

# Complément

**Convolution et CNN**

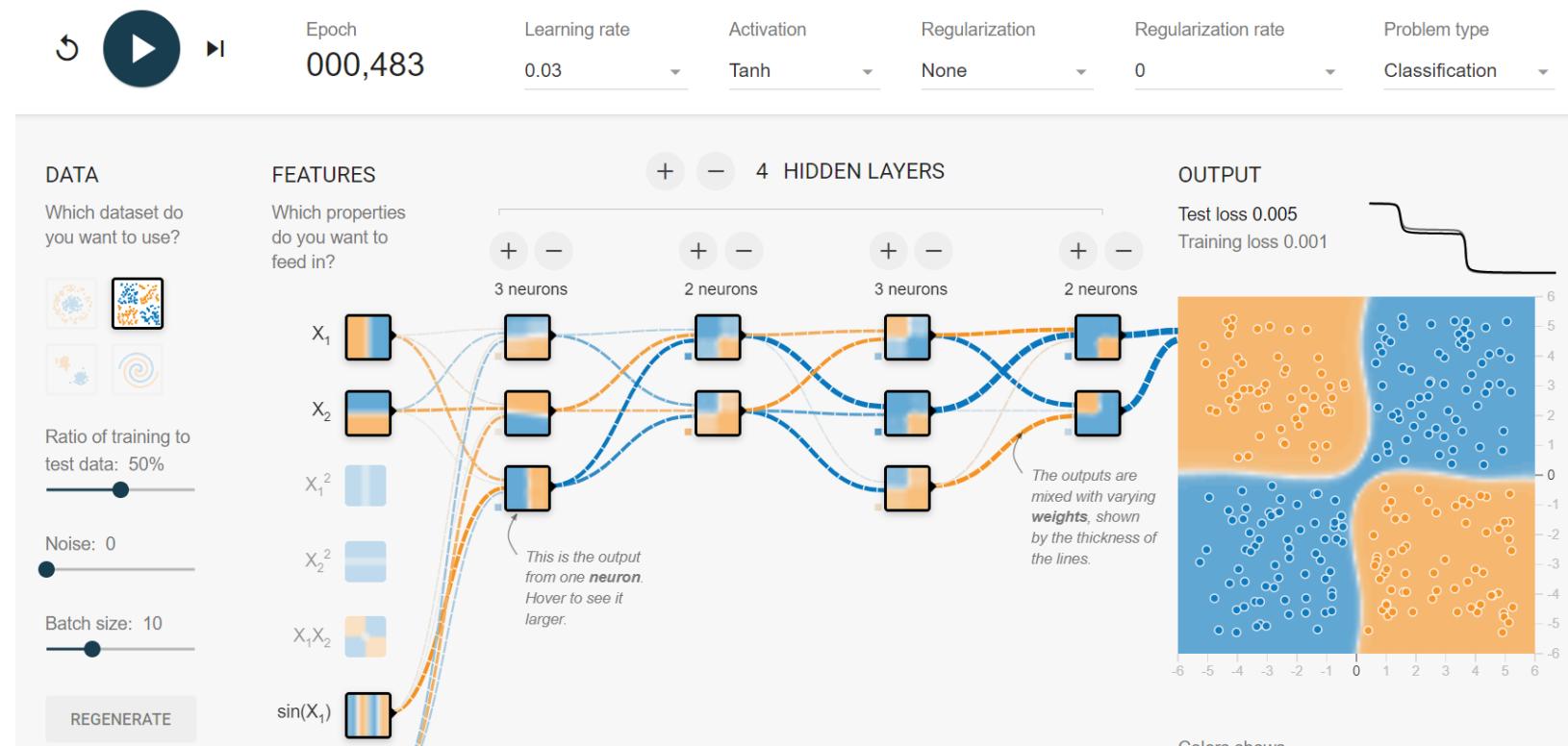
**Diffusion**



# Concepts fondamentaux d'un réseau de neurones

## Le réseau de neurones : architecture, fonctions d'activation et de pondération

### Tensorflow playground

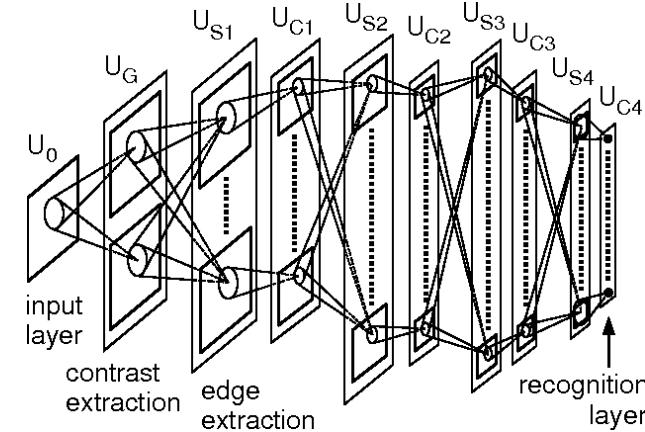
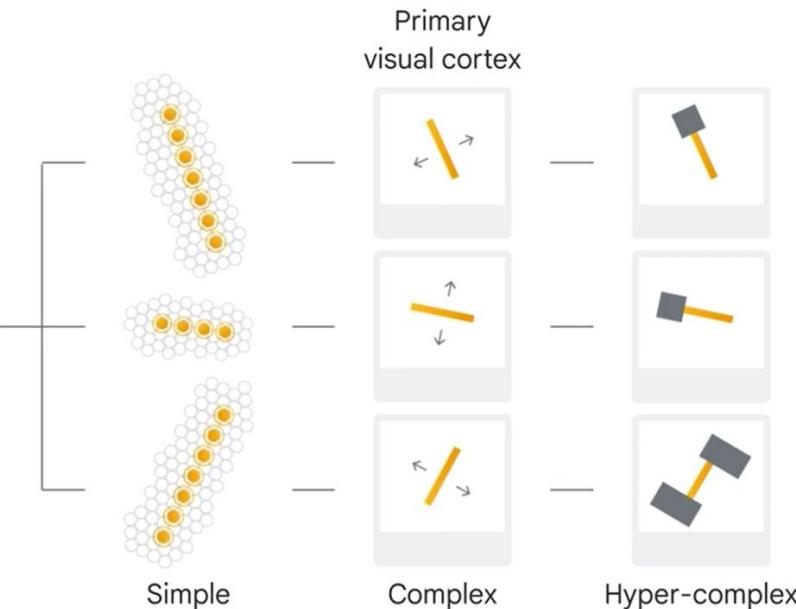
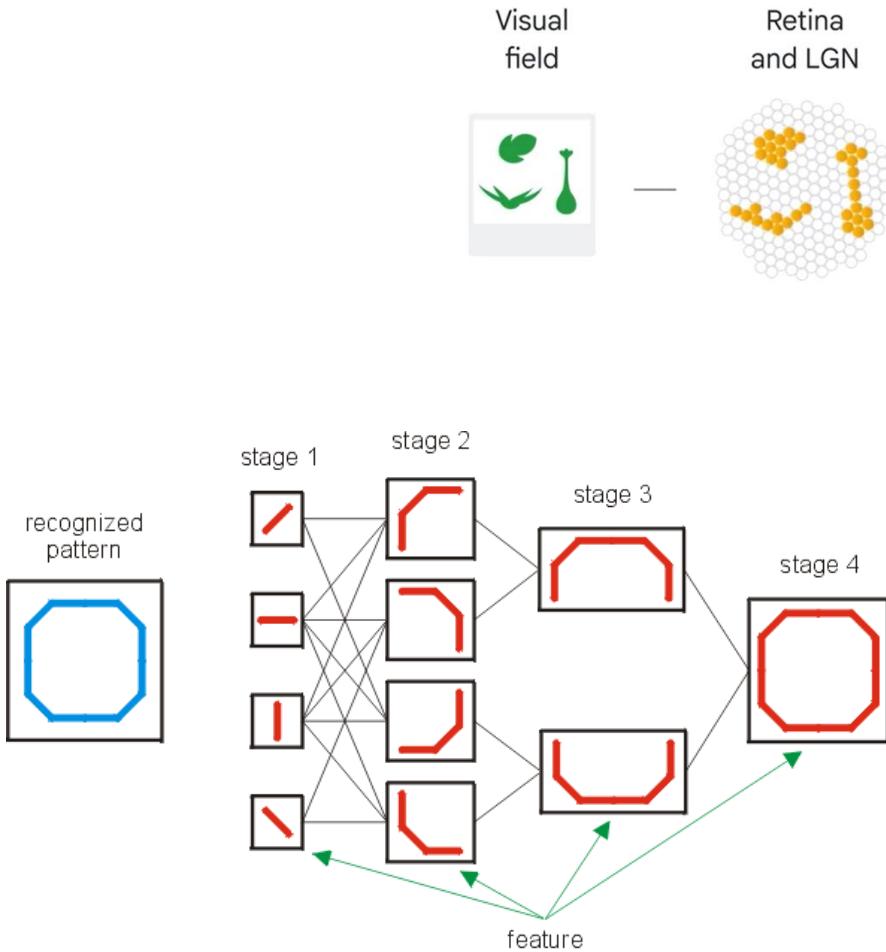


<https://playground.tensorflow.org>

# Convolutional Neural Networks (CNN)

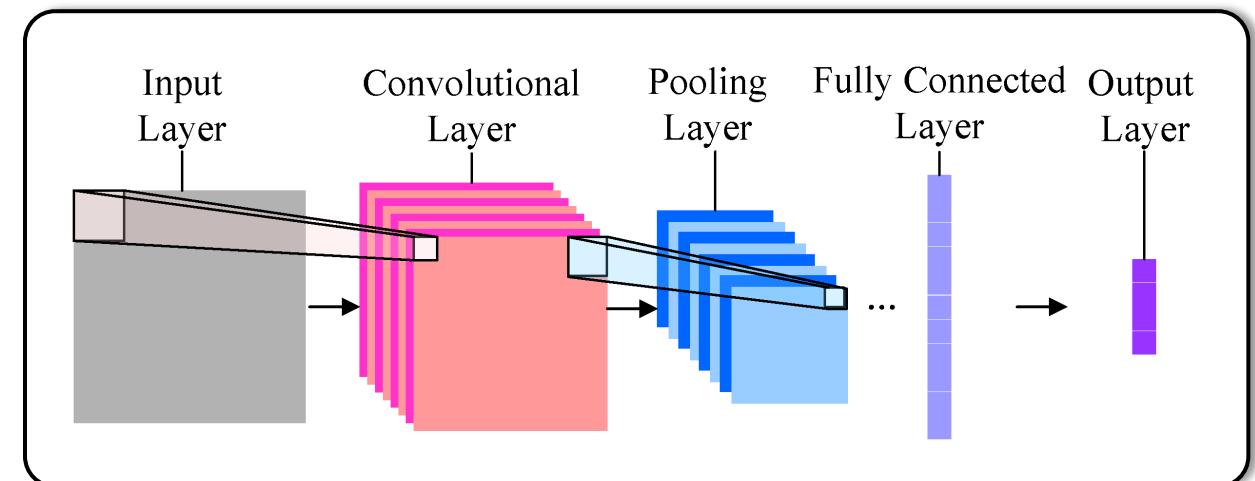
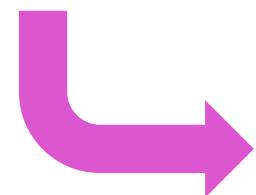
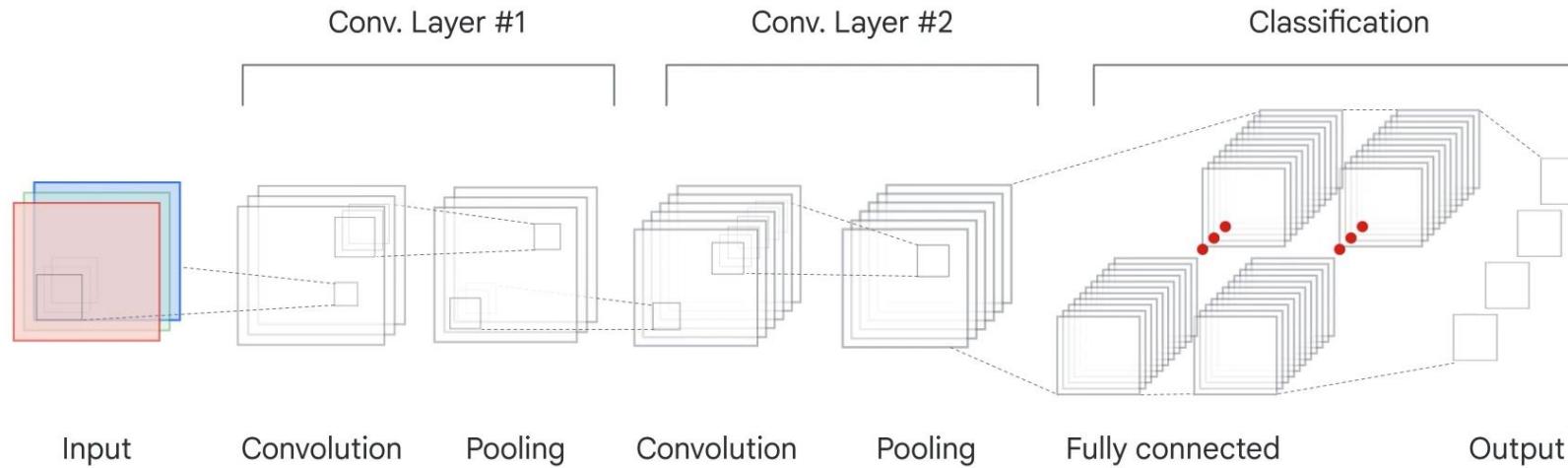
## Présentation des CNN : principes fondamentaux et applications

