



Bienvenue!

**ÉCOLE D'ÉTÉ FRANCOPHONE
EN APPRENTISSAGE PROFOND**

21-25 août 2017



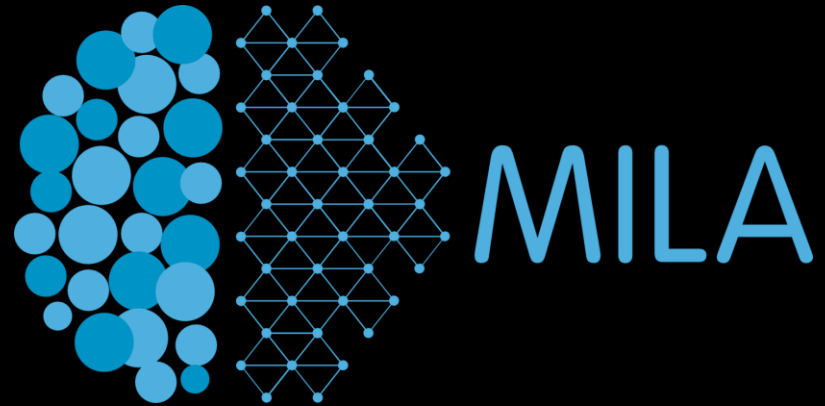
IVADO

HEC Montréal
Polytechnique Montréal
Université de Montréal



MILA

Institut
des algorithmes
d'apprentissage
de Montréal



Alexei Nordell-Markovits
alexei@elementai.com

ELEMENT^{AI}

INTRODUCTION AUX RÉSEAUX CONVOLUTIONNELS

Objectifs de la présentation

- Compréhension intuitive des réseaux convolutionnels
- Compréhension des blocs principaux

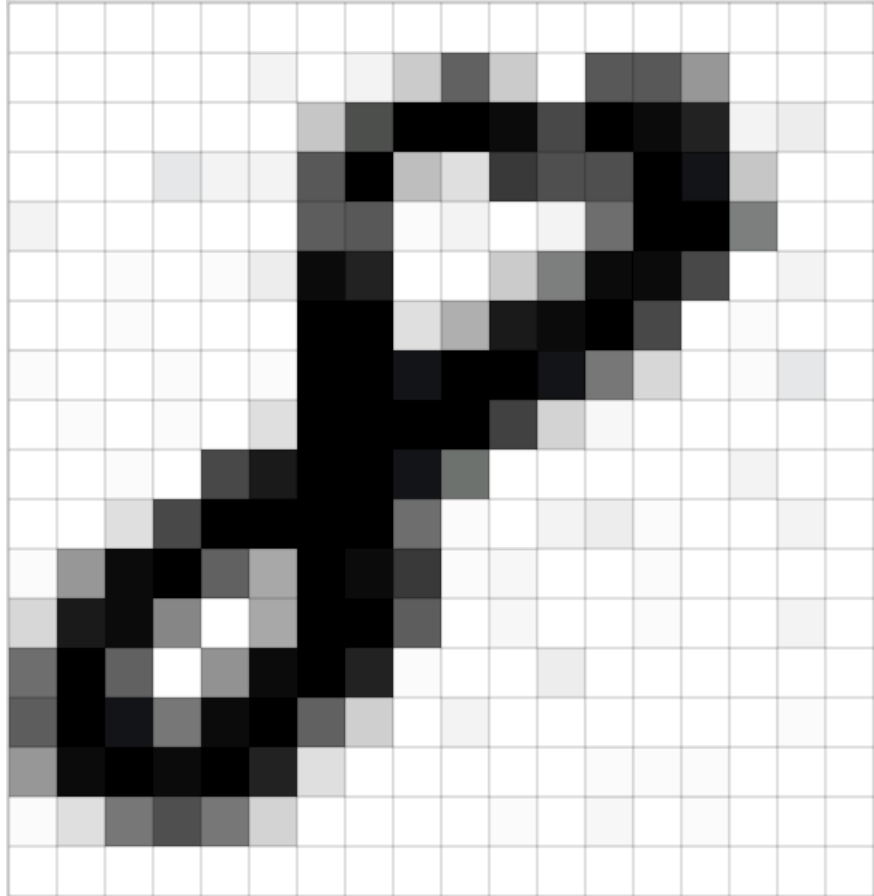
Le problème



IN CS, IT CAN BE HARD TO EXPLAIN THE DIFFERENCE BETWEEN THE EASY AND THE VIRTUALLY IMPOSSIBLE.

Source : XKCD

Le problème



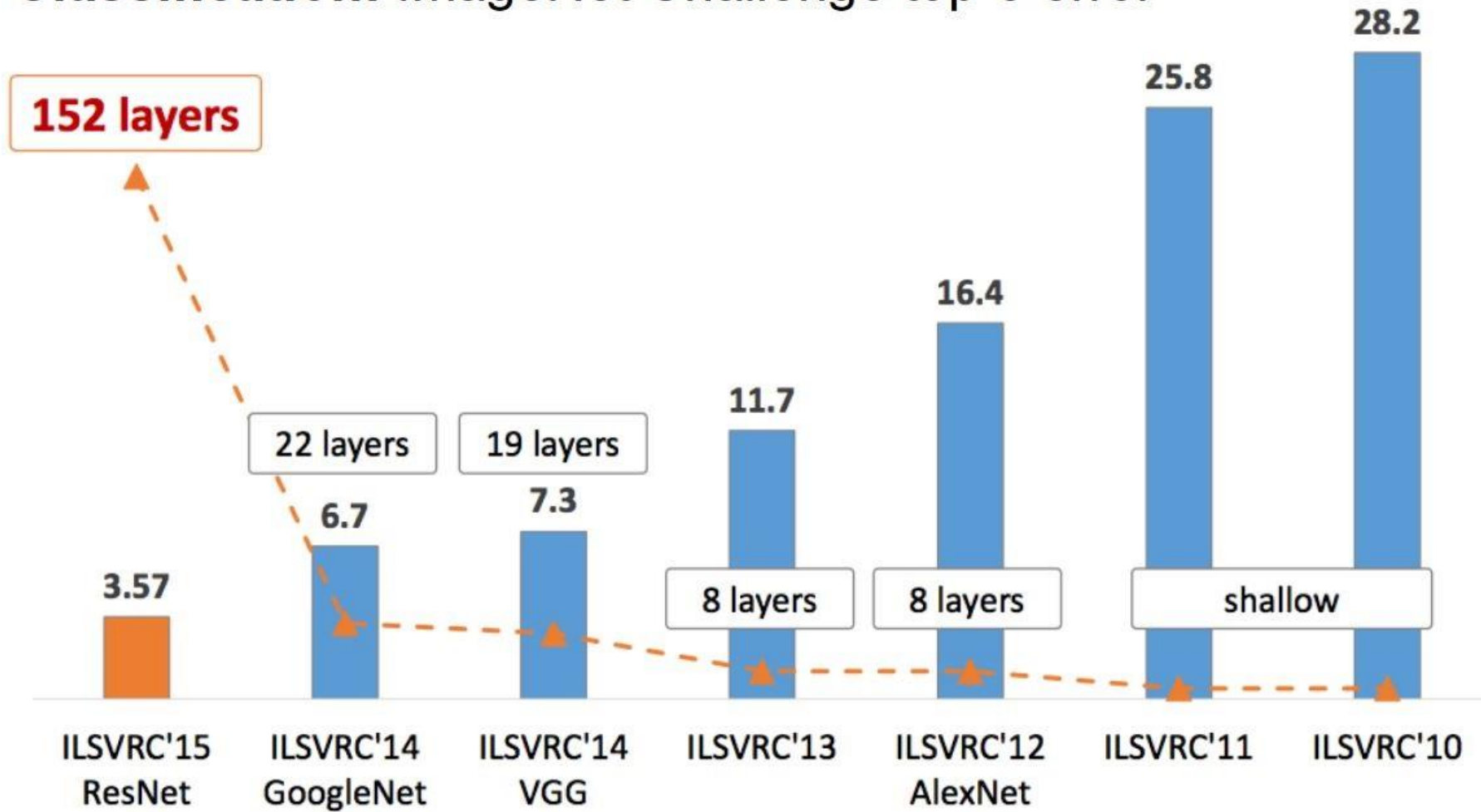
- 576 valeurs d'entrées pour une petite image noire et blanche...



