

Intelligence Artificielle Génie Logiciel

Nadjib Lazaar

Ing - Phd - HDR - Assistant Professor - University of Montpellier - COCONUT Team
<http://www.lirmm.fr/~lazaar/>

nadjib.lazaar@umontpellier.fr

Organisation

Contenu, plan et évaluation

- **GLIA - HAI916I - M2 GL**
 - Responsable : Marianne Huchard (MH)
 - Moodle : <https://moodle.umontpellier.fr/course/view.php?id=30942>
- **Modalités de contrôle des connaissances**
 - **Session 1** : 4 projets (25 %) - Ces projets seront sélectionnés parmi les TP réalisés lors des différents cours. Précisions à venir
 - **Session 2** : 1 projet (100%) - Précisions à venir

Organisation

Contenu, plan et évaluation

- ▼ Nadjib Lazaar. Programmation par contraintes et test logiciel (11 et 18 septembre)
- ▼ Nadjib Lazaar. Fouille de données pour la localisation de fautes (25 septembre et 2 octobre)
- ▼ Alexandre Bazin. Introduction à l'Analyse formelle de concepts, Triadic, analyse relationnelle (9 octobre)
- ▼ Paul Temple. Machine Learning pour la prédition de performance et le problème de reproductibilité (16 octobre)
- ▼ Alexandre Bazin, Marianne Huchard. Analyse formelle de concepts et analyse de la variabilité (23 octobre et 6 novembre)
- ▼ Simon Robillard. Vérification et synthèse de programmes (13 et 20 novembre)
- ▼ Mathieu Lafourcade, Marianne Huchard. Application de ChatGPT et des grands modèles de langages au génie logiciel (27 novembre, 4 décembre).
- ▼ Séances possibles les 11 et 18 décembre s'il est nécessaire d'en reporter une ou pour présenter des projets (à garder dans vos agendas)

Intelligence Artificielle

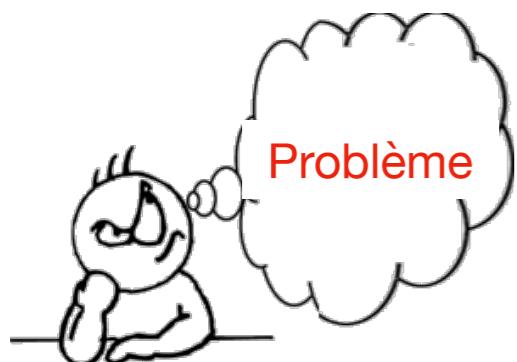
IntelligenceS
ArtificielleS

Algorithme

De l'algorithmique à la programmation

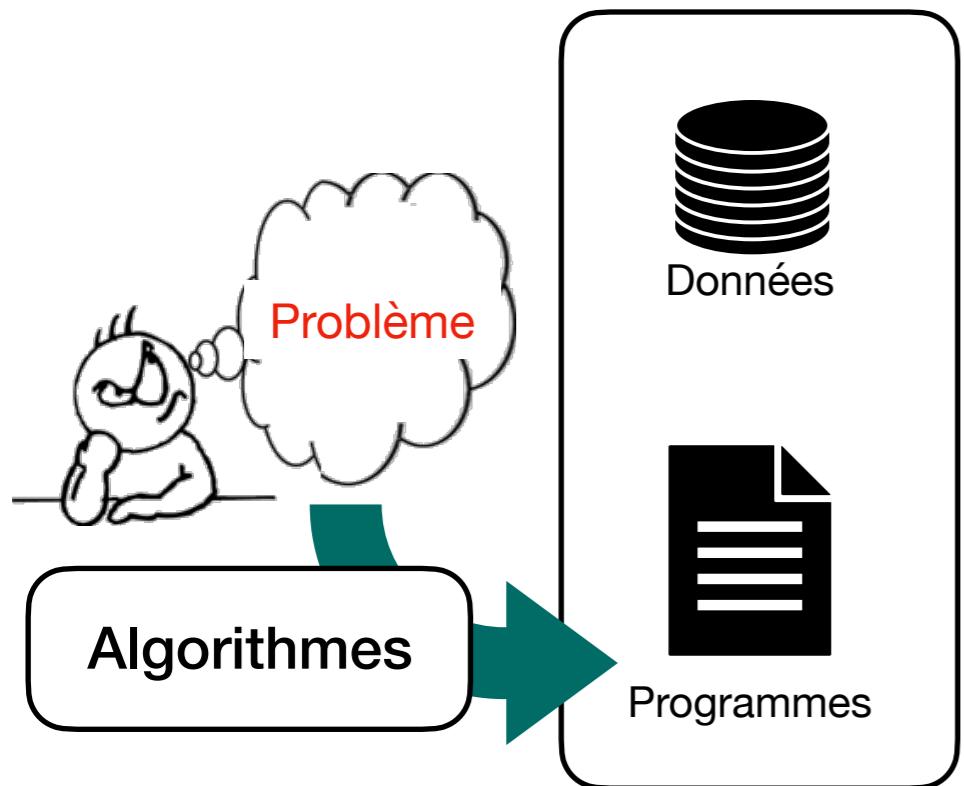
Algorithme

De l'algorithmique à la programmation



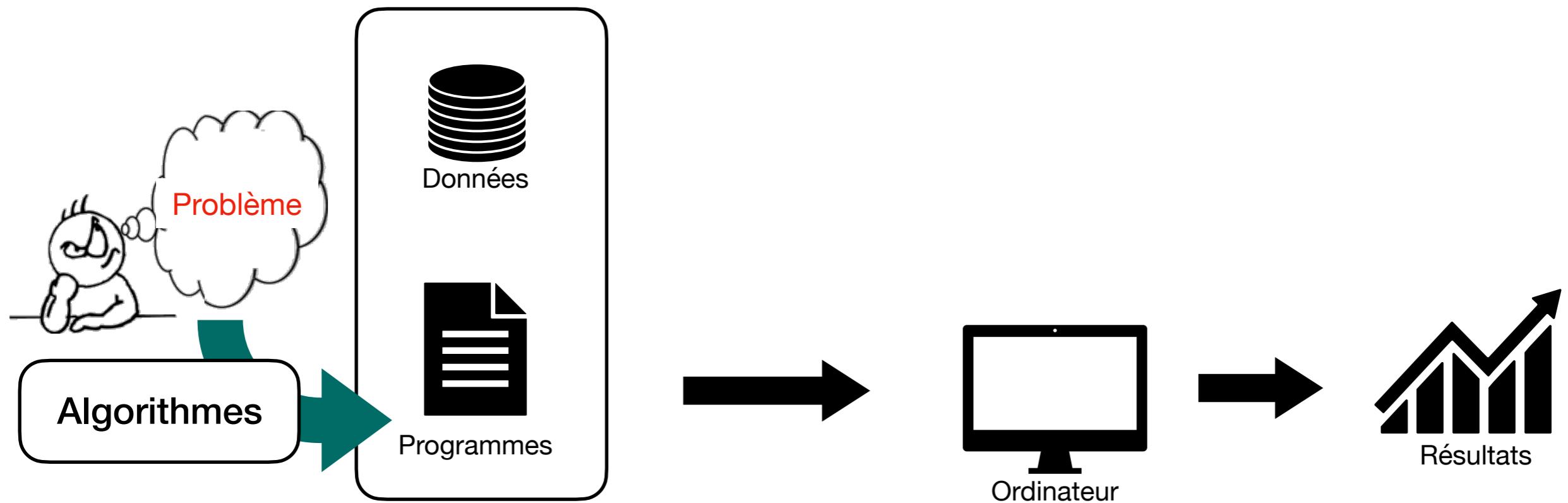
Algorithme

De l'algorithmique à la programmation



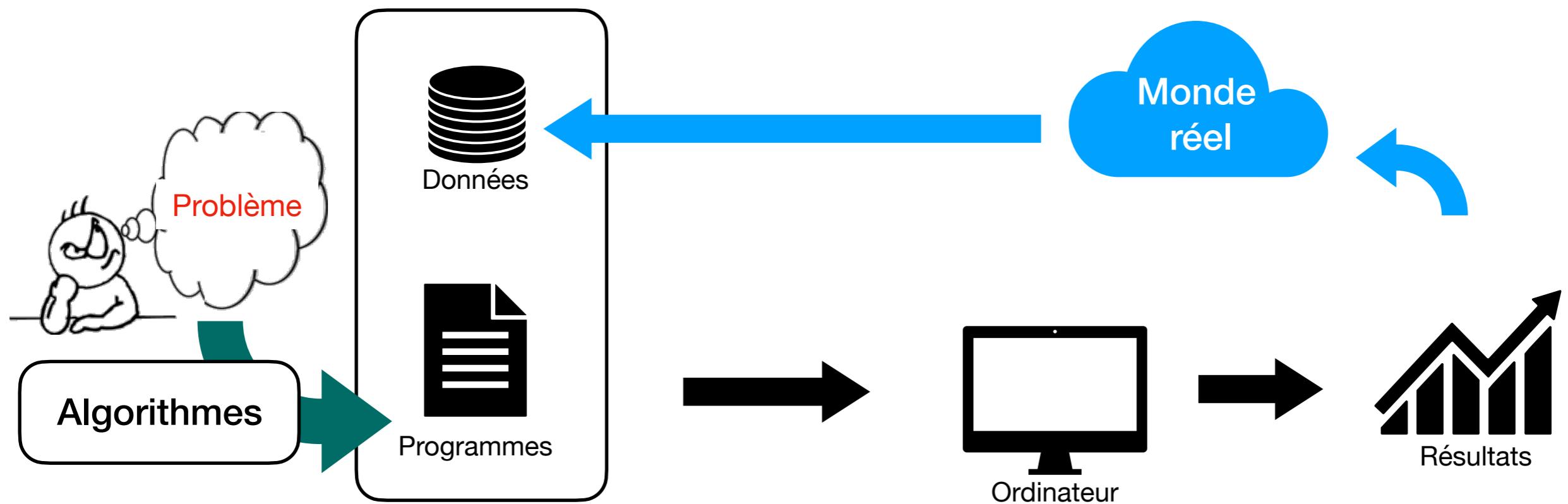
Algorithme

De l'algorithmique à la programmation



Algorithme

De l'algorithme à la programmation



Exemple

Algorithmes de tri

- Tri par sélection

- Tri par fusion



Dépouillement du recensement, USA, 1880

Exemple

Algorithmes de tri

- Tri par sélection

$$O(n^2)$$

- Tri par fusion



Dépouillement du recensement, USA, 1880

Exemple

Algorithmes de tri

- Tri par sélection

$$O(n^2)$$

- Tri par fusion

$$O(n \log n)$$


Dépouillement du recensement, USA, 1880

Exemple

Algorithmes de tri

- Tri par sélection

$$O(n^2)$$

1 heure

- Tri par fusion

$$O(n \log n)$$

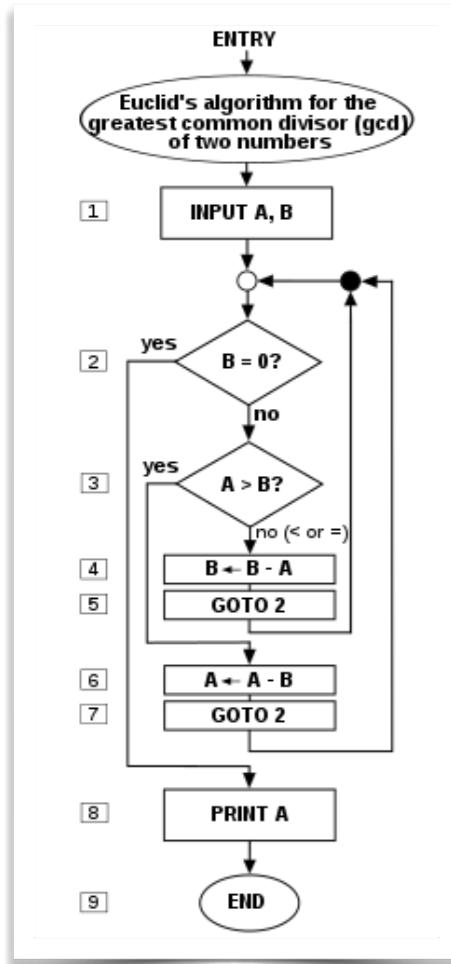
15 minutes



Dépouillement du recensement, USA, 1880

Algorithmme

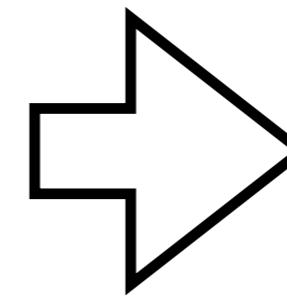
Algorithmme => Programme => Code binaire



Data: $n \geq 0$
Result: $y = x^n$

$y \leftarrow 1$;
 $X \leftarrow x$;
 $N \leftarrow n$;
while $N \neq 0$ **do**
 | **if** N is even **then**
 | | $X \leftarrow X \times X$;
 | | $N \leftarrow \frac{N}{2}$; /* This is a comment */
 | **else**
 | | **if** N is odd **then**
 | | | $y \leftarrow y \times X$;
 | | | $N \leftarrow N - 1$;
 | | **end**
 | **end**
end
PRINT A

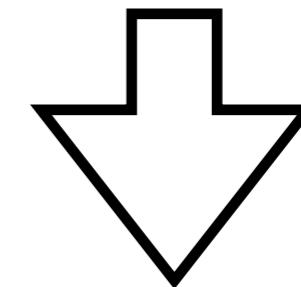
Algorithm 1: An algorithm with caption



```

1 import java.util.*;
2 class matrix{
3     public static void main (String args[]) {
4         Scanner sc = new Scanner (System.in);
5         int num[][]=new int[3][3];
6         for (int i=0;i<num.length;i++) {
7             for (int j=0;j<num.length;j++) {
8                 num[i][j]=sc.nextInt();
9             }
10        }
11    }
12    for (int i=0;i<num.length;i++) {
13        for (int j=0;j<num.length;j++) {
14            System.out.print [num[i][j]+" "];
15        }
16    }
17    System.out.println();
18 }
19 }

```



```

0000000000400526 <main>:
400526: 55 push rbp
400527: 48 89 e5 mov rbp,rsi
40052a: 48 83 ec 20 sub rsi,0x20
40052e: 89 7d ec mov DWORD PTR [rbp-0x14],edi
400531: 48 89 75 e0 mov QWORD PTR [rbp-0x20],rsi
400535: c7 45 fc 00 00 00 00 mov DWORD PTR [rbp-0x4],0x0
40053c: eb 0e jmp 40054c <main+0x26>
40053e: bf e4 05 40 00 mov edi,0x4005e4
400543: e8 b8 fe ff ff call 400400 <puts@plt>
400548: 83 45 fc 01 add DWORD PTR [rbp-0x4],0x1
40054c: 83 7d fc 09 cmp DWORD PTR [rbp-0x4],0x9
400550: 7e ec jle 40053e <main+0x18>
400552: b8 00 00 00 00 mov eax,0x0
400557: c9 leave
400558: c3 ret
400559: 0f 1f 80 00 00 00 00 nop DWORD PTR [rax+0x0]

0000000000400560 <_libc_csu_init>:
400560: 41 57 push r15
400562: 41 56 push r14

```

L'Intelligence

Intelligence Humaine

Intelligence Biologique

Intelligence Humaine

Intelligence Biologique

- Les sciences cognitives permettent d'étudier l'intelligence humaine

Intelligence Humaine

Intelligence Biologique

- Les sciences cognitives permettent d'étudier l'intelligence humaine
- L'intelligence humaine est le fruit du fonctionnement de la pensée

Intelligence Humaine

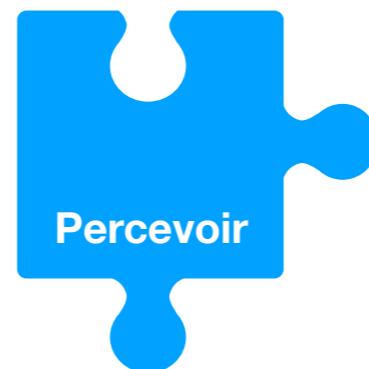
Intelligence Biologique

- Les sciences cognitives permettent d'étudier l'intelligence humaine
- L'intelligence humaine est le fruit du fonctionnement de la pensée
- La pensée humaine a différentes facettes (fonctions cognitives)

Intelligence Humaine

Intelligence Biologique

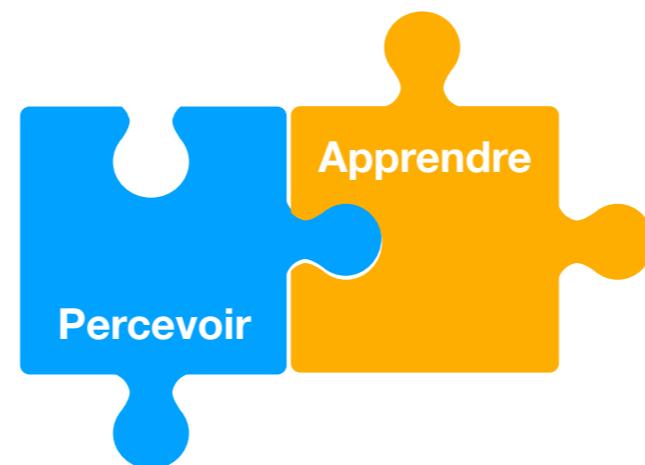
- Les sciences cognitives permettent d'étudier l'intelligence humaine
- L'intelligence humaine est le fruit du fonctionnement de la pensée
- La pensée humaine a différentes facettes (fonctions cognitives)



Intelligence Humaine

Intelligence Biologique

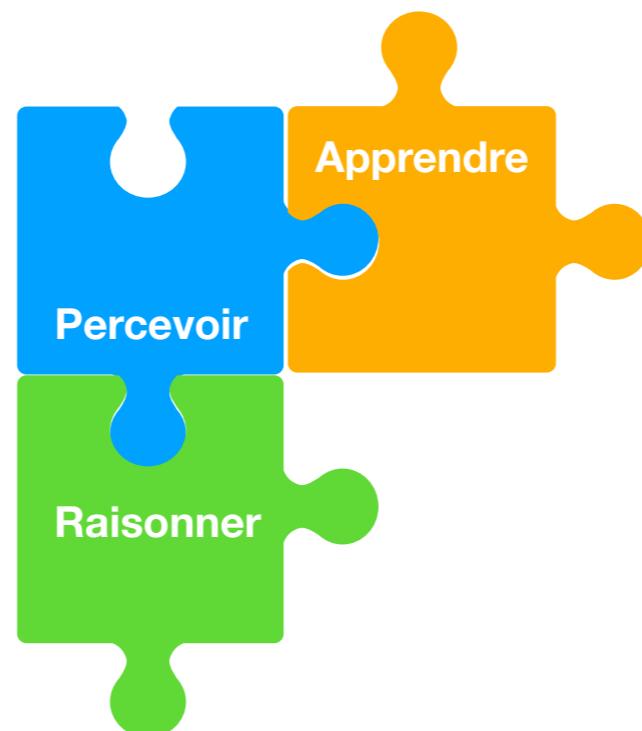
- Les sciences cognitives permettent d'étudier l'intelligence humaine
- L'intelligence humaine est le fruit du fonctionnement de la pensée
- La pensée humaine a différentes facettes (fonctions cognitives)



Intelligence Humaine

Intelligence Biologique

- Les sciences cognitives permettent d'étudier l'intelligence humaine
- L'intelligence humaine est le fruit du fonctionnement de la pensée
- La pensée humaine a différentes facettes (fonctions cognitives)