### Neocognitron (1980)



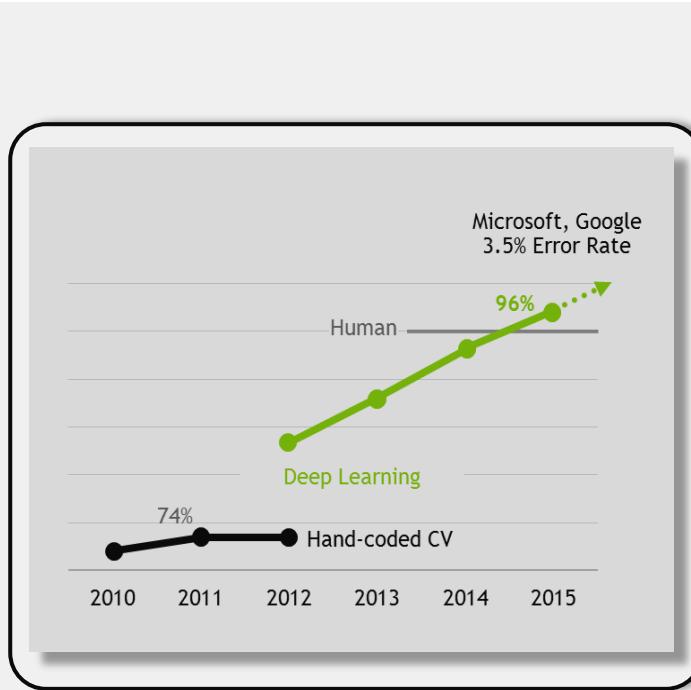
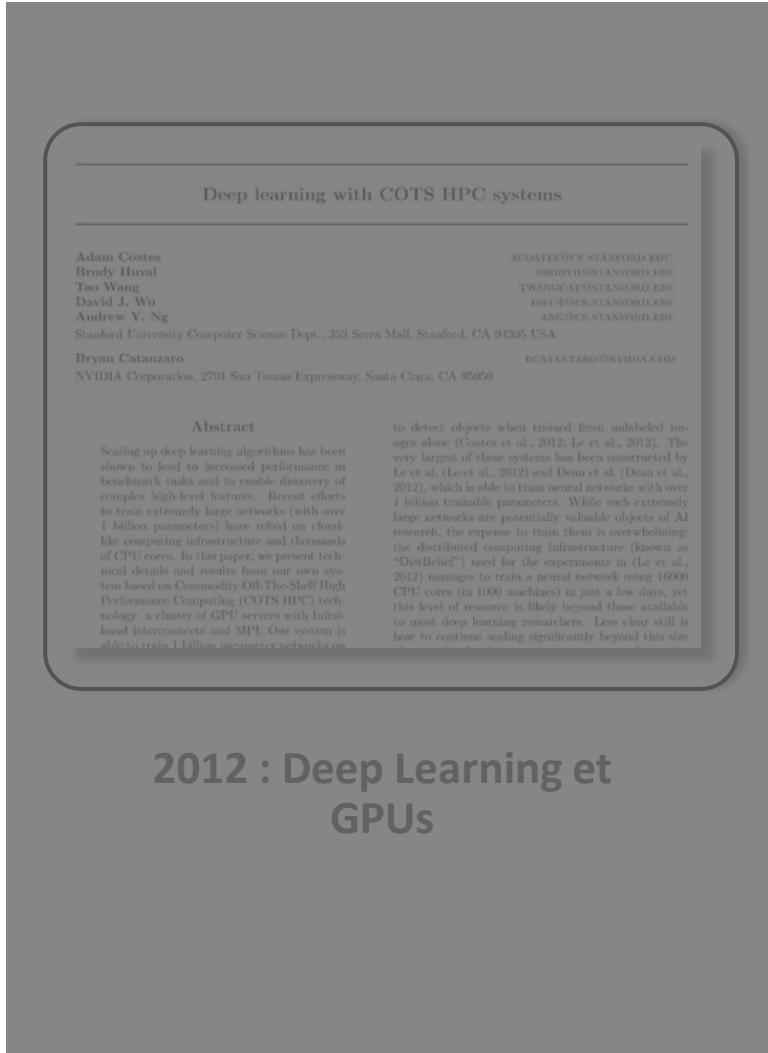
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Présentation des CNN : principes fondamentaux et applications



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Présentation des CNN : principes fondamentaux et applications



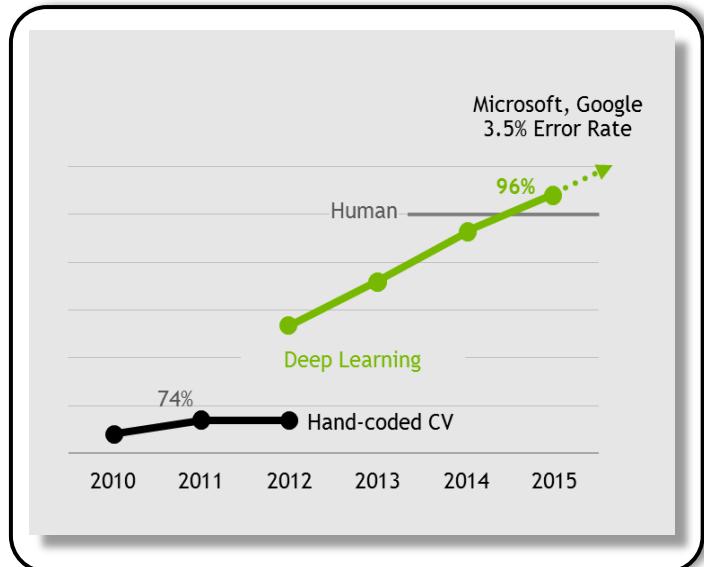
**2015 : ImageNet challenge - de meilleures résultats que l'homme dans la reconnaissance d'image grâce au Deep Learning**



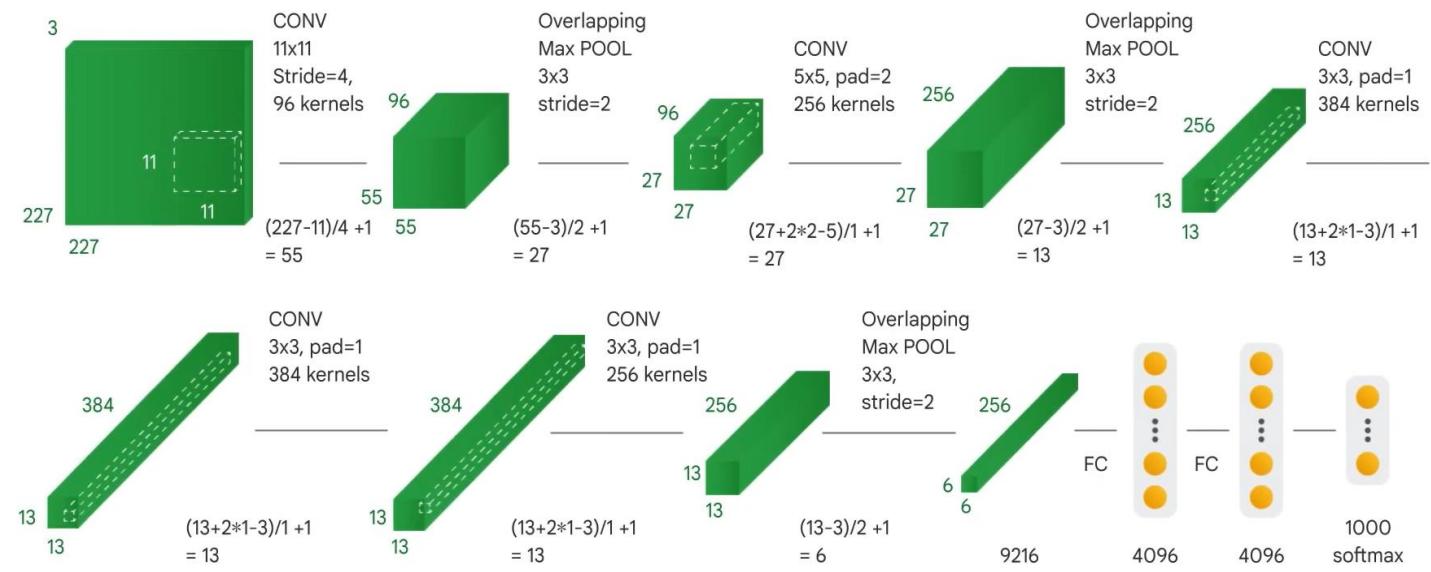
**2016 : Microsoft annonce que son IA comprend la parole aussi bien qu'un humain**

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Présentation des CNN : principes fondamentaux et applications



2015 : ImageNet challenge - de meilleures résultats que l'homme dans la reconnaissance d'image grâce au Deep Learning



ImageNet classification with deep convolutional neural networks

Authors: Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey E. Hinton

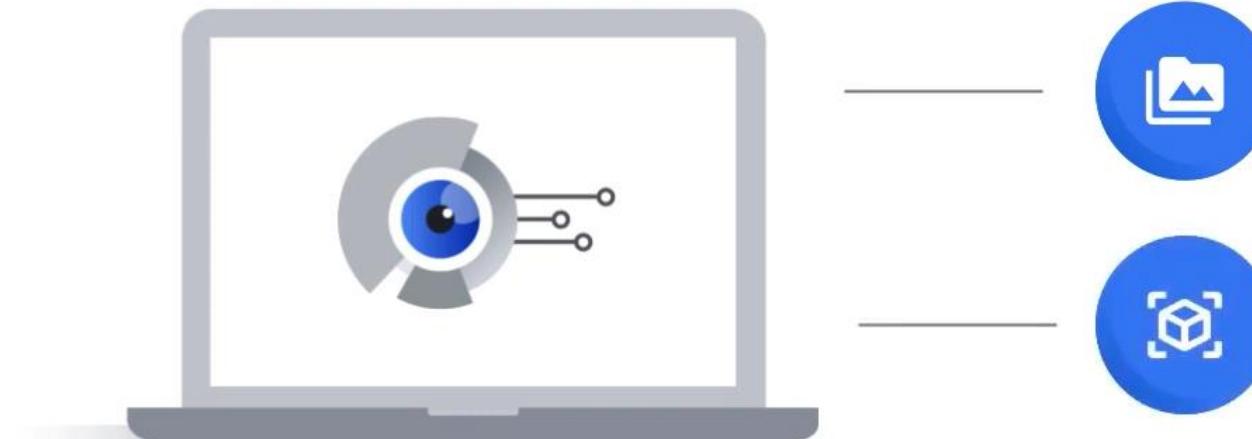
<https://dl.acm.org/doi/10.5555/2999134.2999257>

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Présentation des CNN : principes fondamentaux et applications