Testons sur un réseau profond

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

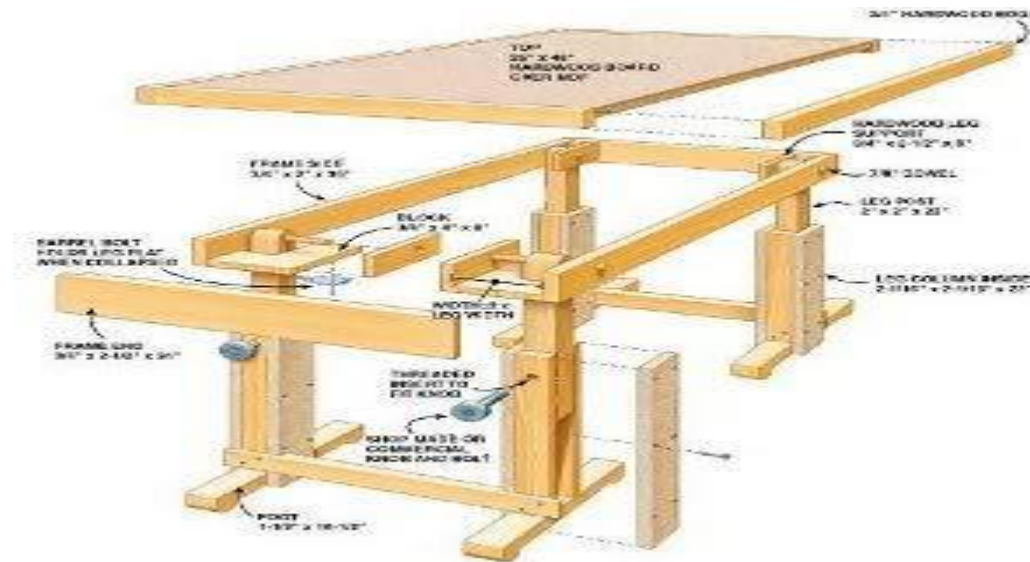
Classification: ImageNet Challenge top-5 error



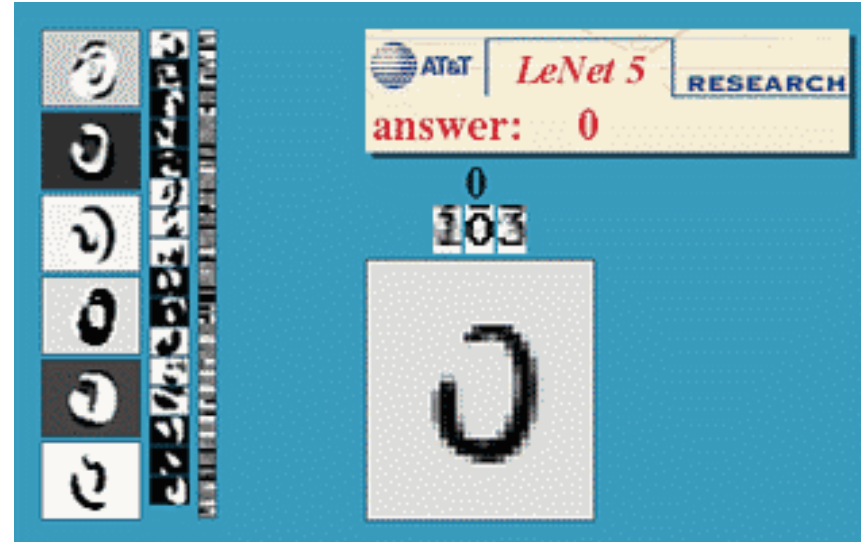
Source : [Kaiming He](#)

Intuitions pour améliorer

- Une image a une structure naturelle
- Les éléments dans une image sont multiples et composés d'autres éléments



Réseau convolutionnel: LeNeT



LeCun *et al*, 1998

Exercice pour le lecteur : qui d'autre
est dans le «*et al*»?

Source : <http://yann.lecun.com/>

Réseau convolutionnel: plus de peur que de mal

- Intimidant > compliqué
- «CNN's are a great example of ML as engineering. Or ML as plumbing»,

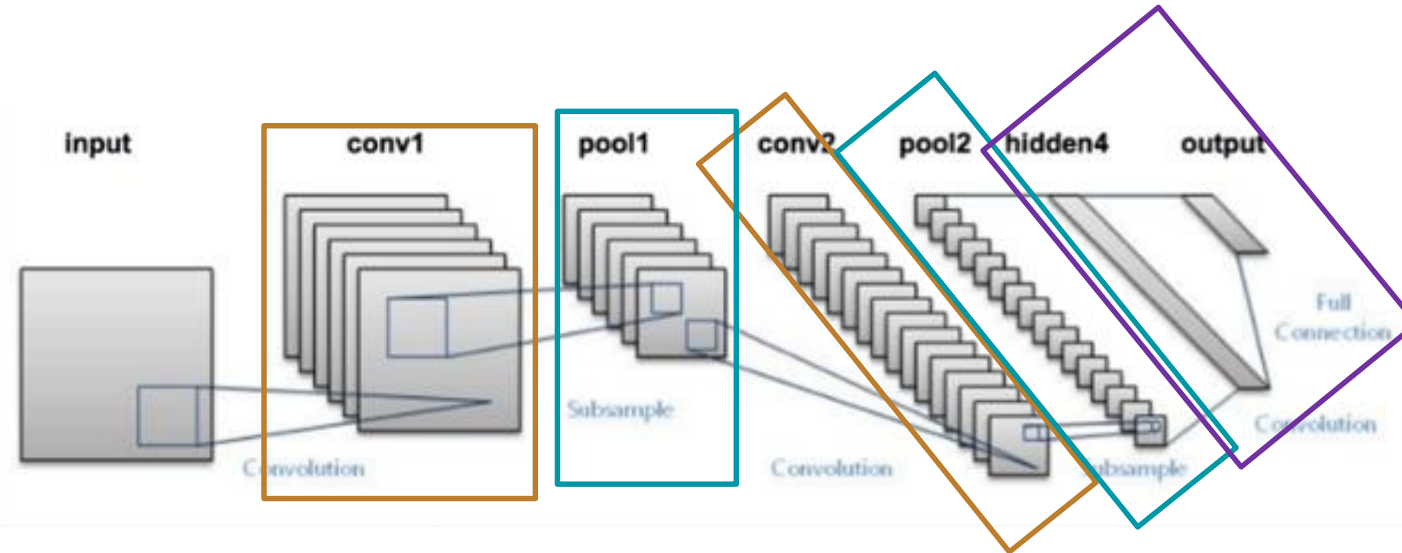
Some guy from ElementAI

- L'architecture/l'assemblage peut-être compliqué

mais

- Les morceaux individuels sont souvent relativement simples
- Beaucoup de hacking, de paramètres et d'essais/erreurs

Réseau convolutionnel: LeNeT



1. Couche convolutionnelle
2. «Pooling»
3. Couche d'activation
4. Couche connectée

Source : <https://blog.dataiku.com/>

Convolution : c'est quoi

1	0	1
0	1	0
1	0	1

1	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0	0	1	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

