



LABORATOIRE
DES SCIENCES
DU NUMÉRIQUE
DE NANTES



UNIVERSITÉ DE NANTES

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

Harold Mouchère

Université de Nantes
LS2N – équipe IPI

Stereolux
(Ré) Créations musicales  et numériques

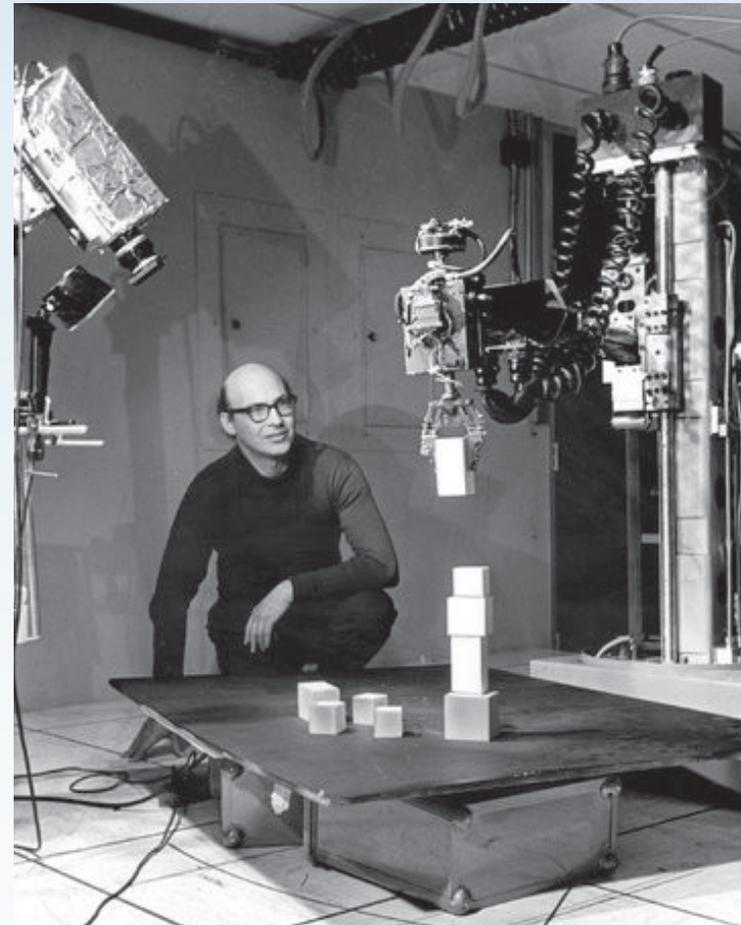
Avec le concours de
J.-P. Guédon et
C. Viard-Gaudin

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

- Un peu d'histoire
- Les Intelligences Artificielles
- Des réseaux de neurones aux deep-learning
- Exemples d'applications

1940-1970 premiers pas

- L'IA, selon Marvin Minsky (1927-2016)
 "la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, **pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains** car elles demandent des processus mentaux de haut niveau ..."



Marvin Minsky in a lab at M.I.T. in 1968.

Credit M.I.T.

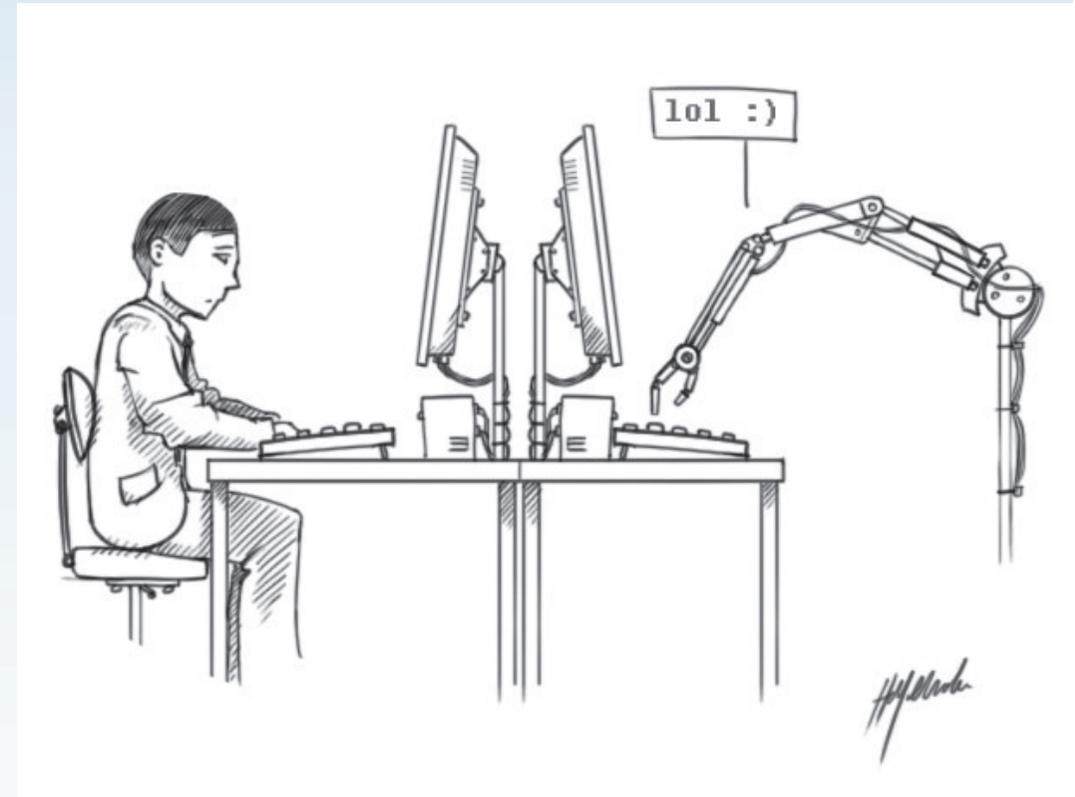
1940-1970 premiers pas

- **1950, Alan Turing** publie dans le journal philosophique *Mind*, un article intitulé "Computing Machinery and Intelligence"
- "un ordinateur digital peut-il tenir la place d'un être humain dans le jeu de l'imitation?"



1940-1970 premiers pas

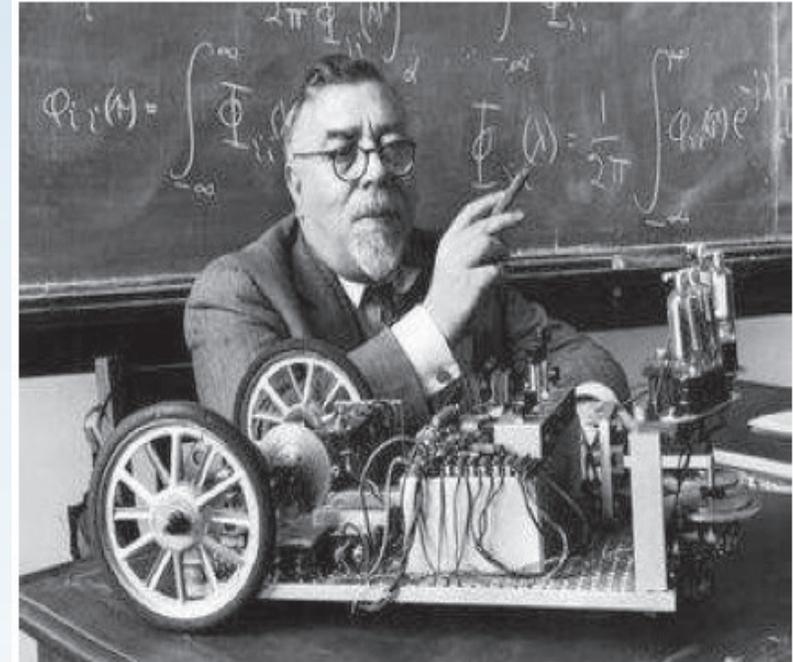
- **Le Test de Turing**
 - Une machine peut elle se faire passer pour un humain ?
- Teste seulement si l'ordinateur se comporte comme un être humain



1940-1970 premiers pas

- **De 1942 à 1953**

une dizaine de **conférences Macy** vont se tenir à New York et réunir des mathématiciens, des neurologues, des psychologues ou des économistes

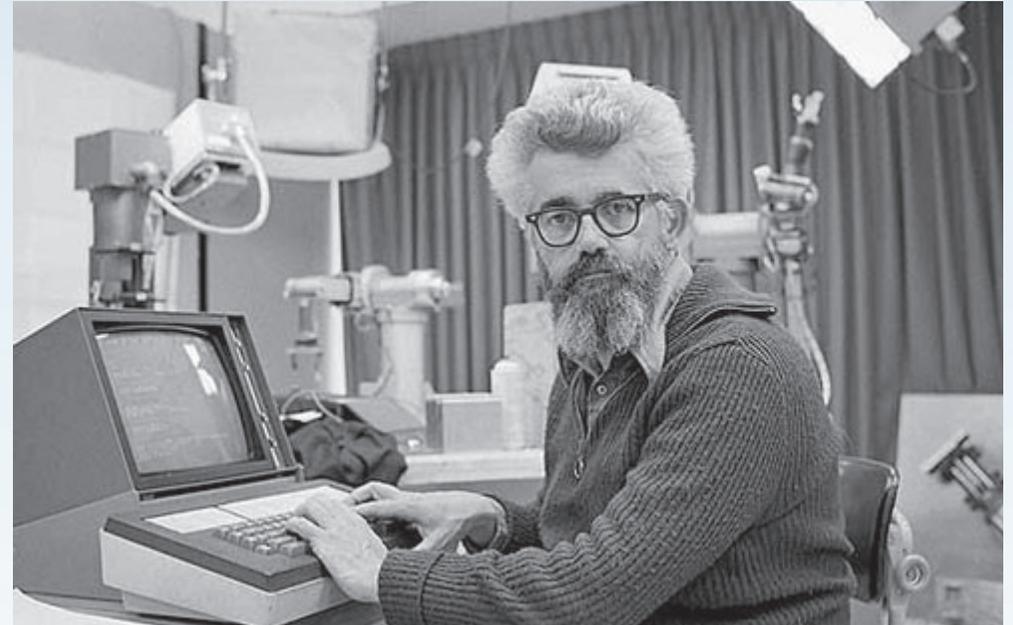


Norbert Wiener
1948 - *Cybernetic*

à l'origine du courant **cybernétique**, des sciences **cognitives** et des sciences de **l'information**.