Intelligence Humaine

Intelligence Biologique

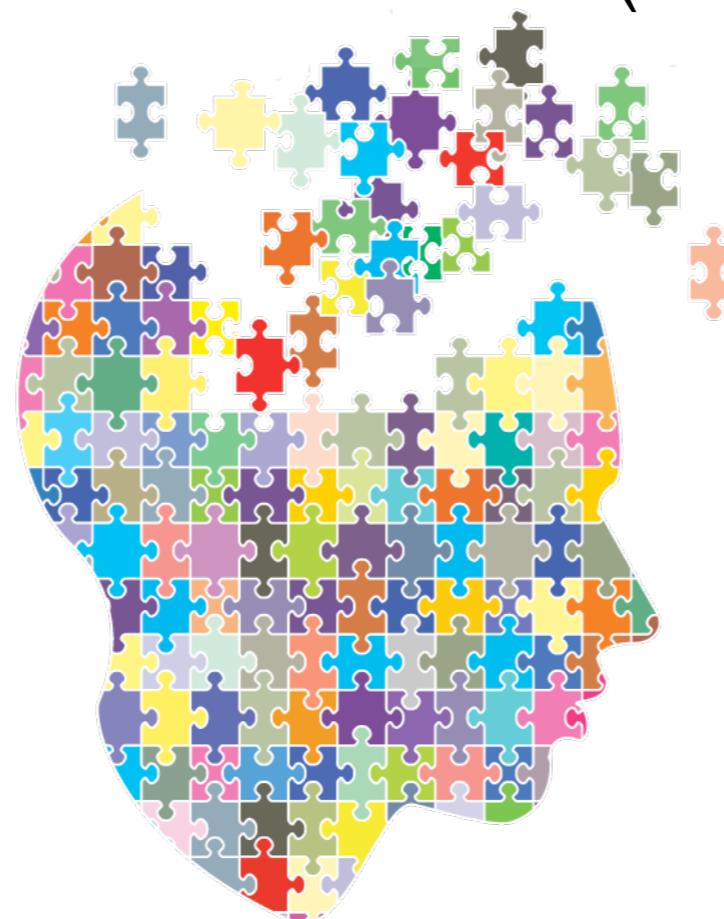
- Les sciences cognitives permettent d'étudier l'intelligence humaine
- L'intelligence humaine est le fruit du fonctionnement de la pensée
- La pensée humaine a différentes facettes (fonctions cognitives)



Intelligence Humaine

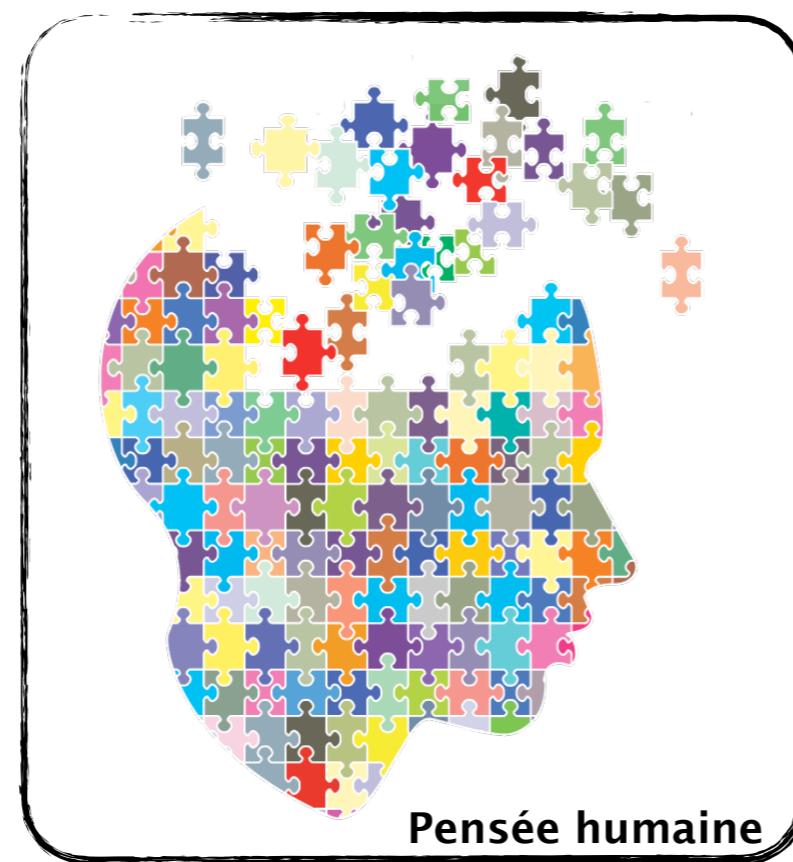
Intelligence Biologique

- Les sciences cognitives permettent d'étudier l'intelligence humaine
- L'intelligence humaine est le fruit du fonctionnement de la pensée
- La pensée humaine a différentes facettes (fonctions cognitives)



