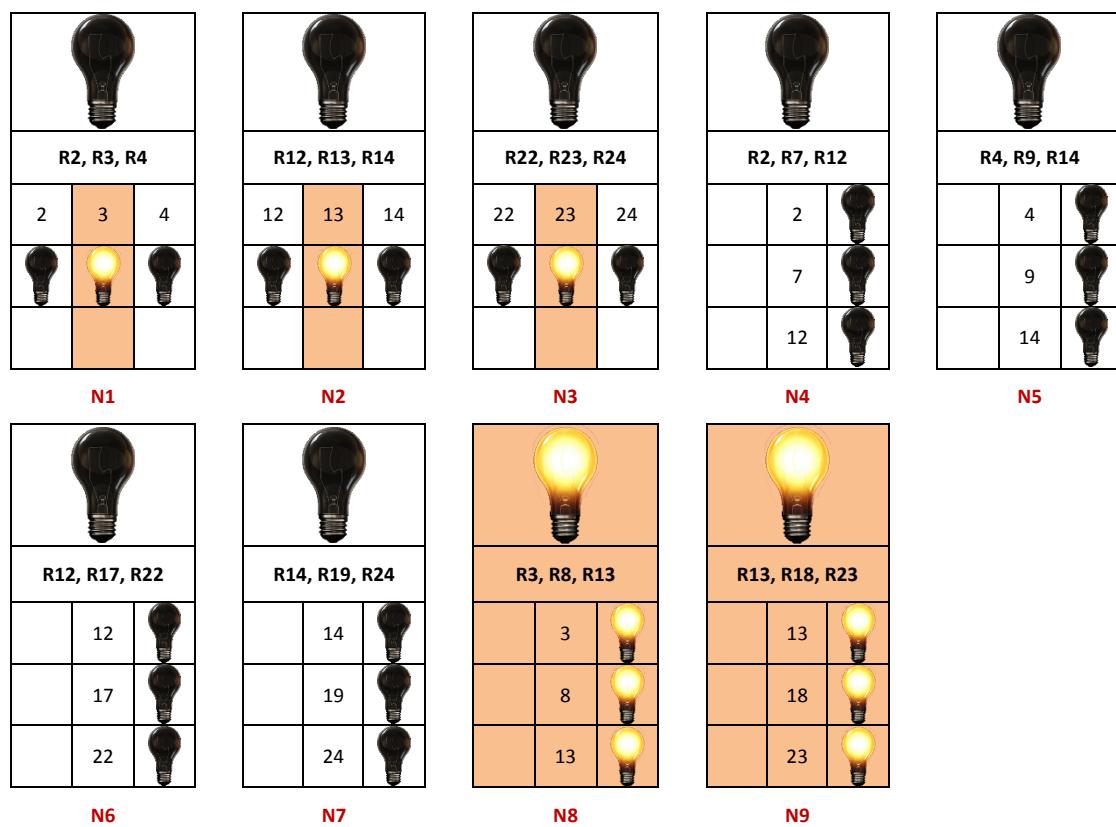


1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

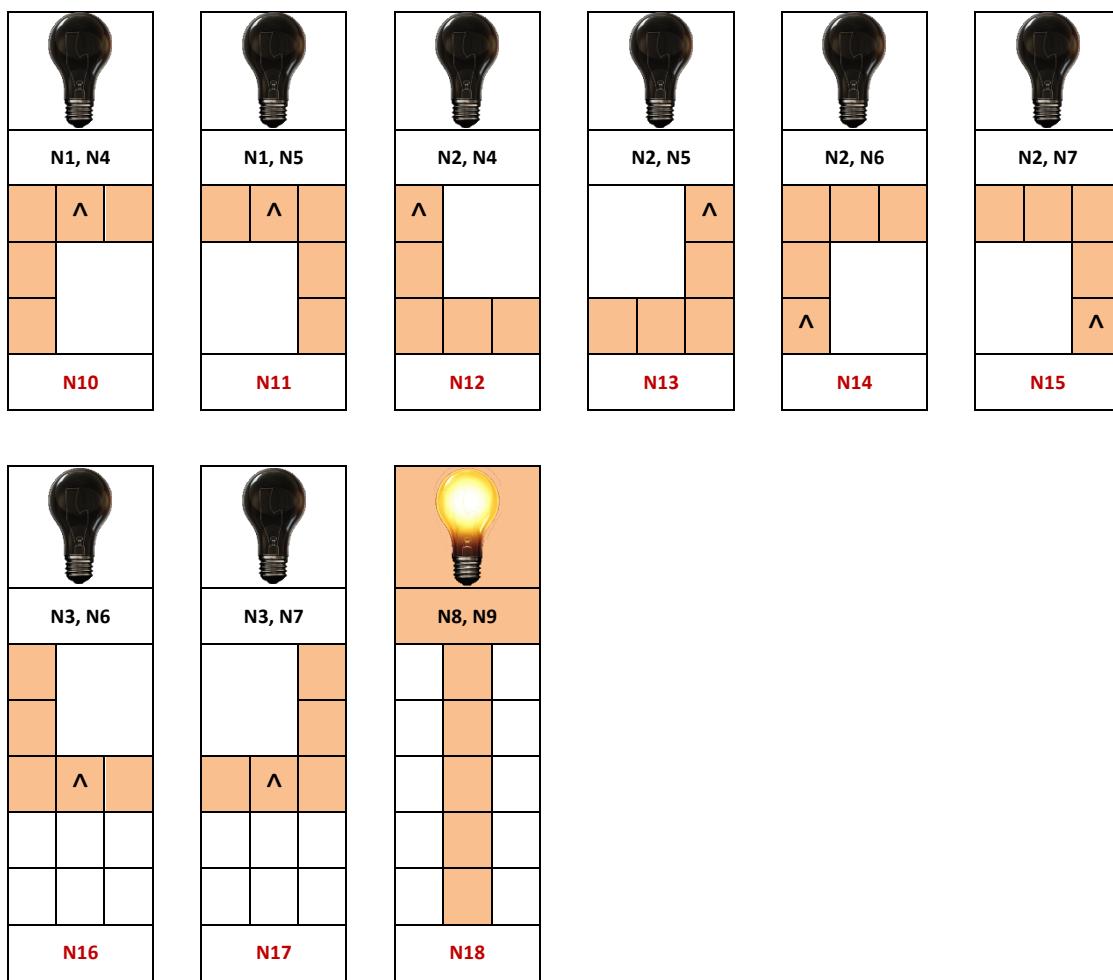
### Neurones de la rétine (Chiffre 1)