1940-1970 premiers pas

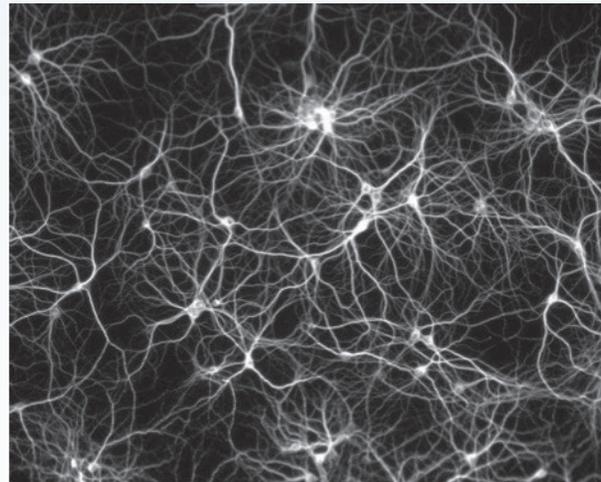
- **1956, Conférence de Dartmouth**
- le terme d'**Intelligence Artificielle (IA)** est officiellement employé par Minsky, McCarthy, Newell, Shannon et bien d'autres



John McCarthy

1940-1970 premiers pas

- Deux grands courants émergent
 - **Connexionisme** : Approche « par le bas »
 - simuler le cerveau pour reproduire la pensée
 - **Cognitivismisme** : Approche « par le haut »
 - simuler la pensée en tant que manipulation symbolique



1940-1970 premiers pas

- En 1955 - 1956, **Allen Newell** et **Herbert Simon** créent "Logic Theorist", considéré comme le premier programme d'Intelligence Artificielle.
- Ce programme permettait de **démontrer** 38 des 52 **théorèmes** du manuel scolaire de l'époque appelé «Principia Mathematica».

Prouver :
P => P

```

TC PROVE
*2.08 PIP
1. -PVP
5088 P
5193 (PIP)V(PIP)
2. (PVP)IP

*1.01, REPLACEMENT
*2.02, DETACHMENT. REJECTED PROBLEM
*1.2, DETACHMENT. REJECTED PROBLEM
*2.07, FORWARD CHAINING

PROOF FOUND.

GIVEN
SUBSTITUTION
GIVEN
FORWARD CHAINING
Q.E.D.

*1.2 (AVA)IA
2. (PVP)IP
*2.07 AI(AVA)
*2.08 PIP
    
```

Opérations
de ré-écriture

[RAND memorandum 1963]

1940-1970 premiers pas

- **En 1959**, Allen Newell et Herbert Simon
 - élaborent le **GPS (General Problem Solver)** capable de résoudre tous types de problèmes d'ordre géométriques et mathématiques.
 - **raisonnement par induction** : de la conclusion vers les hypothèses
 - échec du GPS, abandonné en 1967 (trop ambitieux!)

1940-1970 premiers pas

- **Noam Chomsky**, linguiste au MIT, considère que l'analyse du langage doit reposer sur la syntaxe
 - Base des **Grammaires Formelles**

```
phrase ::= groupe_nominal + groupe_verbal
groupe_nominal ::= nom_propre | déterminant + {adjectif} + nom_commun
...
```

- **Compilateur** pour les langages de programmation
- **En 1963**, Robert Lindsay (CMU) développe SADSAM
 - 1700 mots de vocabulaire
 - Construit des arbres généalogiques

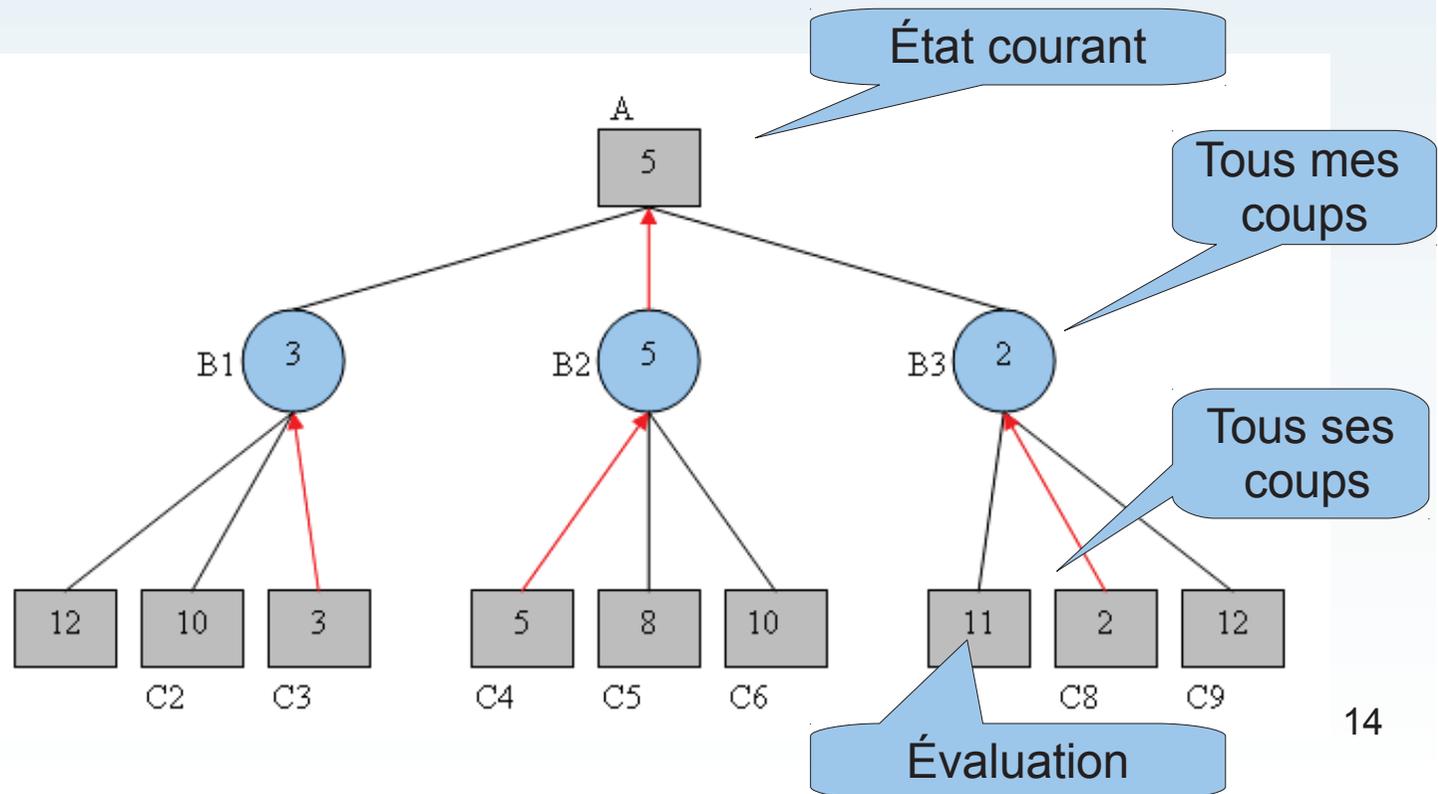
1940-1970 premiers pas

- En **1965**, **Eliza** est construit au MIT
 - Ce système intelligent était capable de dialoguer en anglais en incarnant le rôle d'une psychologue
 - Traitements de chaînes de caractères
 - Test de Turing ?
 - <https://elizia.net/> (chatterbot)

-ELIZA: Hi. What seems to be your problem ?
 -ME: Lately, I've been feeling a little depressed.
 -ELIZA: And how do you feel right now ?
 -ME: I feel sad, but relieved to be writing.
 -ELIZA: Of what does feeling sad remind you ?
 - ...