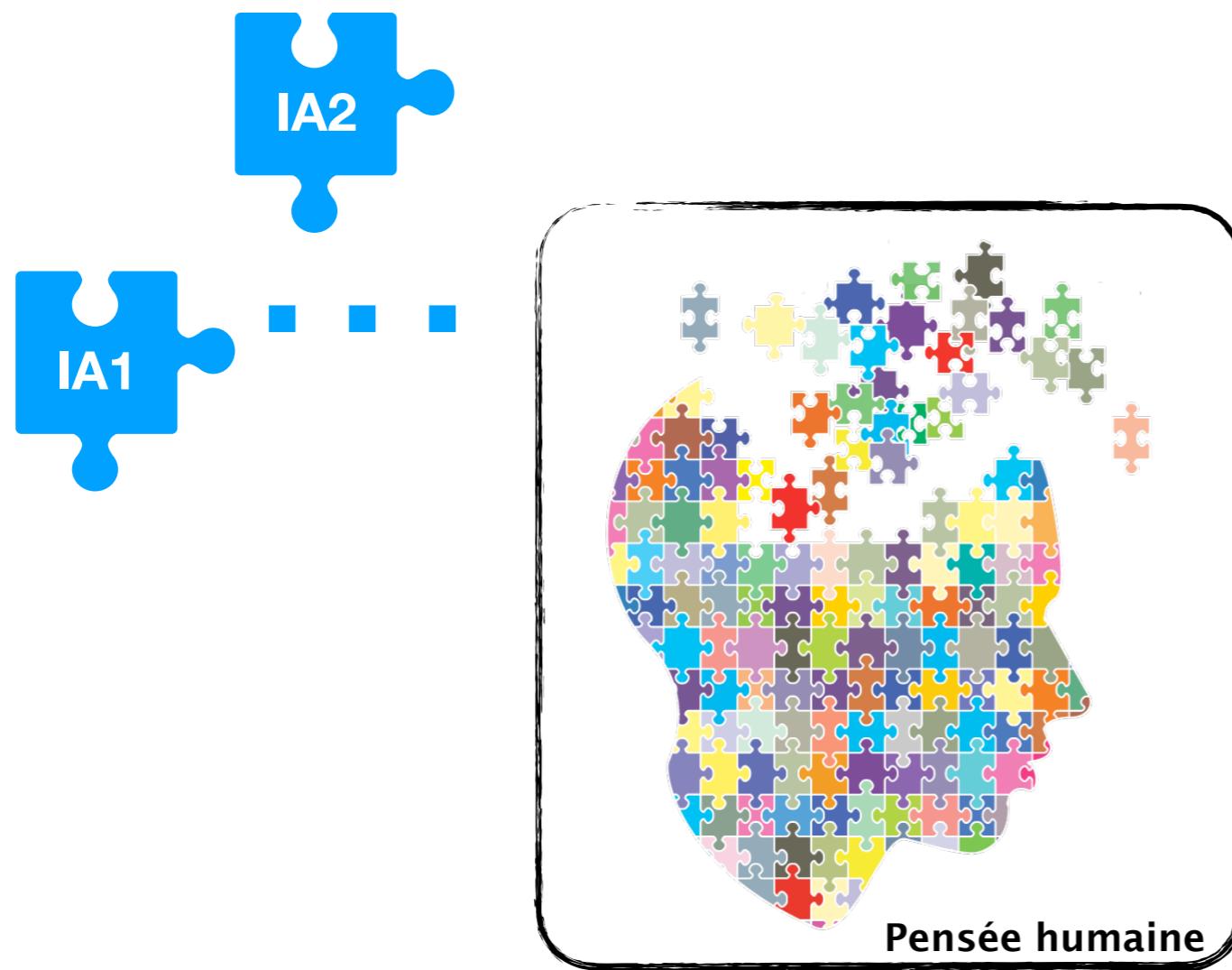
IntelligenceS ArtificielleS

Simulation des fonctions cognitives



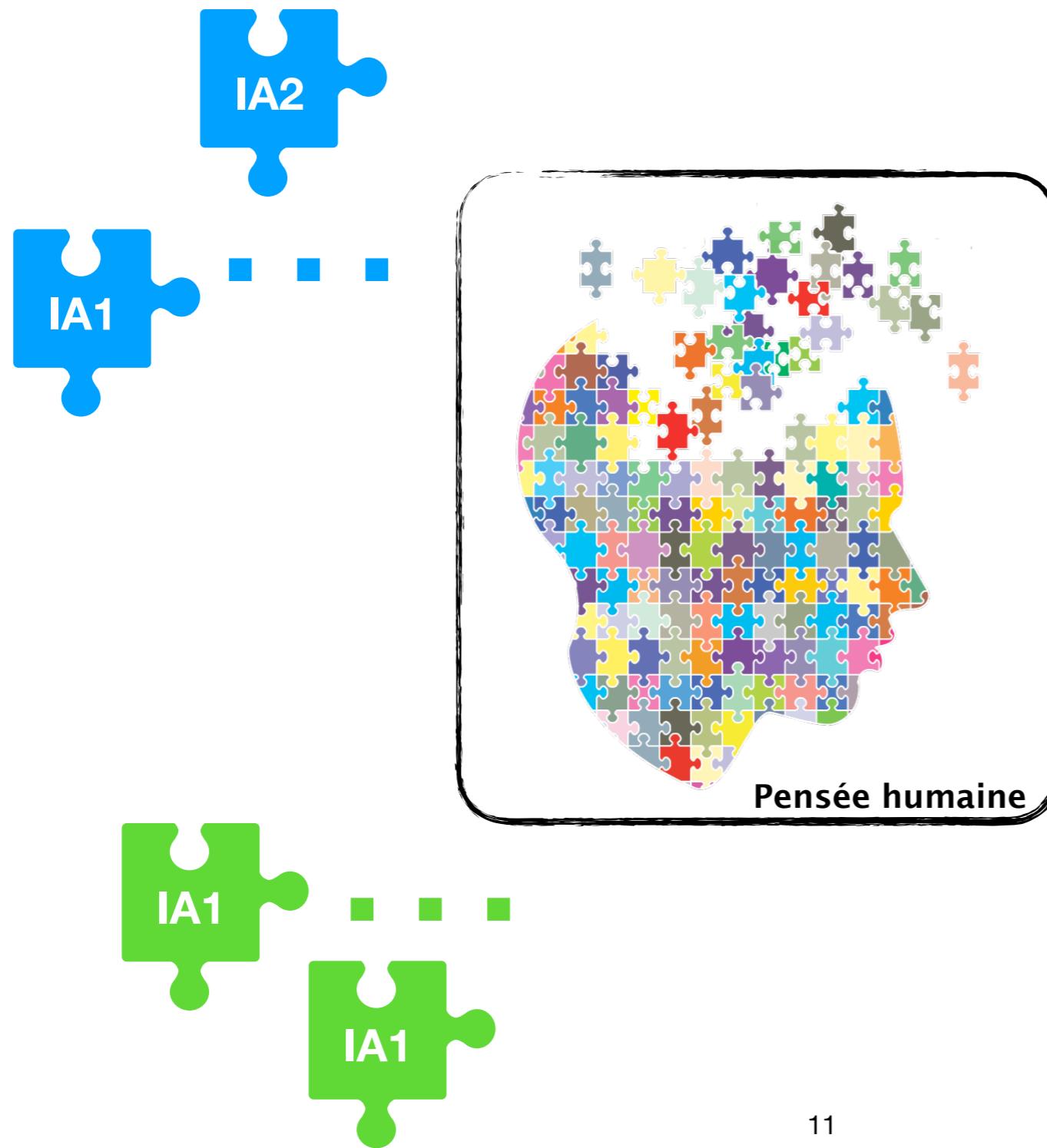
IntelligenceS ArtificielleS

Simulation des fonctions cognitives



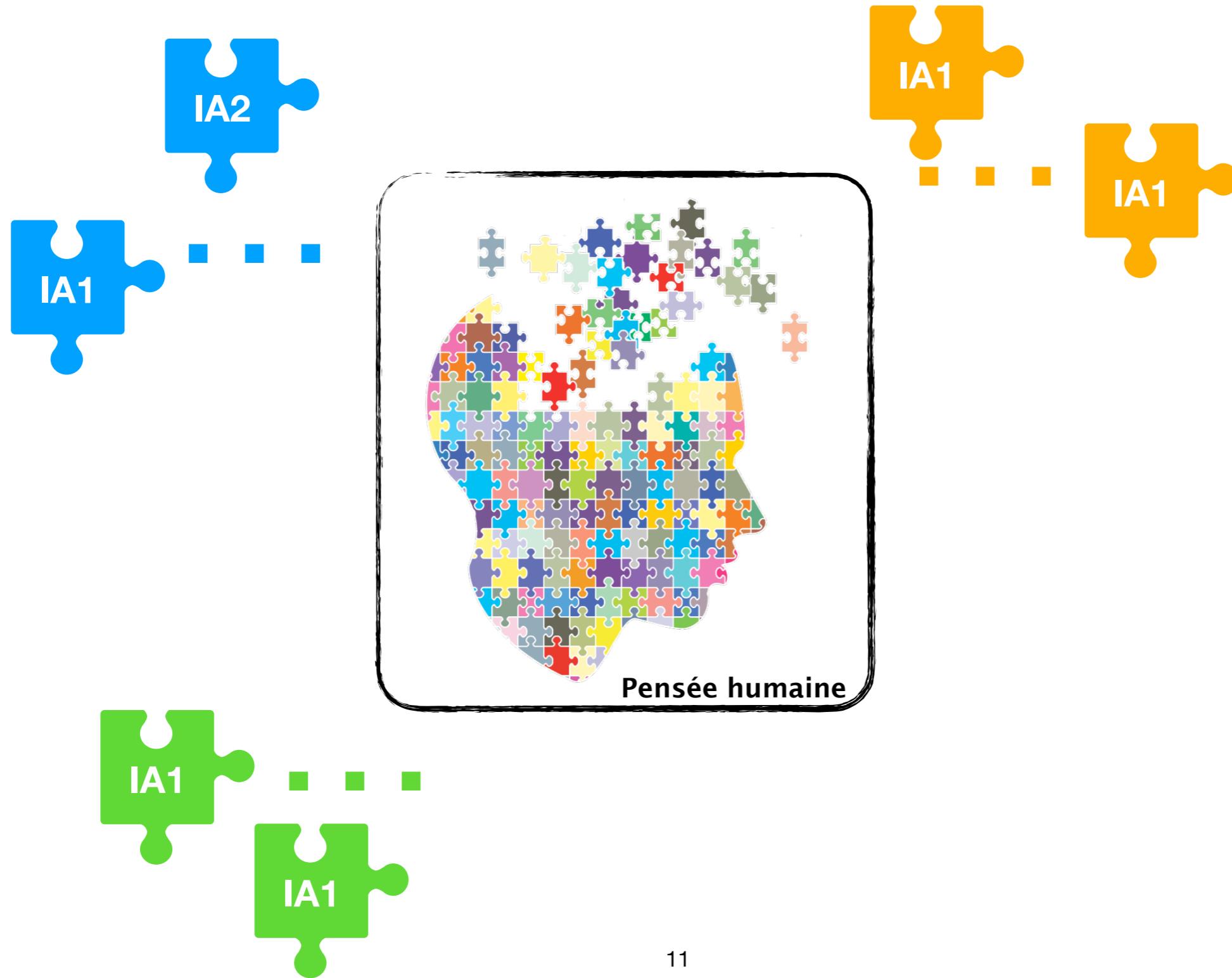
IntelligenceS ArtificielleS

Simulation des fonctions cognitives



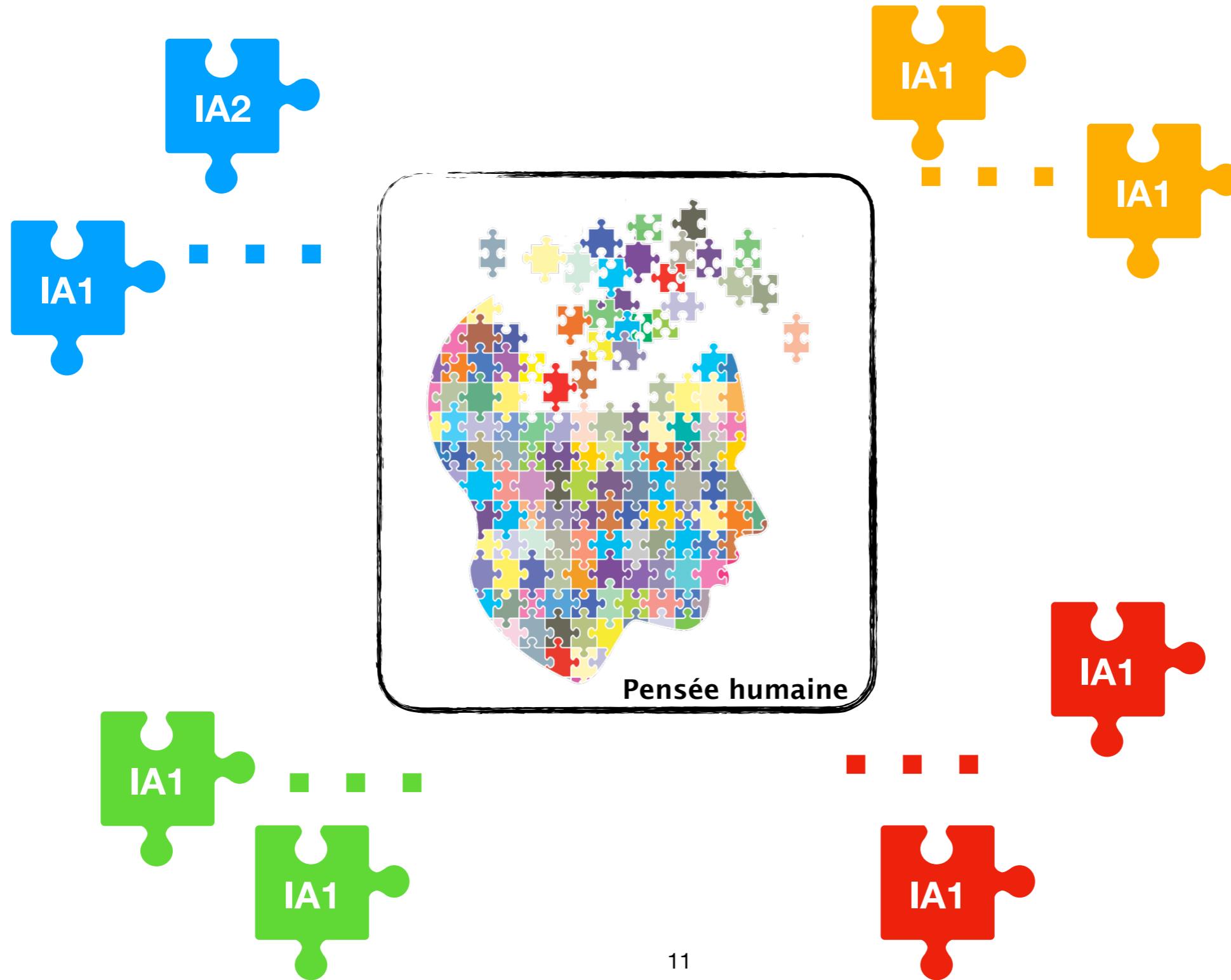
IntelligenceS ArtificielleS

Simulation des fonctions cognitives



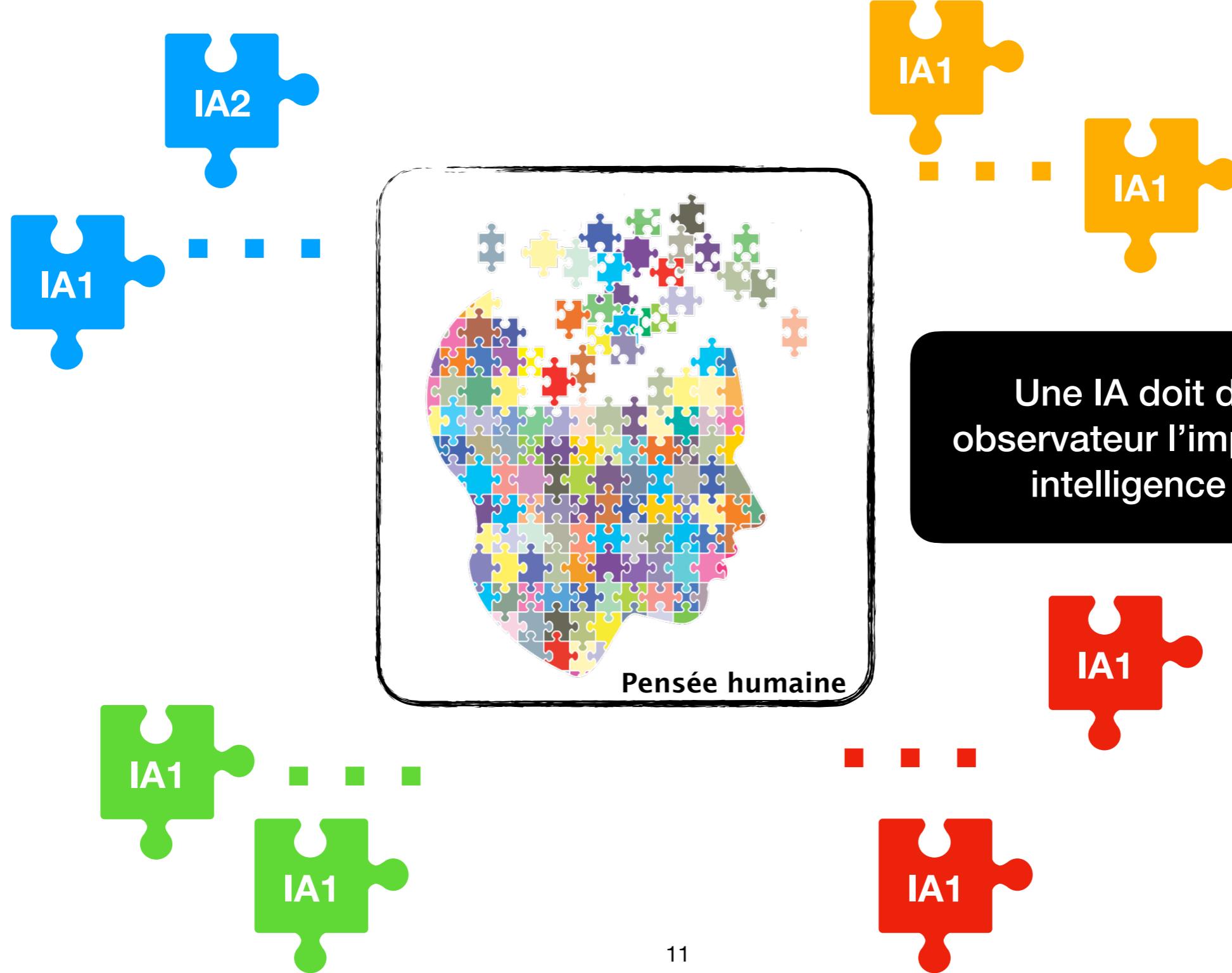
IntelligenceS ArtificielleS

Simulation des fonctions cognitives



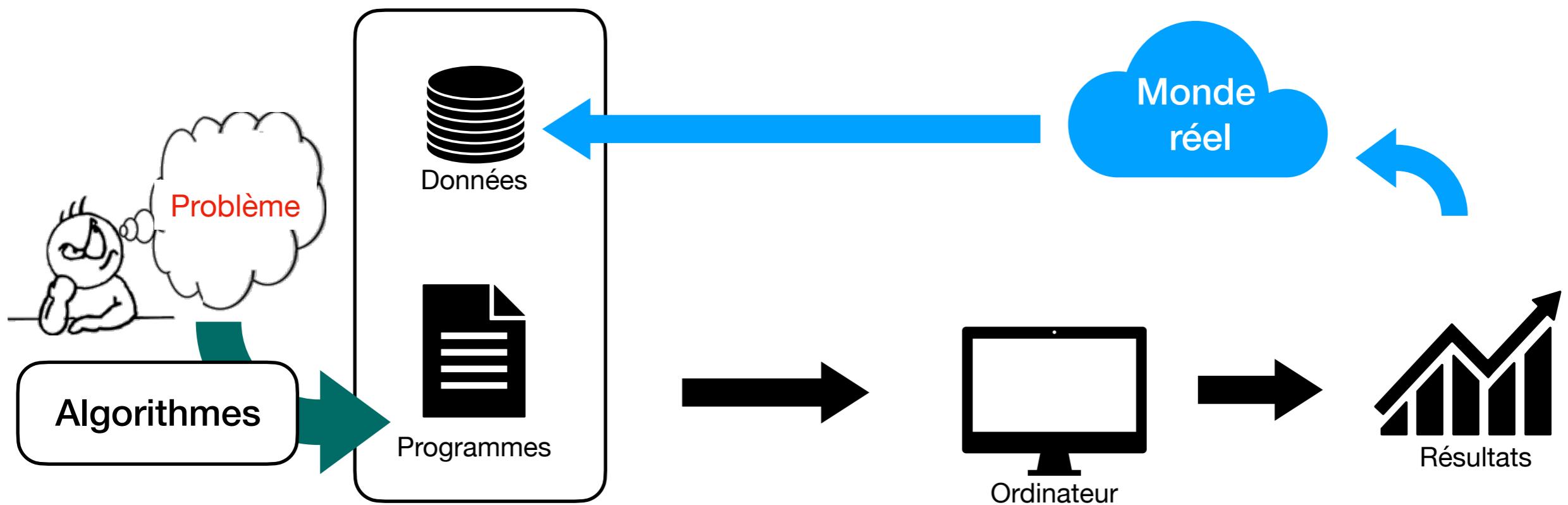
IntelligenceS ArtificielleS

Simulation des fonctions cognitives



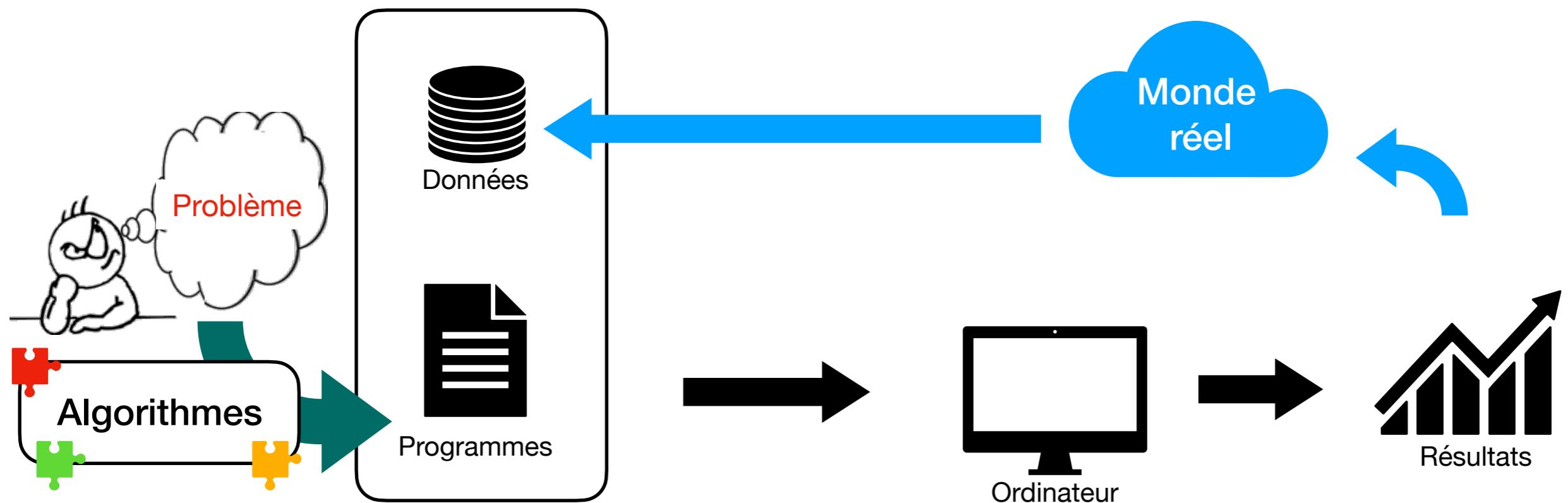
IntelligenceS ArtificielleS

Simulation des fonctions cognitives



IntelligenceS ArtificielleS

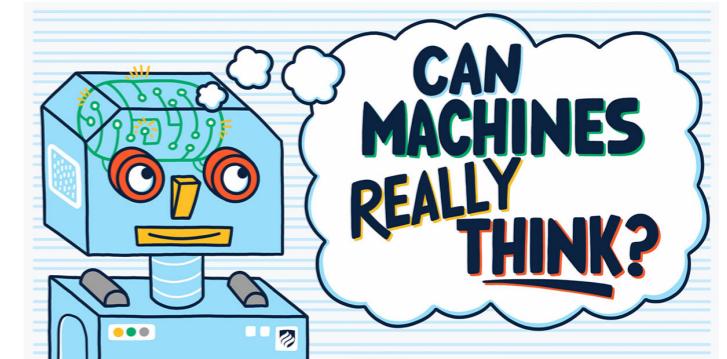
Simulation des fonctions cognitives



Intelligence Artificielle

Intelligence Artificielle

1950



A. Turing 1950

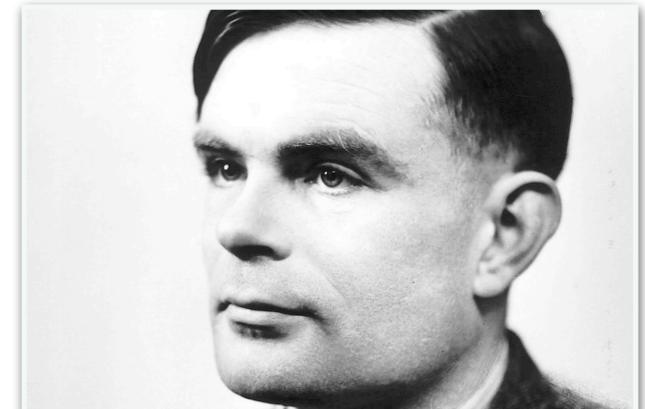
M I N D
A QUARTERLY REVIEW
OF
PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY

I.—COMPUTING MACHINERY AND
INTELLIGENCE

By A. M. TURING

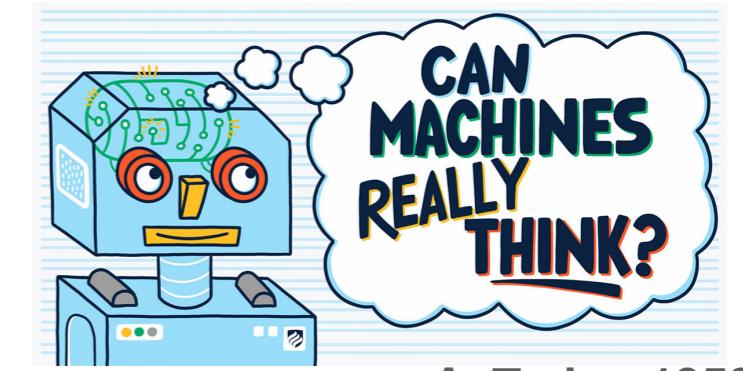
1. *The Imitation Game.*

I PROPOSE to consider the question, 'Can machines think ?' This should begin with definitions of the meaning of the terms 'machine' and 'think'. The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words 'machine' and 'think' are to be found by examining how they are commonly



Intelligence Artificielle

1950

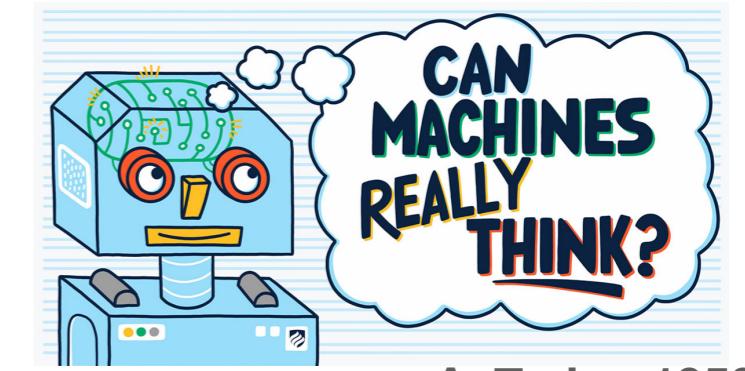


- Le jeu de l'imitation (Test de Turing)



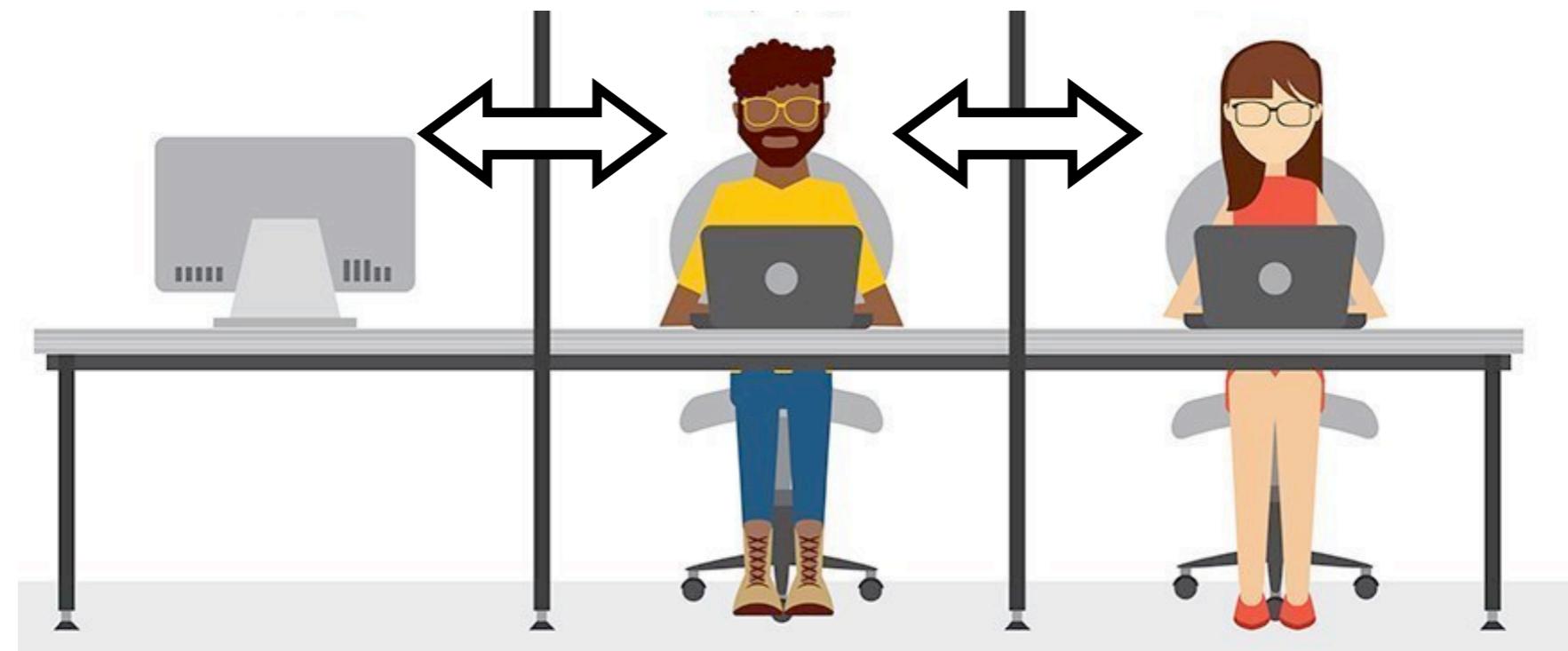
Intelligence Artificielle

1950



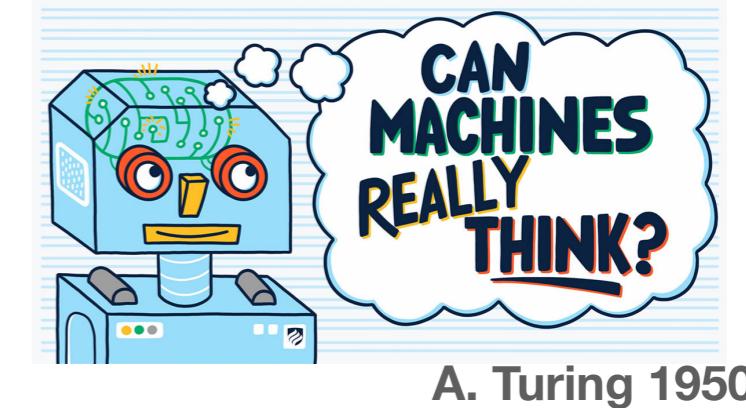
A. Turing 1950

- Le jeu de l'imitation (Test de Turing)



Intelligence Artificielle

1950

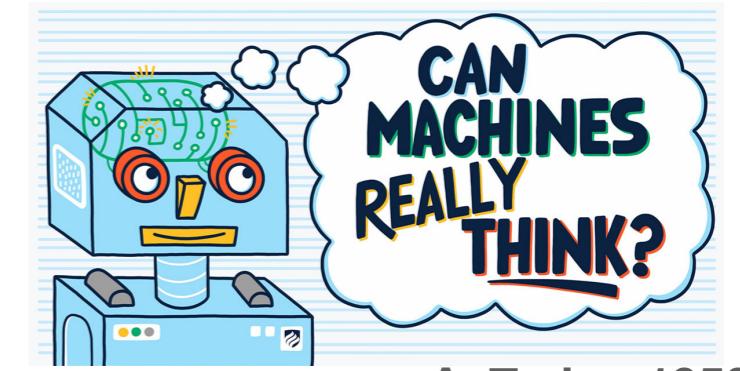


- Le jeu de l'imitation (Test de Turing)