### Couche de neurones 1 (Chiffre 1)



## Couche de neurones 2 (Chiffre 1)

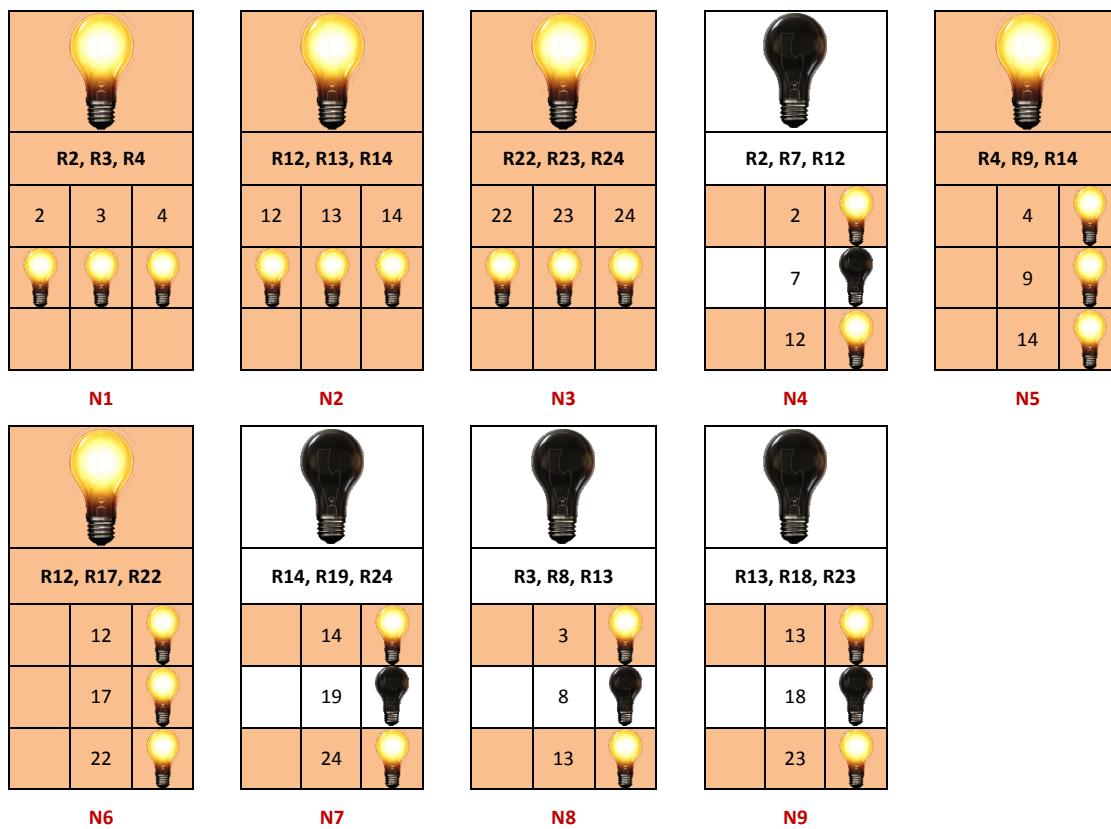


1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

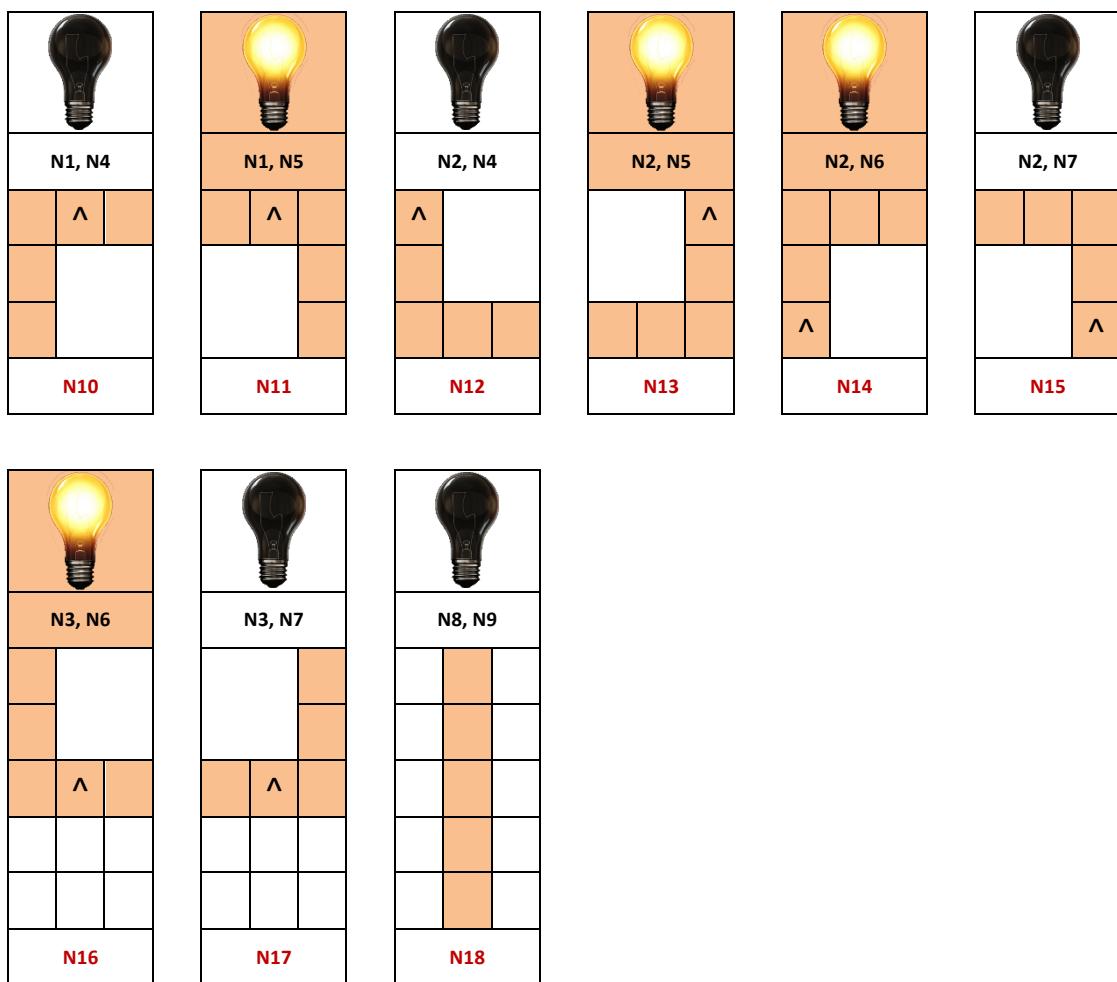
## Neurones de la rétine (Chiffre 2)