1940-1970 premiers pas

- En **1967**, le premier programme de **jeu d'échecs** aux performances satisfaisantes, créé par Greenblatt
 - permettant de battre un joueur d'un niveau moyen
 - algorithme minimax (von Neumann)



1960-1970 la crise

- **Crise scientifique** : les avancées réalisées, finalement assez maigres
- **Crise financière** : les gouvernements et les entreprises qui avaient beaucoup investi dans l'IA s'en détournent face au peu de retombées applicatives
- **Crise morale** : plusieurs philosophes et chercheurs en IA critiquent la faisabilité du projet de Dartmouth ou s'élèvent au nom de l'éthique

Frédéric Fürst - www.u-picardie.fr/~furst

1970-1985 systèmes experts

- 1971, langage PROLOG créé par **Alain Colmerauer**
- **PRO**grammation **LOG**ique
- 3 parties
 - Des faits
 - Des règles
 - Un moteur d'inférence



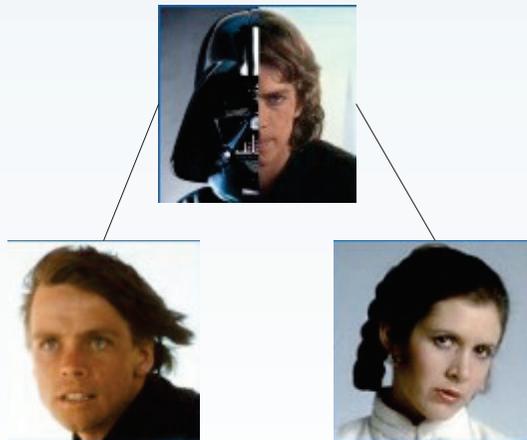
```
parent(Anakin, Luc).
parent(Anakin, Leila).
```

```
fratrie(A,B) :- parent(C,A), parent(C,B).
```

```
fratrie(X,Luc).
```

Question

Réponse : X = Leila



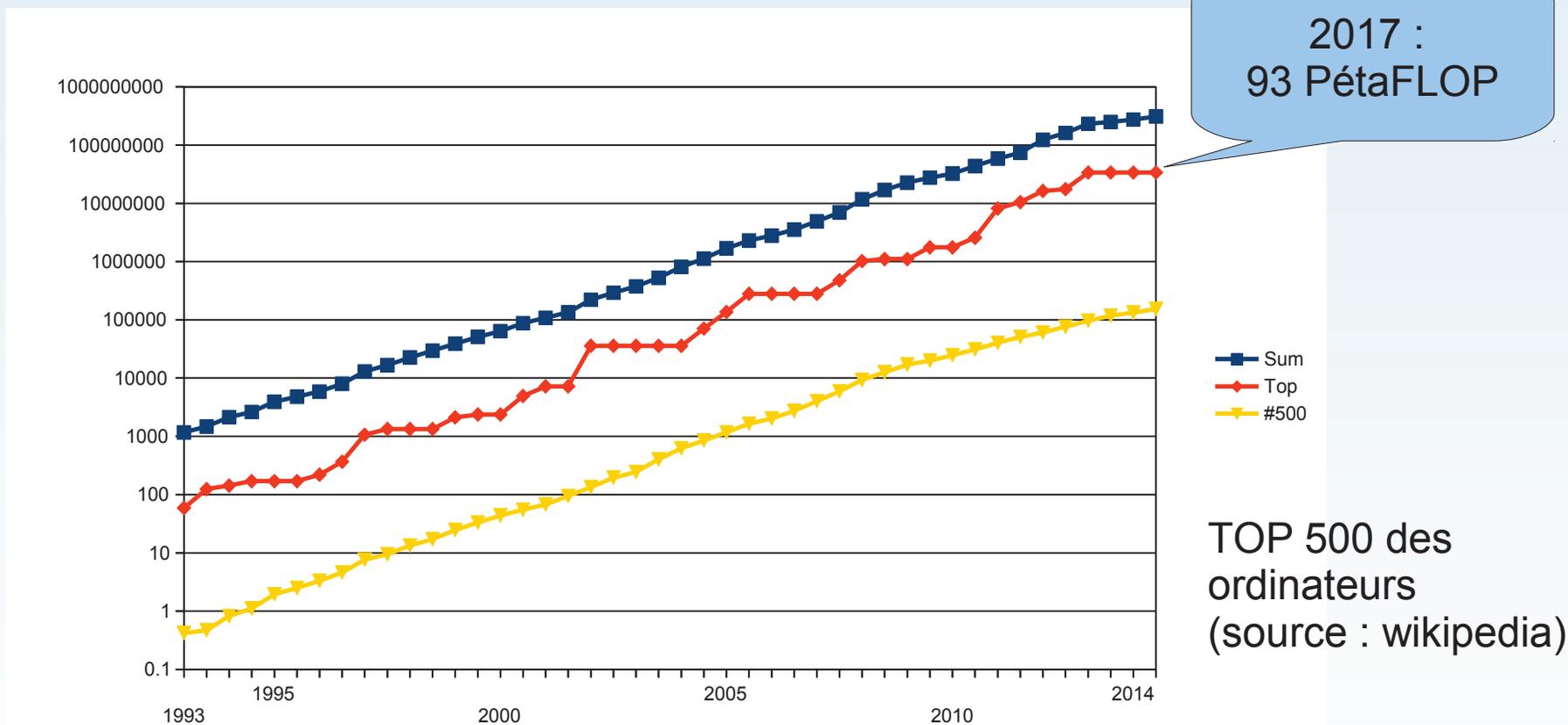
1970-1985 systèmes experts

- **1974**, avènement des premiers systèmes experts
 - le plus célèbre étant **MYCIN** (Edward H. Shortliffe), conçu pour l'aide au diagnostic et au traitement de maladies bactériennes du sang.
 - en 1979, Mycin sera considéré par le Journal of American Medical Assoc comme aussi bon que les experts médicaux.



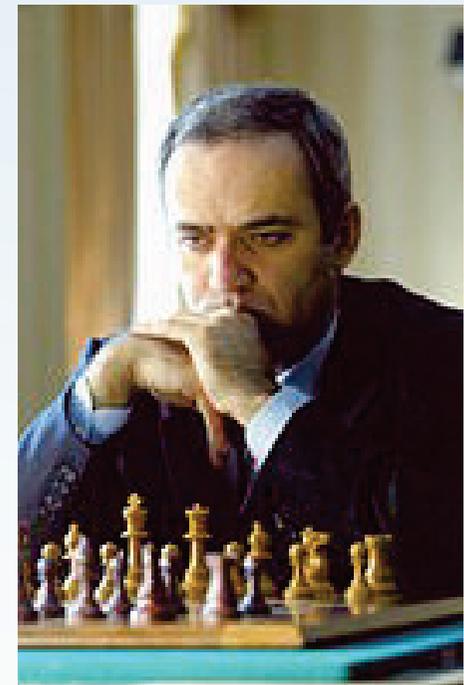
Depuis 1980 la puissance

- Loi de Moore : entre 1971 et 2001, la densité des transistors a doublé chaque 1,96 année.



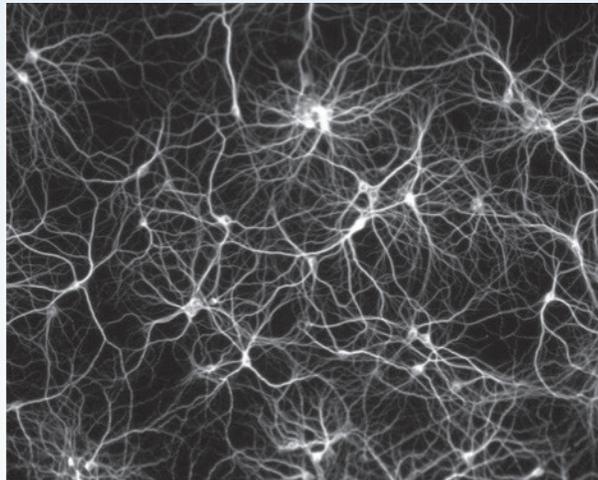
Depuis 1980 la puissance

- **1997 : Deep Blue**
 - Gagne 3,5 – 2,5 contre Kasparov (champion du monde)
 - Dernière partie en 18 coups...
 - Approche "force brute"
 - 11 GFLOPS
 - 200 million positions/s
 - Évaluation des positions à partir de 700K parties



Pendant ce temps...

- Les **approches connexionnistes** progressent



Les IAs d'aujourd'hui

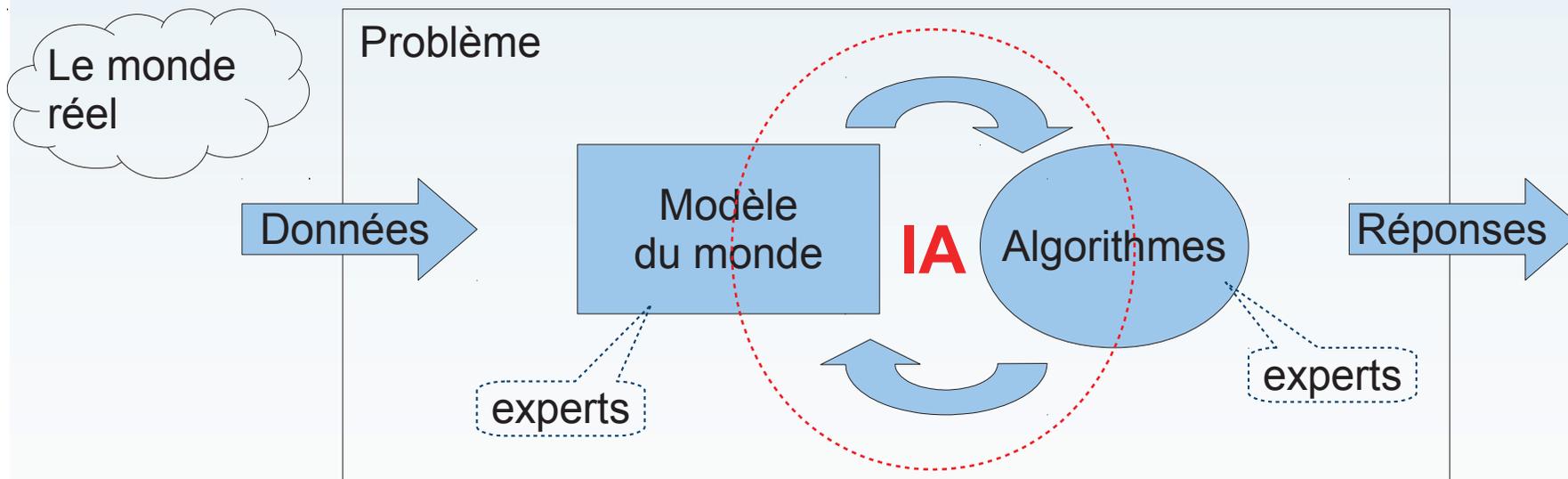
- Pré-GDR IA
 - Aspects Formels et Algorithmiques de l'Intelligence Artificielle :