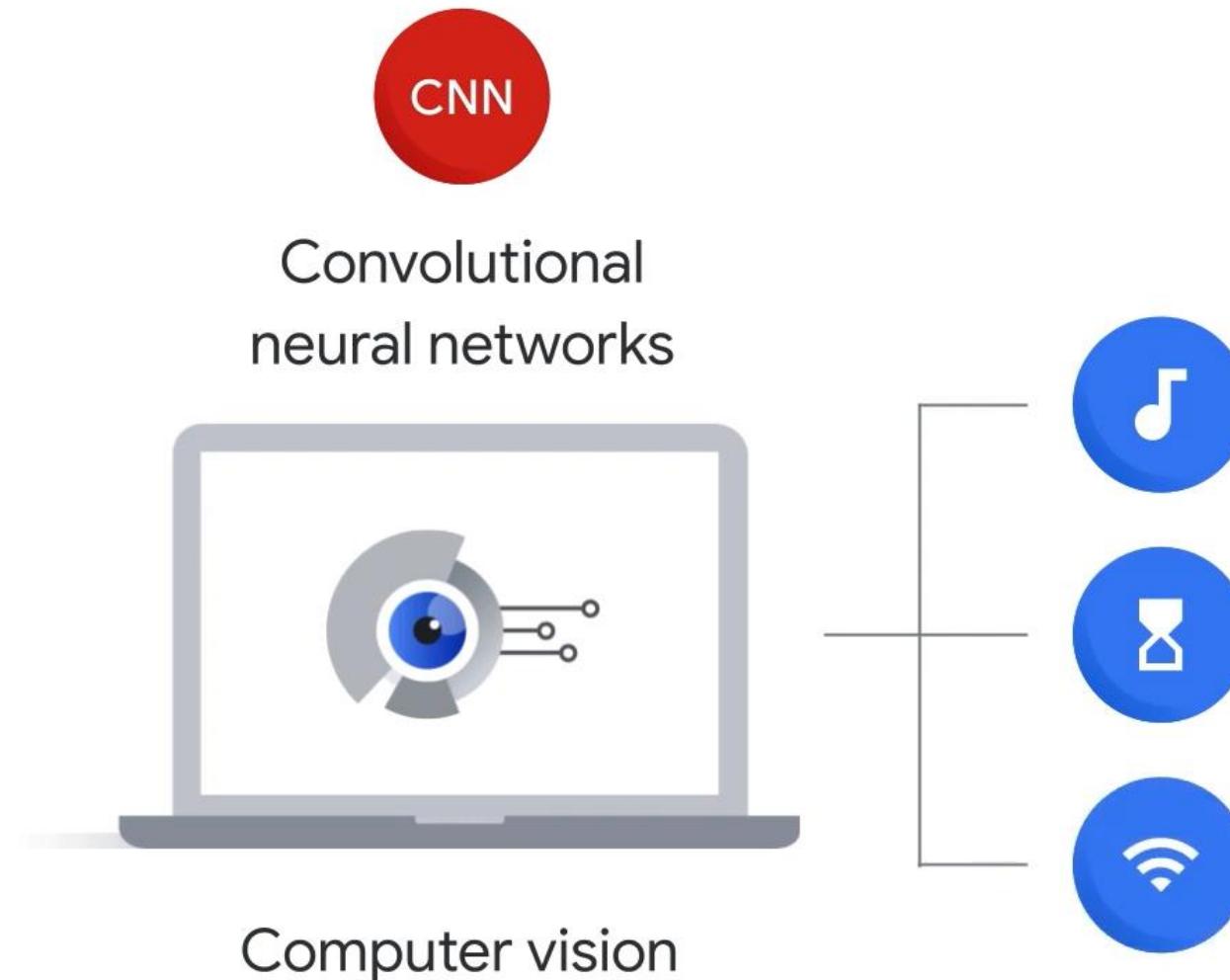
Convolutional  
neural networks



Computer vision

# Convolutional Neural Networks (CNN)

Présentation des CNN : principes fondamentaux et applications



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

4,000 px

3,000 px

**12 Mpx**



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



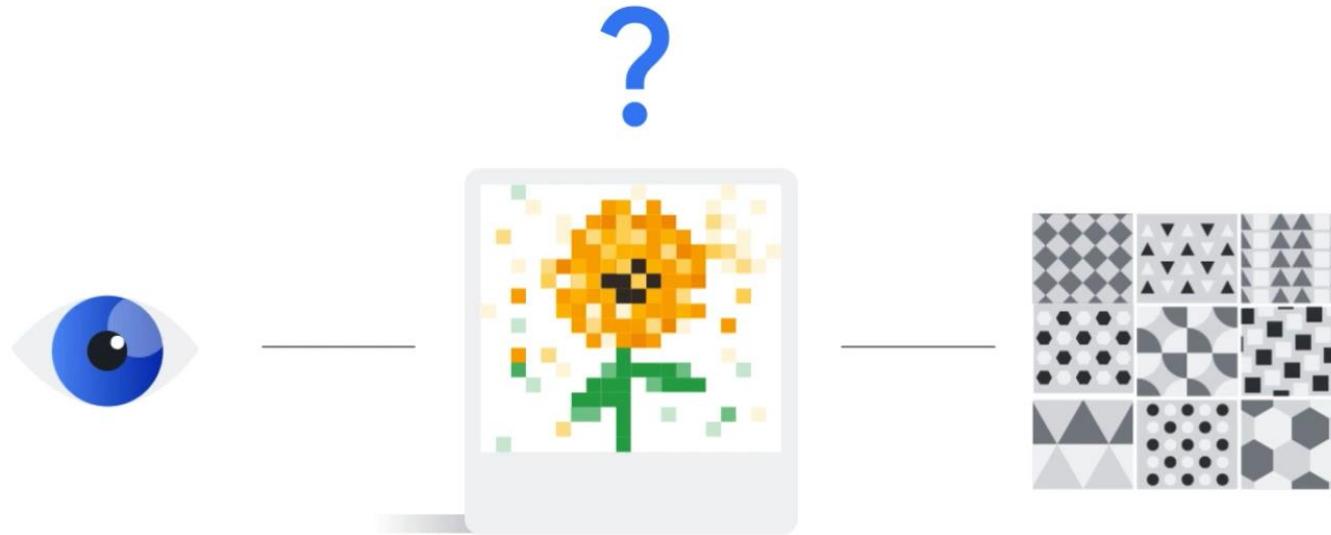
**12 Mpx**

Imaginons cette entrée connectée à une première couche Dense de 100 neurones.

Combien cela fait-il de paramètres ?

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

Avant 2012



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

Avant 2012



# Convolutional Neural Networks (CNN)

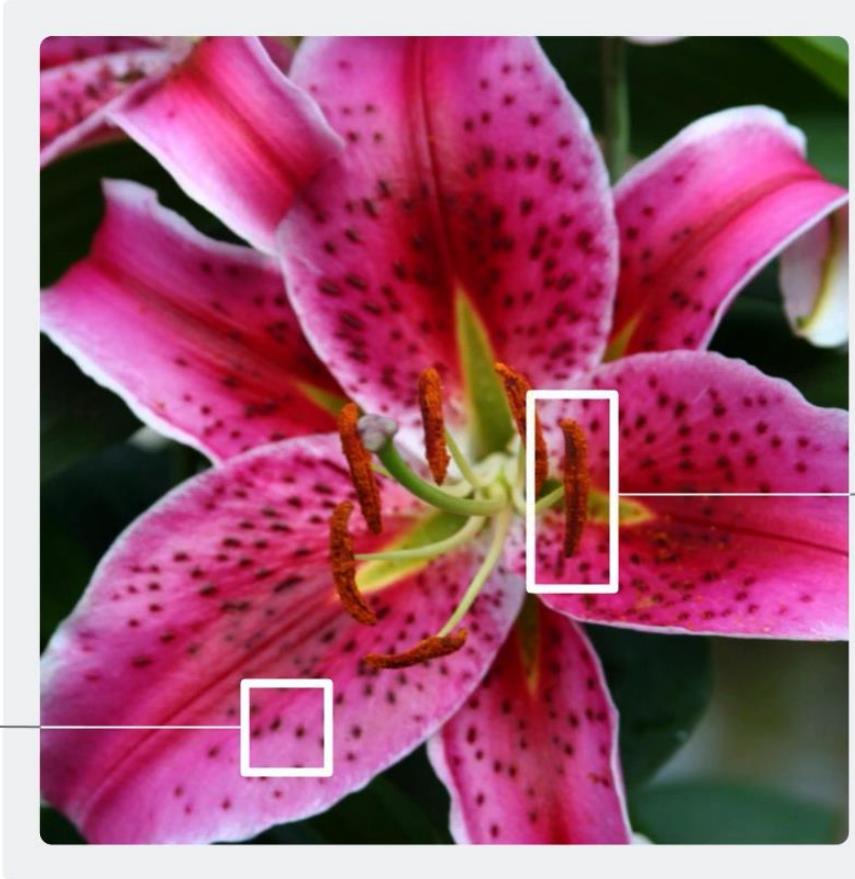
## Fonctionnement fondamental d'un CNN

Avant 2012



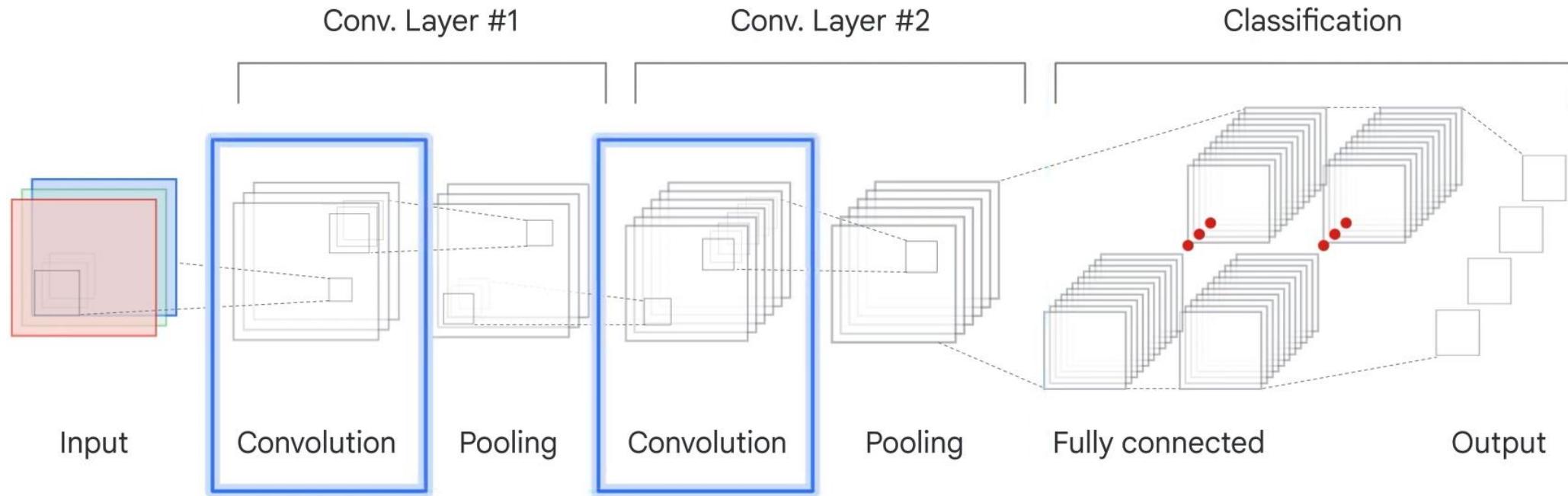
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



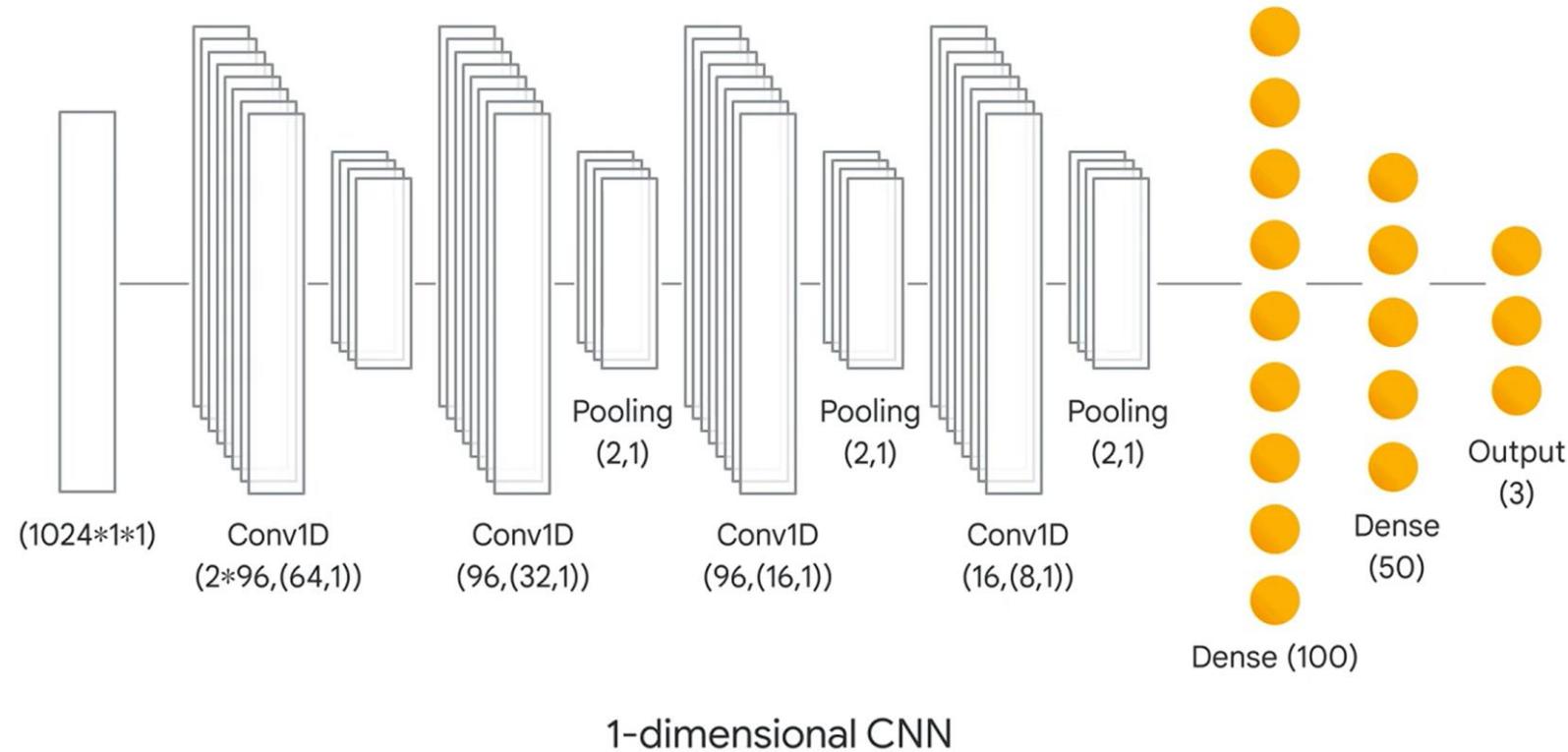
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



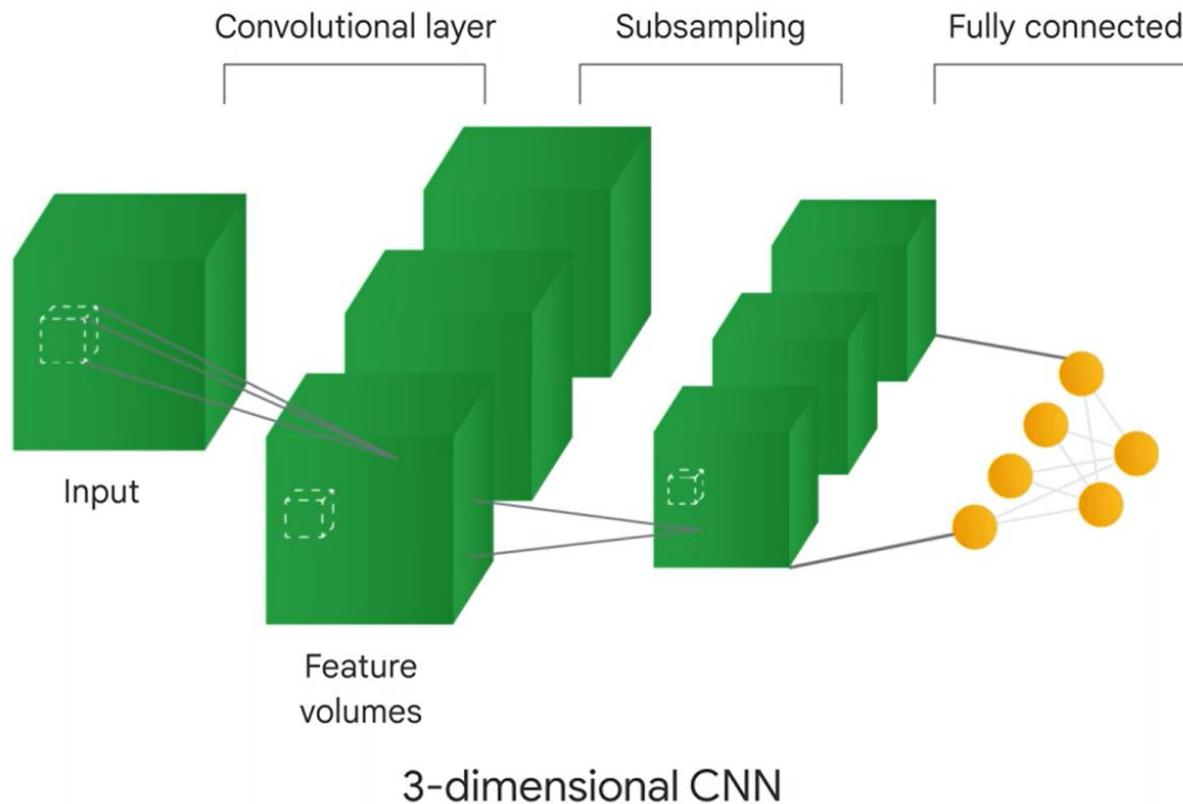
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