## Couche de neurones 1 (Chiffre 2)



## Couche de neurones 2 (Chiffre 2)

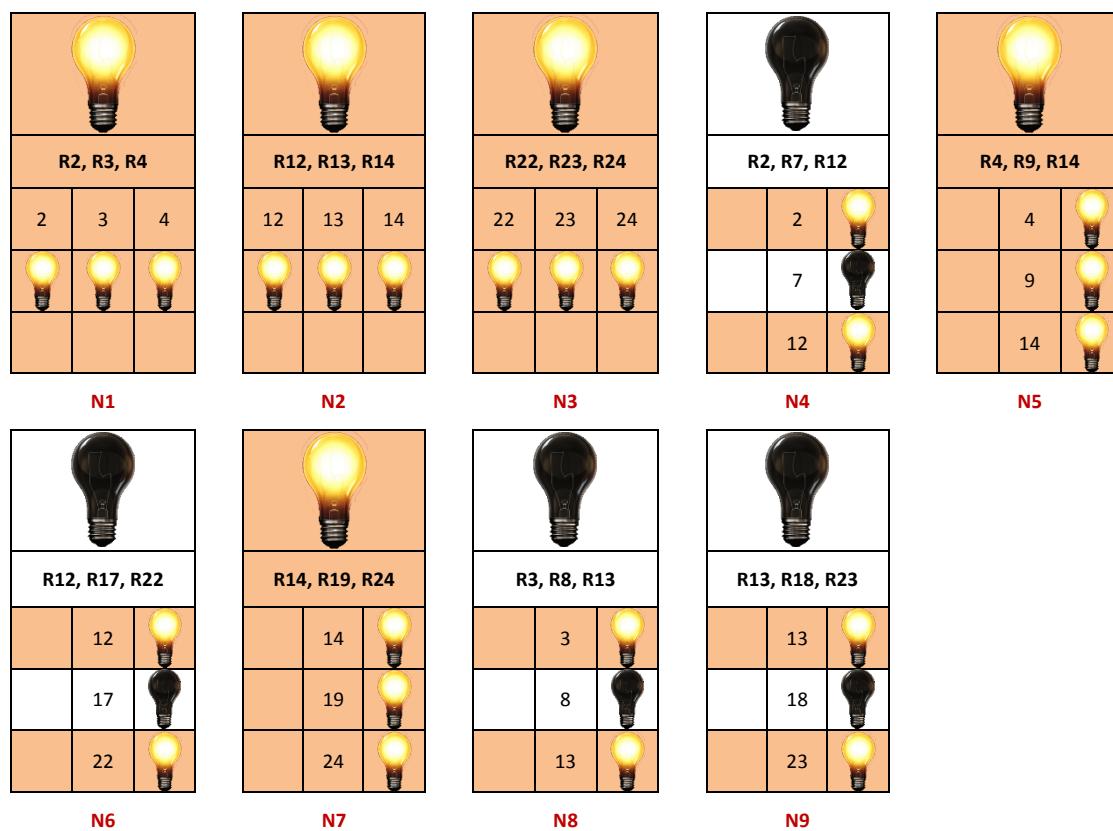


1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

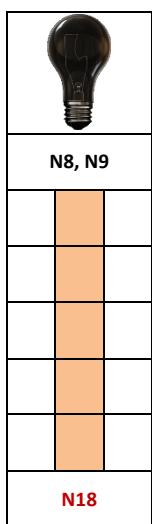
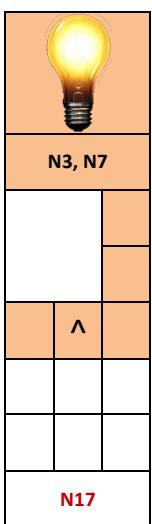
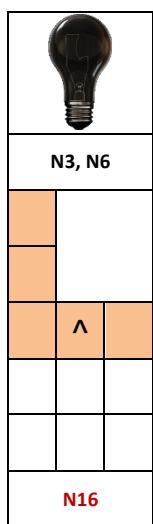
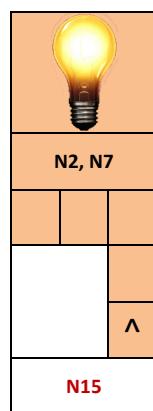
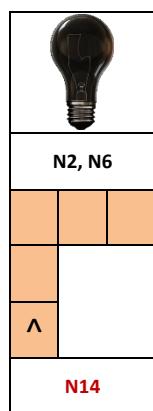
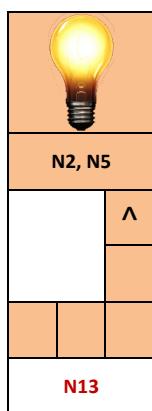
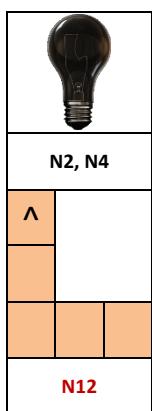
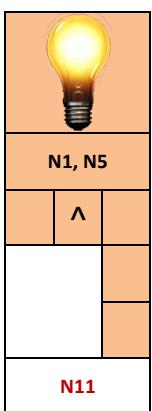
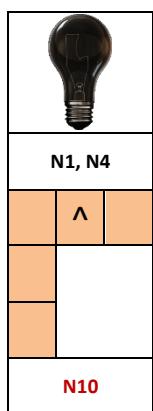
### Neurones de la rétine (Chiffre 3)