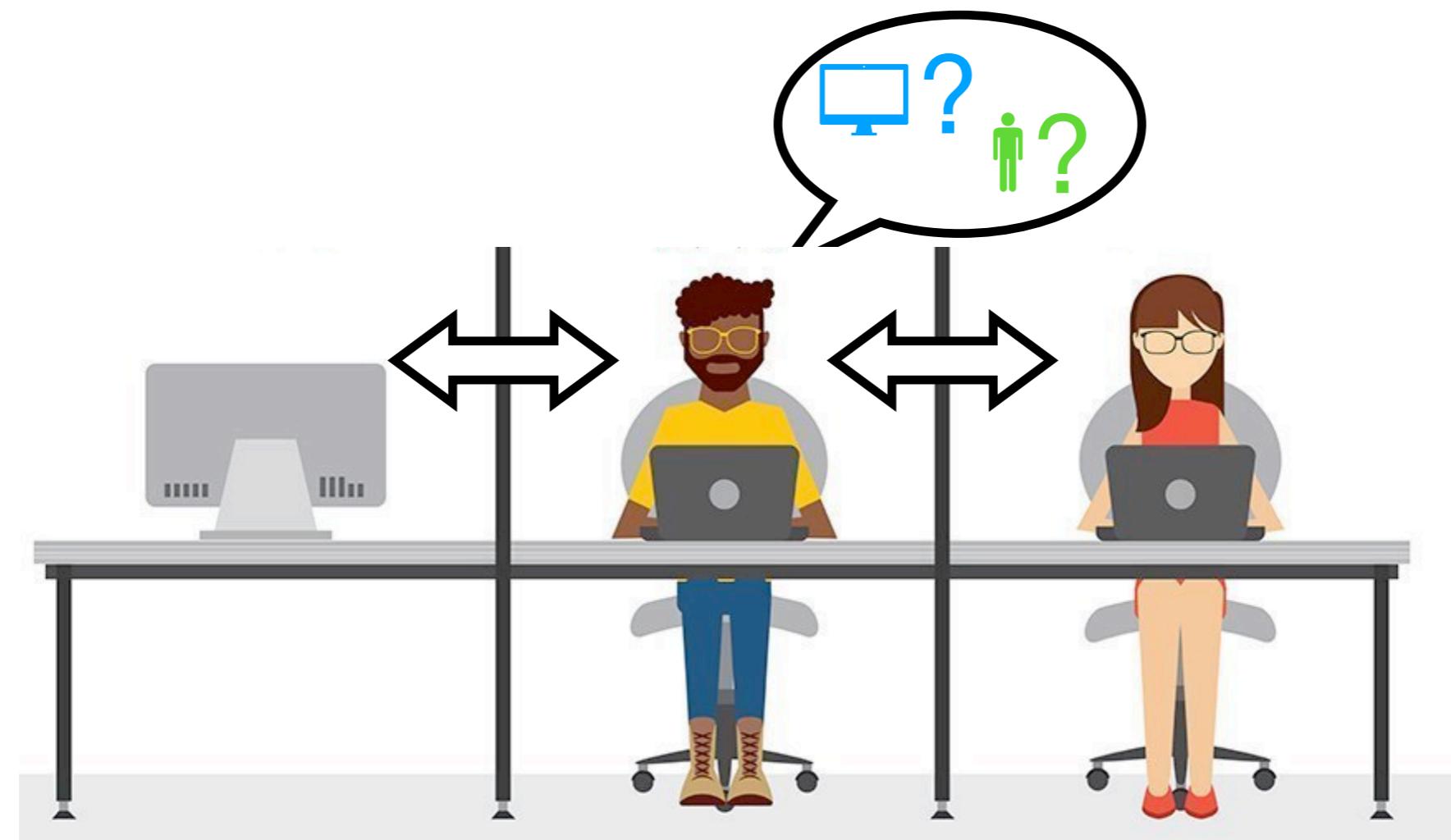
Intelligence Artificielle

1950



A. Turing 1950

- Le jeu de l'imitation (Test de Turing)



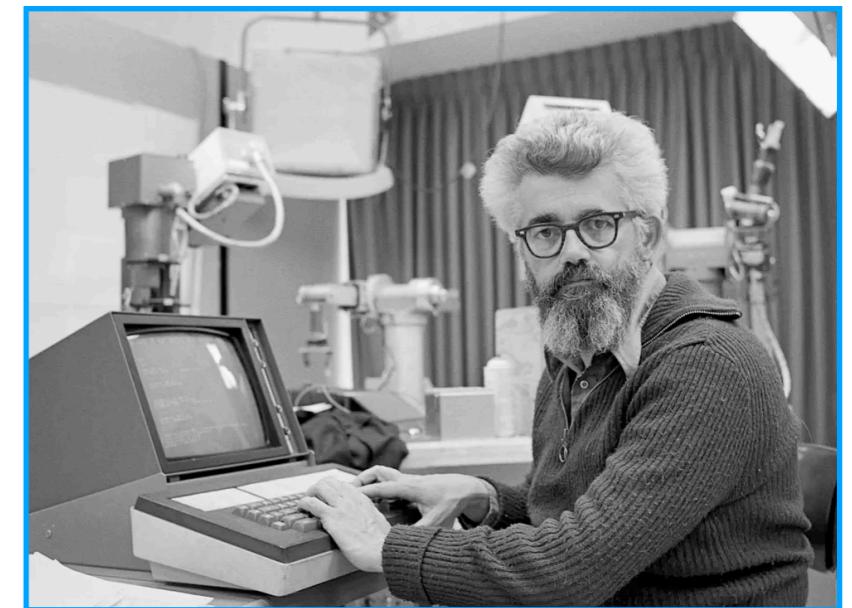
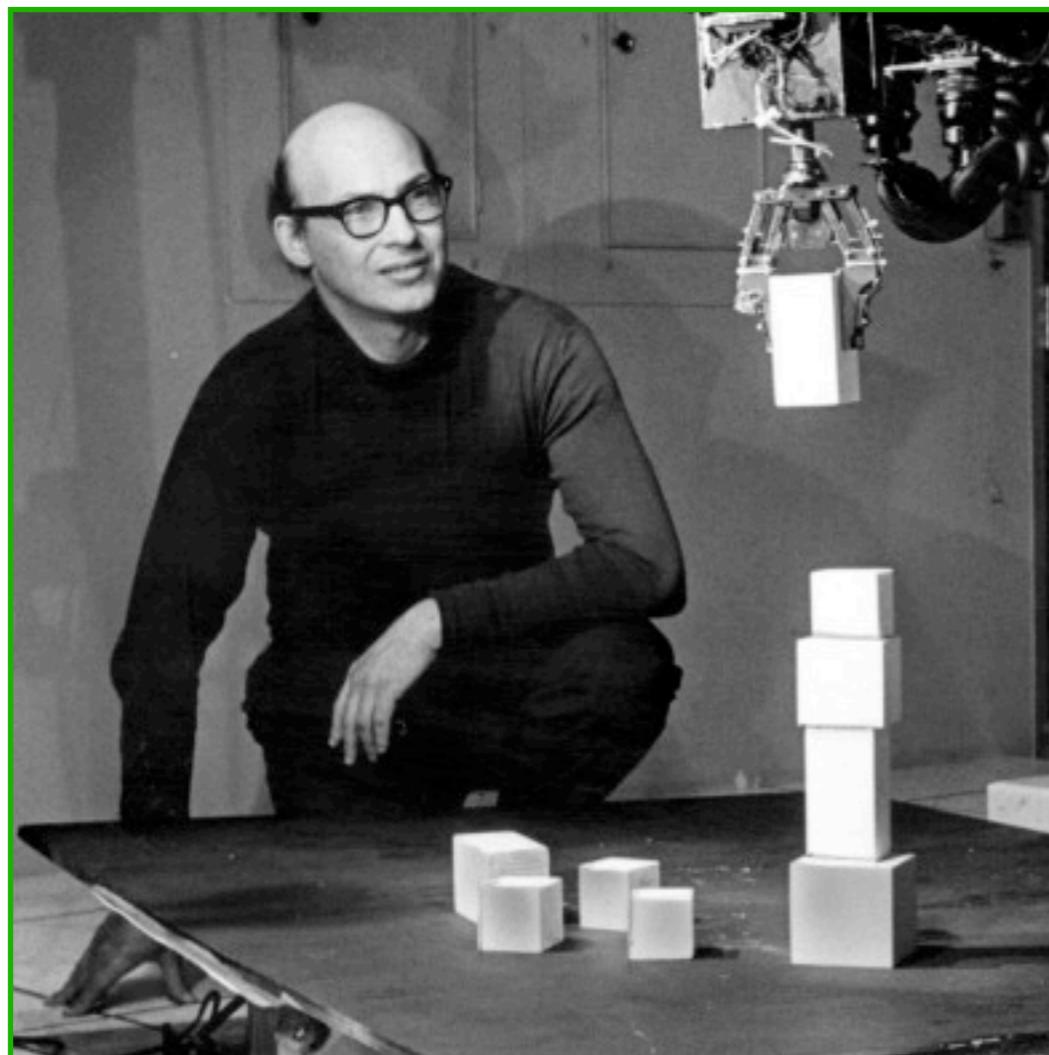
Intelligence Artificielle

1956 (Conférence de Dartmouth)

Intelligence Artificielle

1956 (Conférence de Dartmouth)

- Conférence de Dartmouth en 1956 organisée par **John McCarthy** et **Marvin Minsky** (informaticiens)



Intelligence Artificielle

1956 (Conférence de Dartmouth)

- Conférence de Dartmouth en 1956 organisée par **John McCarthy** et **Marvin Minsky** (informaticiens)

Intelligence Artificielle

1956 (Conférence de Dartmouth)

- Conférence de Dartmouth en 1956 organisée par **John McCarthy** et **Marvin Minsky** (informaticiens)
- Réunion de 20 chercheurs dont **Claude Shannon** (mathématicien) et **Nathaniel Rochester** (électronicien/Ingénieur IBM)

Intelligence Artificielle

1956 (Conférence de Dartmouth)

- Conférence de Dartmouth en 1956 organisée par **John McCarthy** et **Marvin Minsky** (informaticiens)
- Réunion de 20 chercheurs dont **Claude Shannon** (mathématicien) et **Nathaniel Rochester** (électronicien/Ingénieur IBM)
- Introduction de l'expression « **Intelligence Artificielle** »

Intelligence Artificielle

1956 (Conférence de Dartmouth)

- Conférence de Dartmouth en 1956 organisée par **John McCarthy** et **Marvin Minsky** (informaticiens)
- Réunion de 20 chercheurs dont **Claude Shannon** (mathématicien) et **Nathaniel Rochester** (électronicien/Ingénieur IBM)
- Introduction de l'expression « **Intelligence Artificielle** »

Intelligence Artificielle

1956 (Conférence de Dartmouth)

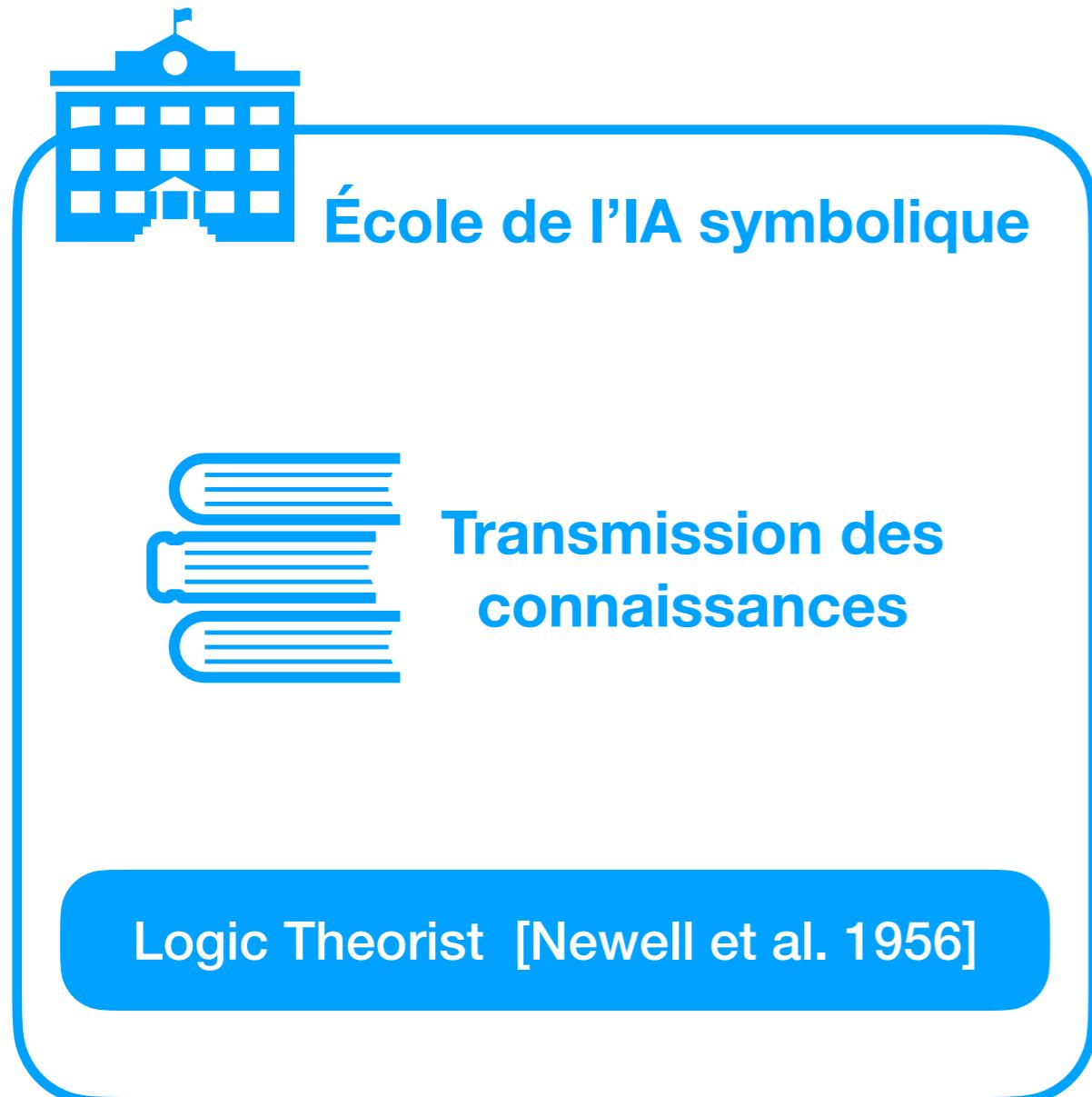
- Conférence de Dartmouth en 1956 organisée par **John McCarthy** et **Marvin Minsky** (informaticiens)
- Réunion de 20 chercheurs dont **Claude Shannon** (mathématicien) et **Nathaniel Rochester** (électronicien/Ingénieur IBM)
- Introduction de l'expression « **Intelligence Artificielle** »
- « *Faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une intelligence humaine* » Marvin Minsky

Intelligence Artificielle

Reproduire les fonctions cognitives

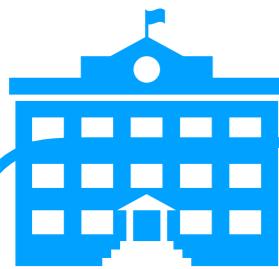
Intelligence Artificielle

Reproduire les fonctions cognitives

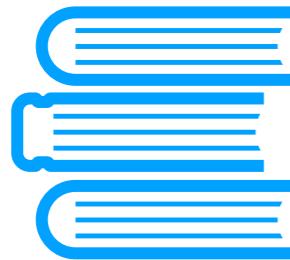


Intelligence Artificielle

Reproduire les fonctions cognitives

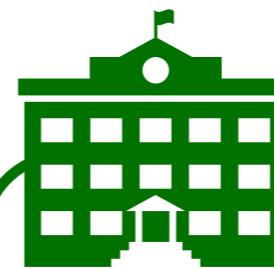


École de l'IA symbolique



Transmission des connaissances

Logic Theorist [Newell et al. 1956]



École de l'IA numérique



Expérimentation

Perceptron [Rosenblatt 1957]

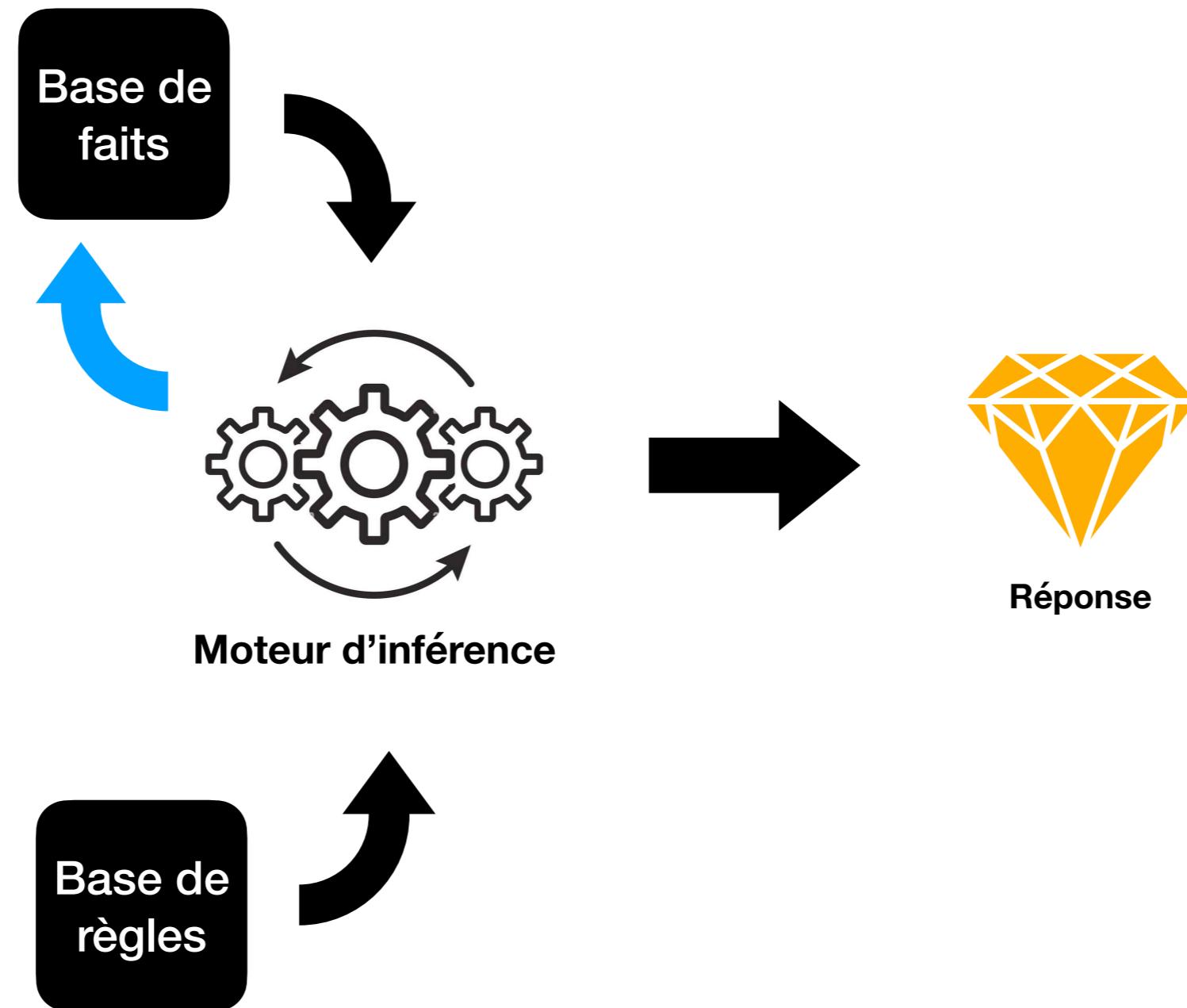
Intelligence Artificielle

L'hiver de l'IA (1970-1980)