Source:

http://deeplearning.stanford.edu/wiki/index.php/Feature_extraction_using_convolution

Convolution : c'est quoi

1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	0	0
0 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}	1	0
0 _{x1}	0 _{x0}	1 _{x1}	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

Image

4		

Convolved
Feature

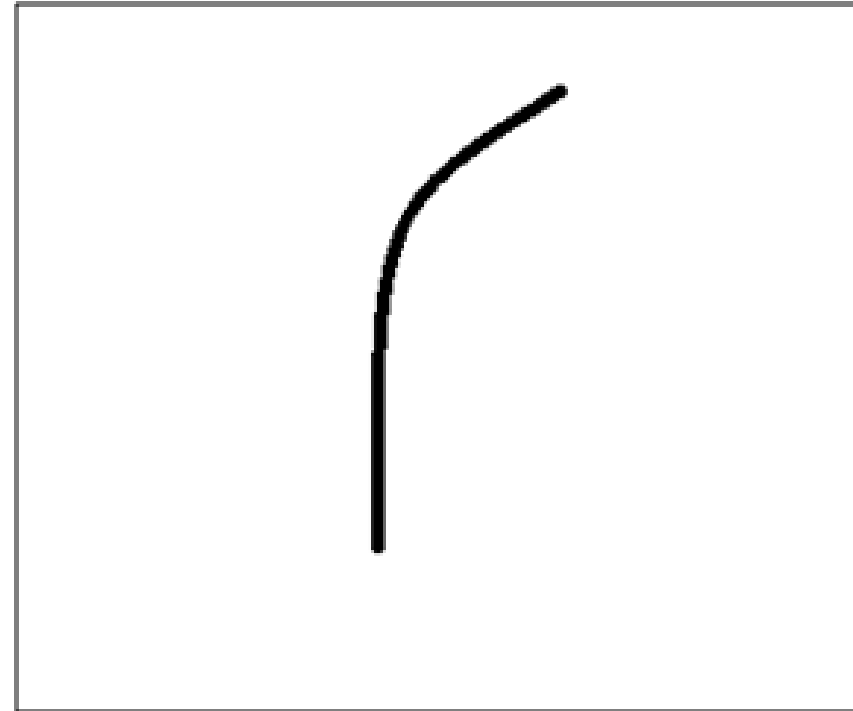
Source:

http://deeplearning.stanford.edu/wiki/index.php/Feature_extraction_using_convolution

Filtres

0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

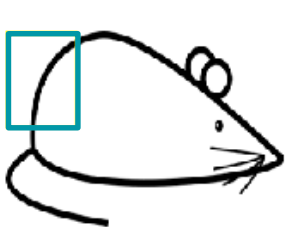
Pixel representation of filter



Visualization of a curve detector filter

Source : <https://adeshpande3.github.io/>

Filtres



Visualization of the receptive field

0	0	0	0	0	0	30
0	0	0	0	50	50	50
0	0	0	20	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0
0	0	0	50	50	0	0

Pixel representation of the receptive field

*

0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0

Pixel representation of filter

Multiplication and Summation = $(50*30)+(50*30)+(50*30)+(20*30)+(50*30) = 6600$ (A large number!)



Visualization of the filter on the image

0	0	0	0	0	0	0
0	40	0	0	0	0	0
40	0	40	0	0	0	0
40	20	0	0	0	0	0
0	50	0	0	0	0	0
0	0	50	0	0	0	0
25	25	0	50	0	0	0

Pixel representation of receptive field

*

0	0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	30	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Pixel representation of filter

Multiplication and Summation = 0

Source : <https://adeshpande3.github.io/>

Filtres



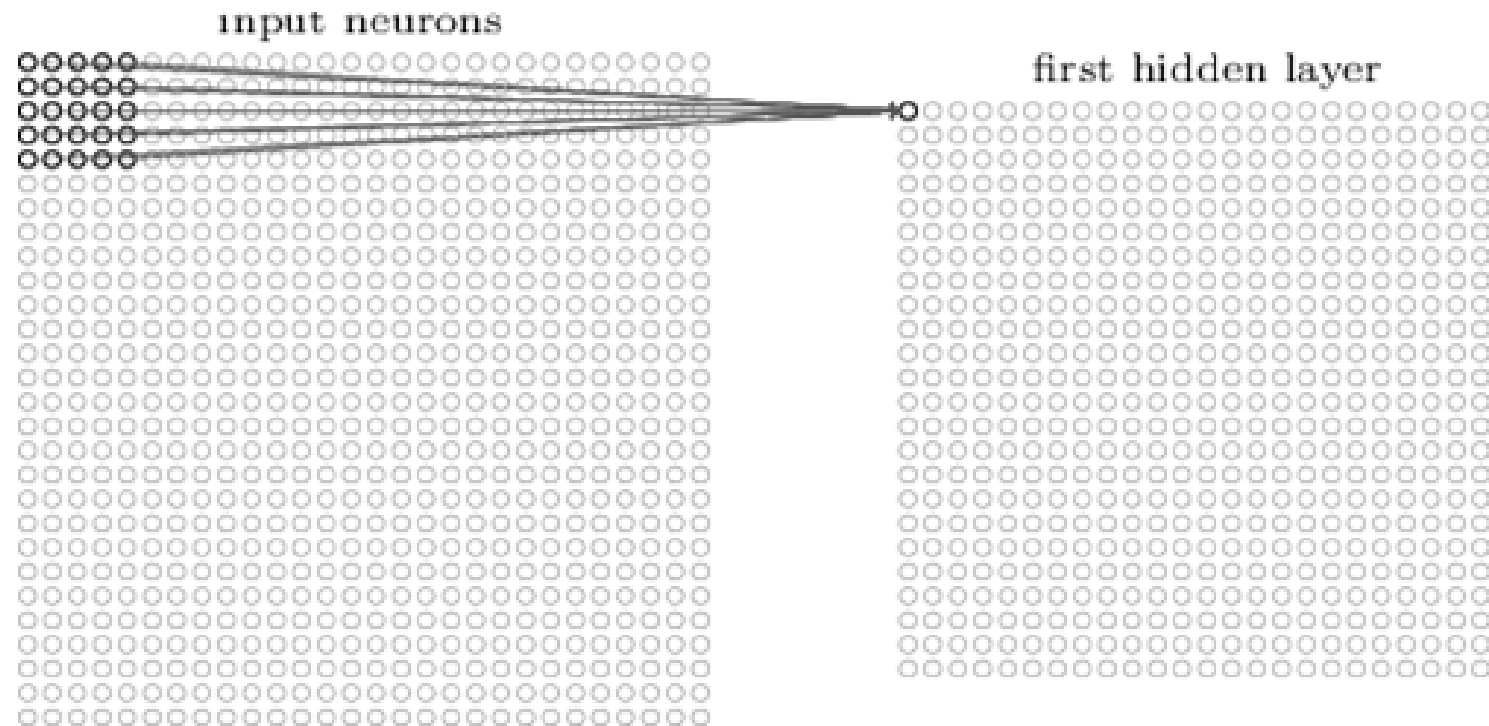
Source : [Krizhevsky et al](#)