### Couche de neurones 1 (Chiffre 3)



## Couche de neurones 2 (Chiffre 3)



1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

### Neurones de la rétine (Chiffre 4)



### Couche de neurones 1 (Chiffre 4)

R2, R3, R4
2 3 4

N1

R12, R13, R14
12 13 14

N2

R22, R23, R24
22 23 24

N3

R2, R7, R12
2 7 12

N4

R4, R9, R14
4 9 14

N5

R12, R17, R22
12 17 22

N6

R14, R19, R24
14 19 24

N7

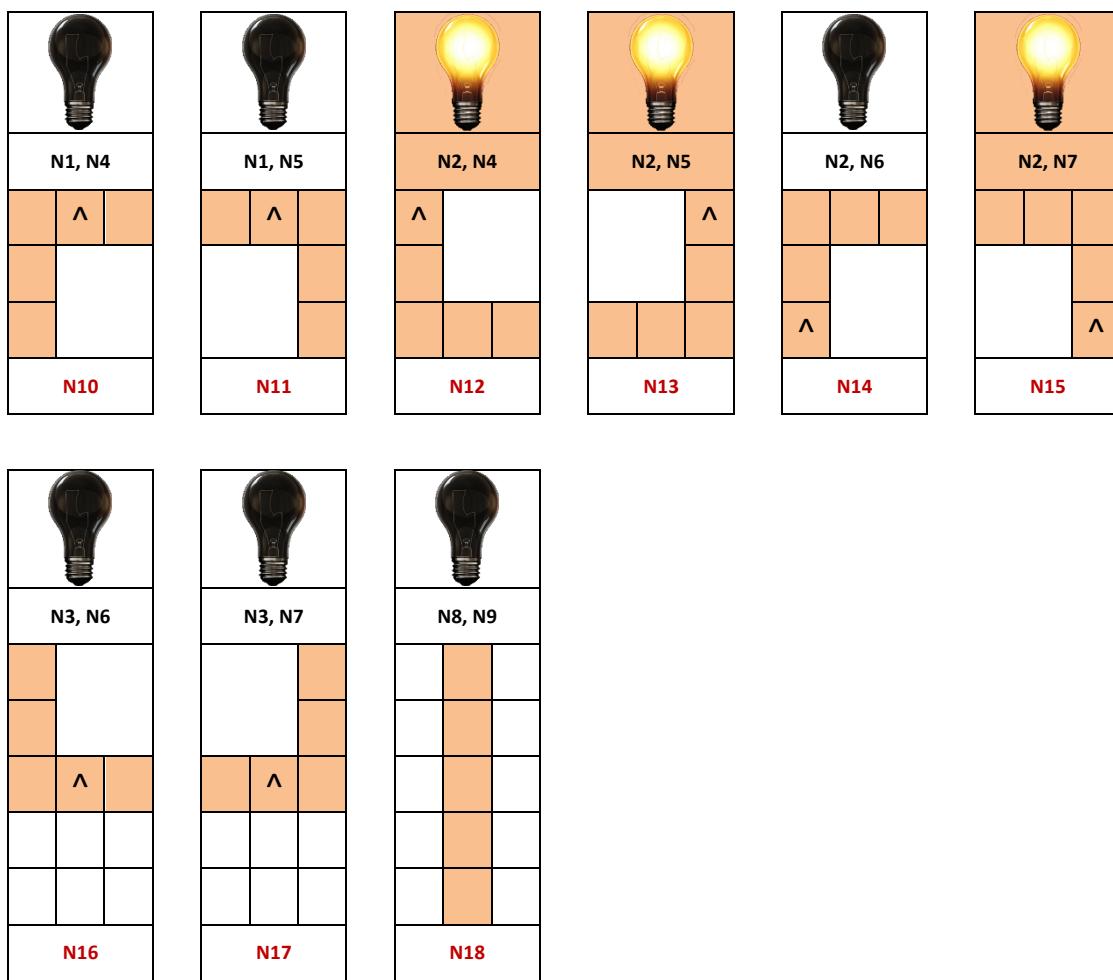
R3, R8, R13
3 8 13

N8

R13, R18, R23
13 18 23

N9

## Couche de neurones 2 (Chiffre 4)

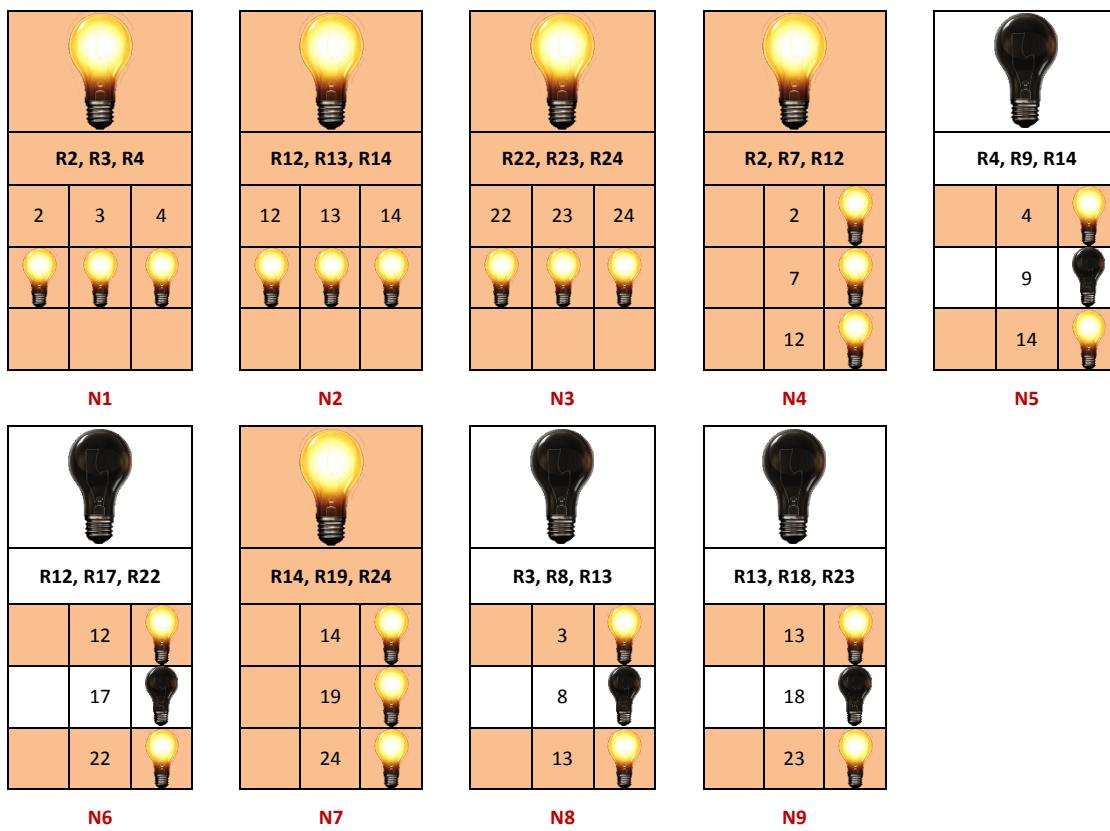


1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

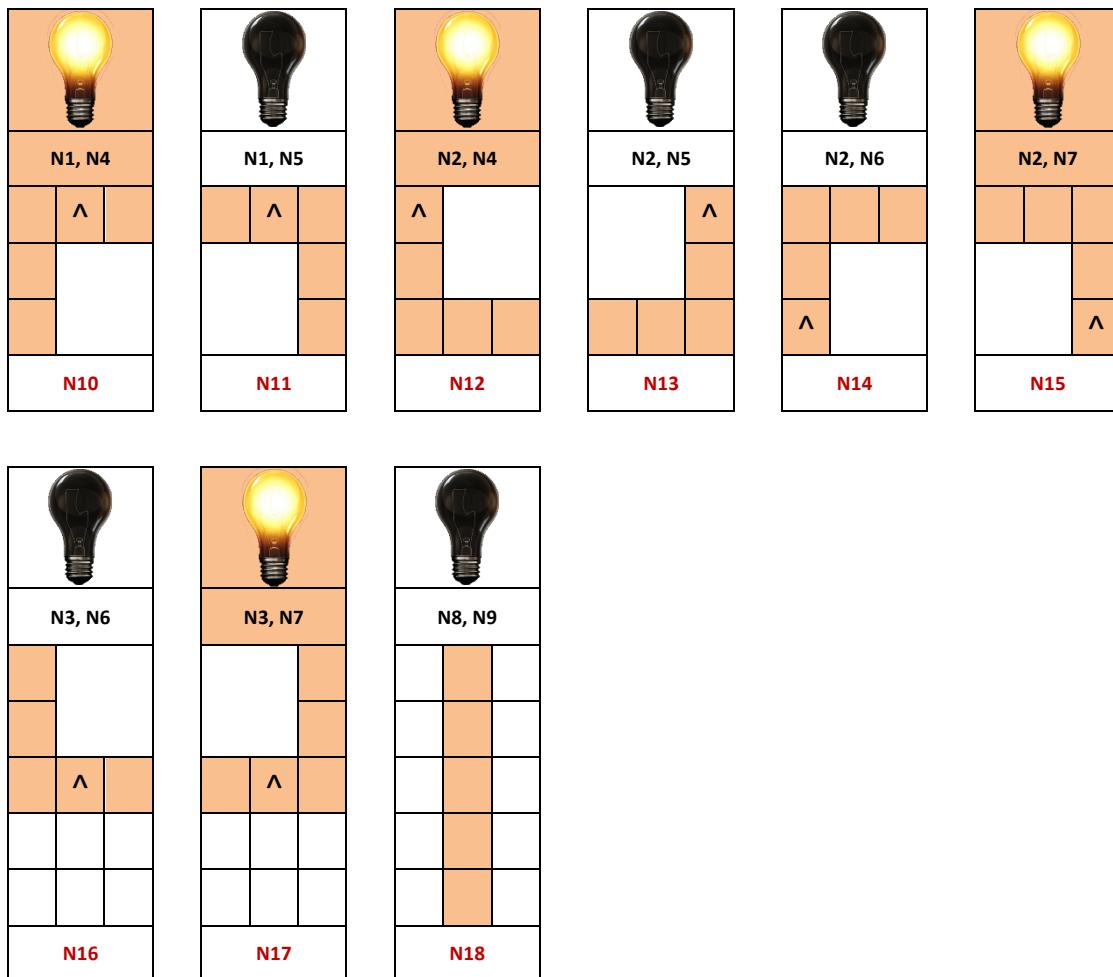
### Neurones de la rétine (Chiffre 5)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