- Représentation des connaissances et modélisation des raisonnements
- Incertitude, modèles graphiques, réseaux Bayésiens
- Contraintes et SAT
- Apprentissage
- Planification et recherche heuristique
- Systèmes multi-agents et décision collective

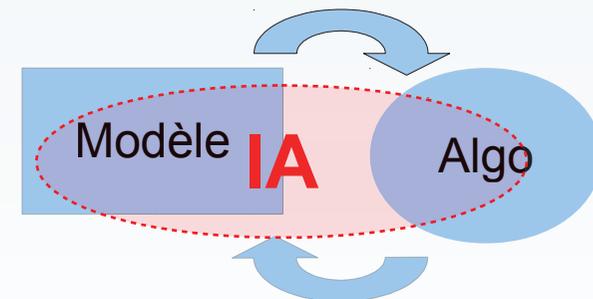
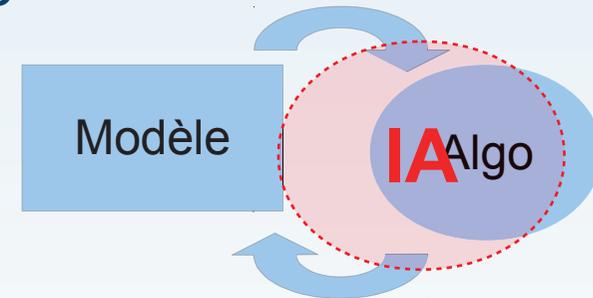
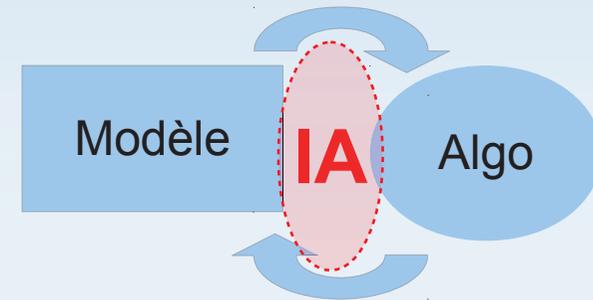
Les IAs d'aujourd'hui

- Ma définition...
 - Mécanisation de tâches cognitives
 - Pour des problèmes bien définis (pour l'instant...)



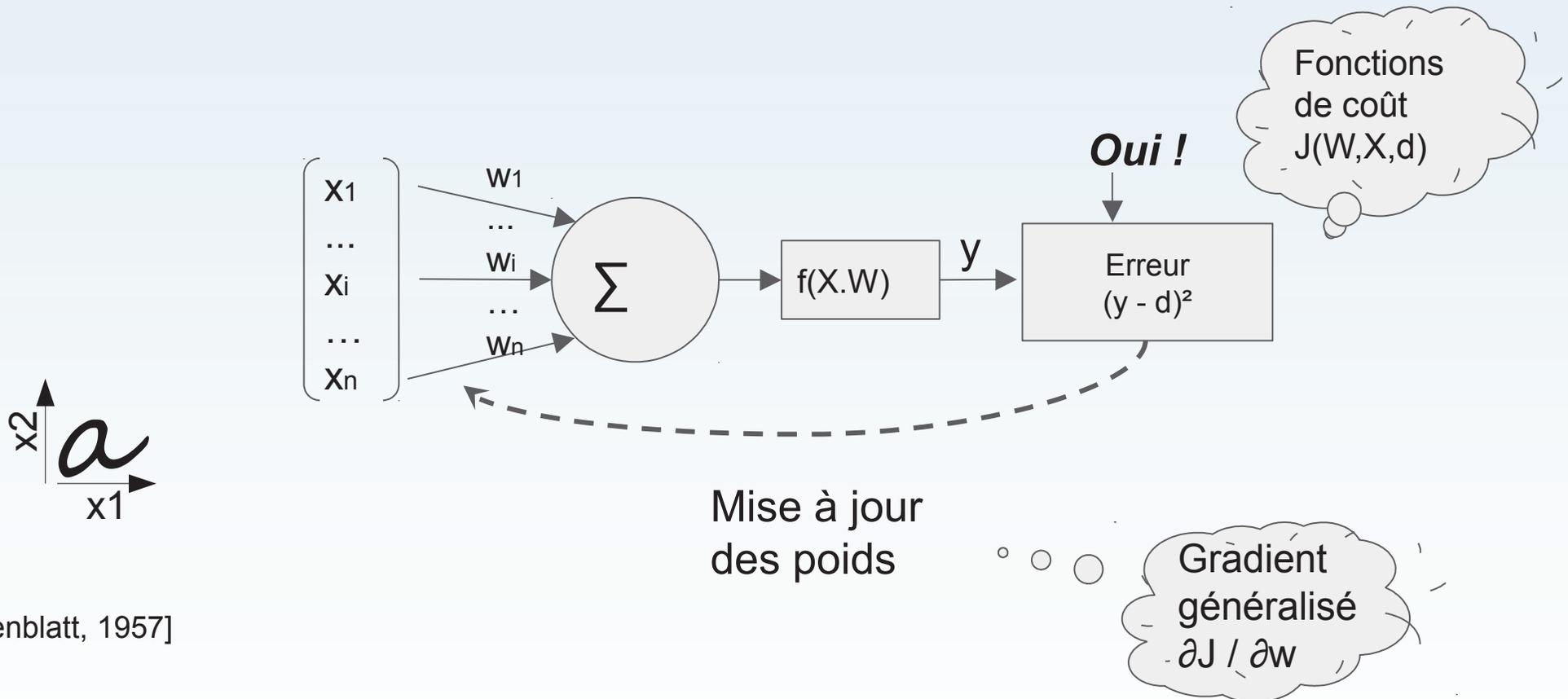
Les IAs d'aujourd'hui

- 3 grandes familles d'IA
 - **Calculatoire**
 - modélisation du problème
 - algorithme de résolution disponible
 - **Optimisation**
 - modélisation du problème
 - algorithme de résolution inconnu
 - combinatoire importante
 - **Apprentissage artificiel**
 - modélisation du problème difficile
 - faire apprendre la machine