Carte de caractéristiques



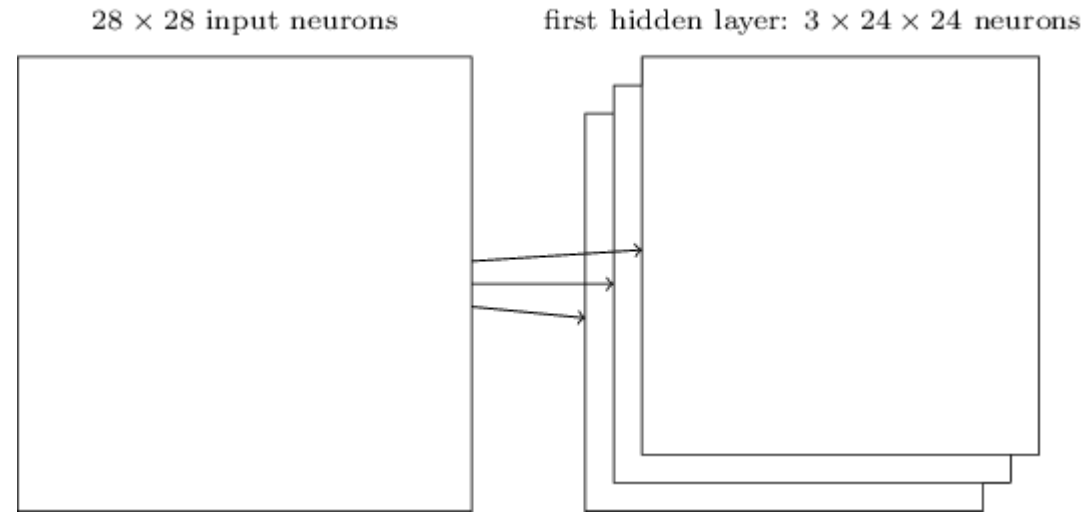
Input

Couche convolutionnelle: connectivité locale



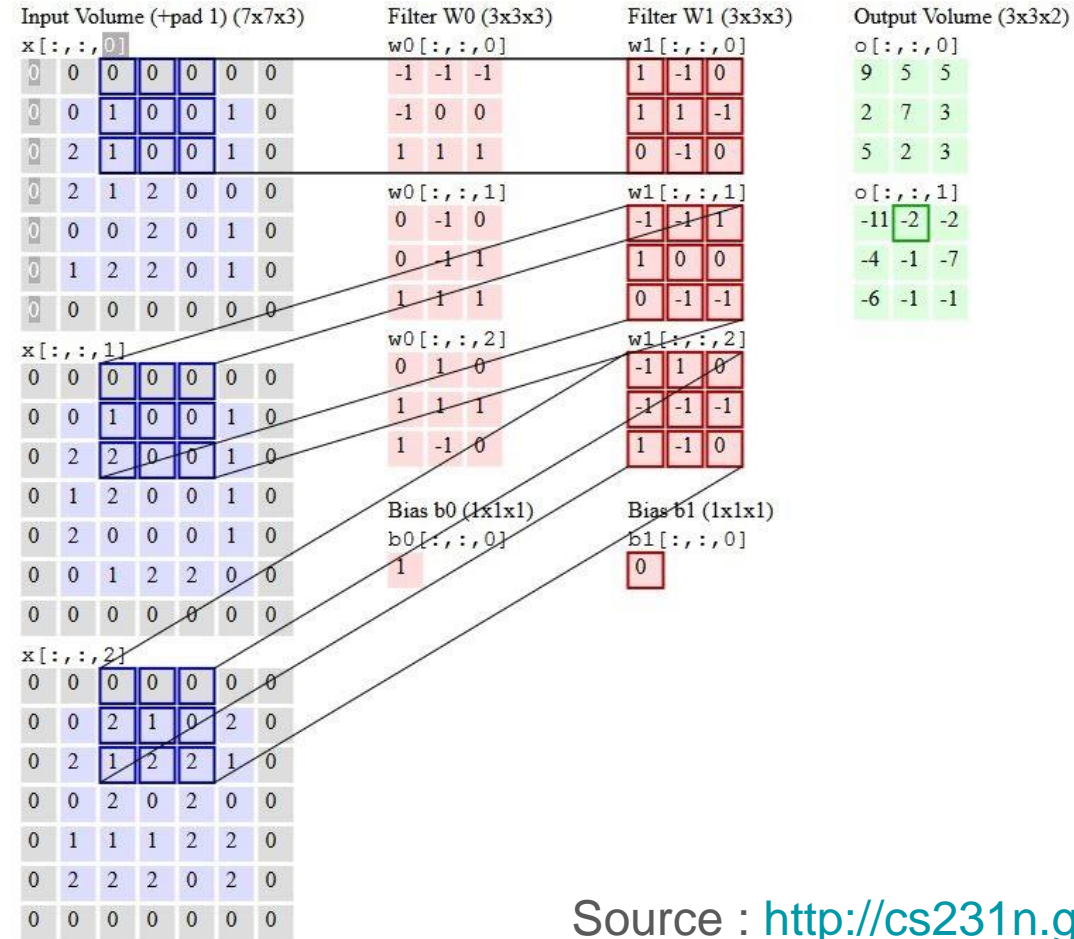
Source : <http://neuralnetworksanddeeplearning.com>