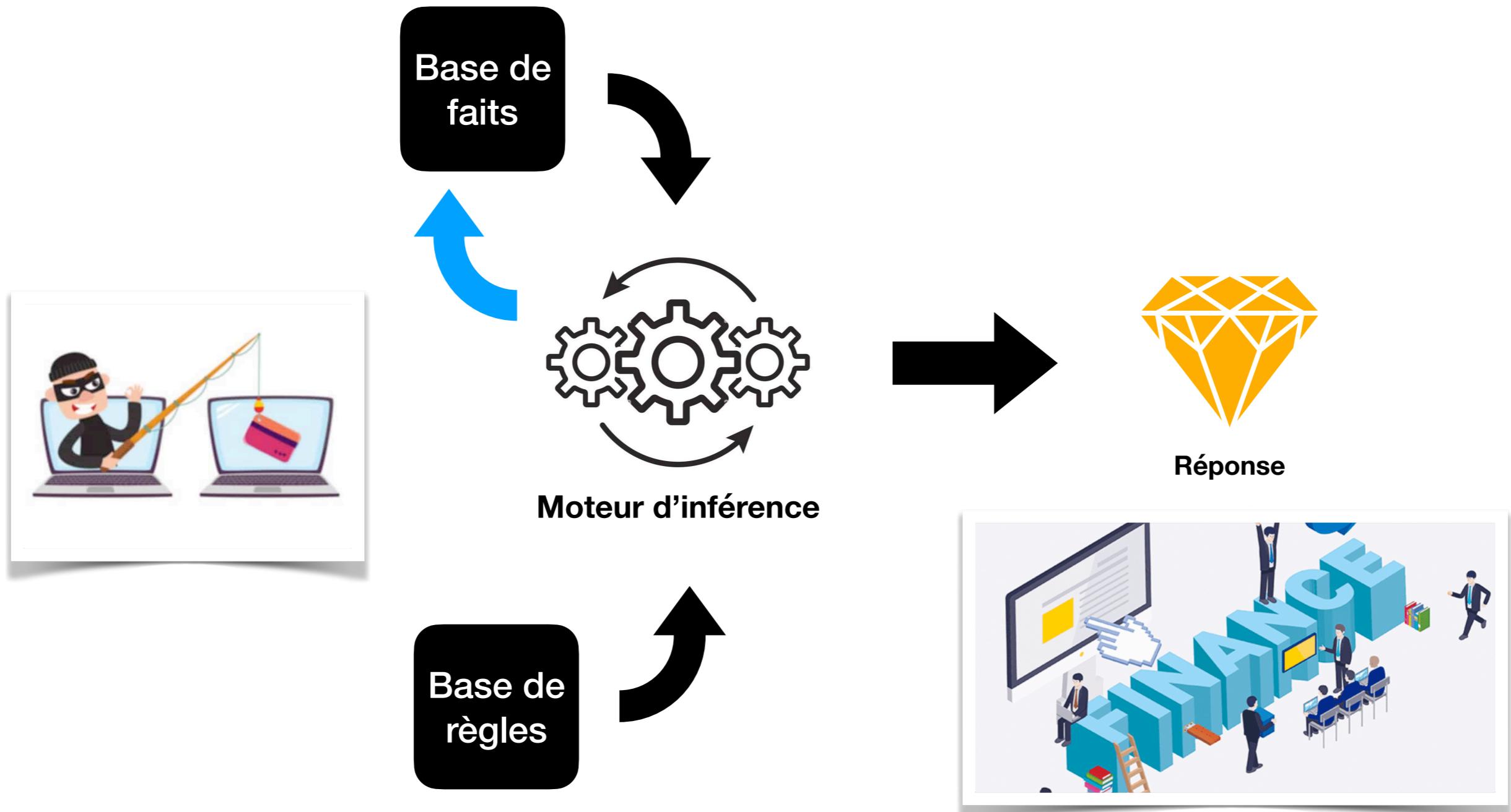
Intelligence Artificielle

Systèmes experts



Intelligence Artificielle

Systèmes experts



Intelligence Artificielle

Deep Blue vs Garry Kasparov (1996-1997)



Intelligence Artificielle

Deep Blue vs Garry Kasparov (1996-1997)



Intelligence Artificielle

AlphaGo vs Lee Sedol (2016)



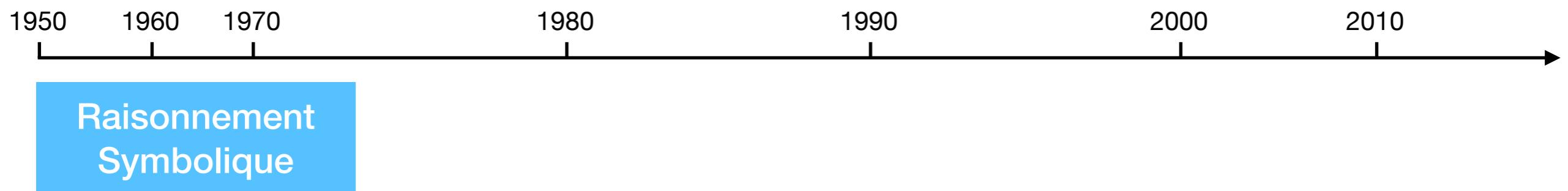
Intelligence Artificielle

Timeline



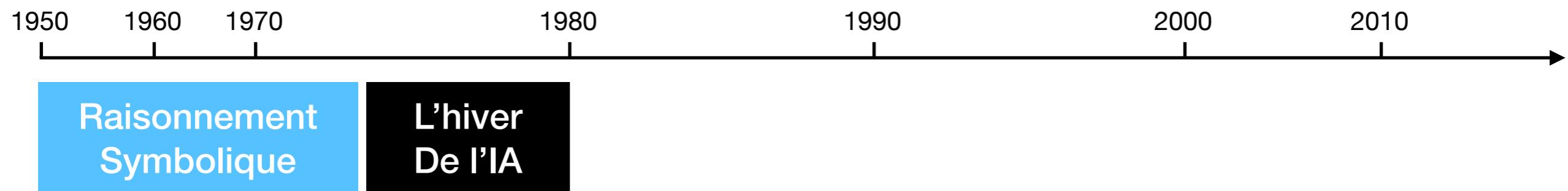
Intelligence Artificielle

Timeline



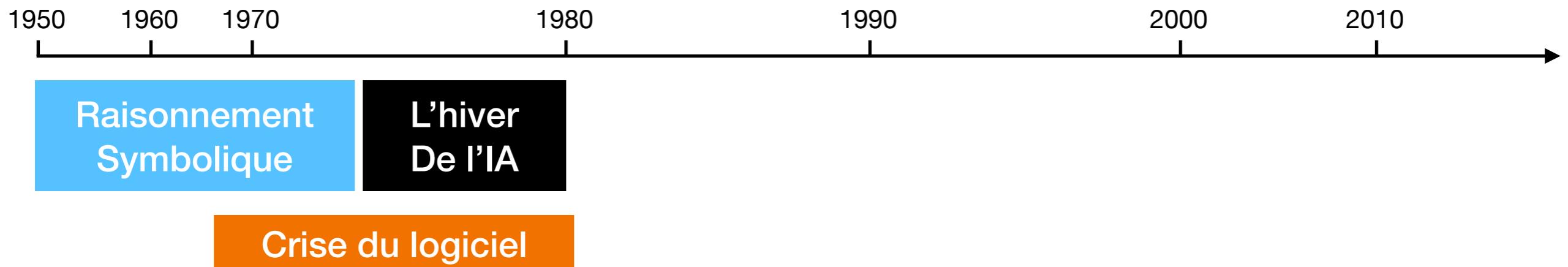
Intelligence Artificielle

Timeline



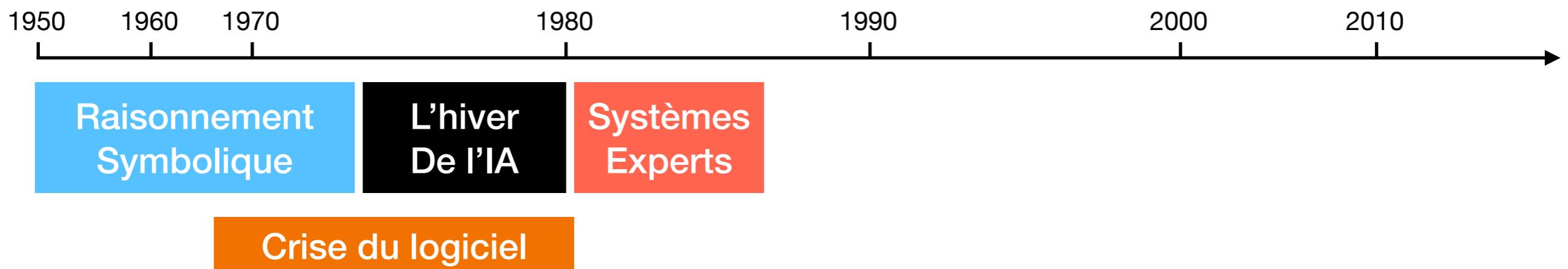
Intelligence Artificielle

Timeline



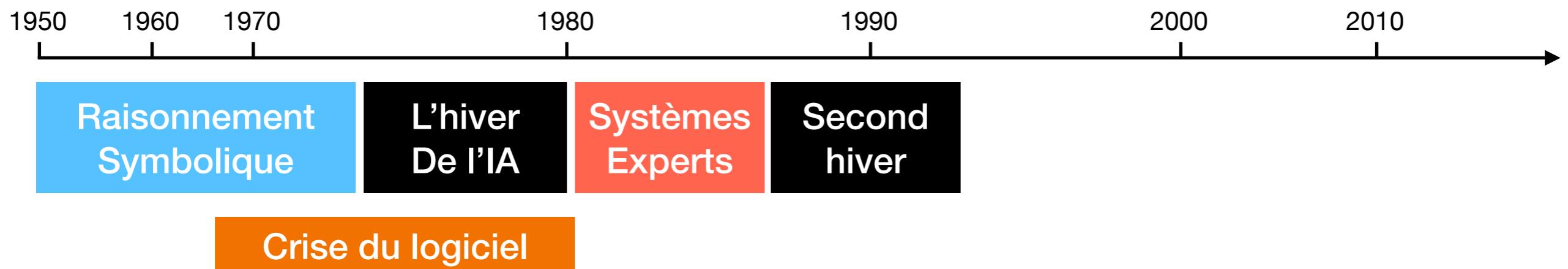
Intelligence Artificielle

Timeline



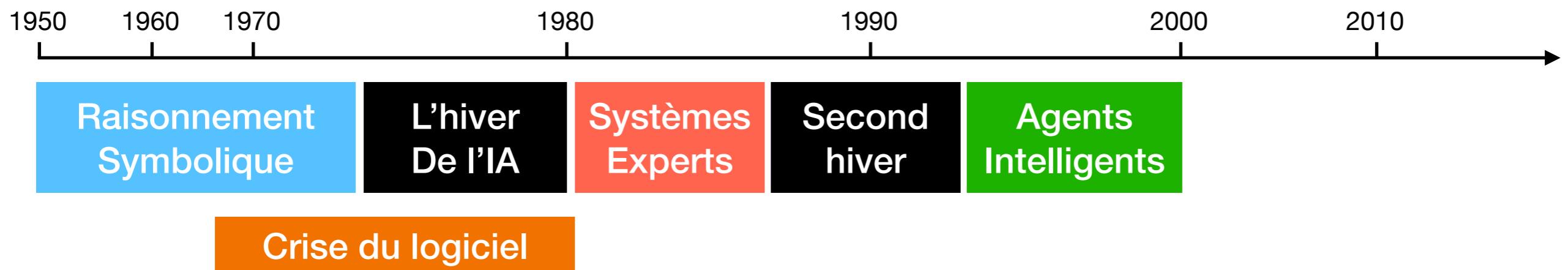
Intelligence Artificielle

Timeline



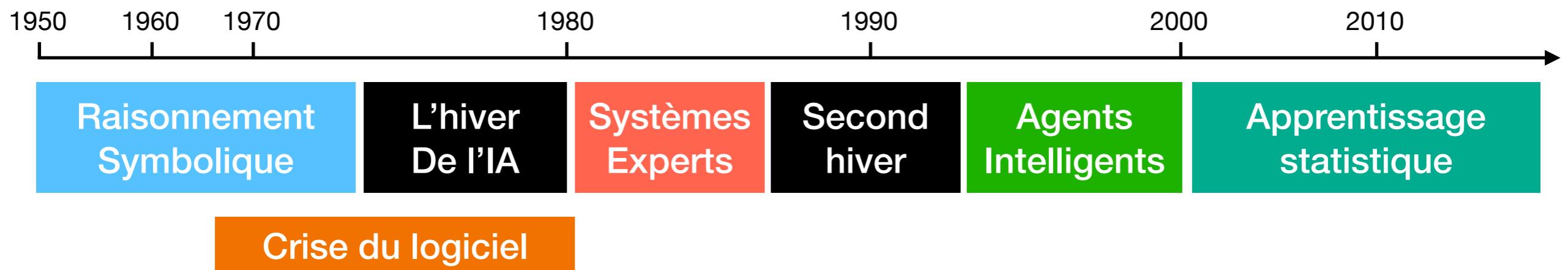
Intelligence Artificielle

Timeline



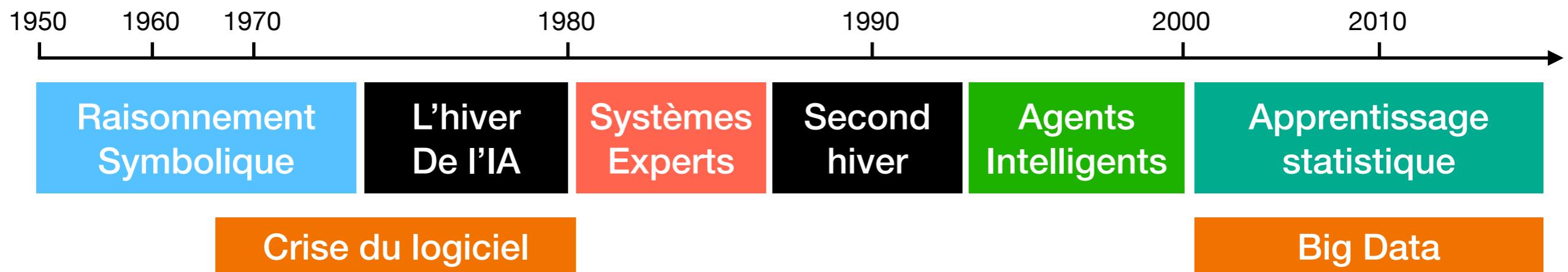
Intelligence Artificielle

Timeline



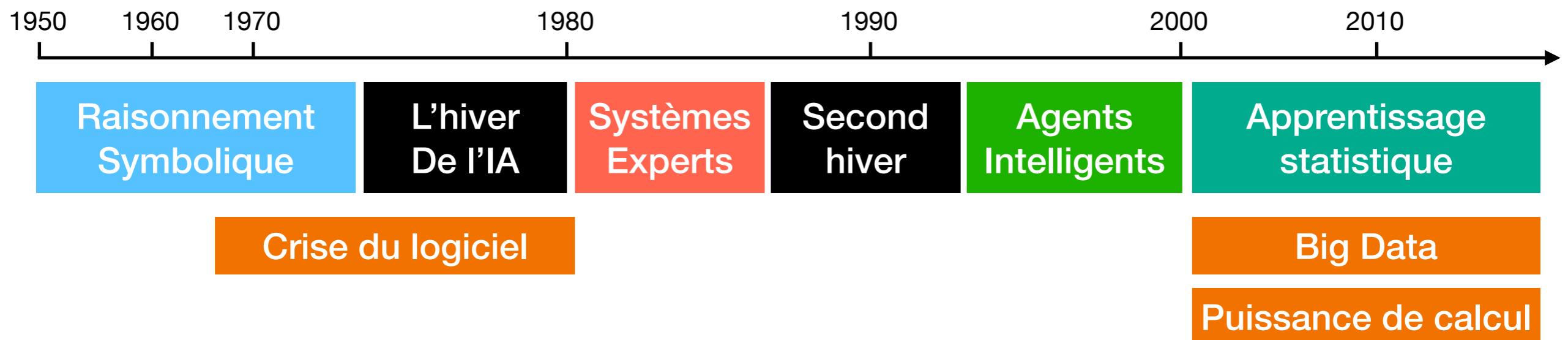
Intelligence Artificielle

Timeline



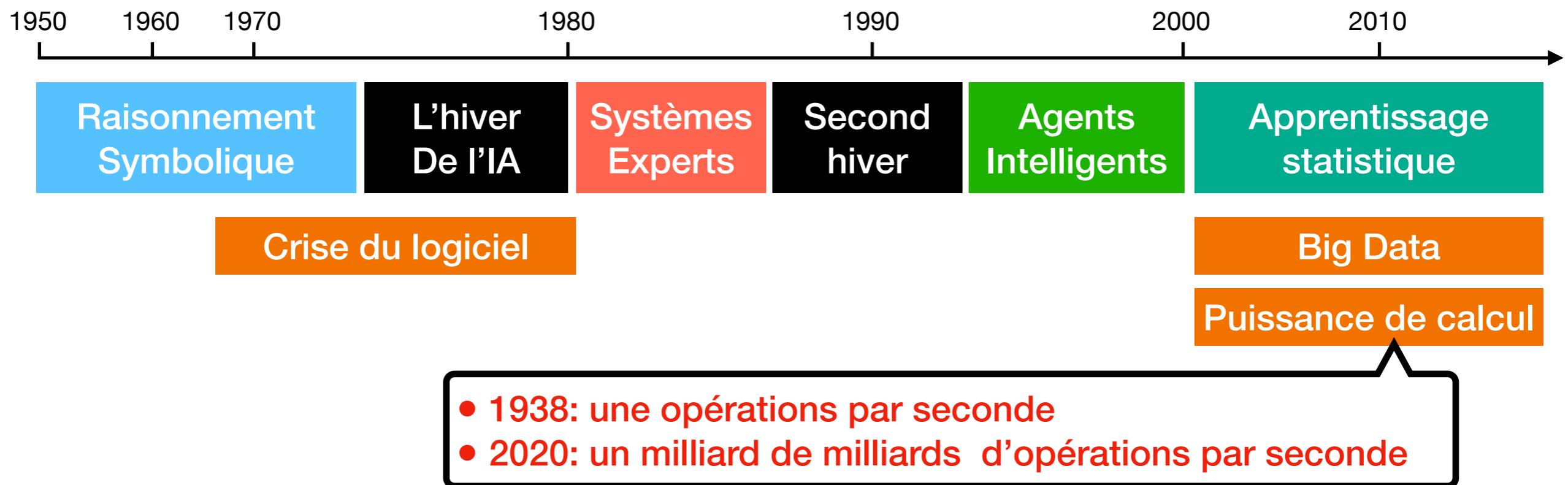
Intelligence Artificielle

Timeline



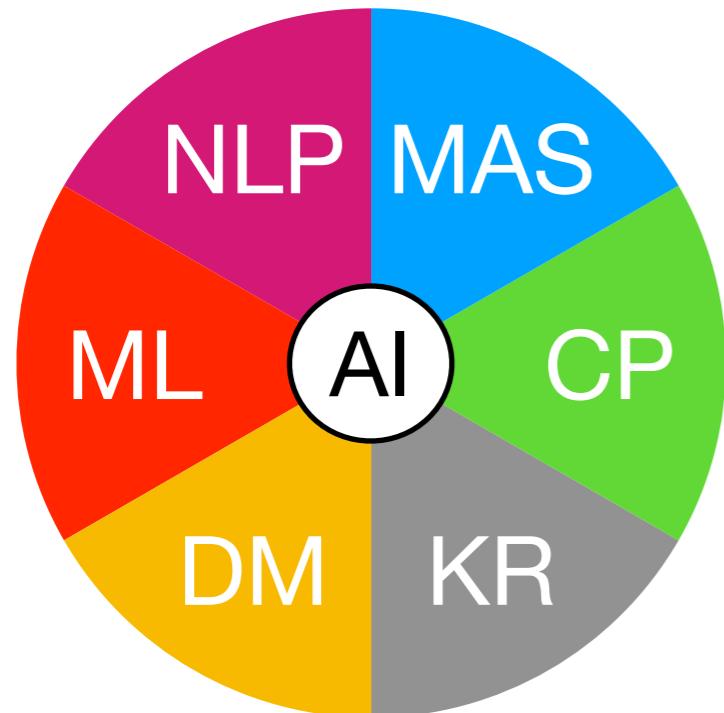
Intelligence Artificielle

Timeline



Artificial Intelligence

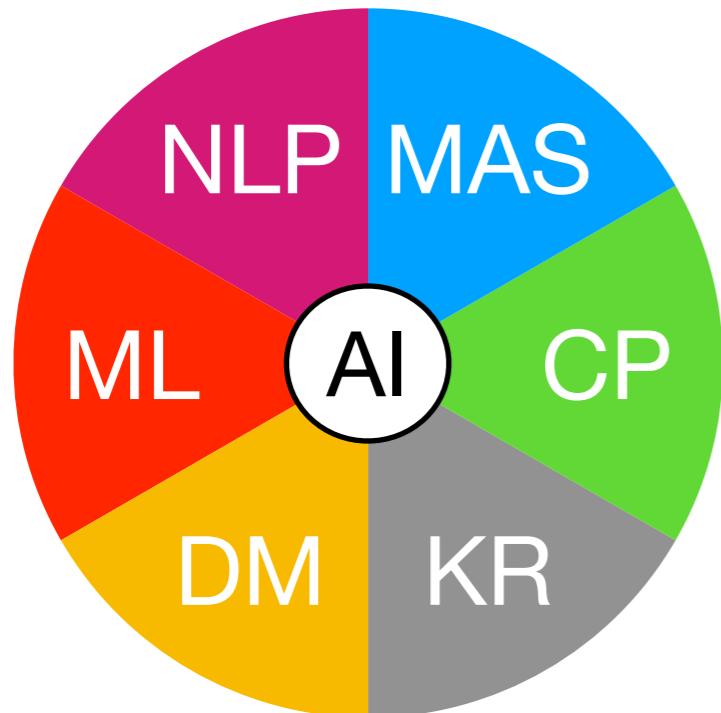
Les domaines de l'IA



- NLP: Natural Language Processing
- MAS: Multi-Agent Systems
- KR: Knowledge Representation
- DM: Data Mining
- ML: Machine Learning
- CP: Constraint Programming