Un neurone simple

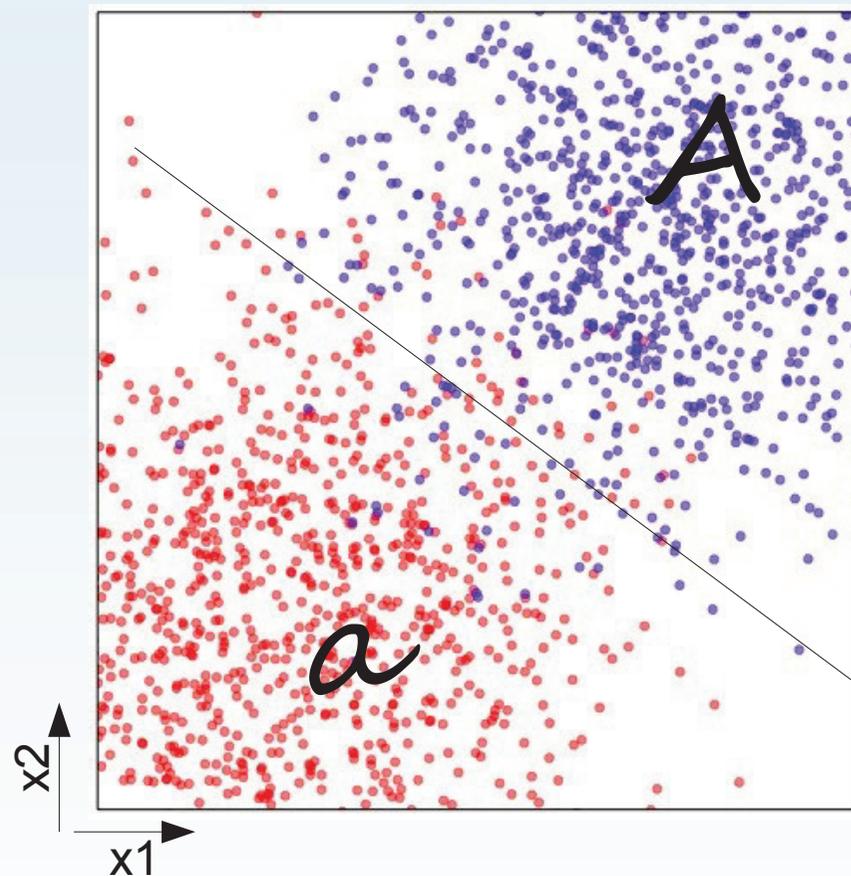
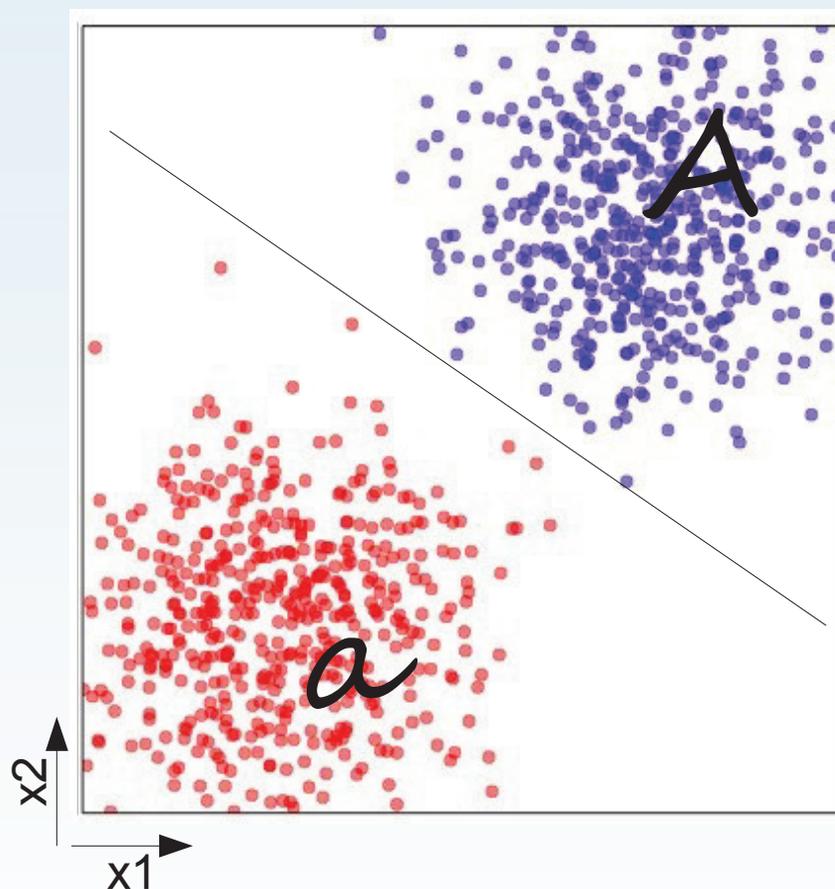
- Apprentissage des poids à partir d'exemples dont l'association (X,d) est connue



[Rosenblatt, 1957]

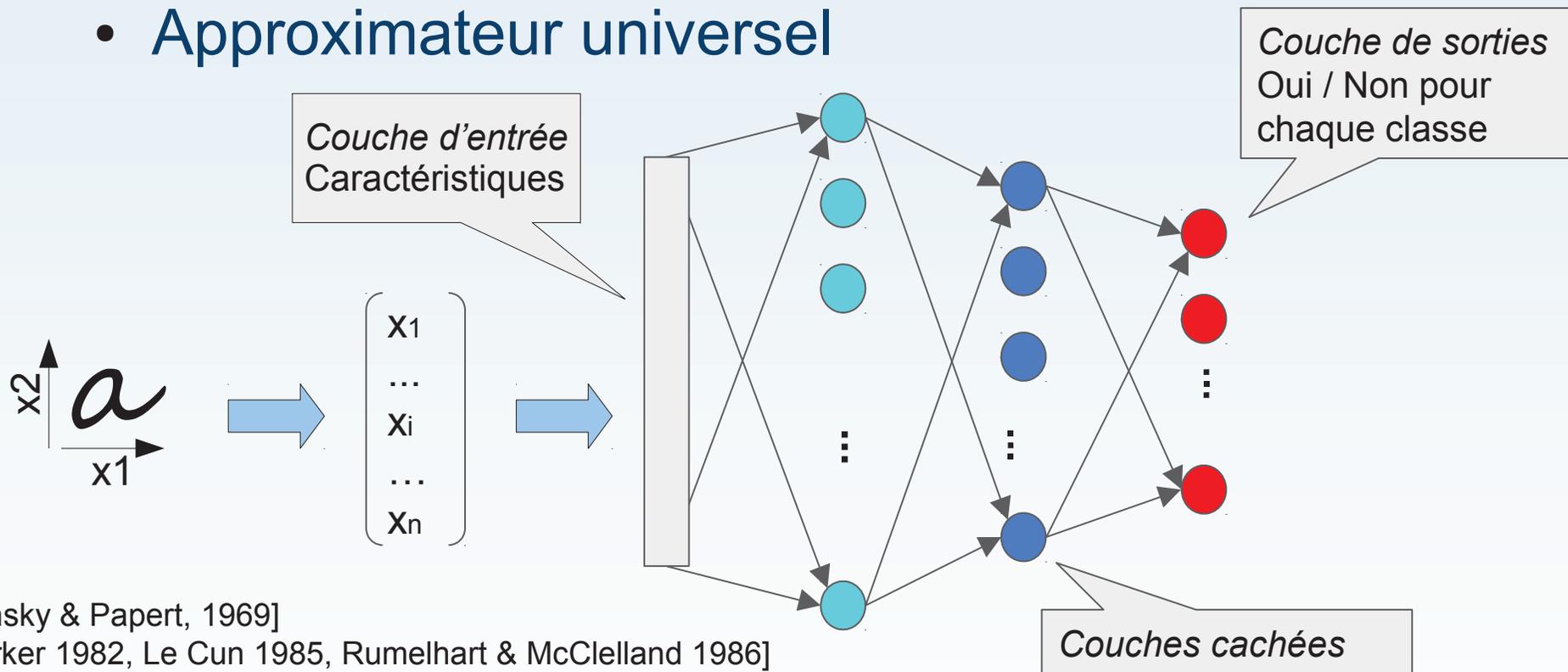
Un neurone simple

- Interprétation géométrique : 1 neurone = 1 droite



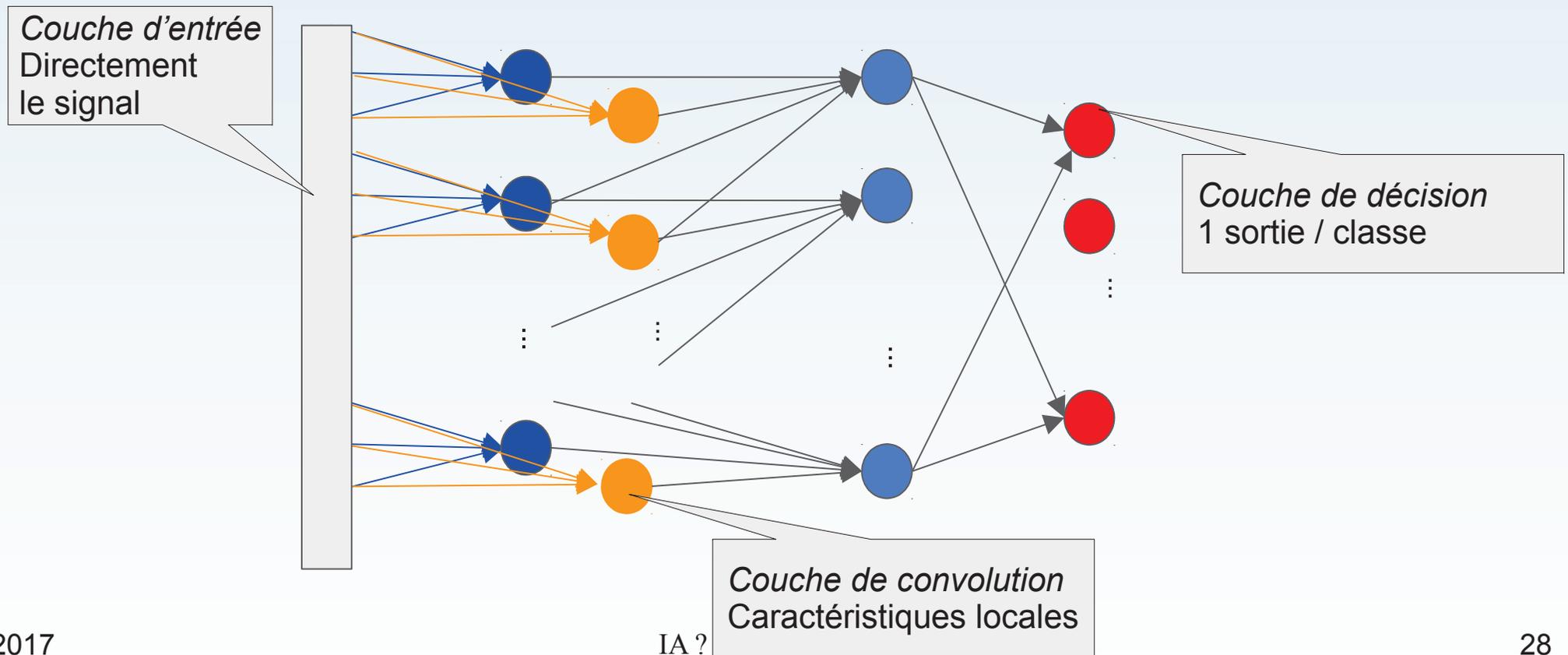
Réseaux de neurones

- Perceptron Multi-Couche (MLP)
 - Plein de neurones simples organisés en couches
 - Approximateur universel