Couche convolutionnelle: plusieurs filtres



Source : <http://neuralnetworksanddeeplearning.com>

Couche convolutionnelle



Source : <http://cs231n.github.io/convolutional-networks/>

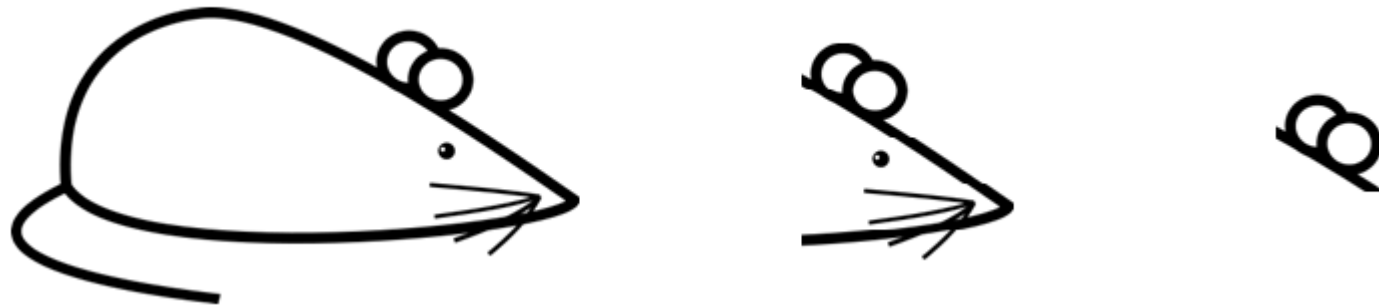
Carte de caractéristiques



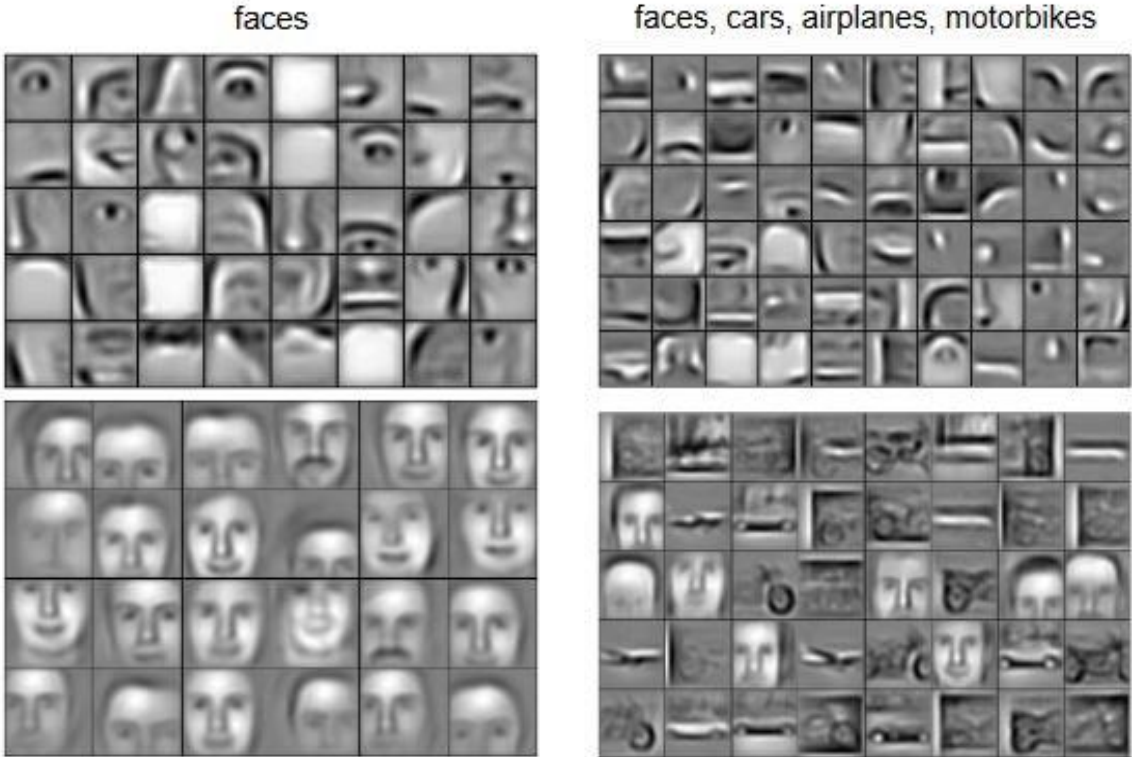
Input

Multiplés couches : intuition

- Les éléments dans une image sont multiples et composés d'autres éléments
- Voir : [“un éléphant et les aveugles”](#)

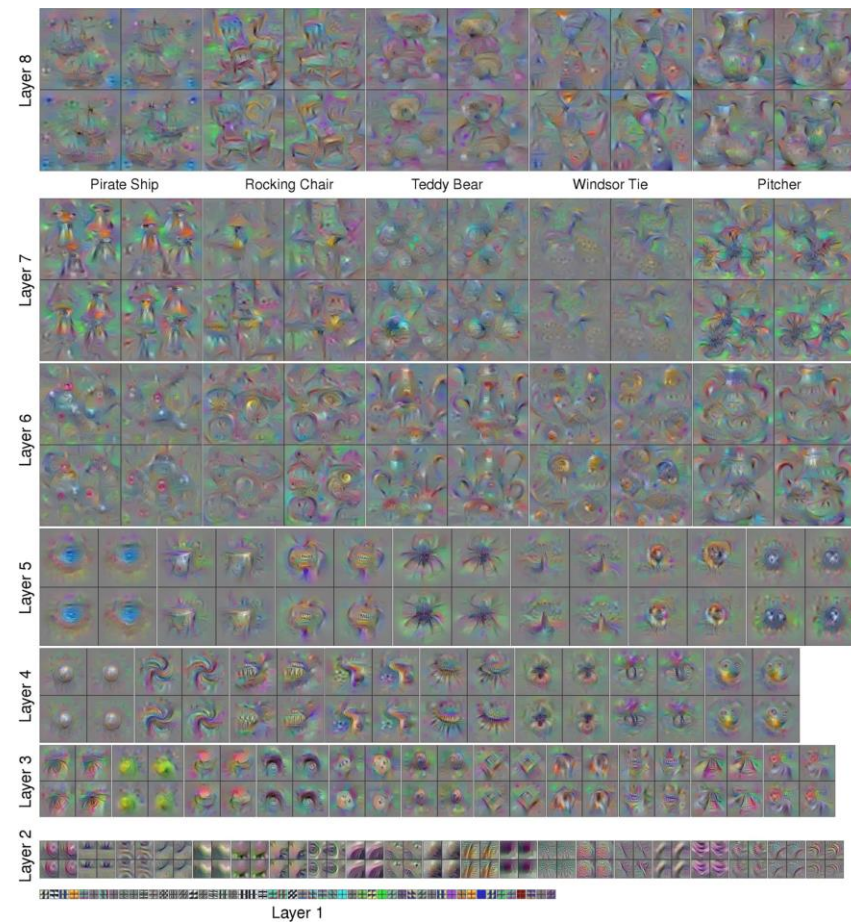


Multiplés couches : apprendre une hiérarchie



Source : [Honglak et al.](#)

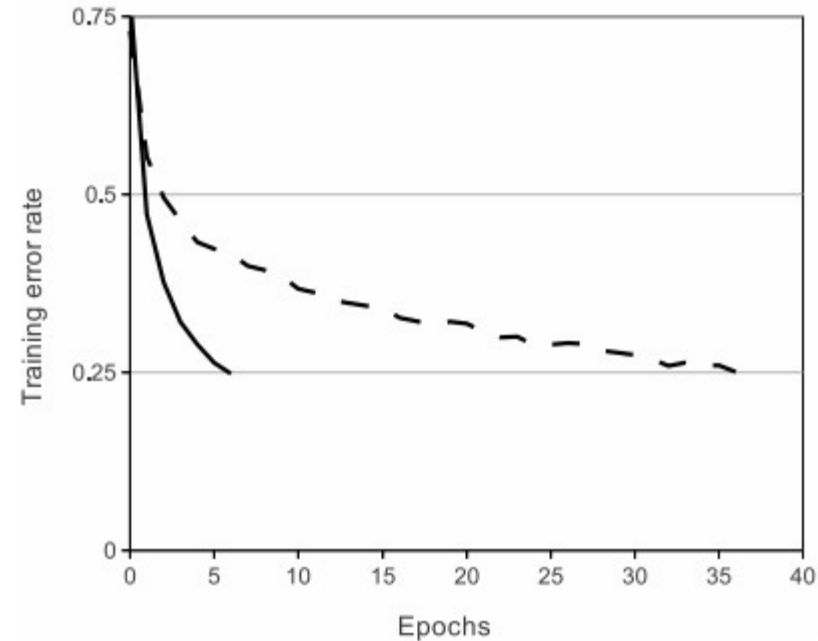
Multiples couches



Source : [Yosinski et al.](#)

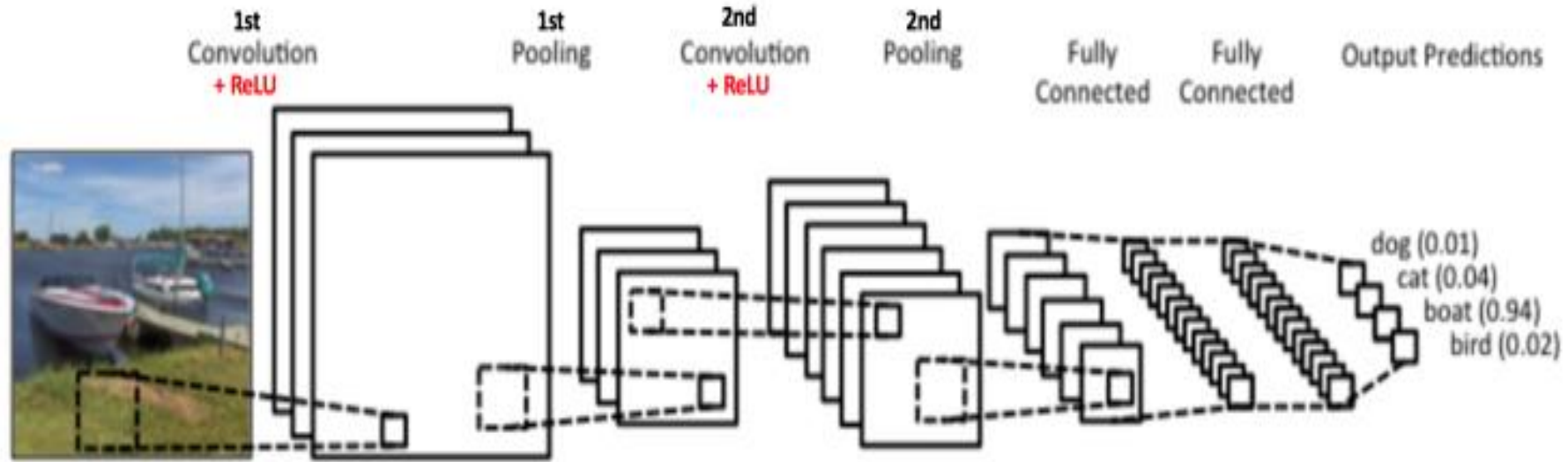
Couche d'activation

- Après une couche convolutionnelle, il y a presque toujours une couche d'activation
 - Lenet -> tanh
 - Aujourd'hui Relu