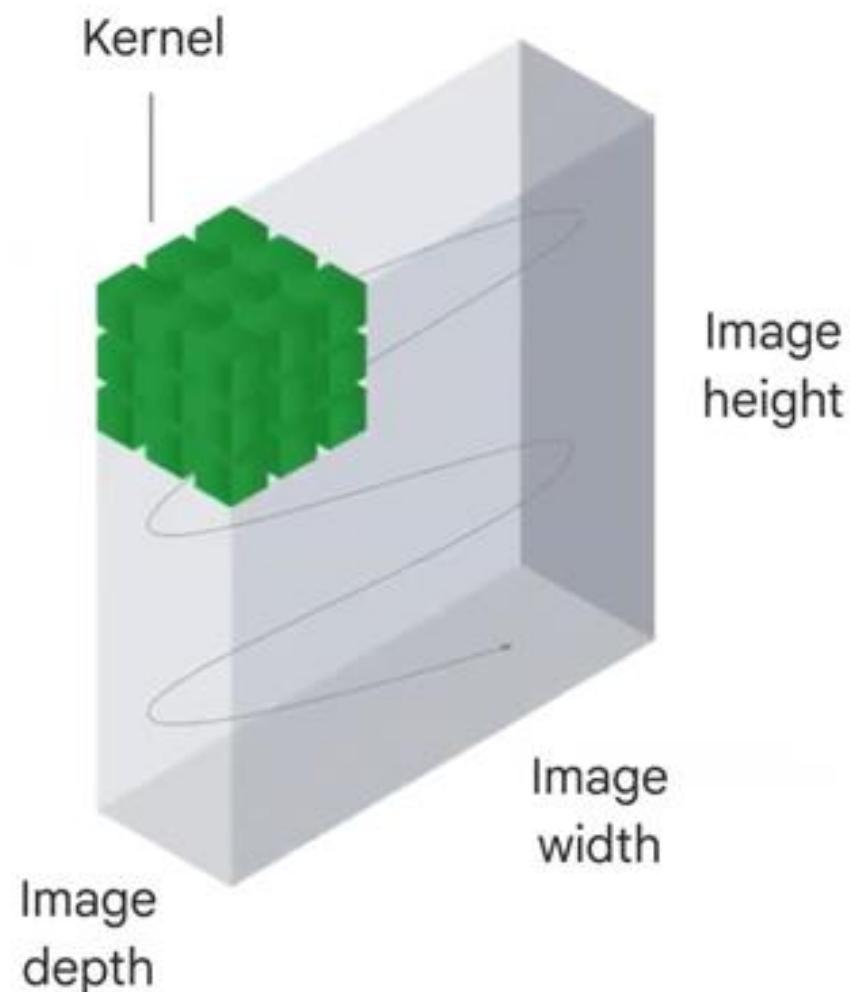
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

Type	Données/applications	Popularité
1D	Séquences (séries temporelles, textes)	Moyenne
2D	Images (hauteur x largeur)	Très élevée
3D	Vidéos, volumes (hauteur x largeur x temps/profondeur)	Spécifique

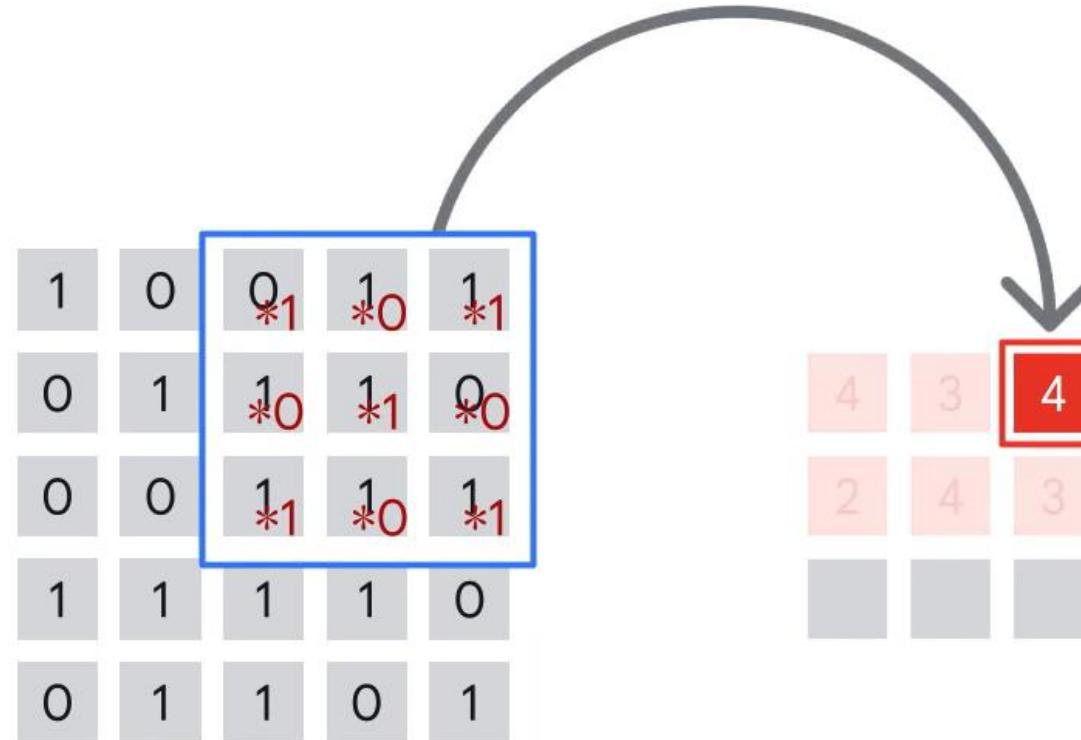
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



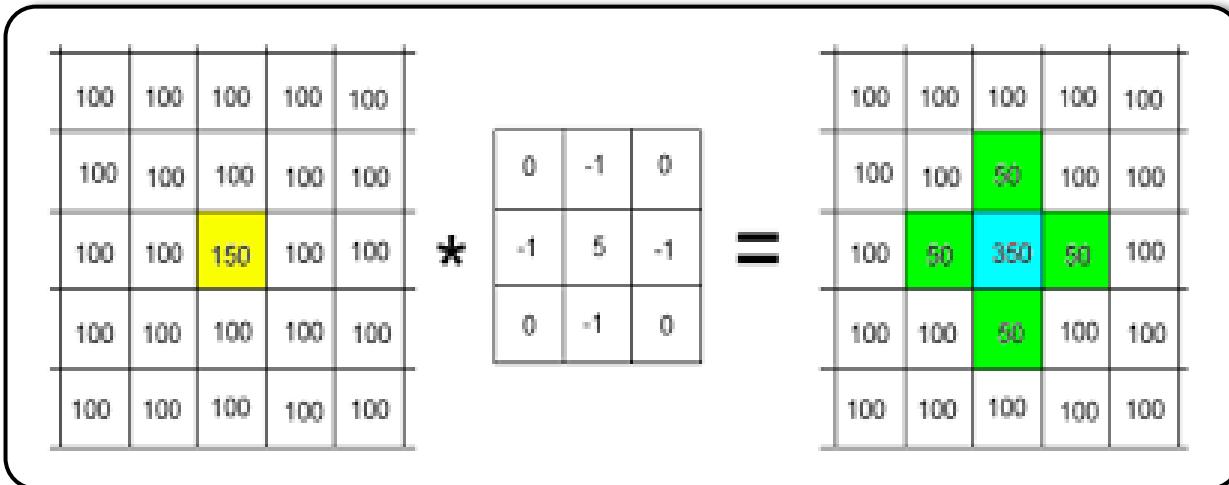
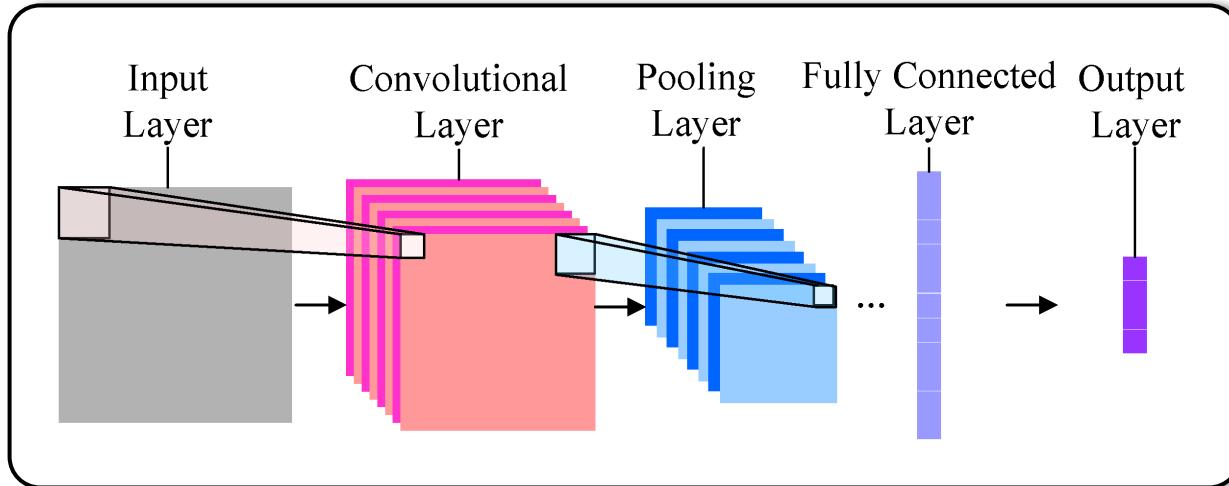
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



A vous de jouer !

A votre avis, à quoi servent ces kernels ?



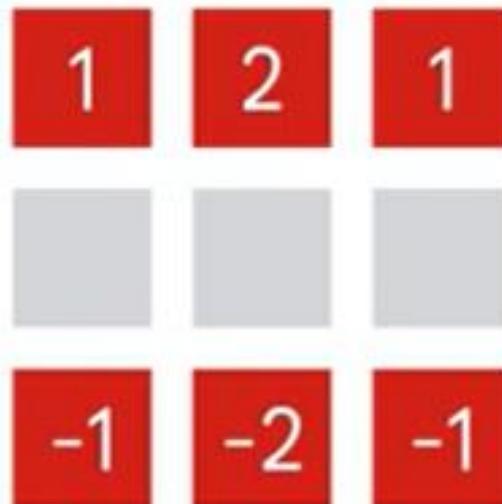
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



A vous de jouer !

A votre avis, à quoi servent ces kernels ?



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



A vous de jouer !

A votre avis, à quoi servent ces kernels ?