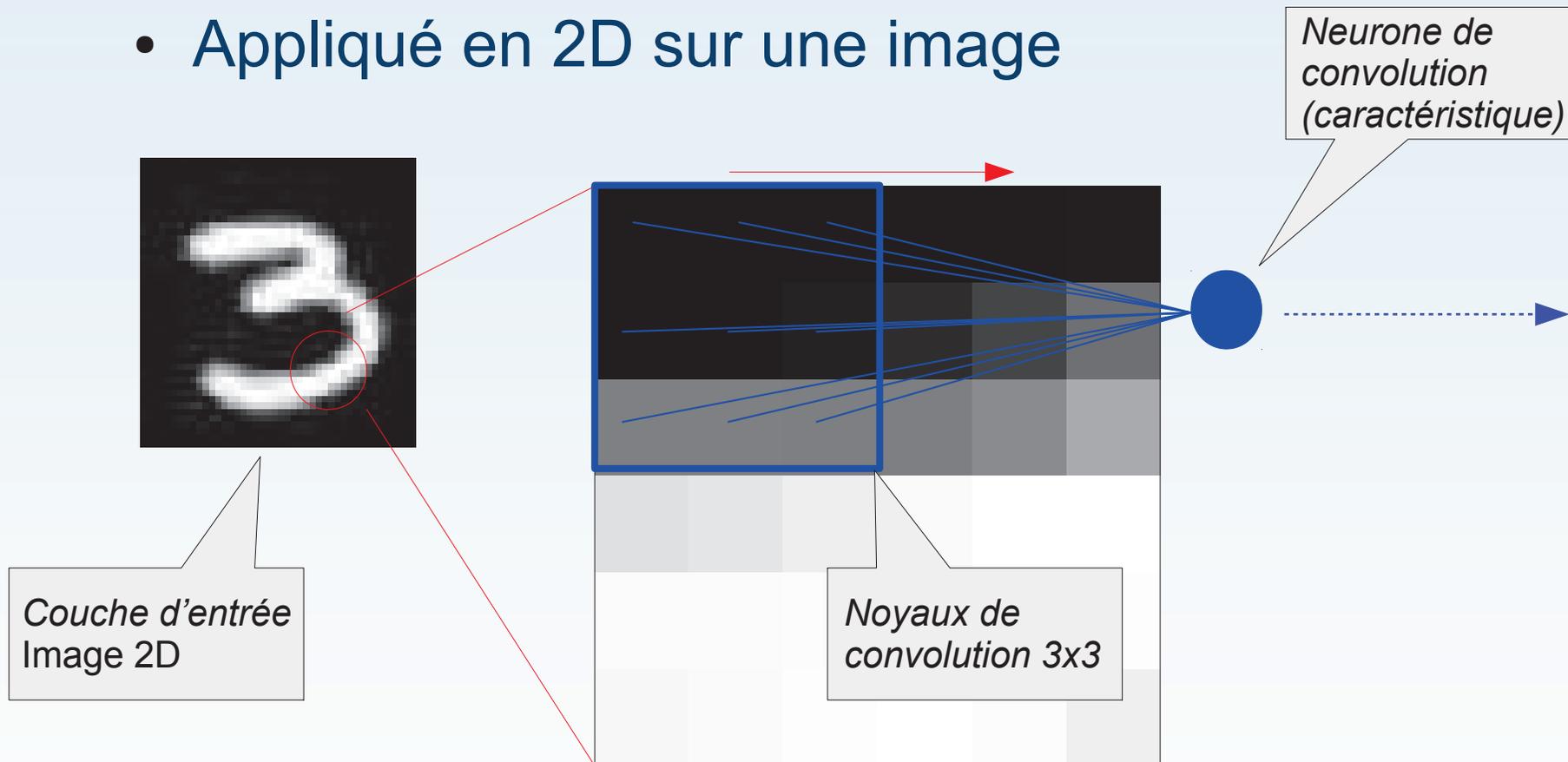
Deep-Learning

- Réseau convolutionnel
 - Extracteur de caractéristiques locales



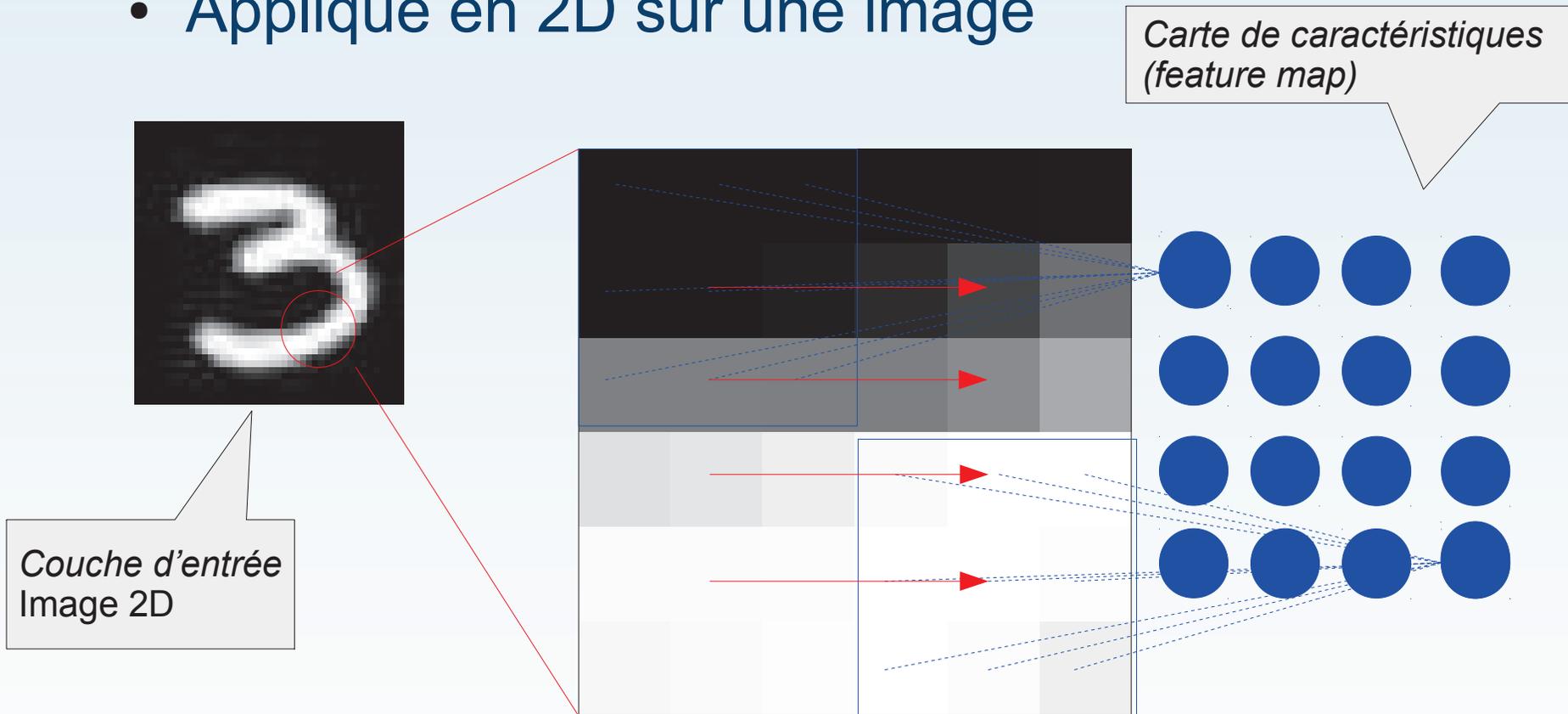
Deep-Learning

- Réseau convolutionnel
 - Appliqué en 2D sur une image



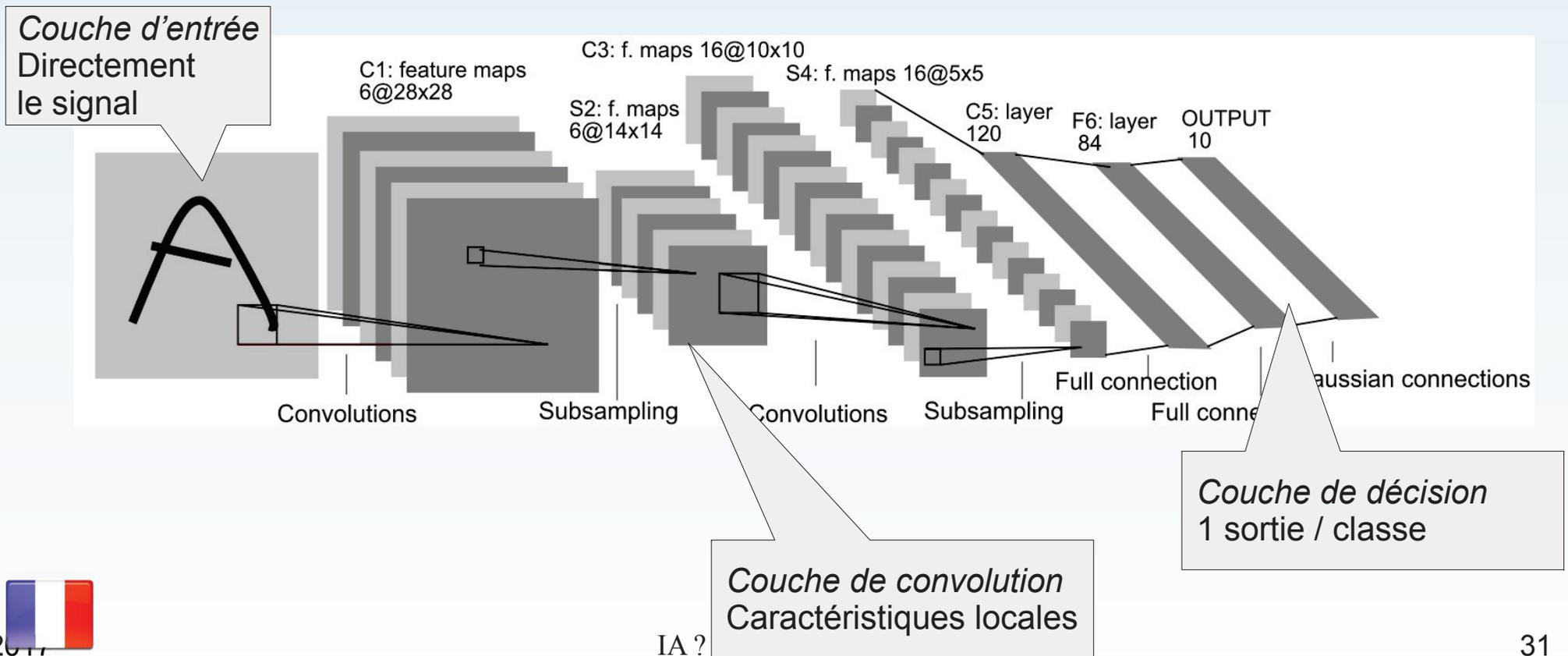
Deep-Learning

- Réseau convolutionnel
 - Appliqué en 2D sur une image



Deep-Learning

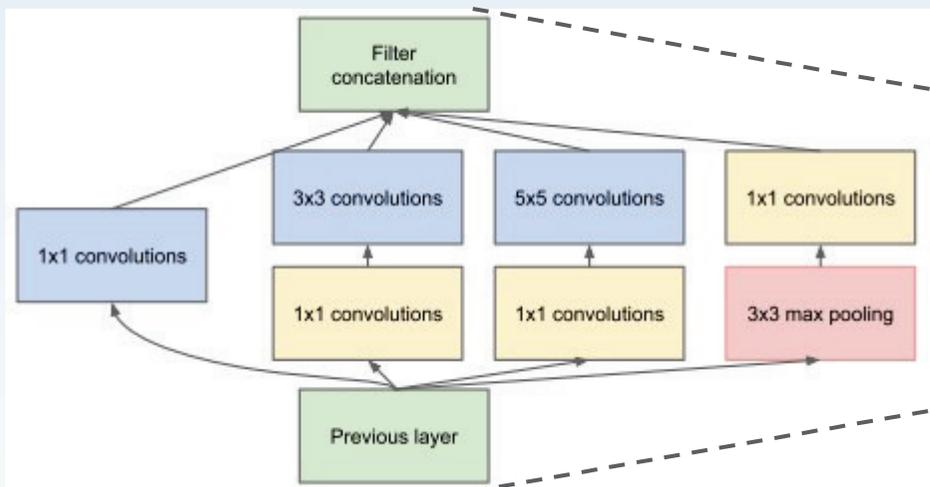