Artificial Intelligence

Les domaines de l'IA

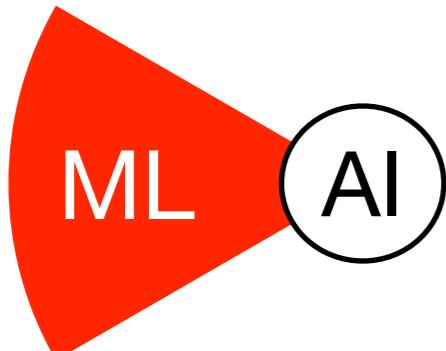


- NLP: Natural Language Processing
- MAS: Multi-Agent Systems
- KR: Knowledge Representation
- DM: Data Mining
- ML: Machine Learning
- CP: Constraint Programming



Artificial Intelligence

Les domaines du ML



1. Active Learning
2. Adversarial Machine Learning
3. Bayesian Optimization
4. Classification
5. Clustering
6. Cost-Sensitive Learning
7. Deep Generative Models
9. Developmental Learning
10. Dimensionality Reduction and Manifold Learning
11. Ensemble Methods
12. Explainable Machine Learning
13. Feature Selection
14. Learning Sparse Models
15. Federated Learning
16. Interpretability
17. Kernel Methods
18. Knowledge-based Learning
19. Learning Generative Models
20. Learning Graphical Models
21. Learning Preferences or Rankings
22. Learning Theory
23. Multi-instance; Multi-label; Multi-view learning
24. Neuro-Symbolic Methods
25. Online Learning
26. Probabilistic Machine Learning
27. Recommender Systems
28. Reinforcement Learning
29. Relational Learning
30. Semi-Supervised Learning
31. Structured Prediction
32. Tensor and Matrix Methods
33. Time-series; Data Streams
34. Transfer, Adaptation, Multi-task Learning
35. Trusted Machine Learning
36. Unsupervised Learning

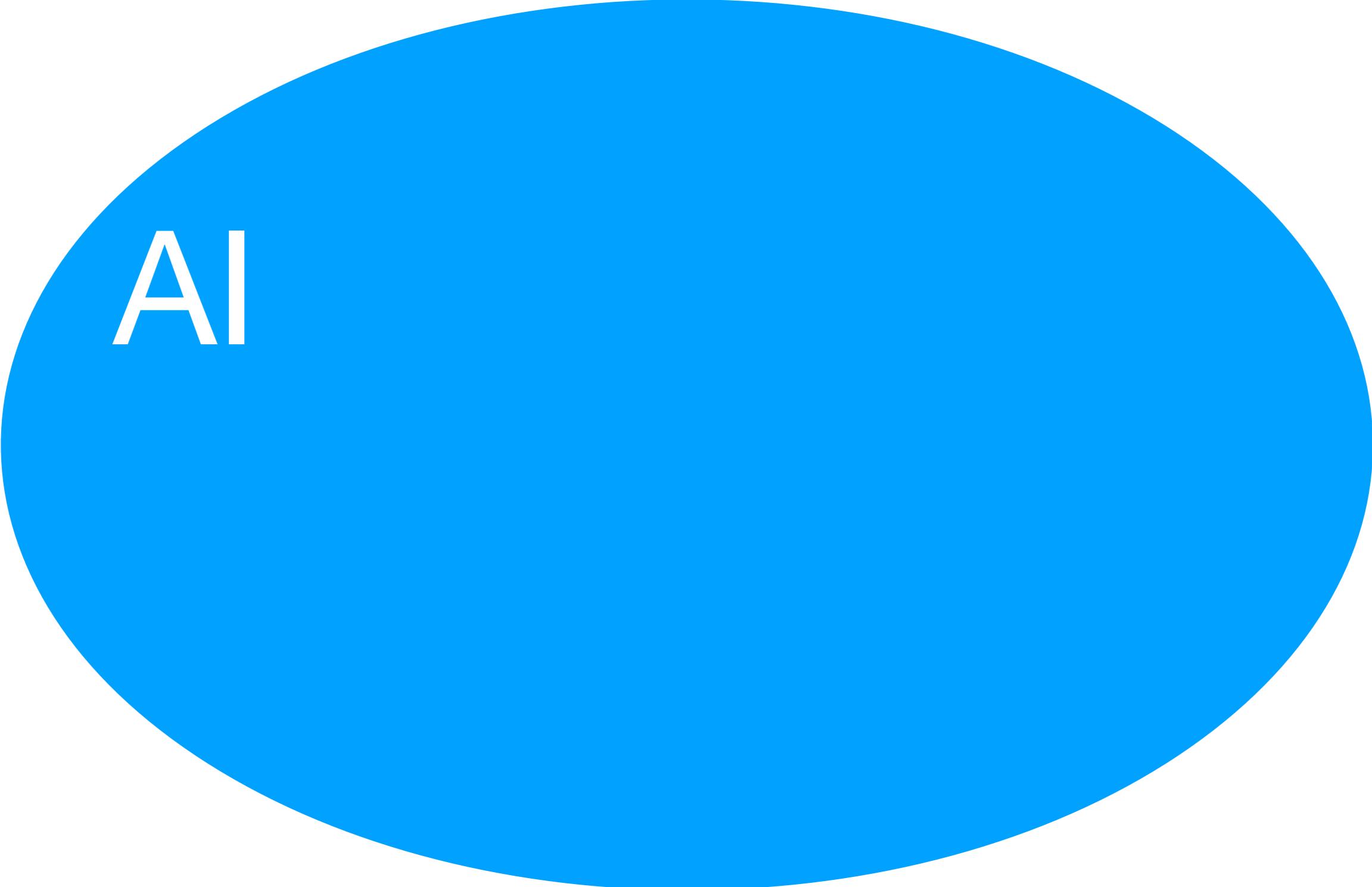
8. Deep Learning

Artificial Intelligence

Les domaines de l'IA

Artificial Intelligence

Les domaines de l'IA



AI

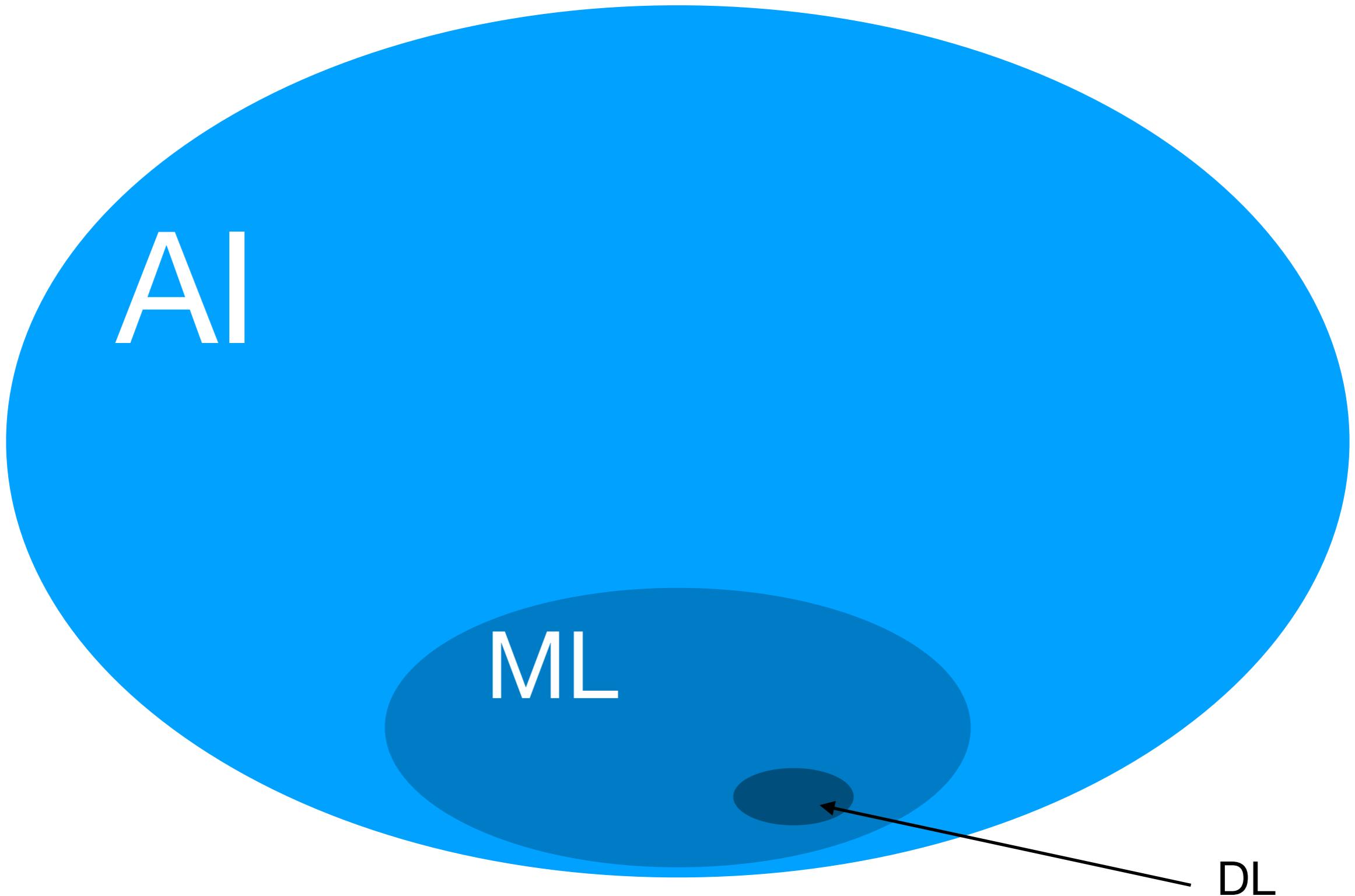
Artificial Intelligence

Les domaines de l'IA



Artificial Intelligence

Les domaines de l'IA



Logiciel (rappels)

Logiciel - Software

Définition

- Ensemble de **programmes**, des **moyens d'utilisation** et de la **documentation** nécessaires au fonctionnement d'un processus de traitement automatique de l'information.

Logiciel - Software

Définition

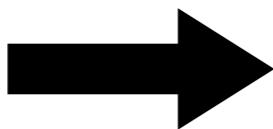
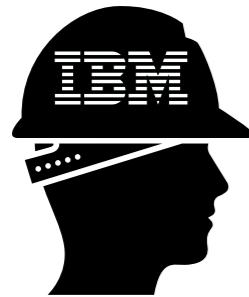
- Ensemble de **programmes**, des **moyens d'utilisation** et de la **documentation** nécessaires au fonctionnement d'un processus de traitement automatique de l'information.

LOGICIEL = PROGRAMMES + UTILISATION + DOCUMENTATION

« Crise du logiciel »

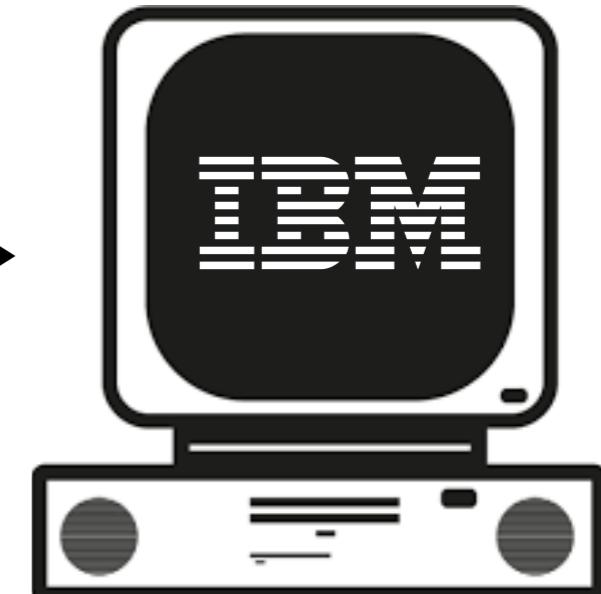
Fin des années 1960

INFORMATIQUE



```
3800000000400526 <main>:
400526: 55 push rbp
400527: 48 89 e5 mov rbp,rsp
40052a: 48 83 ec 20 sub rsp,0x20
40052e: 89 7d ec mov DWORD PTR [rbp-0x14].edi
400531: 48 89 75 e0 mov QWORD PTR [rbp-0x20].rsi
400535: c7 45 fc 00 00 00 00 mov DWORD PTR [rbp-0x4],edi
40053c: eb 0e jmp 40054c <main+0x26>
40053e: bf e4 05 40 00 mov edi,0x4005e4
400543: e8 b8 fe ff ff call 400480 <puts@plt>
400548: 83 45 fc 01 add DWORD PTR [rbp-0x4],0x1
40054c: 83 7d fc 09 cmp DWORD PTR [rbp-0x4],0x9
400550: 7e ec jle 40053a <main+0x18>
400552: b8 00 00 00 00 mov eax,0x0
400557: c9 leave
400558: c3 ret
400559: 0f 1f 80 00 00 00 00 nop DWORD PTR [rax+0x0]

3800000000400560 <_llbc_csu_init>:
400560: 41 57 push r15
400562: 41 56 push r14
```

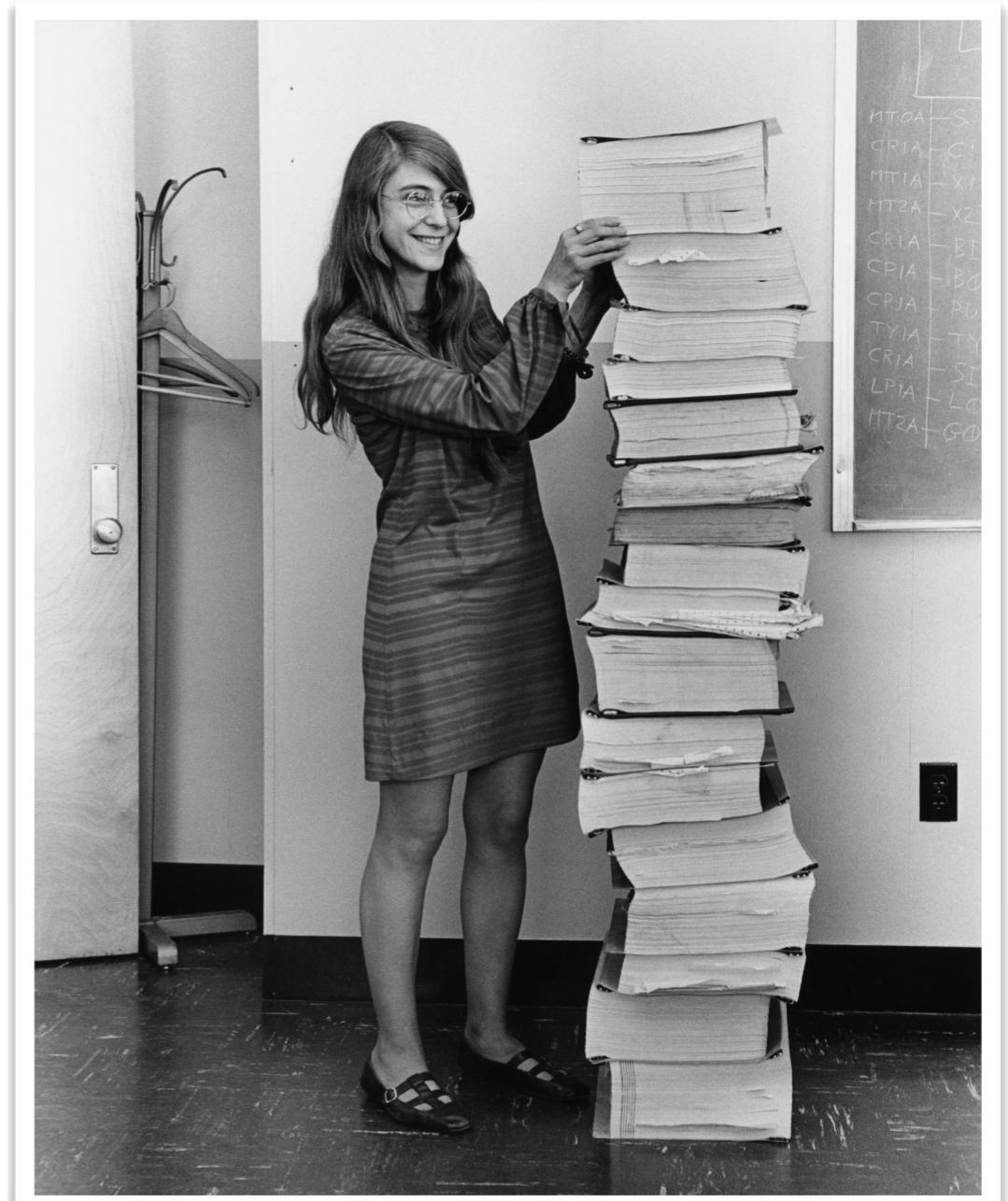


- L'informatique : du calcul scientifique aux champs d'application diverses
- Croissance exponentielle de la taille des logiciels

« Crise du logiciel »

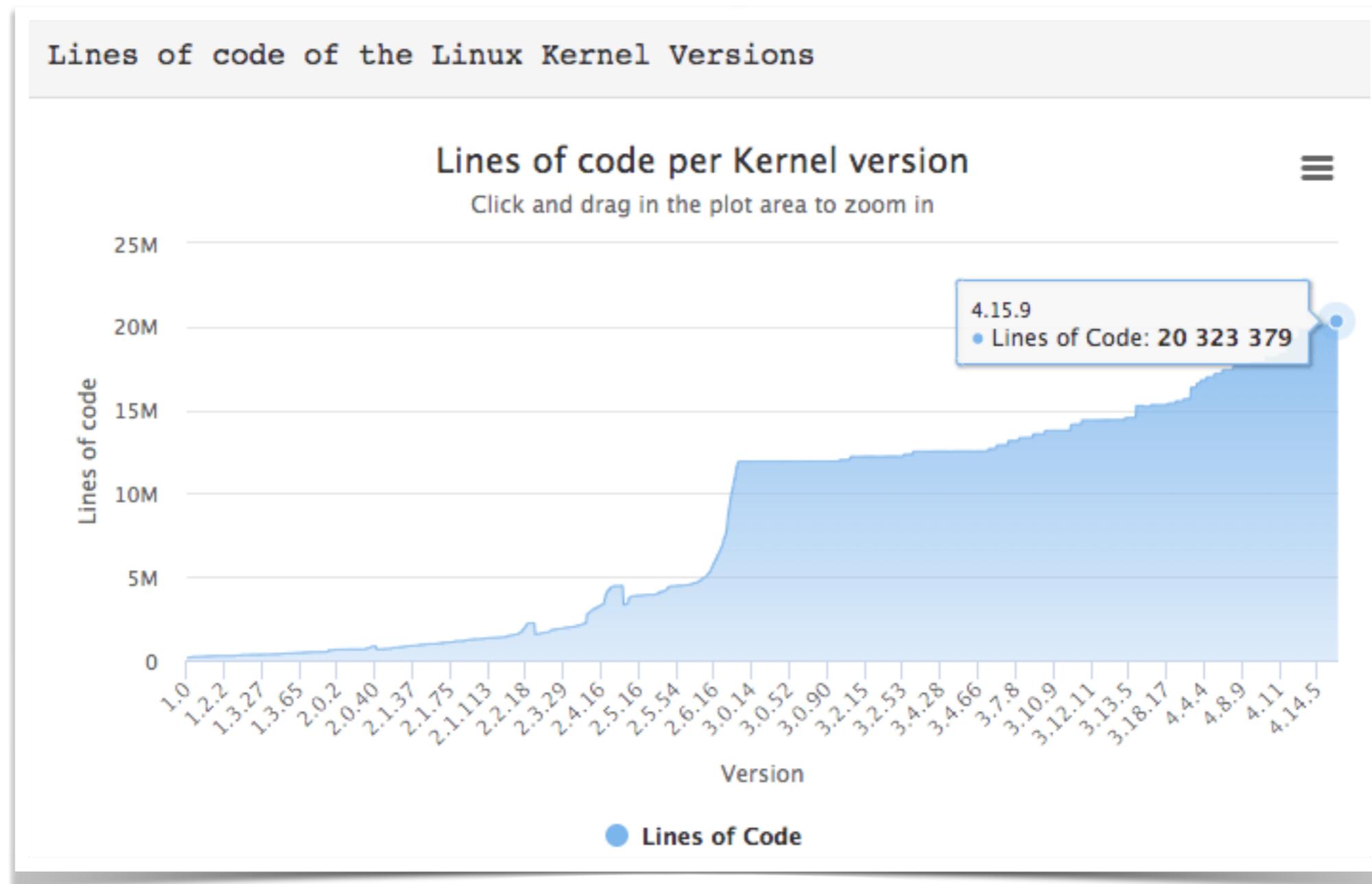
Fin des années 1960

- Margaret Hamilton debout à côté du code source du logiciel qu'elle et son équipe du MIT ont produit pour le projet Apollo (Apollo 11 Guidance Computer (~60.000 lignes), 1969)
- « *When I first got into it, nobody knew what it was that we were doing. It was like the Wild West. There was no course in it. They didn't teach it* » **Margaret Hamilton**