### Couche de neurones 1 (Chiffre 5)



## Couche de neurones 2 (Chiffre 5)

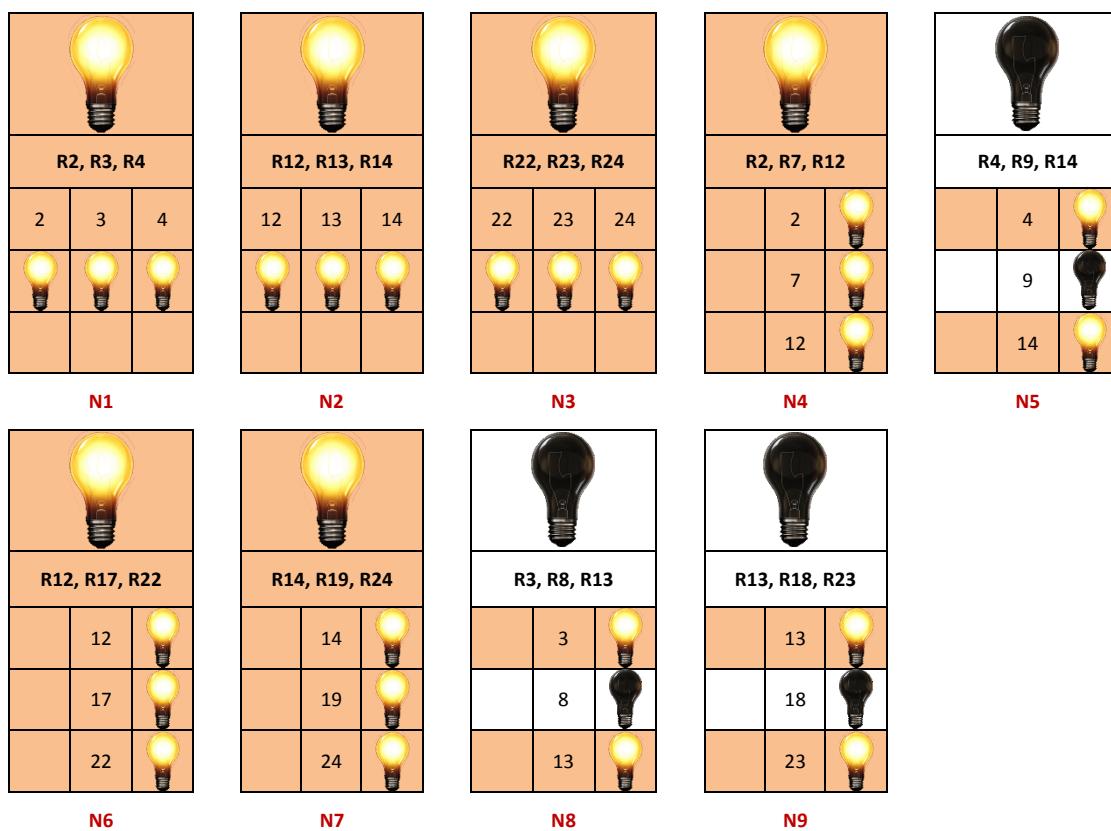


1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

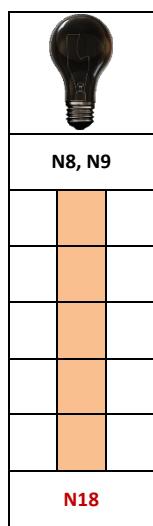
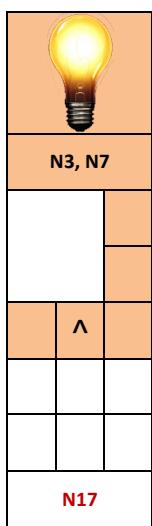
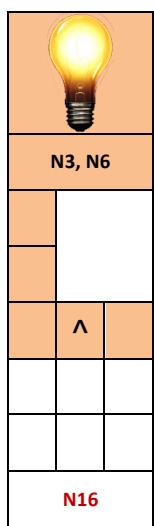
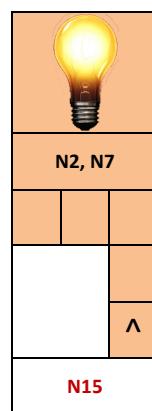
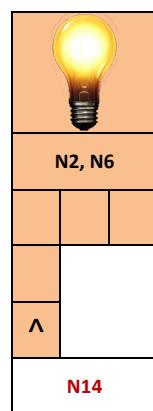
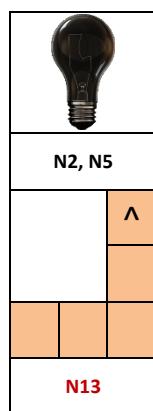
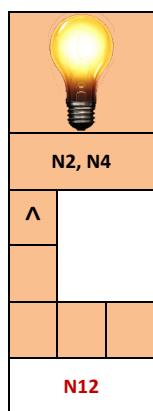
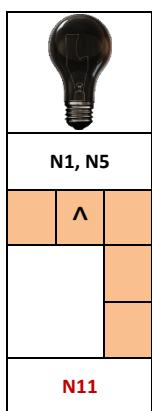
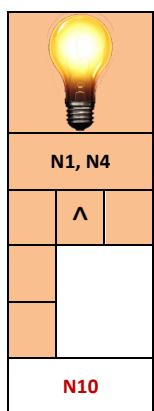
### Neurones de la rétine (Chiffre 6)



### Couche de neurones 1 (Chiffre 6)



## Couche de neurones 2 (Chiffre 6)



1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

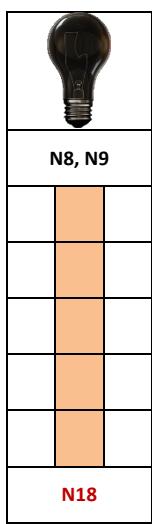
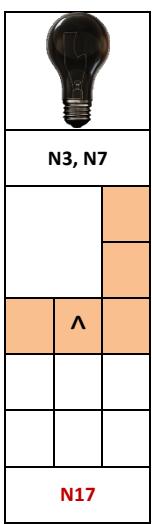
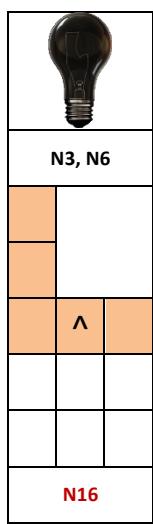
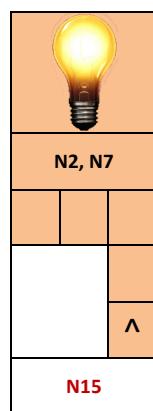
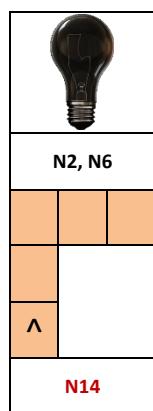
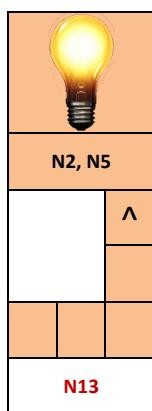
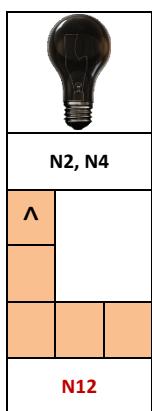
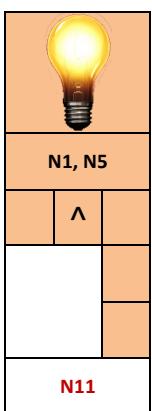
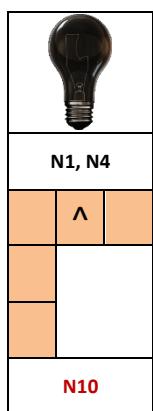
### Neurones de la rétine (Chiffre 7)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

### Couche de neurones 1 (Chiffre 7)

 <b>R2, R3, R4</b> <table border="1"><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table> <b>N1</b>	2	3	4							 <b>R12, R13, R14</b> <table border="1"><tr><td>12</td><td>13</td><td>14</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table> <b>N2</b>	12	13	14							 <b>R22, R23, R24</b> <table border="1"><tr><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table> <b>N3</b>	22	23	24							 <b>R2, R7, R12</b> <table border="1"><tr><td></td><td>2</td><td></td></tr><tr><td></td><td>7</td><td></td></tr><tr><td>12</td><td></td><td></td></tr></table> <b>N4</b>		2			7		12			 <b>R4, R9, R14</b> <table border="1"><tr><td></td><td>4</td><td></td></tr><tr><td></td><td>9</td><td></td></tr><tr><td></td><td>14</td><td></td></tr></table> <b>N5</b>		4			9			14	
2	3	4																																															
12	13	14																																															
22	23	24																																															
	2																																																
	7																																																
12																																																	
	4																																																
	9																																																
	14																																																
 <b>R12, R17, R22</b> <table border="1"><tr><td></td><td>12</td><td></td></tr><tr><td></td><td>17</td><td></td></tr><tr><td></td><td>22</td><td></td></tr></table> <b>N6</b>		12			17			22		 <b>R14, R19, R24</b> <table border="1"><tr><td></td><td>14</td><td></td></tr><tr><td></td><td>19</td><td></td></tr><tr><td></td><td>24</td><td></td></tr></table> <b>N7</b>		14			19			24		 <b>R3, R8, R13</b> <table border="1"><tr><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td>8</td><td></td></tr><tr><td></td><td>13</td><td></td></tr></table> <b>N8</b>		3			8			13		 <b>R13, R18, R23</b> <table border="1"><tr><td></td><td>13</td><td></td></tr><tr><td></td><td>18</td><td></td></tr><tr><td></td><td>23</td><td></td></tr></table> <b>N9</b>		13			18			23											
	12																																																
	17																																																
	22																																																
	14																																																
	19																																																
	24																																																
	3																																																
	8																																																
	13																																																
	13																																																
	18																																																
	23																																																