1		-1
2		-2
1		-1

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

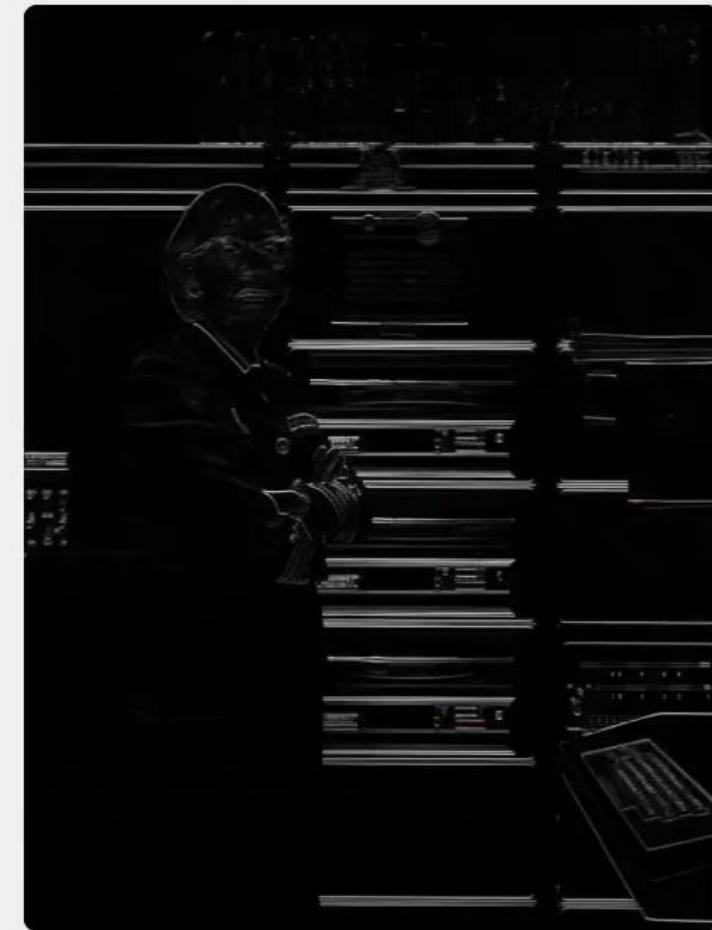


# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



$$\begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix}$$

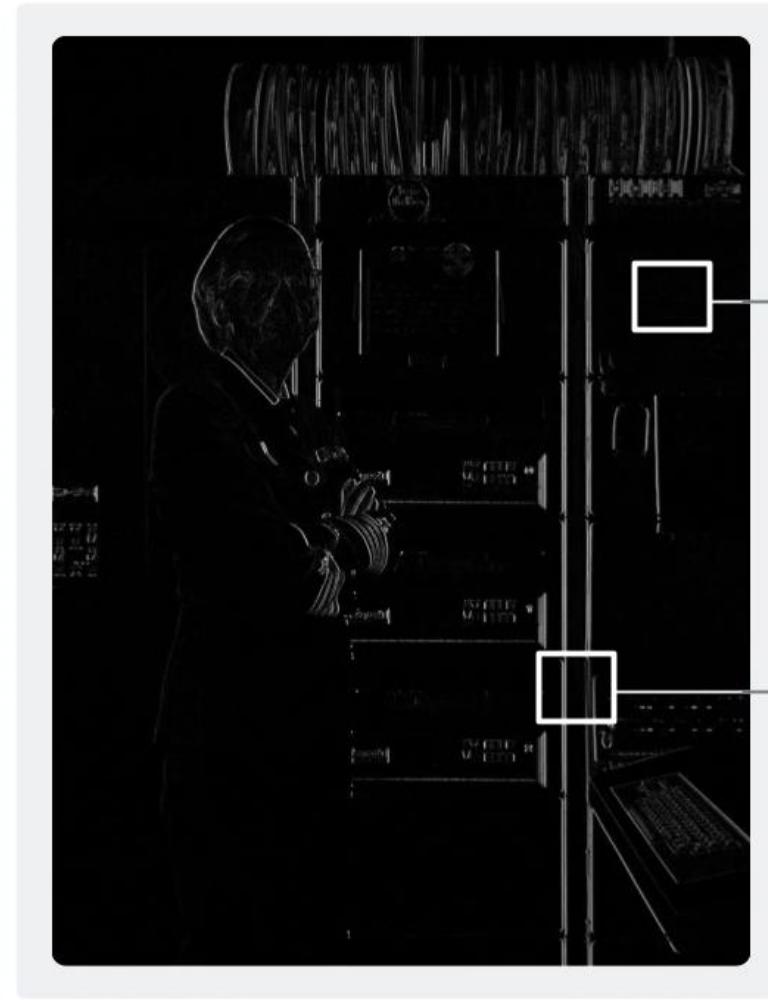


# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

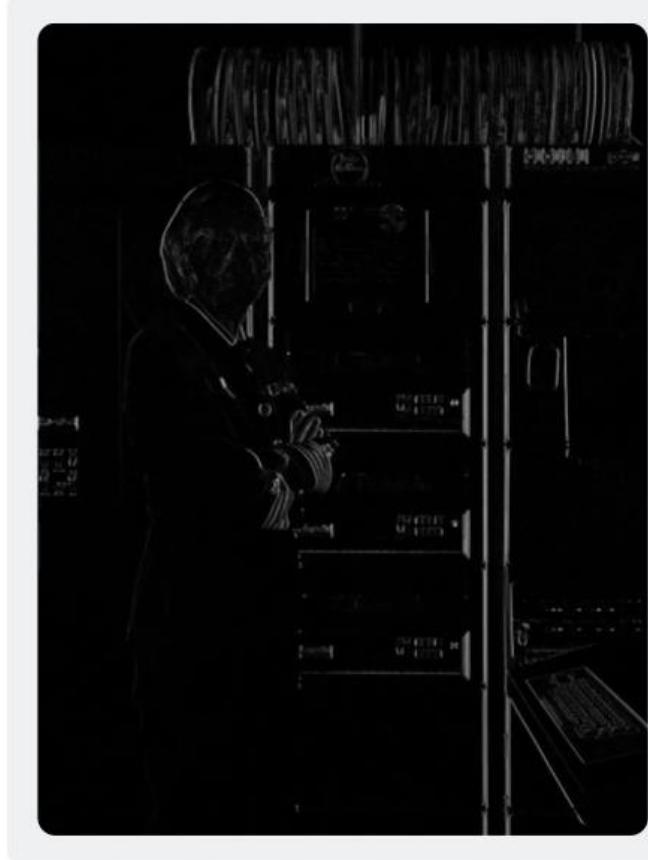
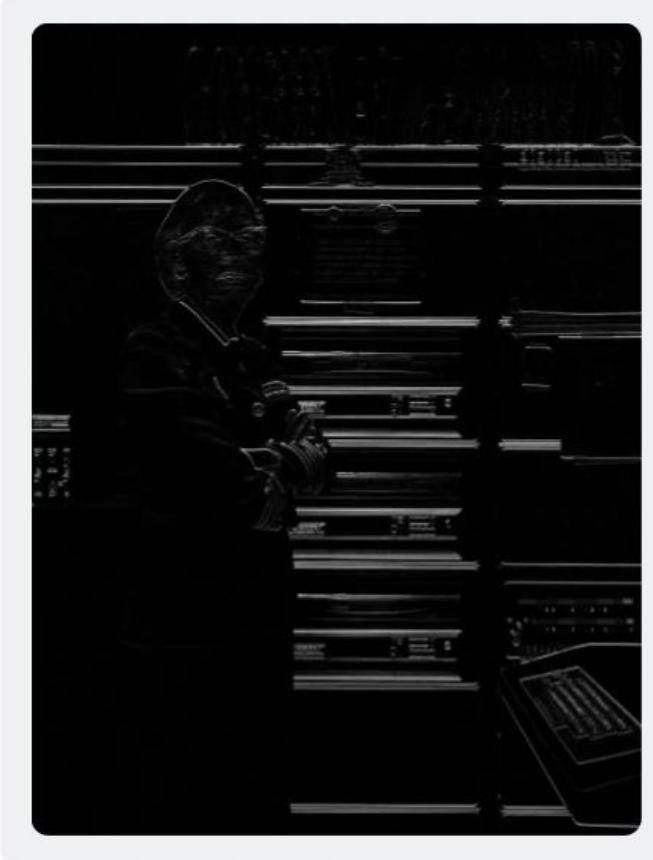


$$\begin{matrix} 1 & -1 \\ 2 & -2 \\ 1 & -1 \end{matrix}$$

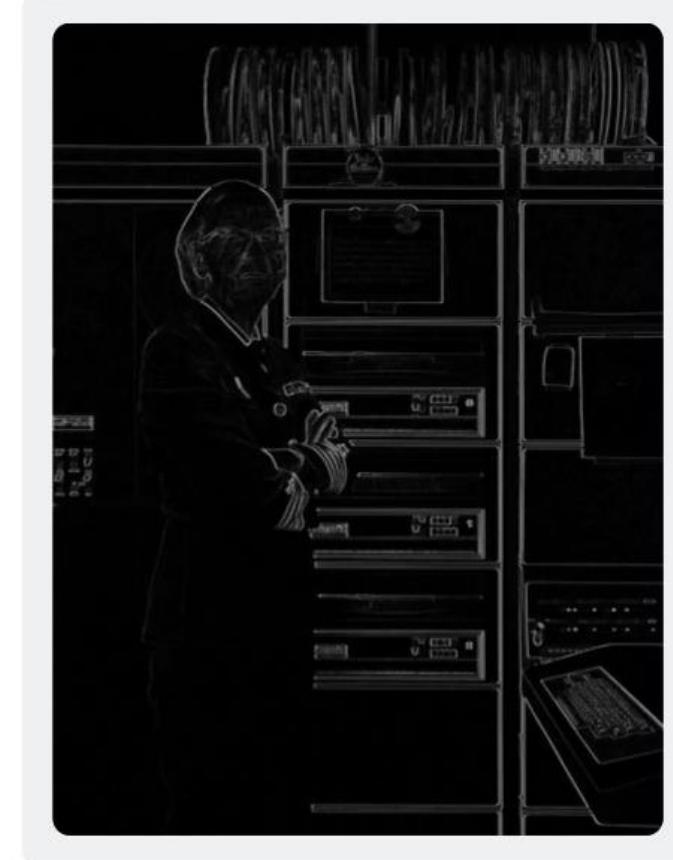


# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



=



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

Les couches convolutionnelles correspondent à des filtres.



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Paramètres des couches convolutionnelles

```
tf.keras.layers.Conv2D(filters,  
                      kernel_size,  
                      strides=(1, 1),  
                      padding='valid',  
                      activation='relu')
```

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



A vous de jouer !

**A votre avis, de combien de dimensions est composée l'entrée d'une couche convolutionnelle (d'un réseau 2D) ?**

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

[batch, height, width, channels]



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

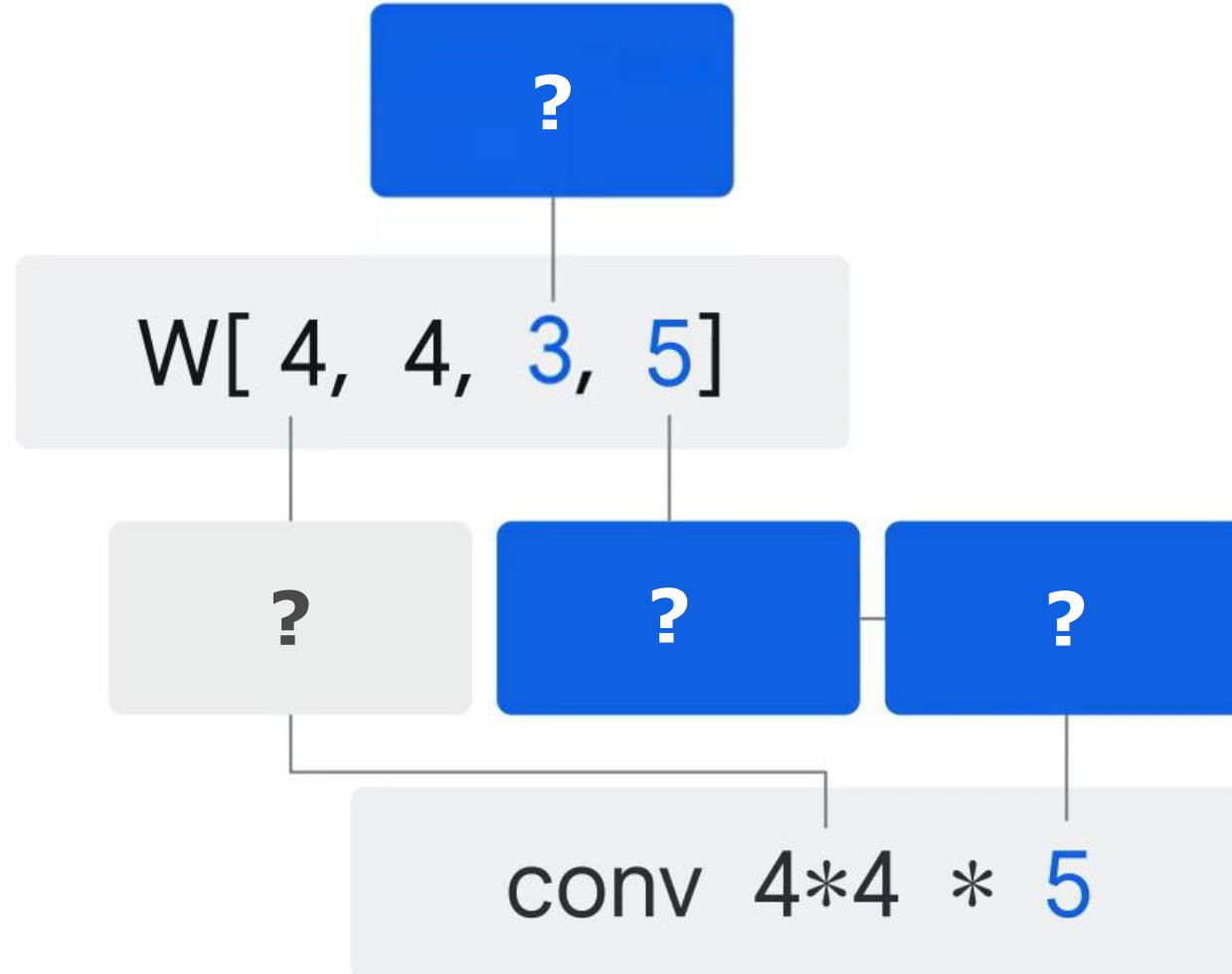


A vous de jouer !