« Crise du logiciel »

Fin des années 1960



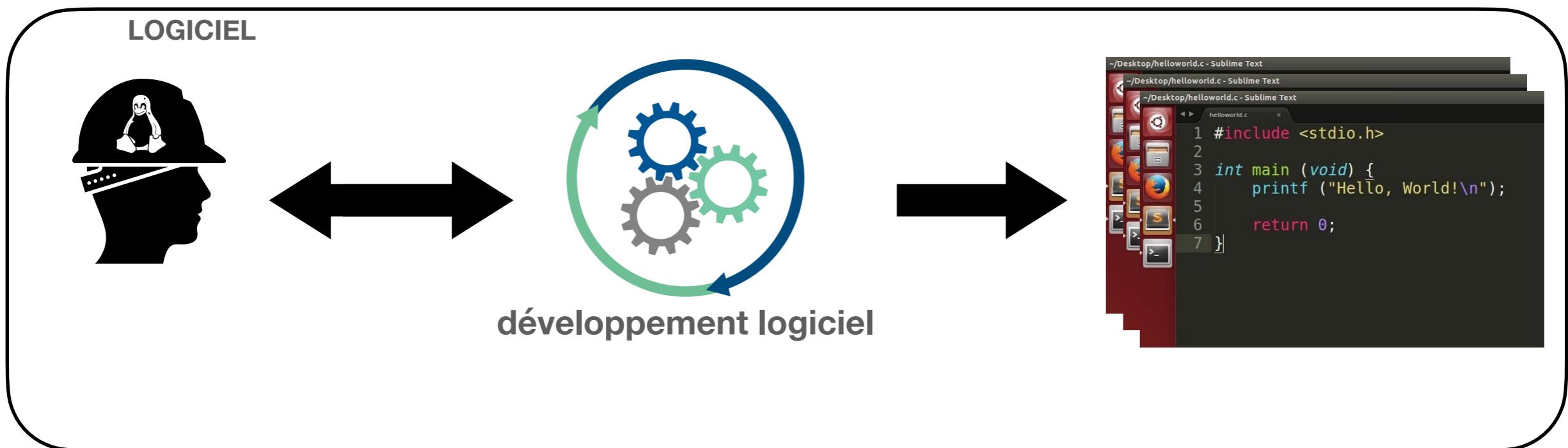
Génie Logiciel - Software Engineering

Idée

- « Working conference on Software Engineering » OTAN, 1968
(F. L Bauer Pr. Univ Munich)
- Appliquer les méthodes classiques d'ingénierie au domaine du logiciel
- L'**ingénierie (Génie)** est l'ensemble des tâches qui mènent de l'analyse et la conception, à la construction et à la mise en service d'une installation technique ou industrielle.
 - Ex : Génie civil, naval, génétique, mécanique, chimique,...
- Introduction de l'expression « **Génie Logiciel** »
 - Comment faire des logiciels de qualité ? Qu'attend-on d'un logiciel ?

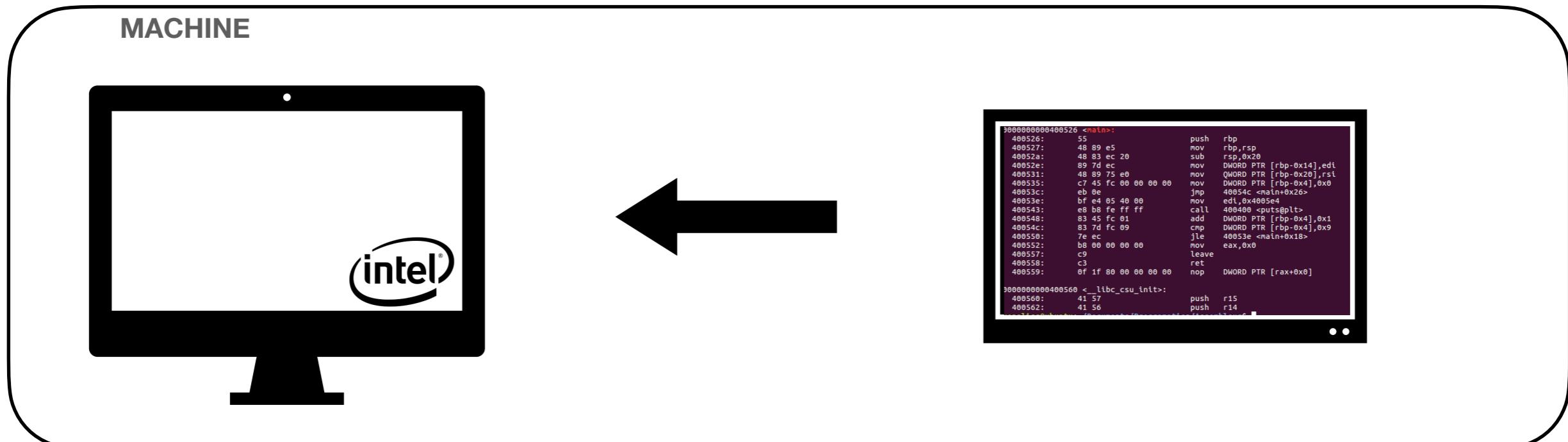
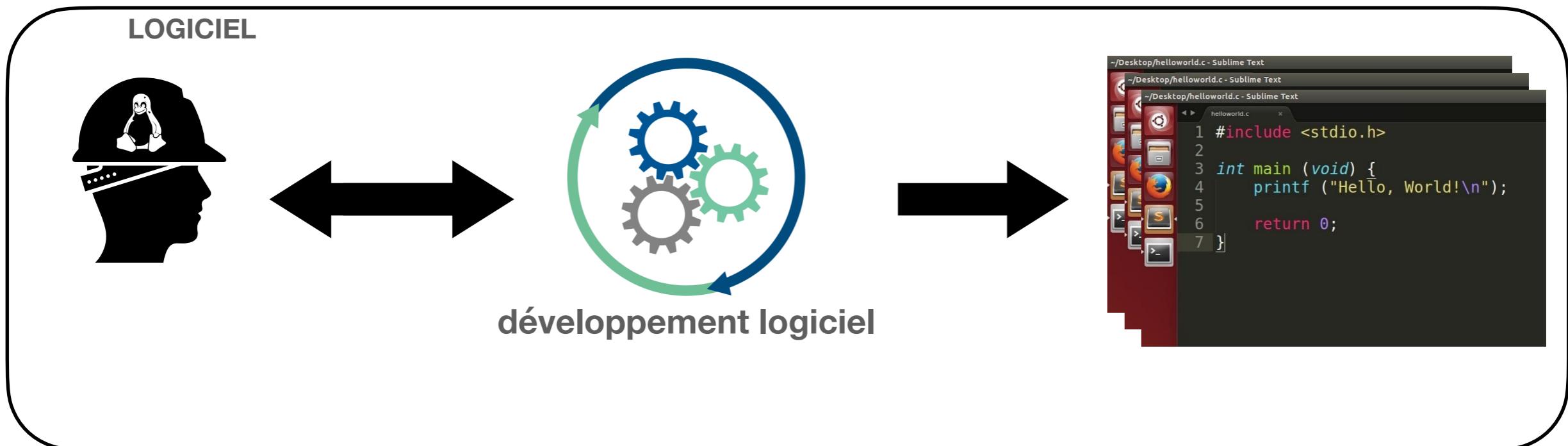
Génie Logiciel - Software Engineering

Idée



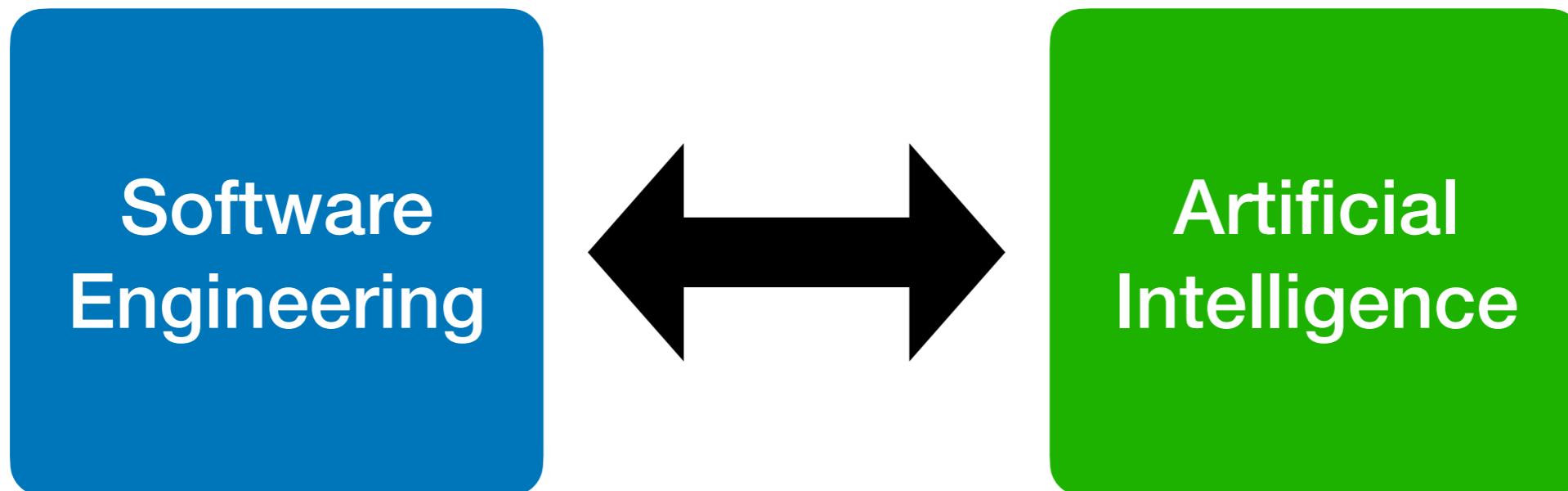
Génie Logiciel - Software Engineering

Idée



Génie Logiciel – Intelligence Artificielle

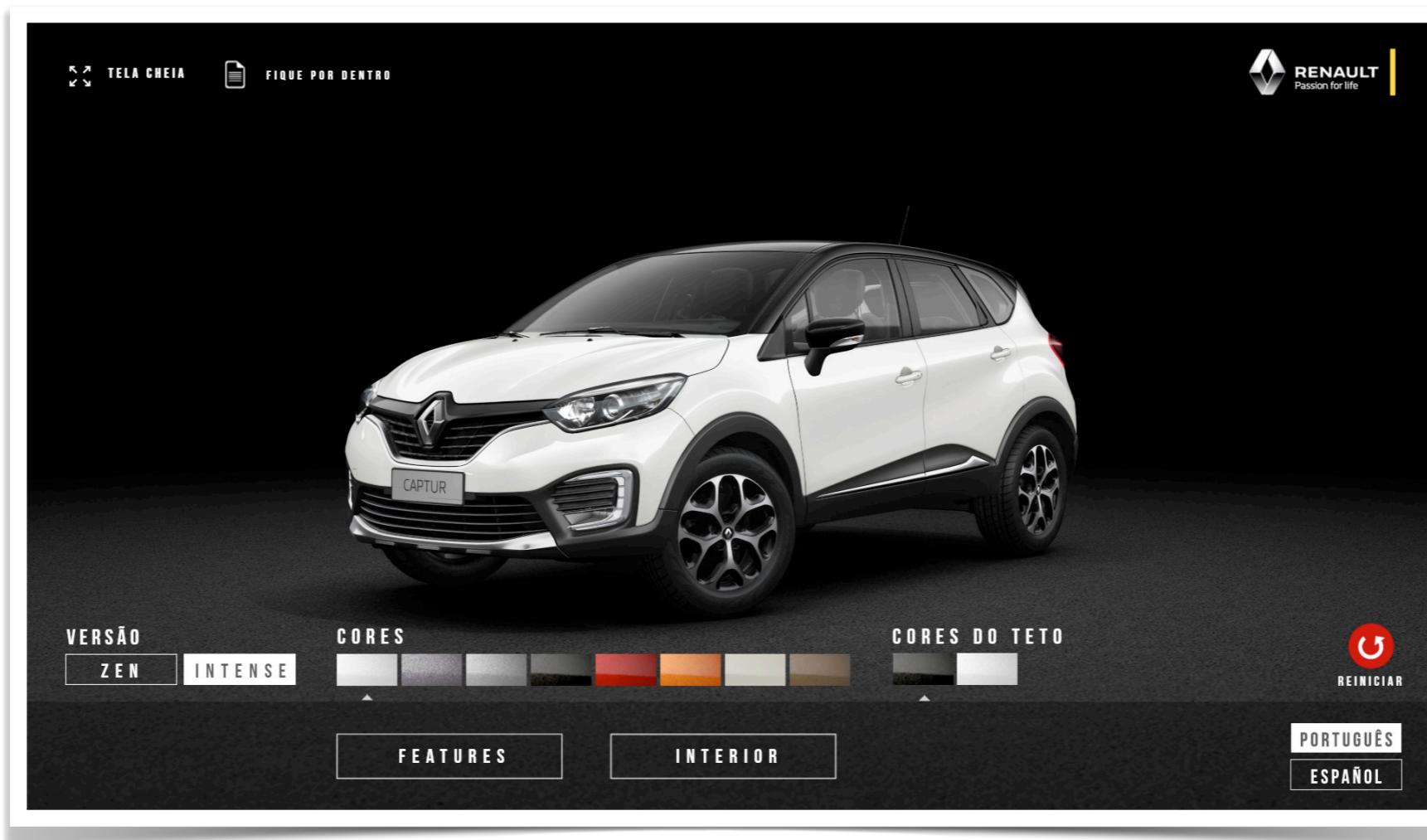
Enrichissement mutuel



Applications

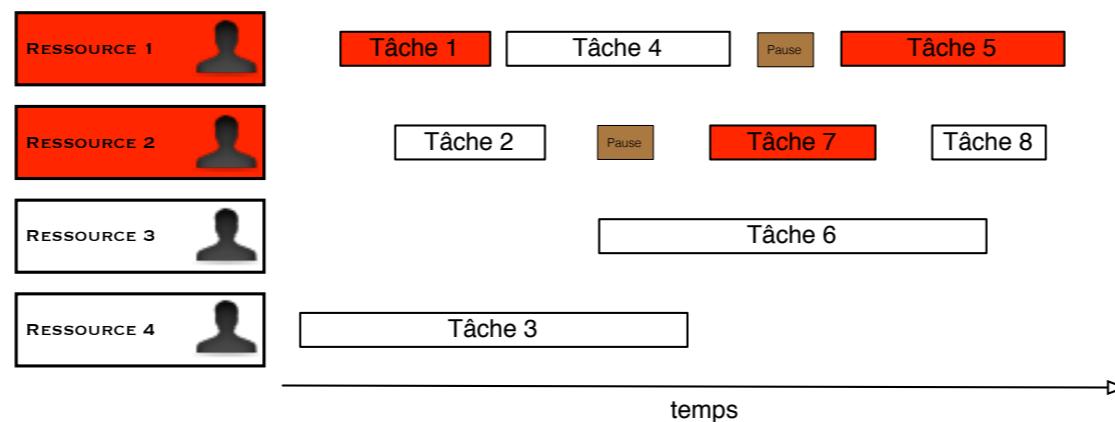
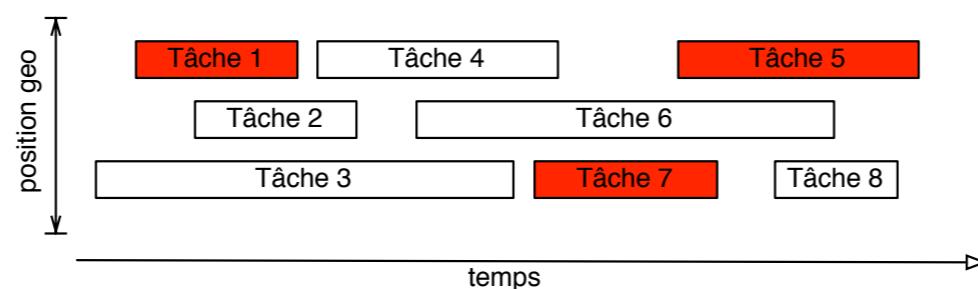
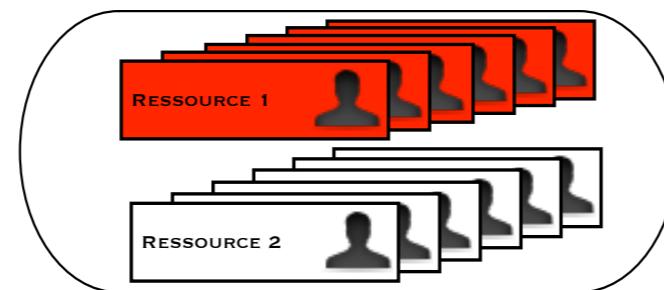
Intelligence Artificielle