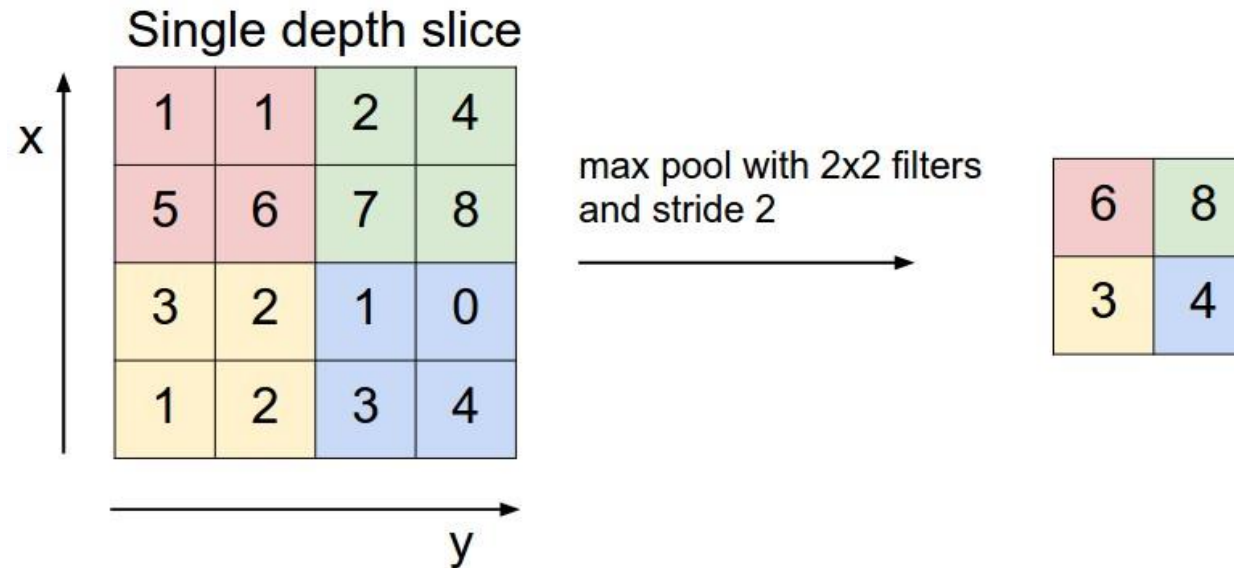
Source : [Krizhevsky et al.](#)

Couche de «pooling»



Source : <https://ujwalkarn.me/2016/08/11/intuitive-explanation->

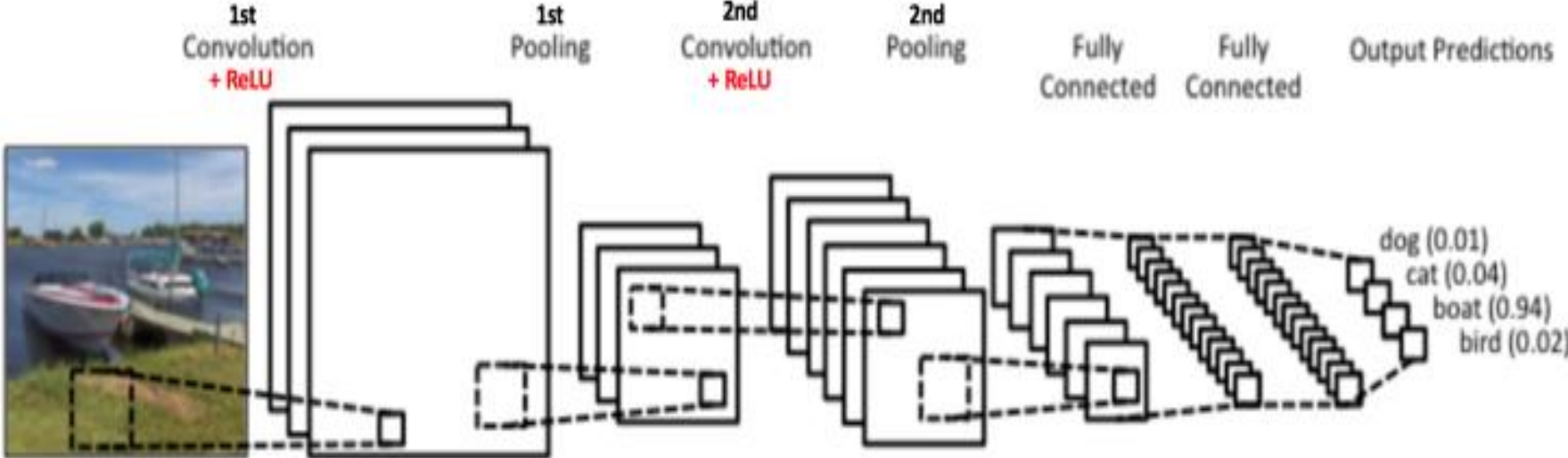
Couche de «pooling»