- Réseau convolutionnel
 - LeNet-5 [Lecun 1998], premier “Deep-Network”



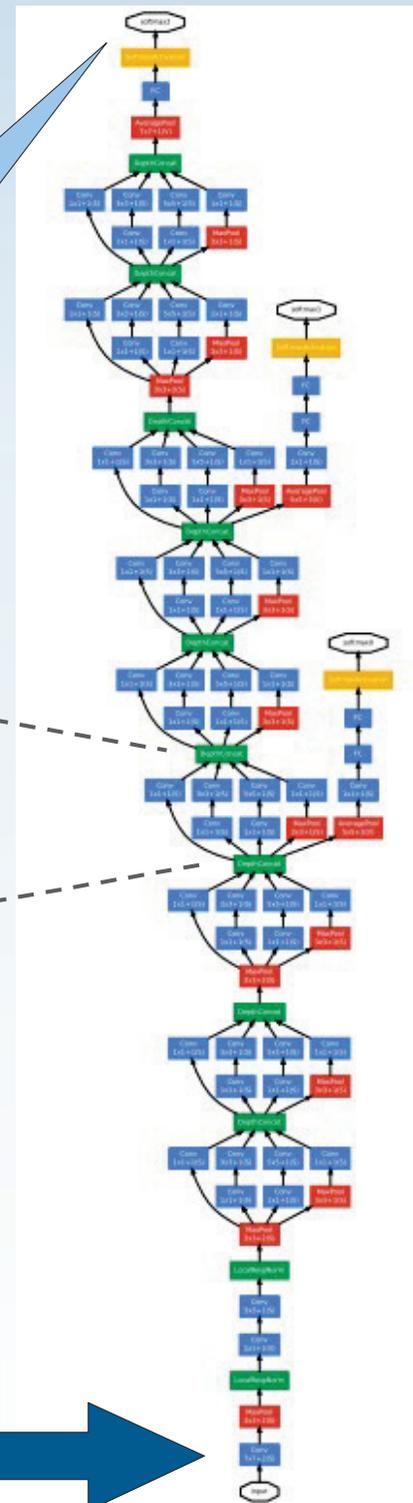
Deep-Learning

- Réseau très profond...
- GoogLeNet [CVPR2015]

1000 sorties !



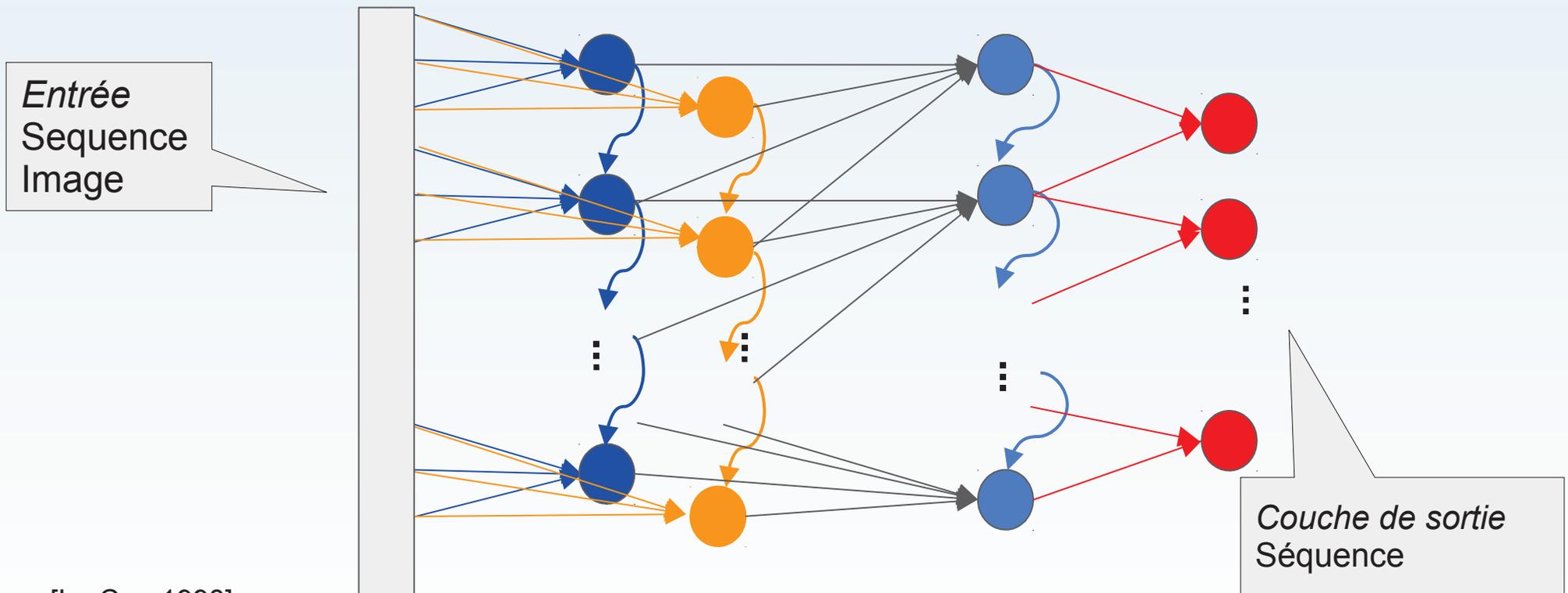
Inception modules (x9)



“pizza”

Deep-Learning

- Réseaux récurrents
 - Connexion avec le neurone précédent (t-1)
 - Séquence => Séquence