**A votre avis, de combien de dimensions est composée la sortie d'une couche convolutionnelle (d'un réseau 2D) ?**

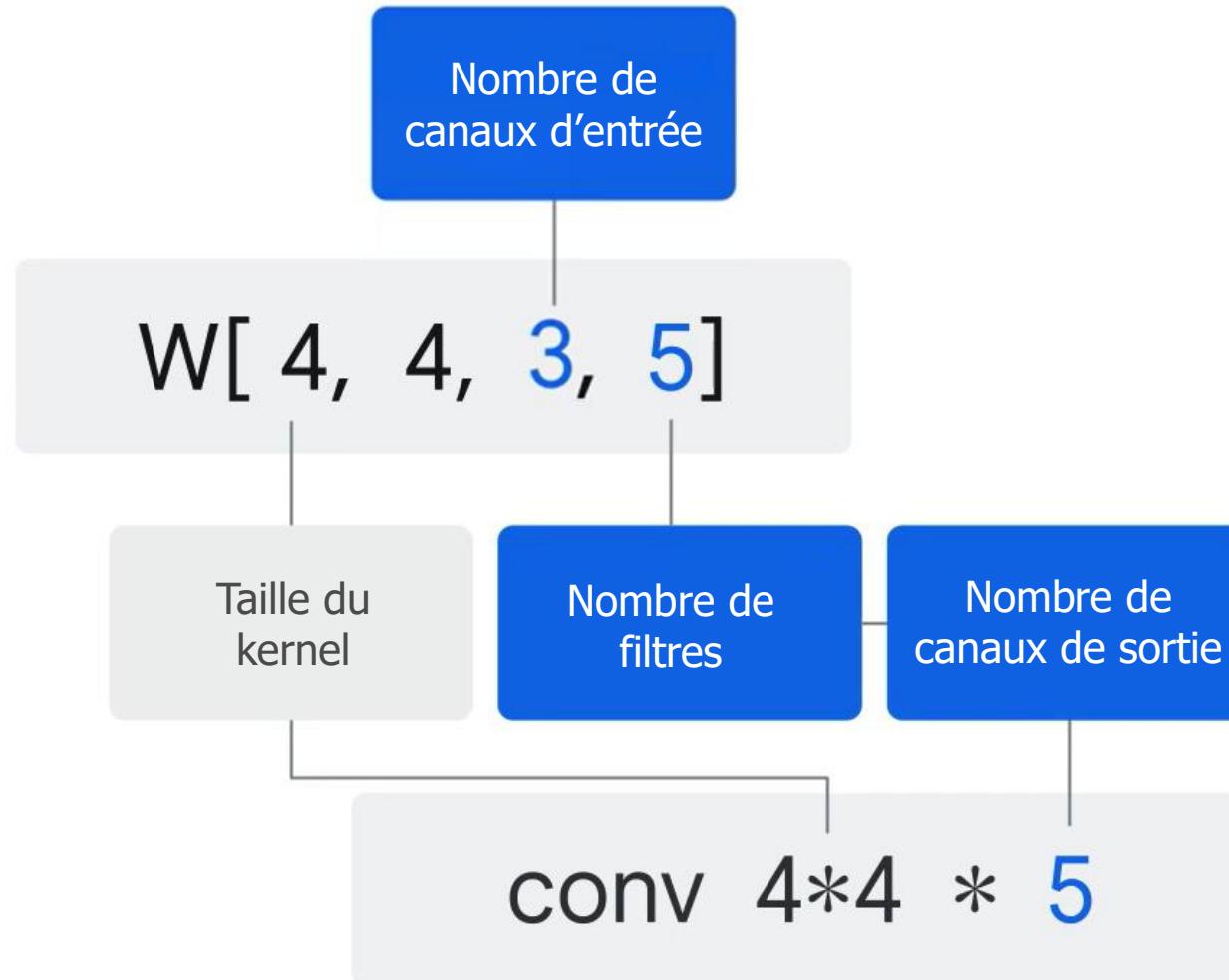
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



# Convolutional Neural Networks (CNN)

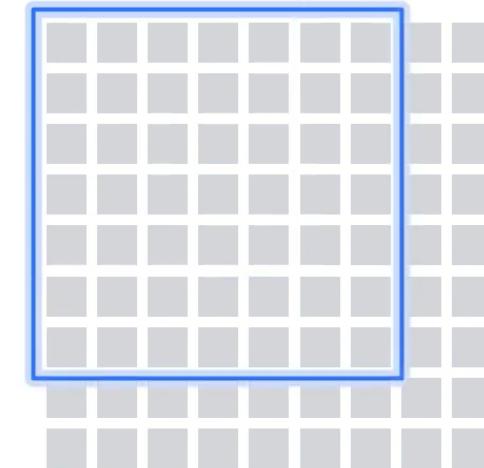
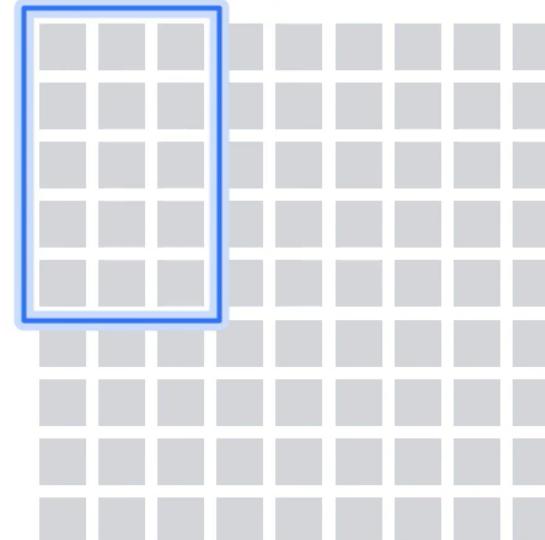
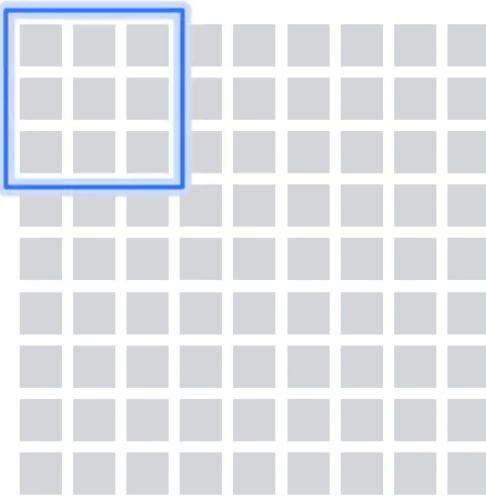
## Fonctionnement fondamental d'un CNN



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

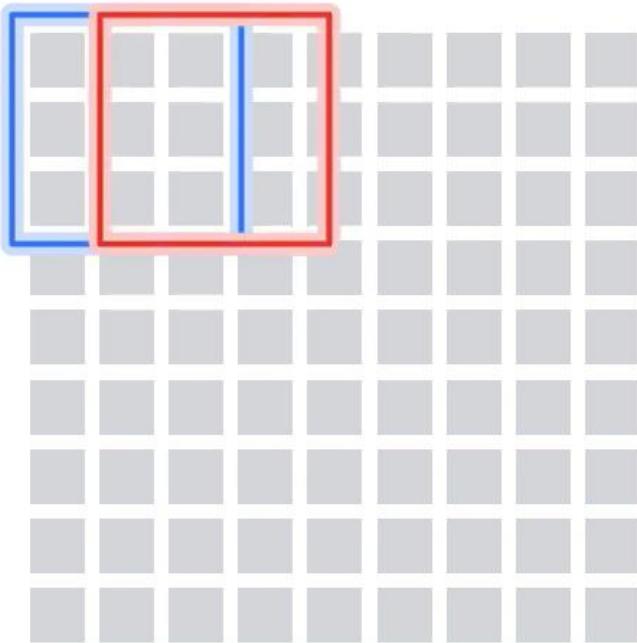
### Taille du kernel



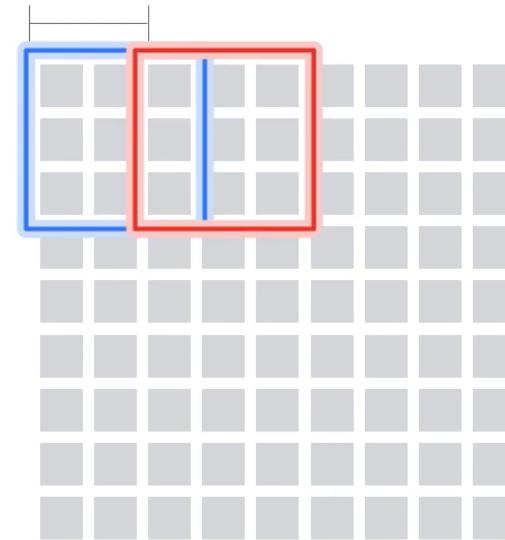
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

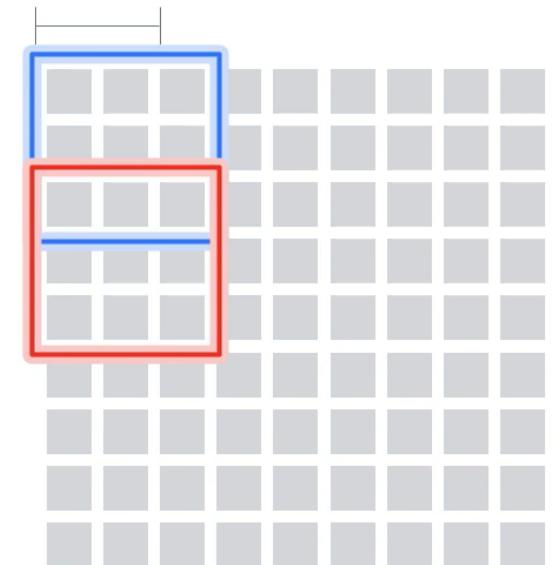
### Stride



stride=2



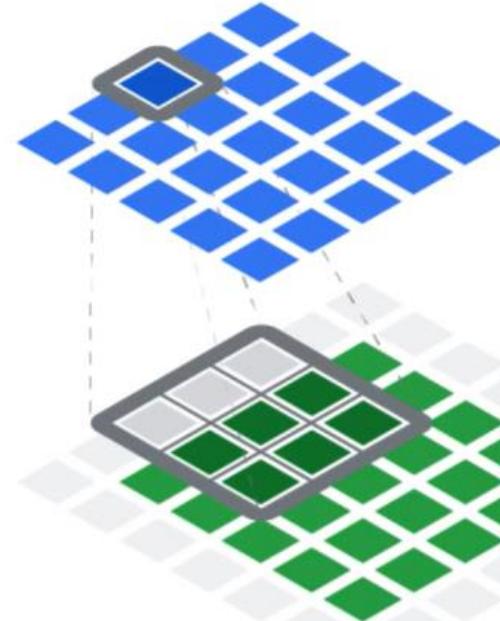
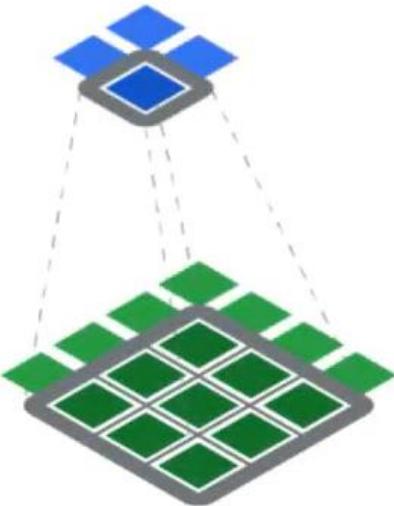
stride=2



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Padding

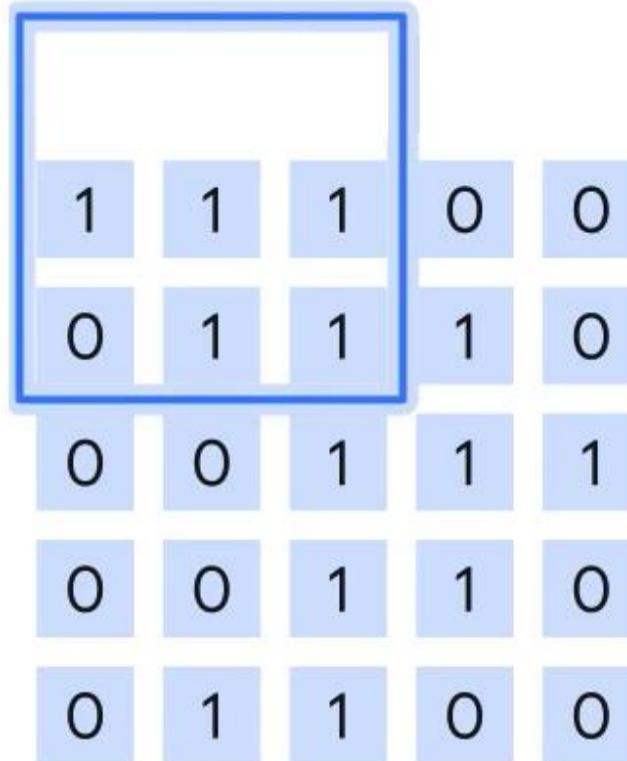


# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Padding

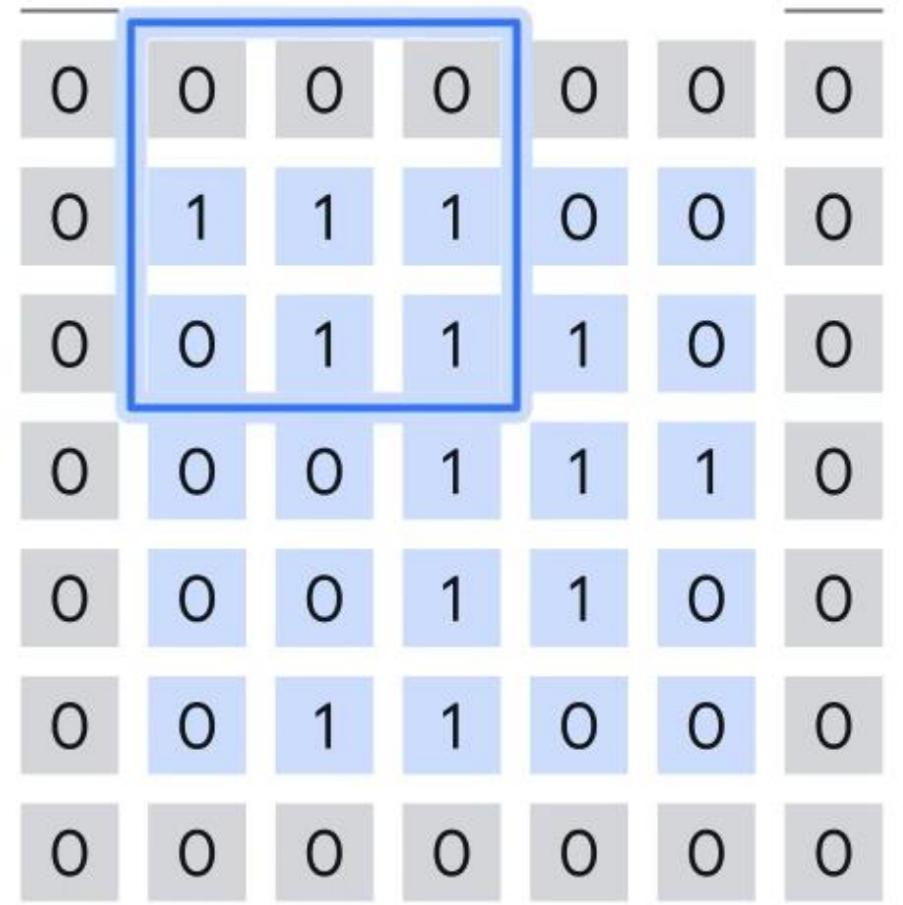
?