- Diminuer nombre de paramètres
- Résistance au bruit local

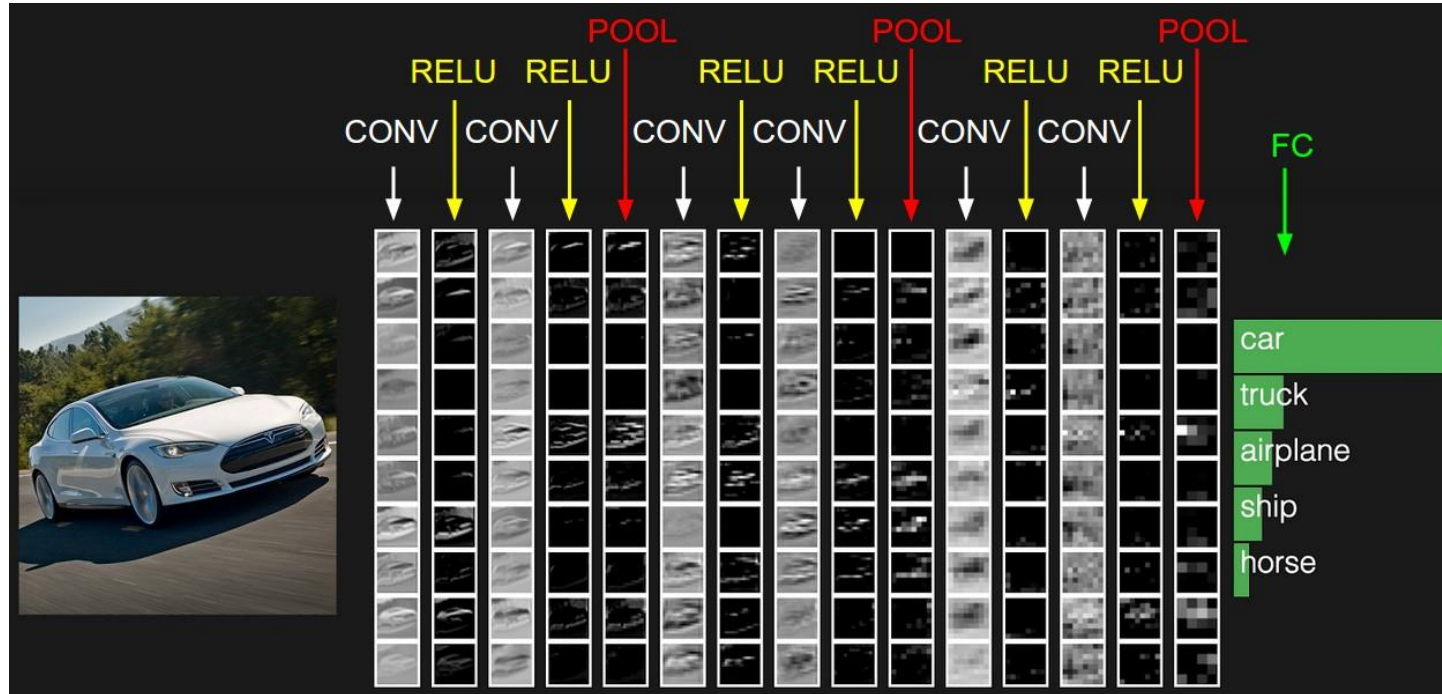
Source : <http://cs231n.github.io/>

Couche connectée



Source : <https://ujjwalkarn.me/2016/08/11/intuitive-explanation-convnets/>

Finalement



Visuellement

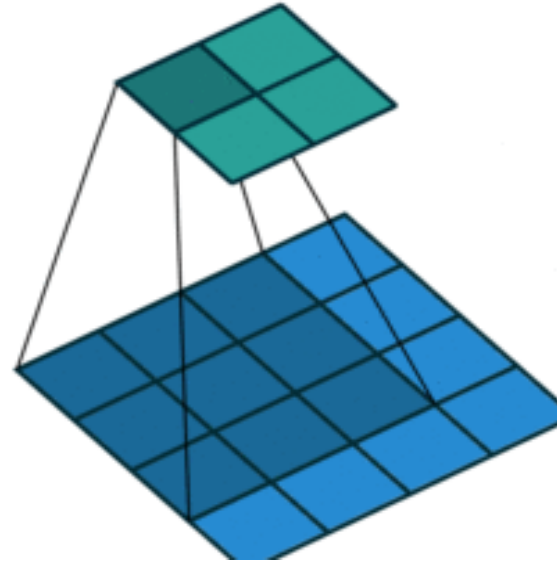
<http://scs.ryerson.ca/~aharley/vis/conv/>

Résumé

- Un réseau convolutionnel est un type de réseau adapté aux images composé de 3 morceaux

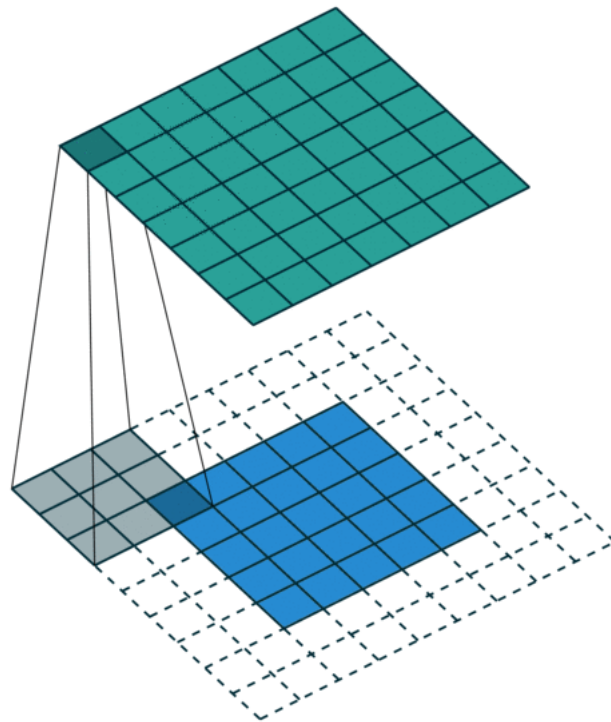
Convolution	Apprentissage des caractéristiques des images Invariance par translation
«Pooling»	Réduction du nombre de paramètres Invariance aux changements mineurs
Complètement connectée	Classification

Quelques détails de plus: padding



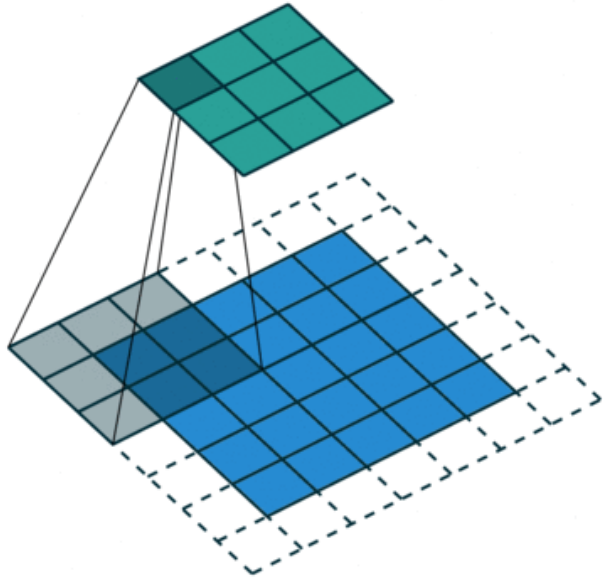
Source : https://github.com/vdumoulin/conv_arithmetic