## Couche de neurones 2 (Chiffre 7)

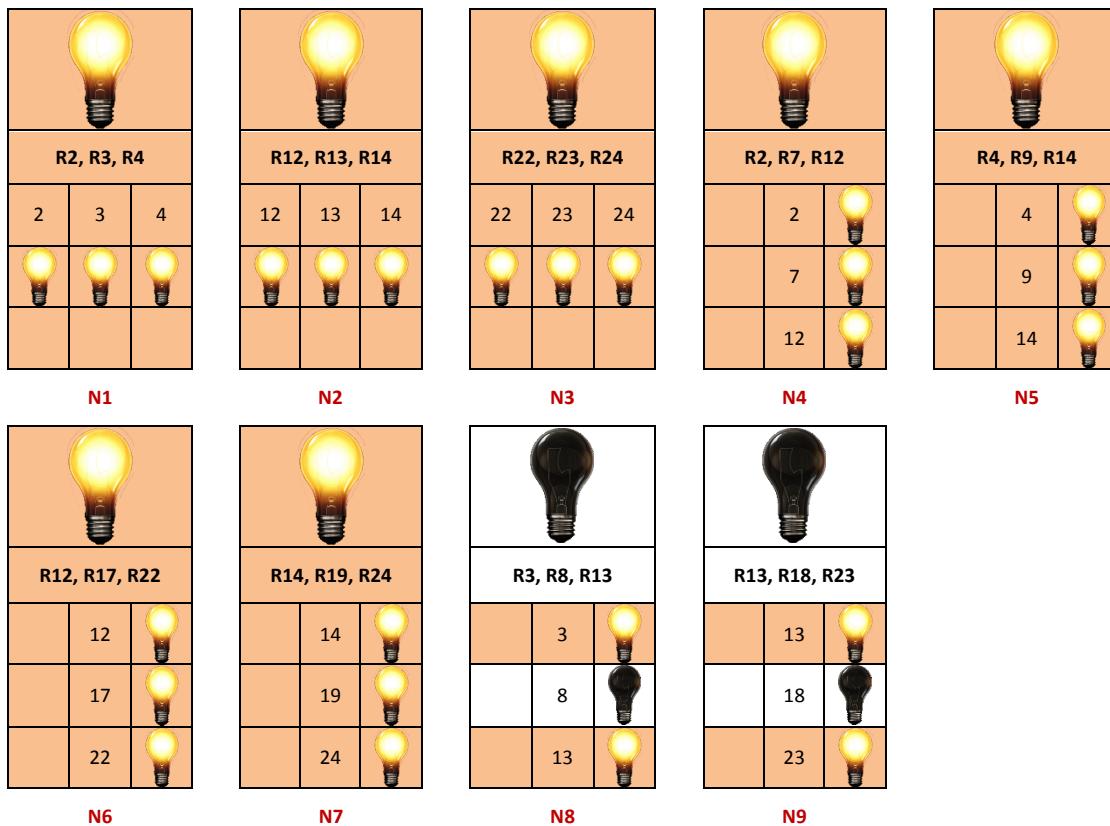


1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

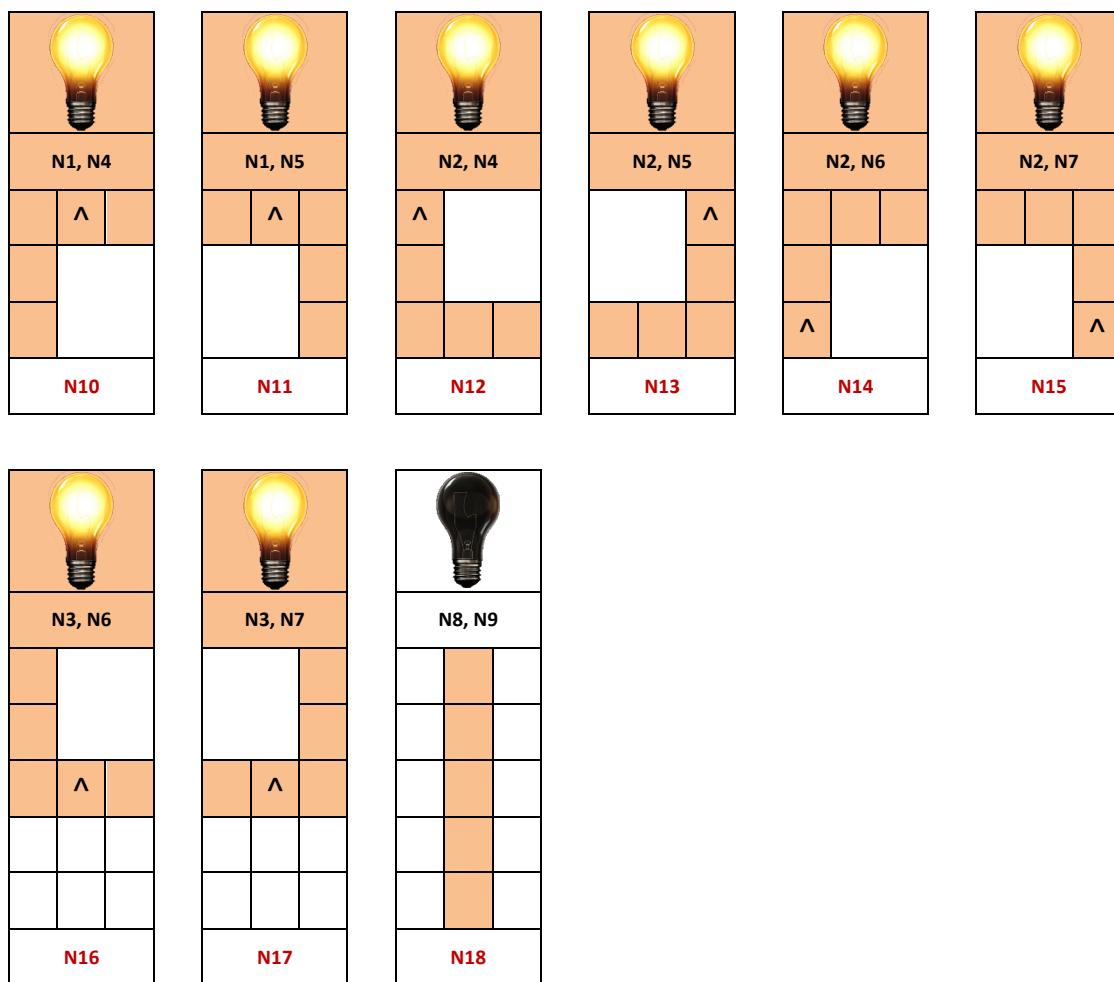
## Neurones de la rétine (Chiffre 8)