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Padding



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN



Quelle est la taille de la sortie en fonction de celle d'entrée et des paramètres ?

$$O = \frac{P + K - 1}{S} + 1$$

O = Size (width) of output image

I = Size (width) of input image

K = Size (width) of kernels used in the conv layer

P = Padding

S = Stride

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

Quelle est la taille de la sortie en fonction de celle d'entrée et des paramètres ?

$$O = \left\lfloor \frac{I - K + 2P}{S} \right\rfloor + 1$$

O = Size (width) of output image

I = Size (width) of input image

K = Size (width) of kernels used in the conv layer

P = Padding

S = Stride

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Démo



**Transfer learning d'un modèle de la famille des CNN pour une problématique de classification d'images, avec TensorFlow/Keras**

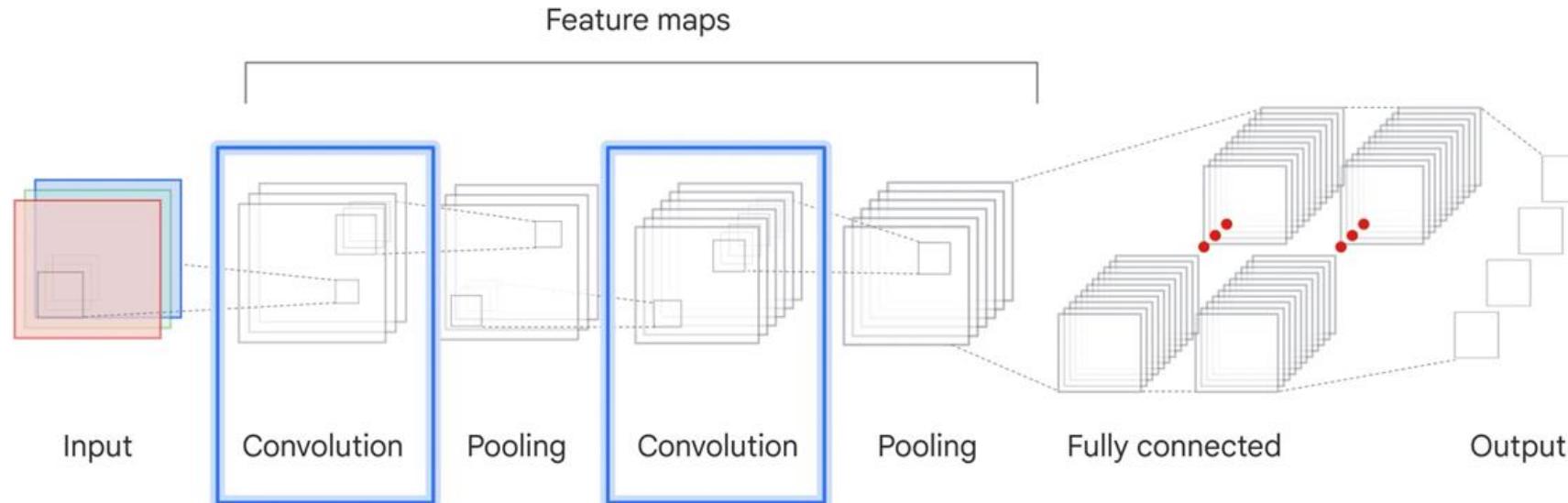
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Couches de convolution



Nombre de neurones ?



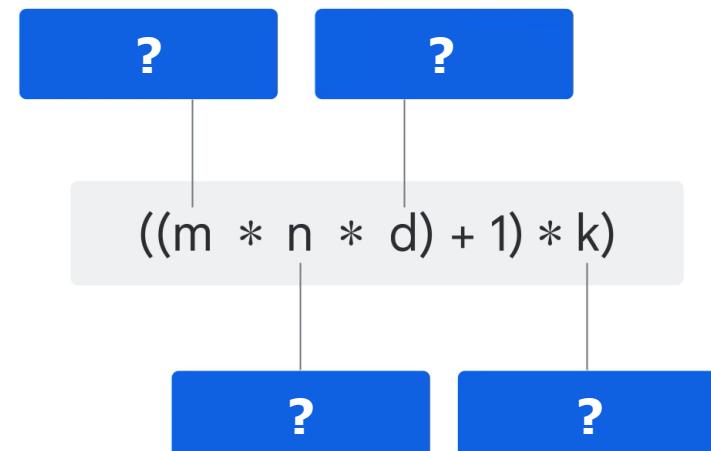
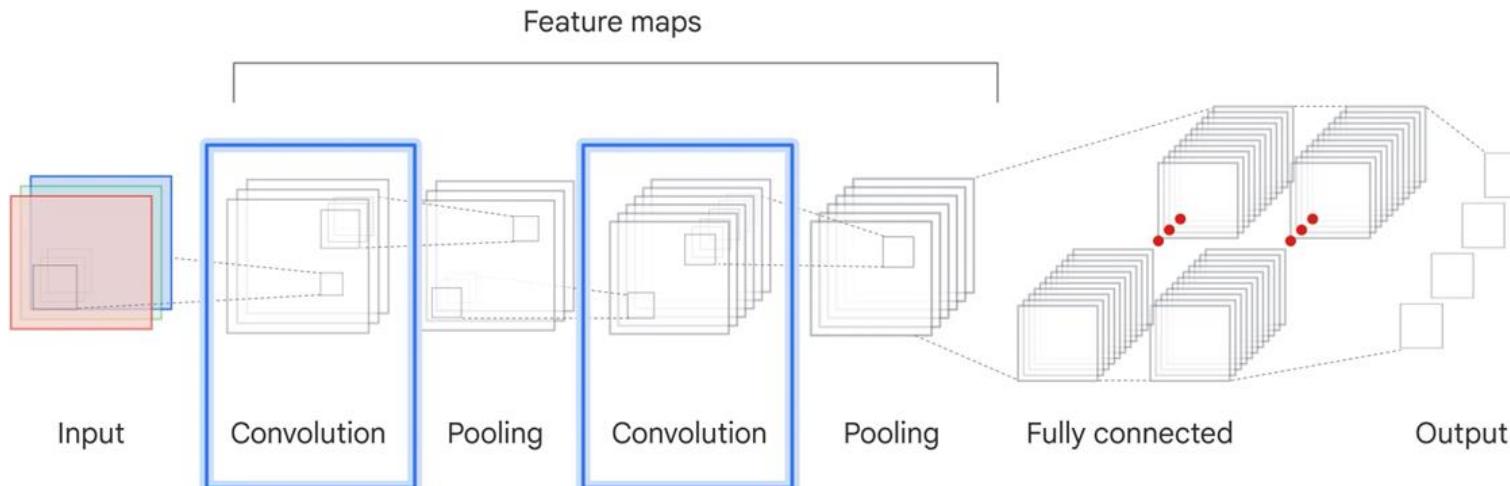
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Couches de convolution



Nombre de paramètres ?

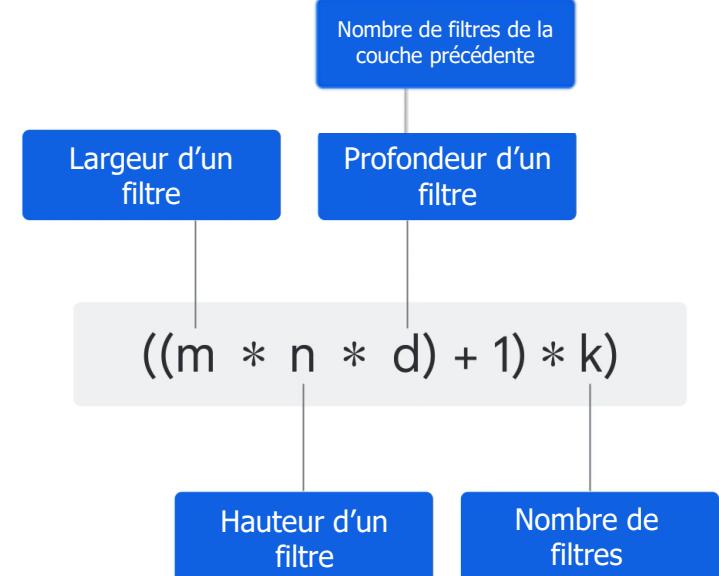
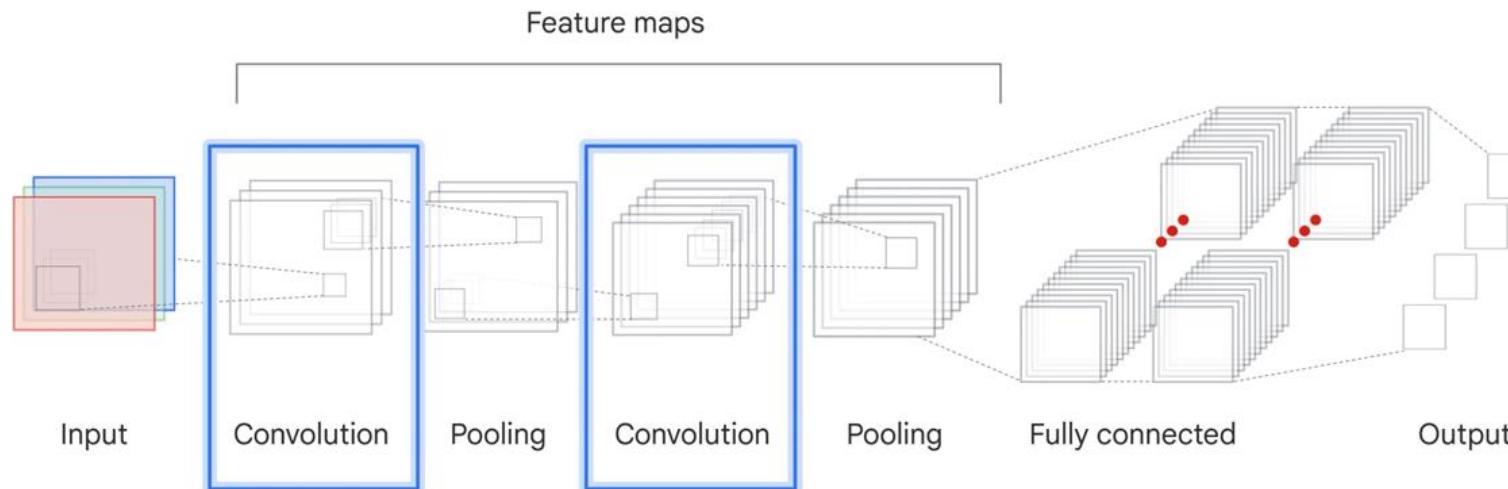


# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Couches de convolution

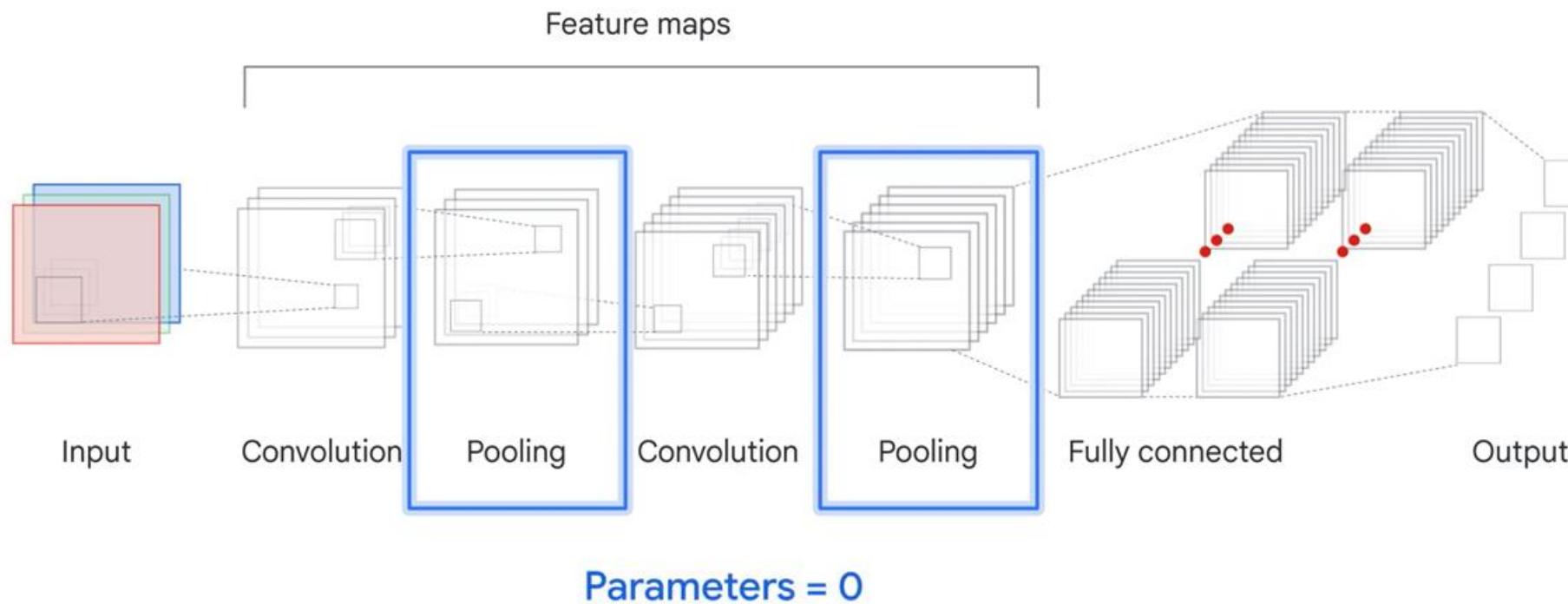
Nombre de paramètres ?