Quelques détails de plus: padding



Source : https://github.com/vdumoulin/conv_arithmetic

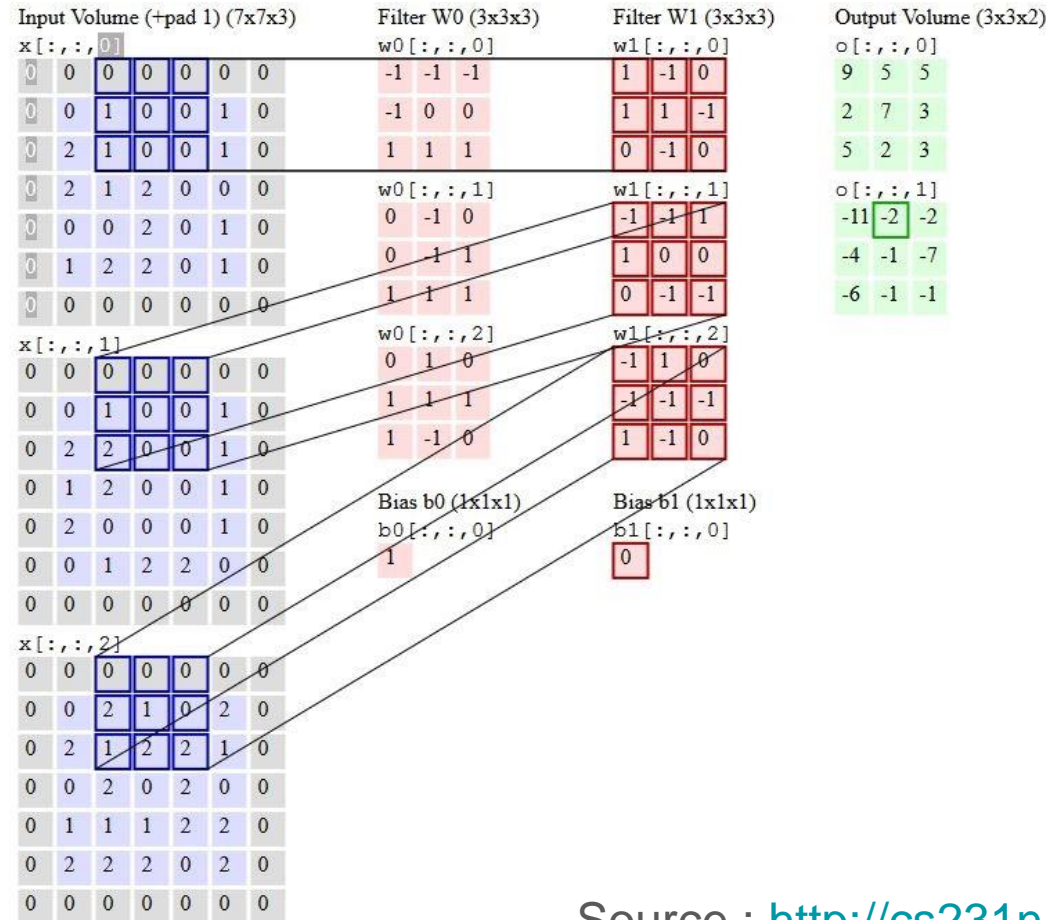
Quelques détails de plus : stride



- Résultat similaire à certaines formes de «pooling».
- En pratique, plusieurs réseaux modernes utilisent le stride plutôt que des couches de «pooling»

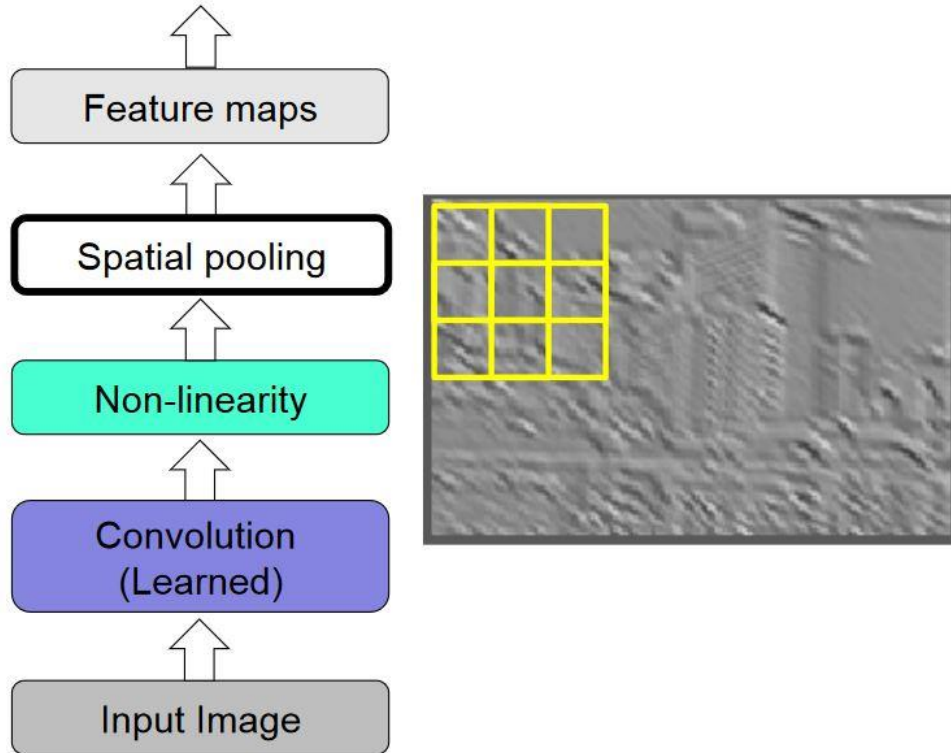
Source : https://github.com/vdumoulin/conv_arithmetic

Quelques détails de plus : partage des poids



Source : <http://cs231n.github.io/convolutional-networks/>

Quelques détails de plus : rétropropagation



- Rétropropagation très similaire

<http://andrew.gibiansky.com/blog/machine-learning/convolutional-neural-networks/>

Source :

http://slazebni.cs.illinois.edu/spring17/lec01_cnn_architectures.pdf

Un peu d'expérimentation

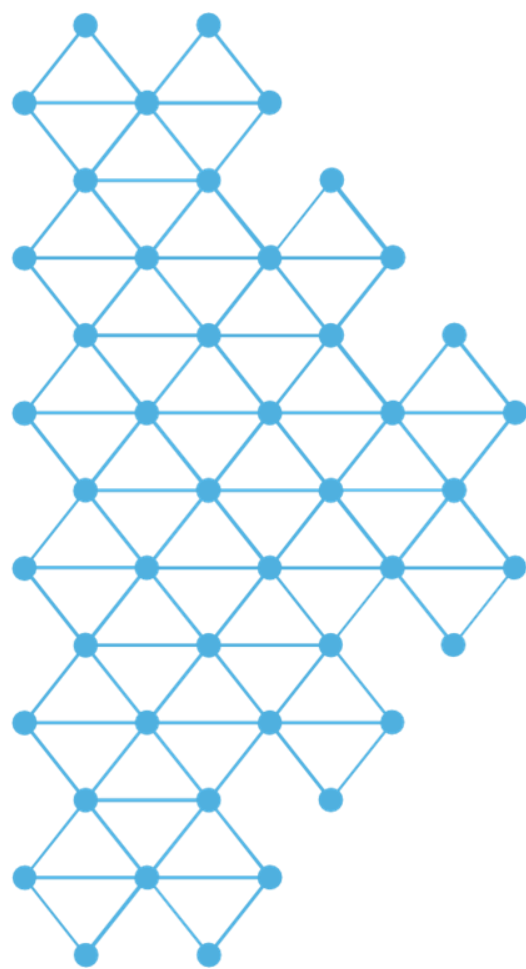
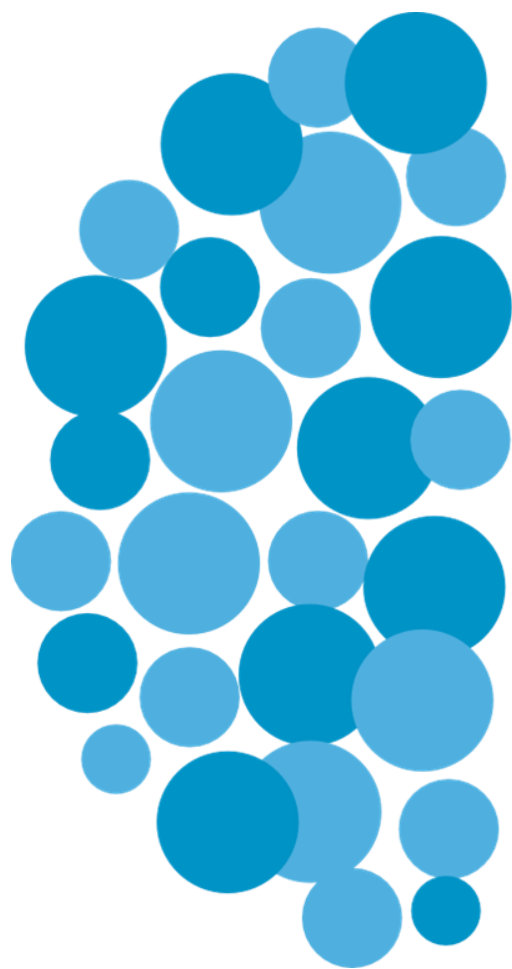
[http://cs.stanford.edu/people/karpathy/convnetjs/
demo/mnist.html](http://cs.stanford.edu/people/karpathy/convnetjs/demo/mnist.html)

En apprendre plus

1. [CS231N](#) - Stanford CNN class
2. [Tensorflow without a PhD part 1](#)
3. [Cola's Blog](#) - Understanding convolution
4. [Adit Deshpande's Github](#)
5. [Intuitive explanation of Convs](#)

Questions





MILA