## Couche de neurones 1 (Chiffre 8)



## Couche de neurones 2 (Chiffre 8)

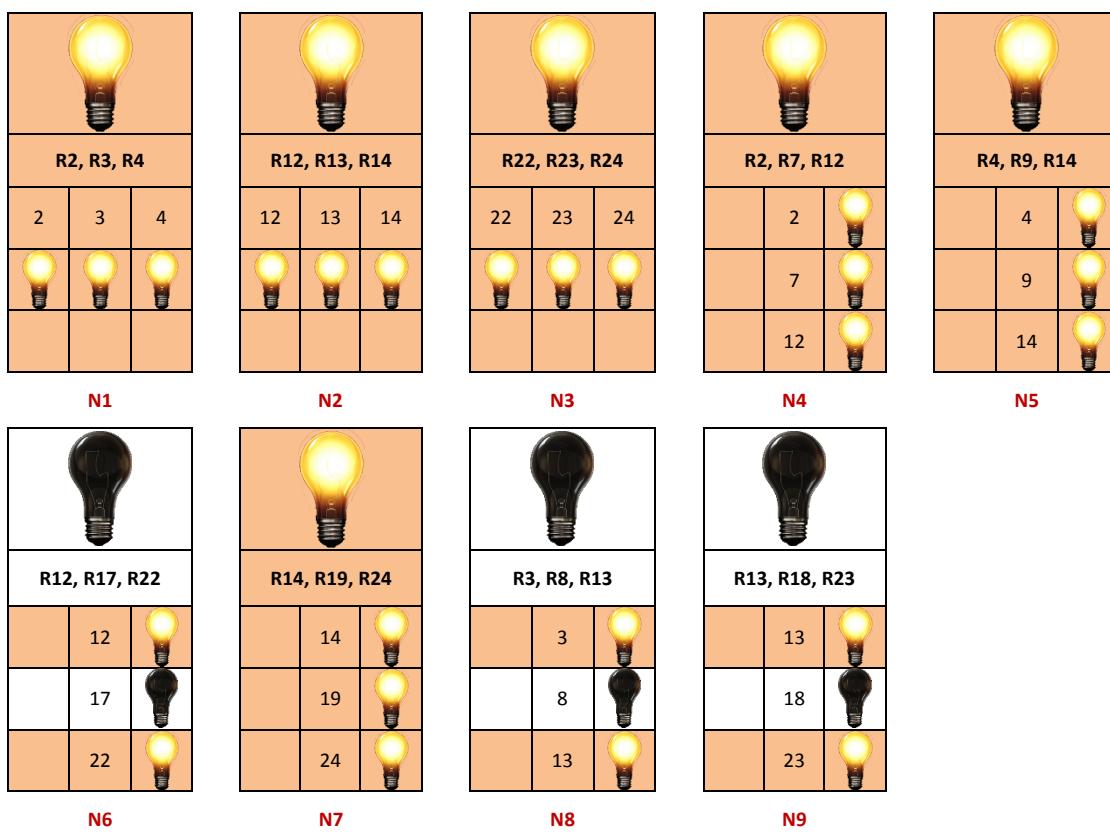


1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

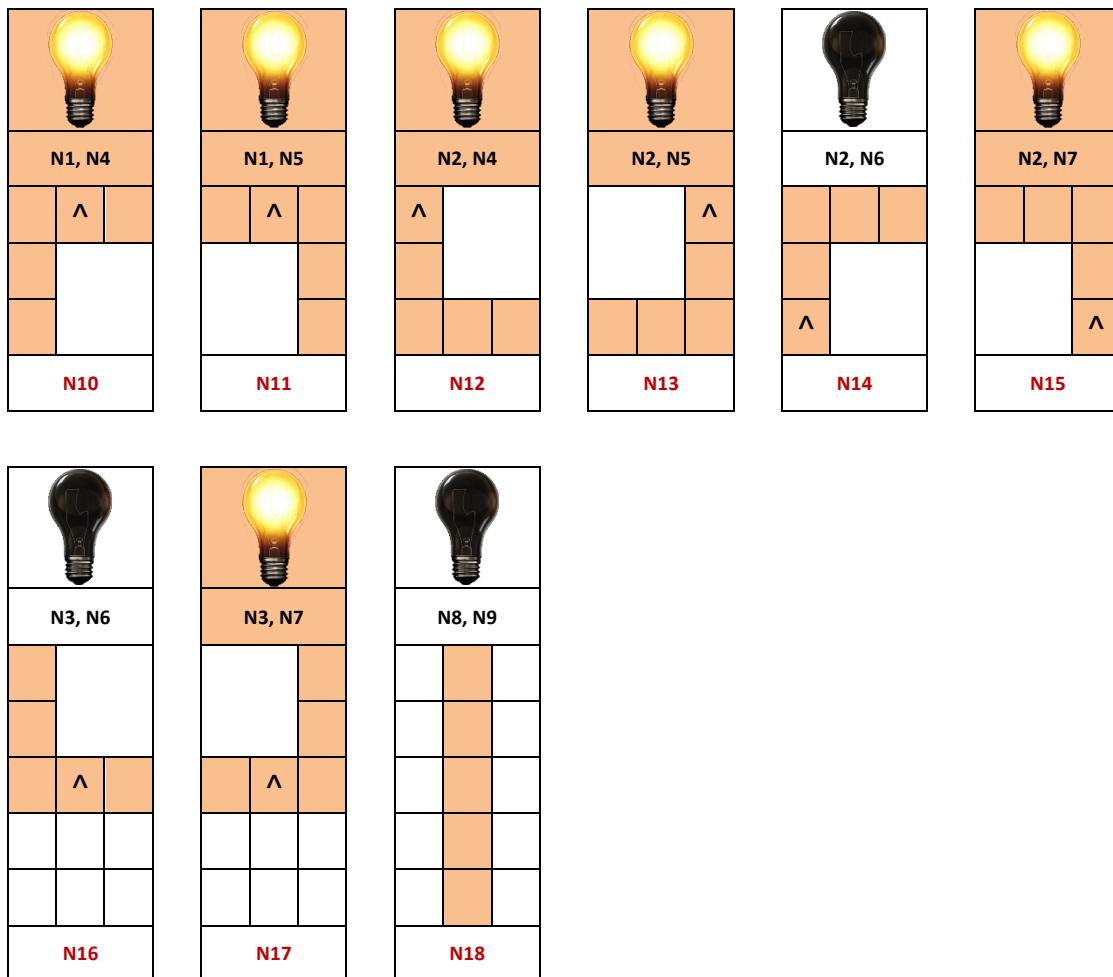
### Neurones de la rétine (Chiffre 9)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

### Couche de neurones 1 (Chiffre 9)



## Couche de neurones 2 (Chiffre 9)



## ANNEXE 4 : Support 5 x 5 pixels et figures détectées par le « cerveau »

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25


The table consists of five columns and five rows. The second column from the left contains a large orange rectangular area. In the center of this orange area is the number "10" in black. Above the number "10" is a large black Greek letter "Λ".


Λ

11

	<b>A</b>			
	<b>12</b>			


The table consists of five columns and five rows. The fourth column from the left contains two orange rectangular blocks. The top orange block contains a black Greek letter Λ (Lambda). The bottom orange block contains the black number 13.


The table consists of five columns and five rows. The central column contains two orange cells. The top orange cell contains the number "14". The bottom orange cell contains a black Greek letter "Λ". The other four cells in the table are white.


15

Λ

	16			
		Λ		

			17	
		A		


18