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

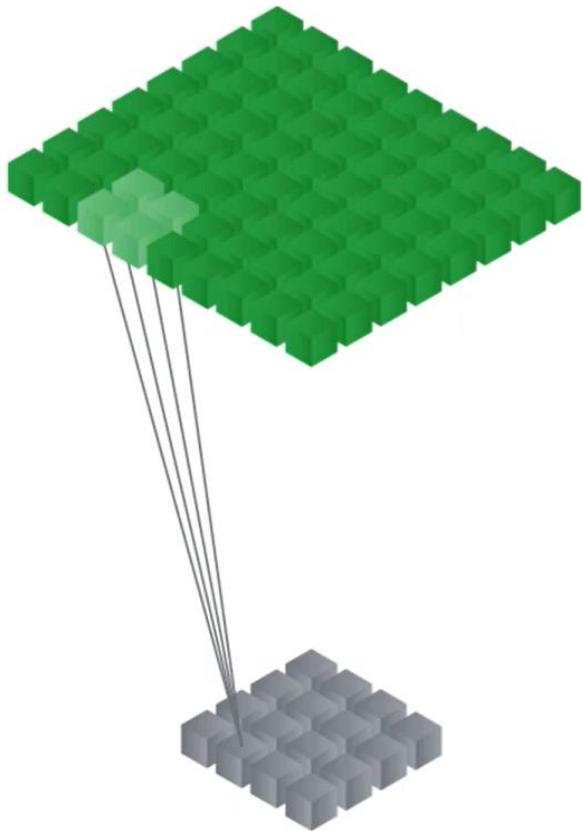
### Couches de pooling



# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Couches de pooling



**Max pool**

Kernel: 2\*2

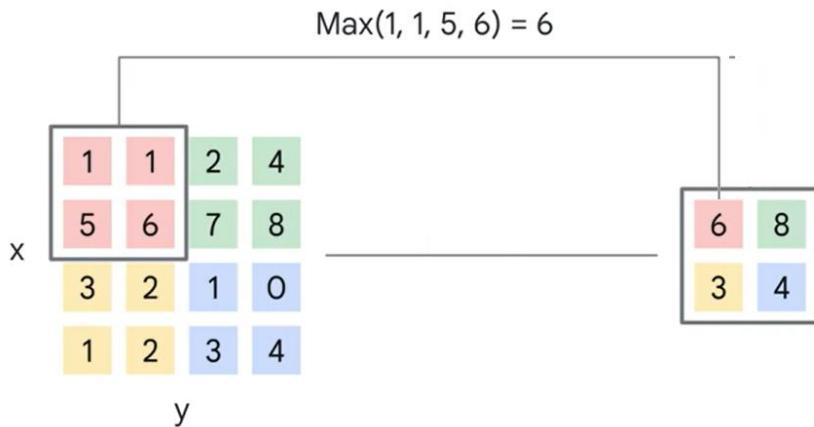
Stride: 2



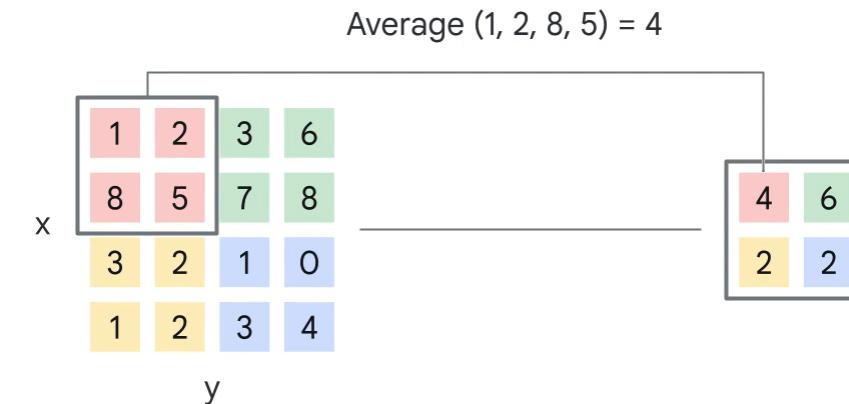
# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Couches de pooling



**Max pooling**



**Average pooling**

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

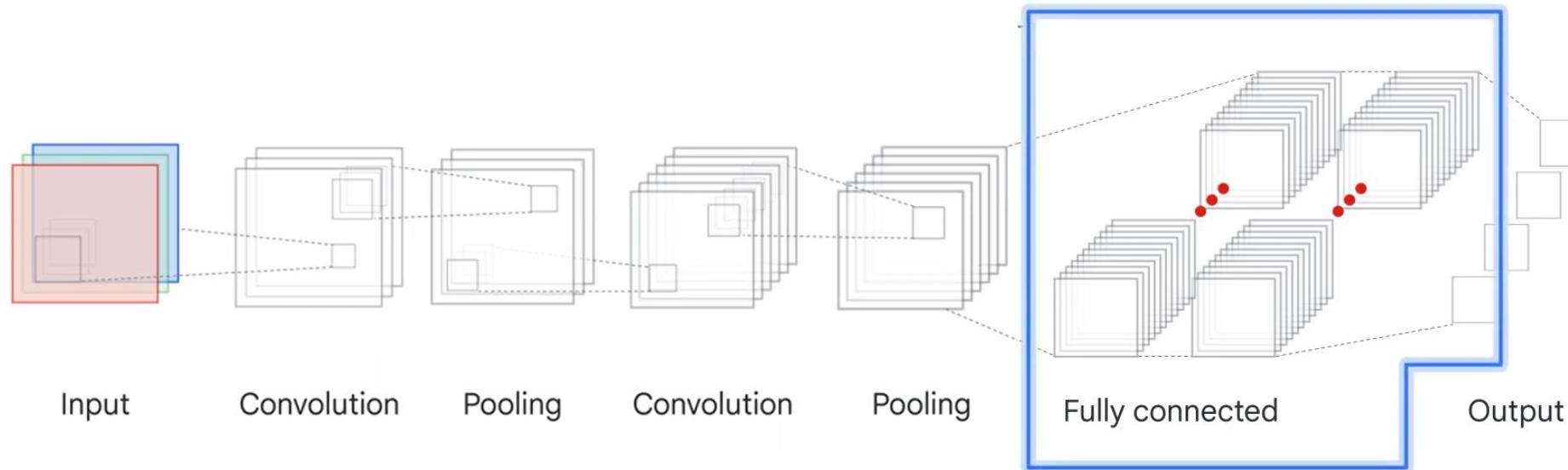
**Pourquoi utiliser du pooling plutôt qu'un stride directement plus élevé dans la couche de convolution ?**

- Découpe les rôles d'extraction de caractéristiques et de réduction de taille.
- Améliore la robustesse aux petites variations dans les données.

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Fonctionnement fondamental d'un CNN

### Couches denses (fully-connected)



Nombre de paramètres :

$$\begin{aligned} & \text{nombre de neurones de la couche précédente} \\ & \times \\ & \text{nombre de neurones} \end{aligned}$$

# Convolutional Neural Networks (CNN)

## Quizz



**Laquelle de ces affirmations relatives au nombre de paramètres dans les CNN est vraie ?**

- La majorité des paramètres sont situés dans les couches de pooling.
- Un grand nombre de paramètres provient des couches denses à la fin, les couches convolutionnelles en contiennent moins.
- Entre 75% et 80% des paramètres environ proviennent des couches convolutionnelles.
- Les couches convolutionnelles, de pooling et denses contiennent environ autant de paramètres les unes que les autres.

# Diffusion

## Génération d'images à partir d'un texte

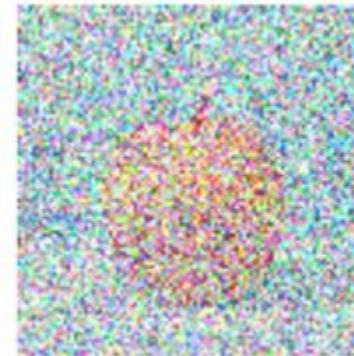
### Algorithmes de diffusion



**Image 1**



**Image 2**



**Image 3**



**Image 4**

**Entrée**

**Image bruitée**



**Sortie**

**Image légèrement moins bruitée**

Entrée	Sortie
Image 2	Image 1
Image 3	Image 2
Image 4	Image 3

# Diffusion

## Génération d'images à partir d'un texte

### Algorithmes de diffusion



**Image 1**

**Entrée**



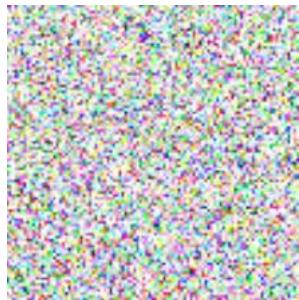
**Sortie**



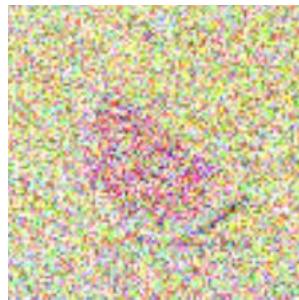
# Diffusion

## Génération d'images à partir d'un texte

### Algorithmes de diffusion



**Image 1**



**Image 2**

**Entrée**



**Sortie**



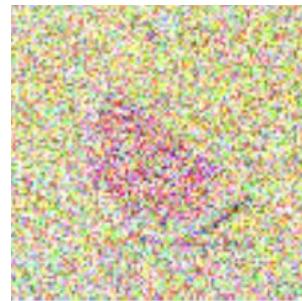
# Diffusion

Génération d'images à partir d'un texte

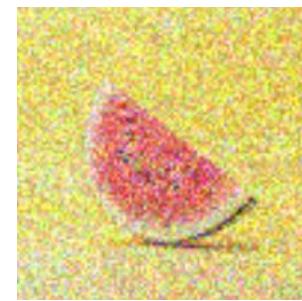
## Algorithmes de diffusion



**Image 1**

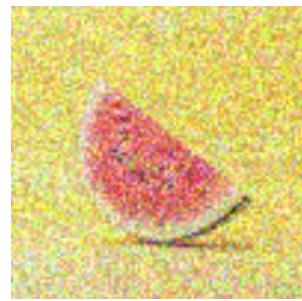


**Image 2**

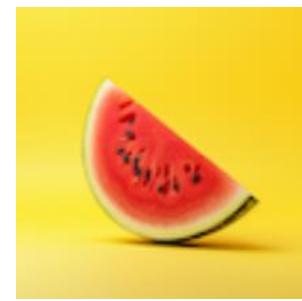


**Image 3**

**Entrée**



**Sortie**



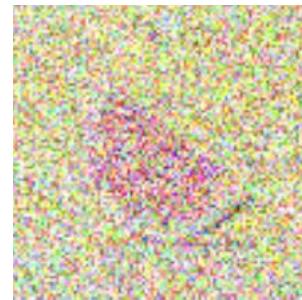
# Diffusion

## Génération d'images à partir d'un texte

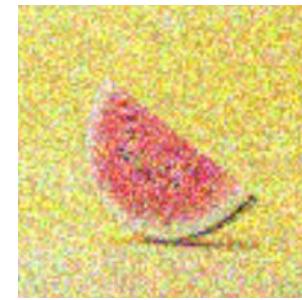
### Algorithmes de diffusion



**Image 1**



**Image 2**



**Image 3**



**Image 4**



**~100 étapes**

# Diffusion

## Génération d'images à partir d'un texte

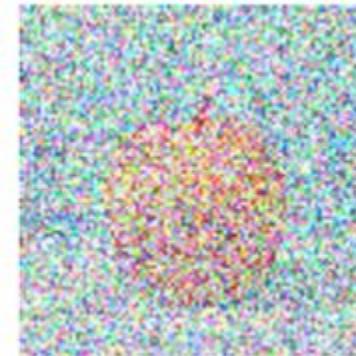
### Algorithmes de diffusion : ajout d'un texte



**Image 1,**  
**« pomme rouge »**



**Image 2**



**Image 3**



**Image 4**

**Entrée**

**Image bruitée**



**Sortie**

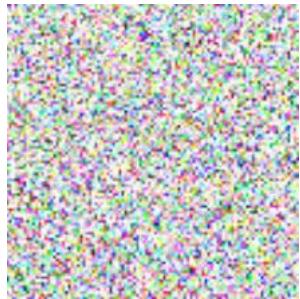
**Image légèrement  
moins bruitée**

<b>Entrée</b>	<b>Sortie</b>
Image 2, « pomme rouge »	Image 1
Image 3, « pomme rouge »	Image 2
Image 4, « pomme rouge »	Image 3

# Diffusion

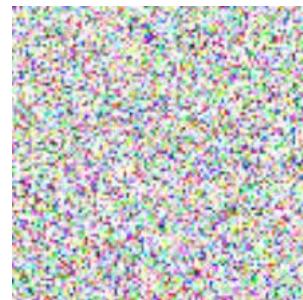
## Génération d'images à partir d'un texte

### Algorithmes de diffusion : ajout d'un texte



**Image 1**

**Entrée**



+ « **banane verte** »



**Sortie**



# Diffusion

## Génération d'images à partir d'un texte

### Algorithmes de diffusion : ajout d'un texte

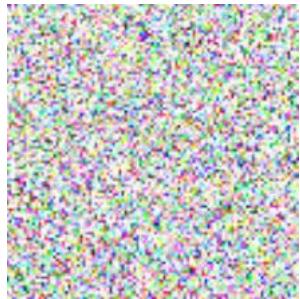


Image 1



Image 2

Entrée



+ « banane verte »



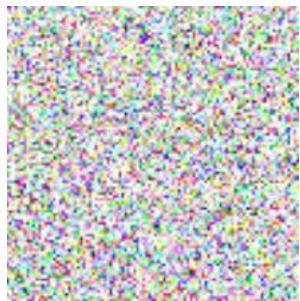
Sortie



# Diffusion

## Génération d'images à partir d'un texte

### Algorithmes de diffusion : ajout d'un texte



**Image 1**



**Image 2**



**Image 3**



**Entrée**

+ « **banane verte** »



**Sortie**

# Diffusion

Génération d'images à partir d'un texte

Algorithmes de diffusion : ajout d'un texte



**Image 1**

**Image 2**

**Image 3**

**Image 4**