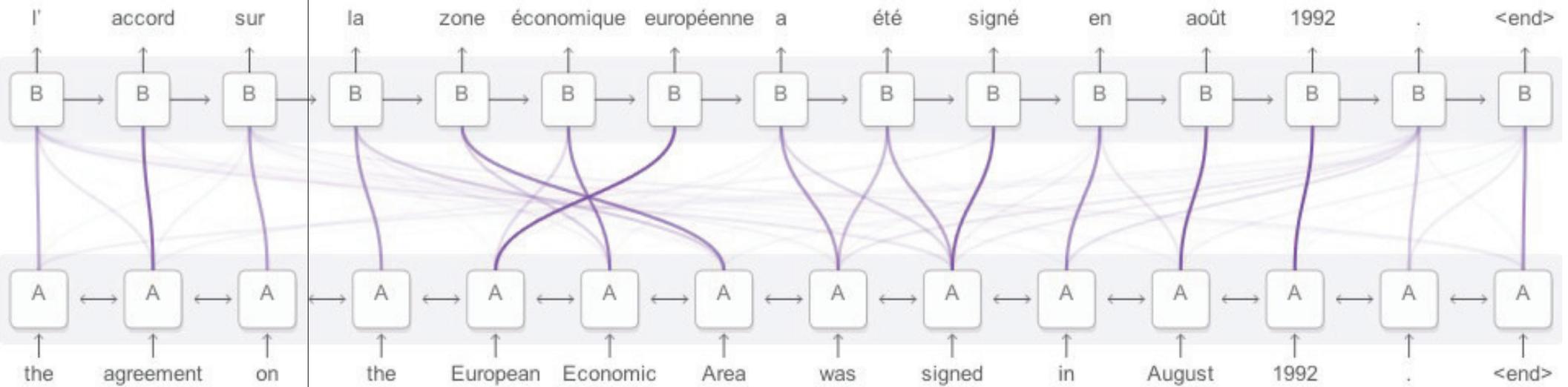
Deep-Learning

- Réseaux récurrents
 - Traduction

la zone économique européenne

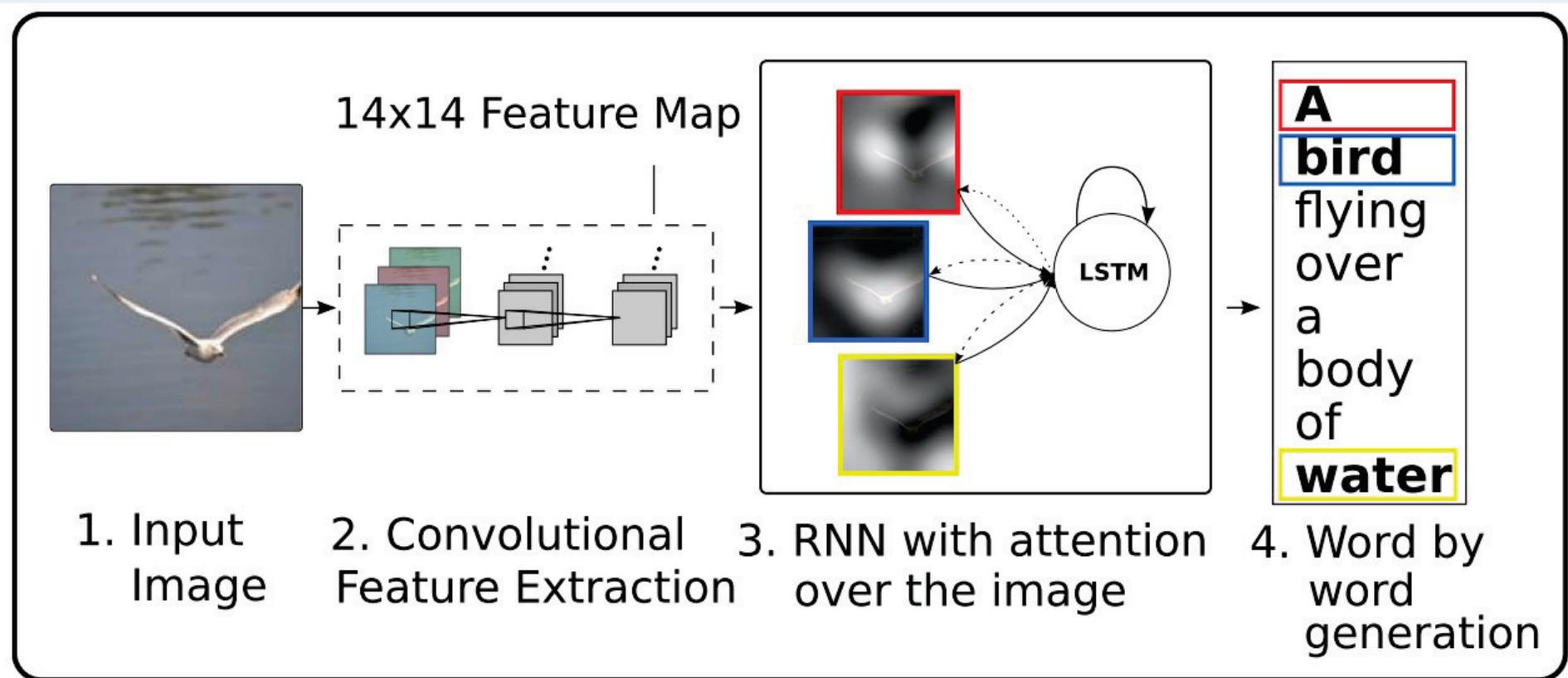


the European Economic Area



Deep-Learning

- Réseaux récurrents et convolutionnels
 - Description d'images



Deep-Learning

- Les réseaux profonds peuvent être utilisés pour plusieurs types de tâches ...
 - Classification
 - Segmentation
 - Génération de séquences
 - ...
- ... apprises à partir d'une grande quantité de données !!!

Apprentissage

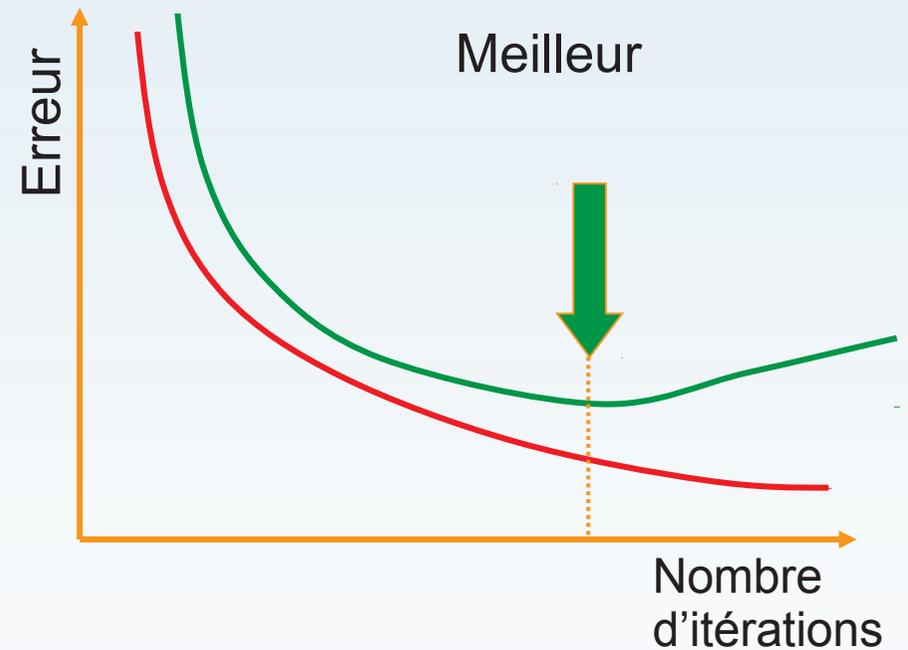
- Tout apprentissage supervisé nécessite 3 bases annotées



Apprentissage

Validation

Test



1 itération = 1 fois la base d'apprentissage

- Apprentissage non-supervisé ... beaucoup de données mais moins d'annotations

Apprentissage

- **Plus on a de données, meilleures sont les IA !**
 - Bases ouvertes d'images annotées
 - ImageNet 14,197,122 images, illustrant 100,000 concepts (20% pour l'instant)
 - Bases propriétaires
 - Google, Facebook, Pinterest ...
 - Données artificielles
 - Images générées
 - AlphaGo Zero a joué tout seul pendant 70 jours !

Apprentissage

- Beaucoup de calculs
 - Carte graphique (GPU)
 - CUDA core de NVIDIA
 - Dans le "cloud" !



Futur ?

- A long terme ?
 - Impossible à prédire, cf 1958
- Demain ?
 - Assistants personnels/publiques



Pepper, 2014

Futur ?

- A long terme ?
 - Impossible à prédire, cf 1958
- Demain ?
 - Assistants personnels/publiques
 - Voitures autonomes



Alphabet (Google)

Futur ?

- A long terme ?
 - Impossible à prédire, cf 1958
- Demain ?
 - Assistants personnels/publiques
 - Voitures autonomes
 - Médecine
 - imagerie, aide au diagnostique, robots chirurgiens



DaVinci (Intuitive Surgical & Google)

Futur ?

- A long terme ?
 - Impossible à prédire, cf 1956
- Demain ?
 - Assistants personnels/publiques
 - Voitures autonomes
 - Médecine
 - imagerie, aide au diagnostique, robots chirurgiens
 - ... Art ... ?



Deep Dream Generator