Système de recommandation



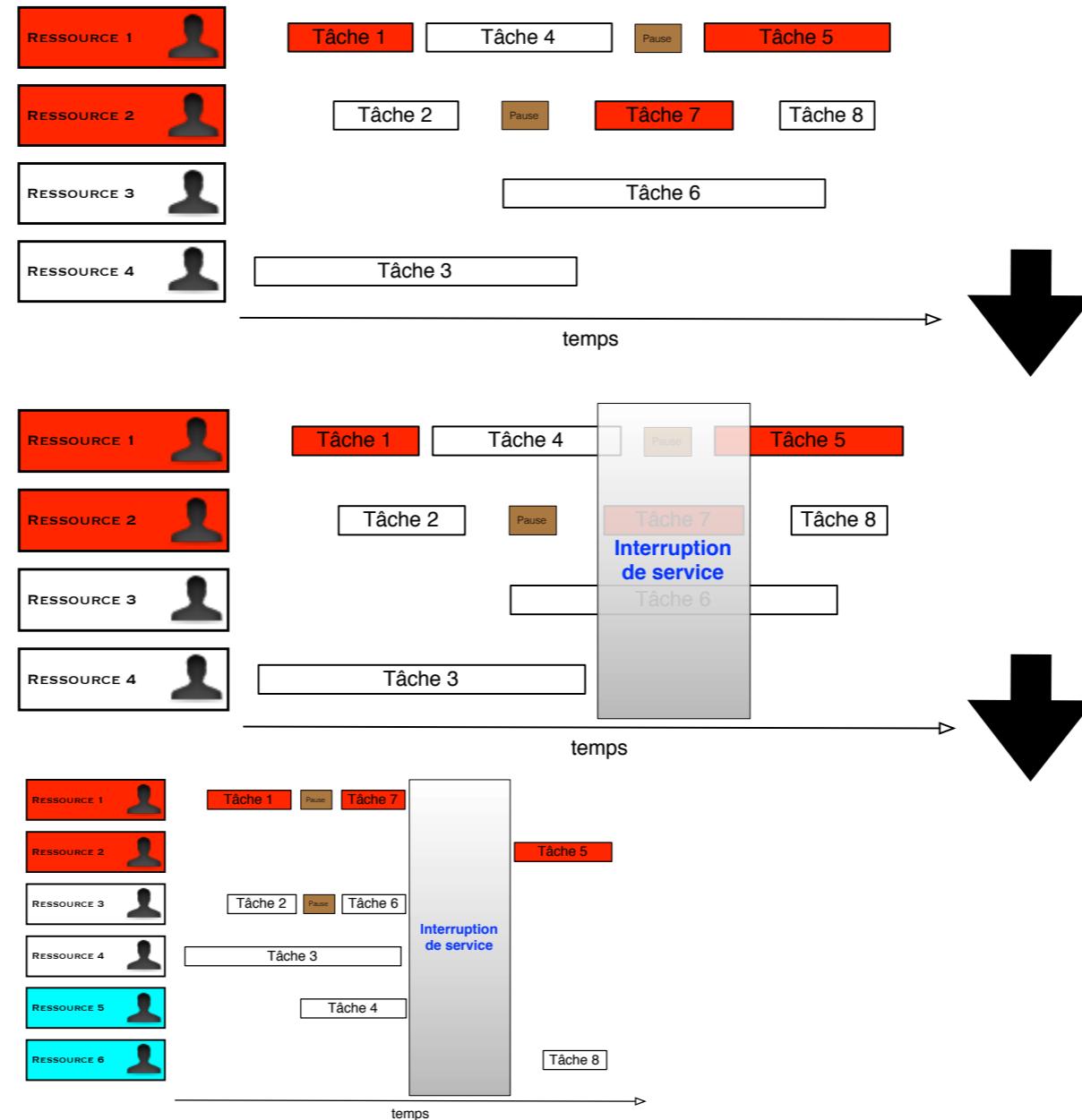
Intelligence Artificielle

Planification et Ordonnancement



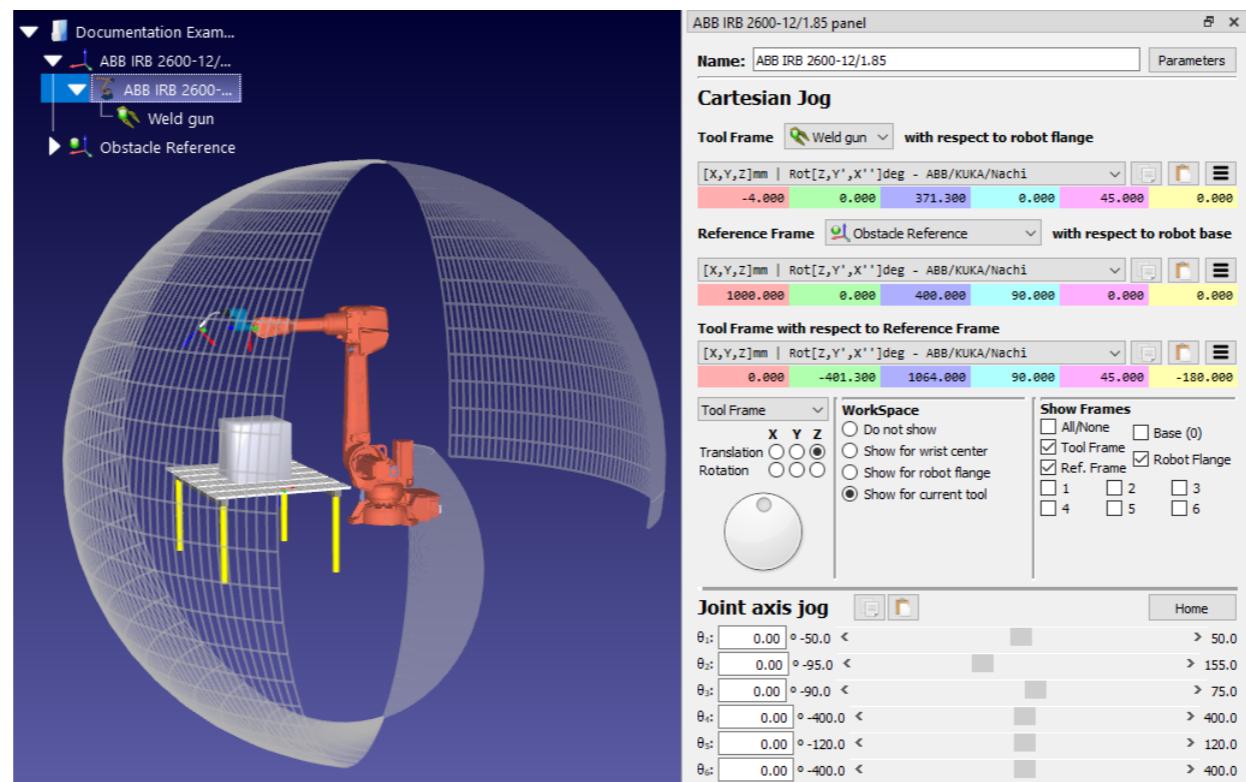
Intelligence Artificielle

Planification et Ordonnancement



Intelligence Artificielle

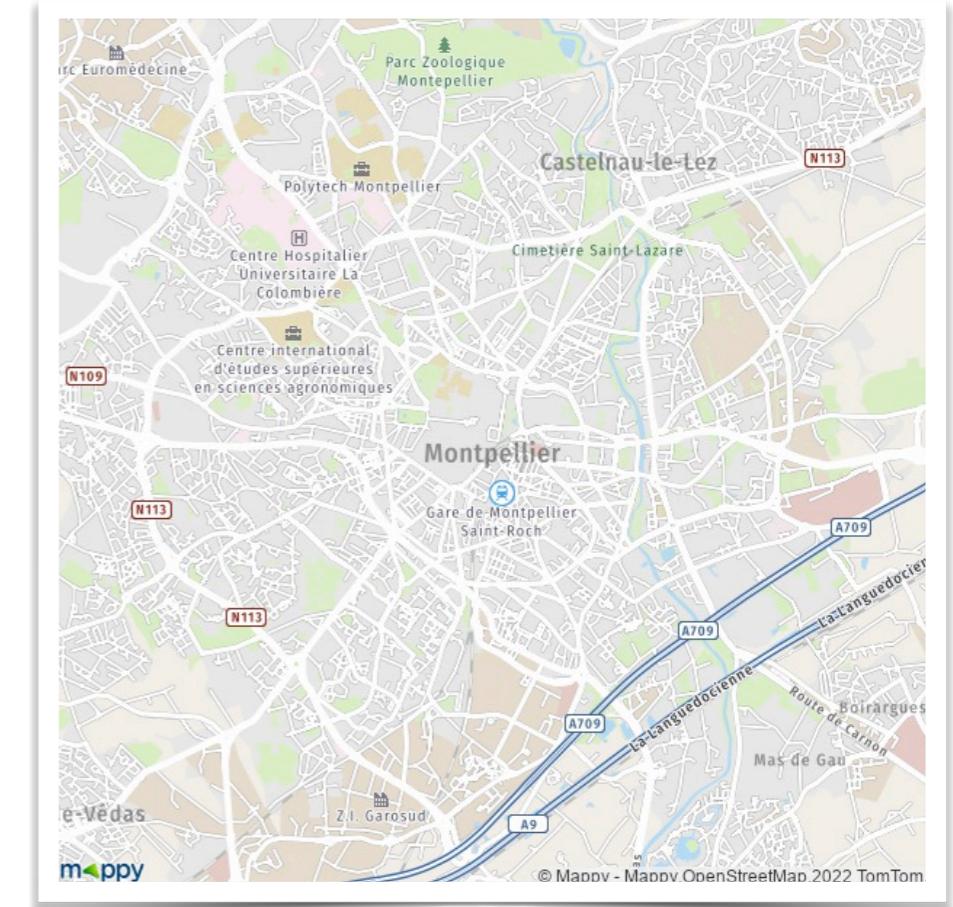
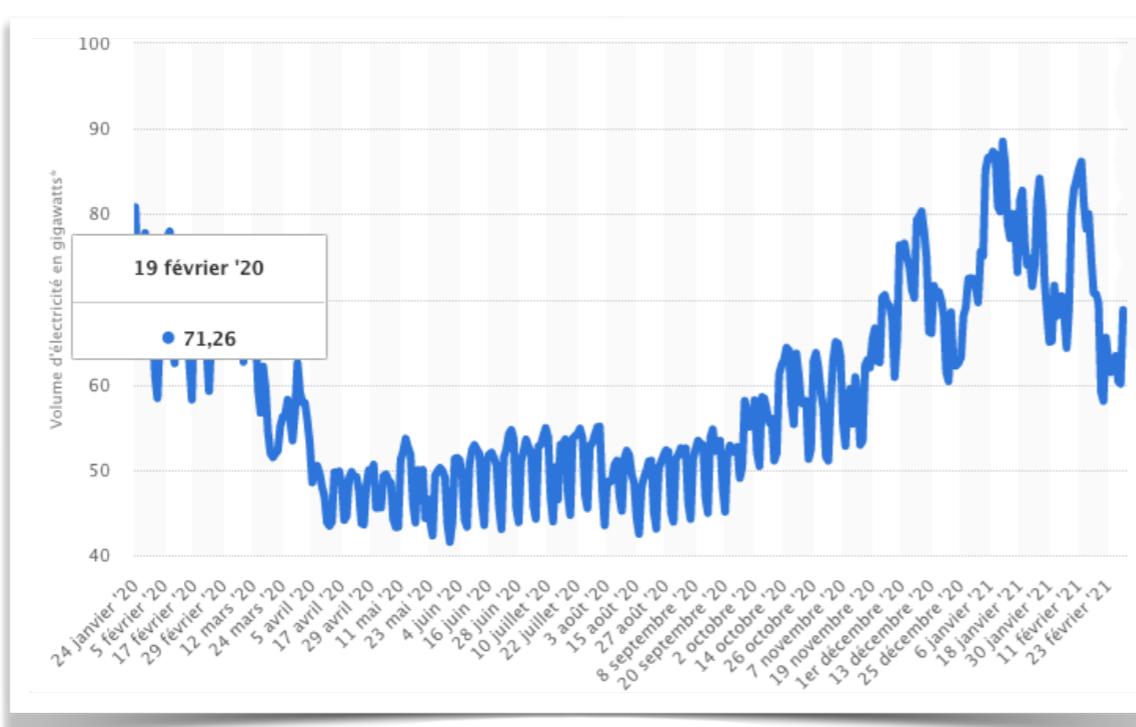
Raisonnement



ABB

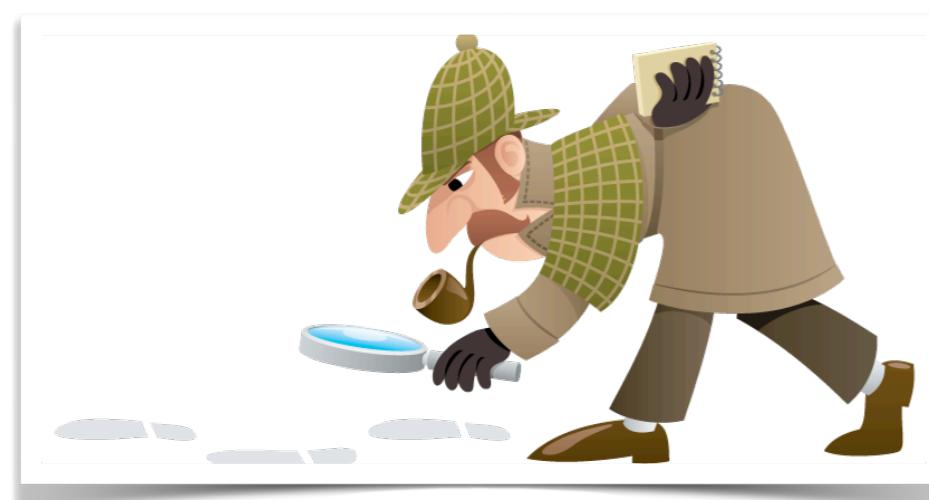
Intelligence Artificielle

Apprentissage



Intelligence Artificielle

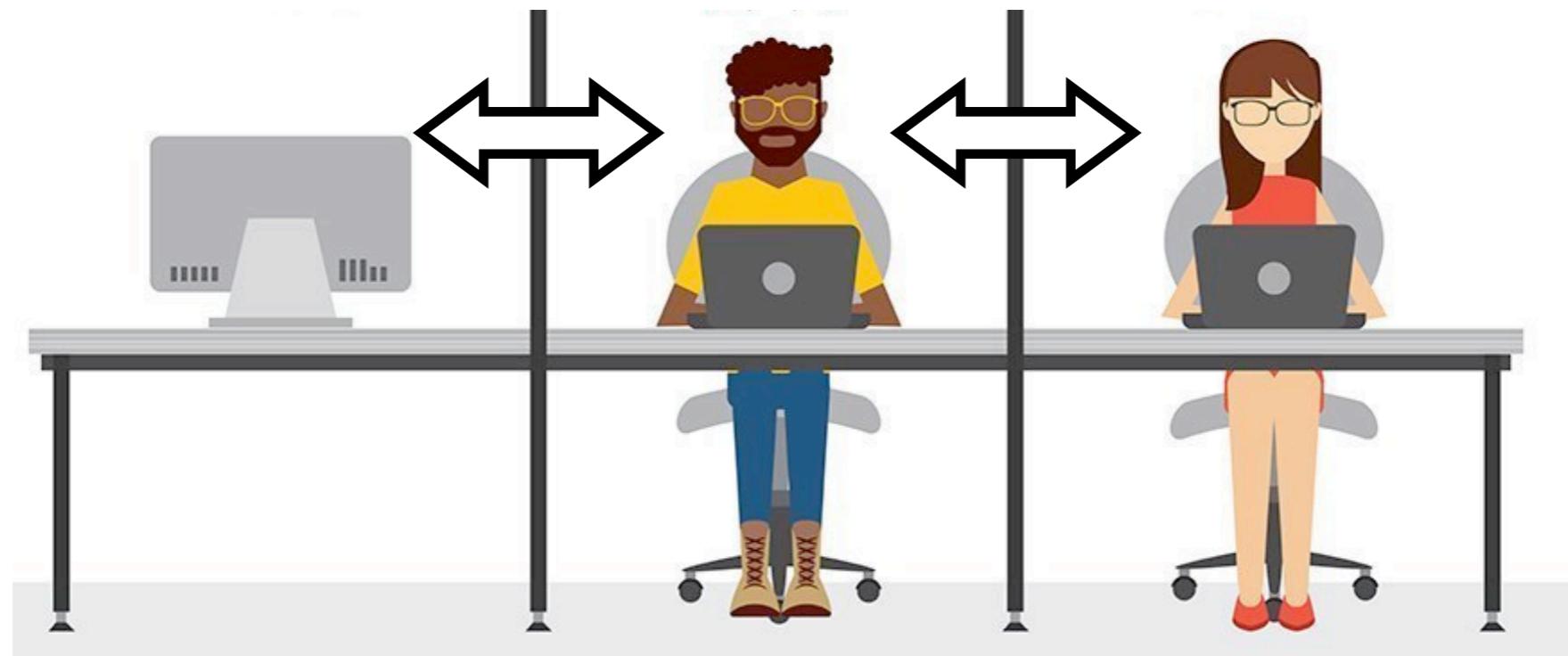
Fouille de données



Key Takeaways

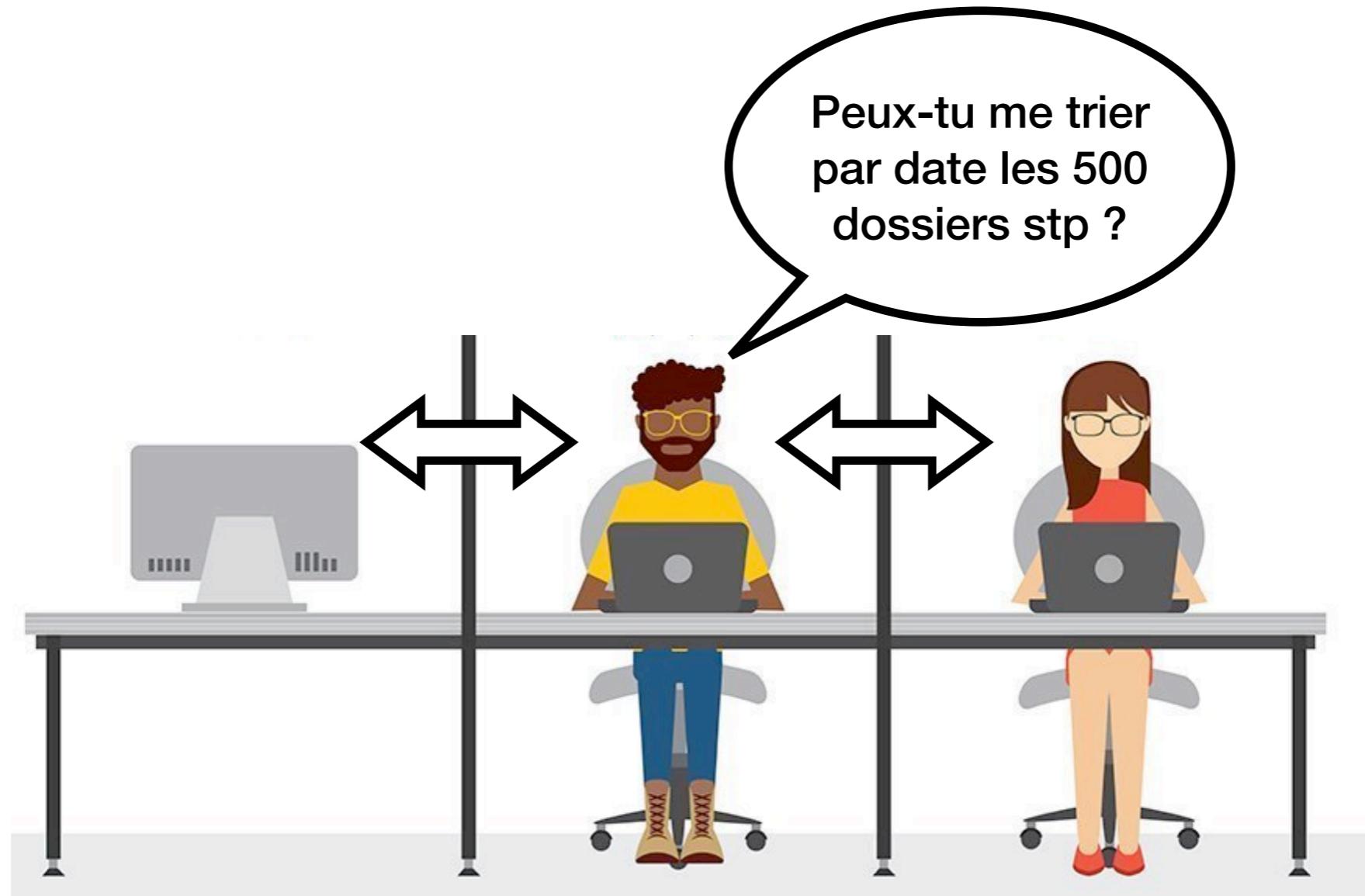
Tout n'est pas Intelligence Artificielle

Un Algorithme n'est pas forcément une IA



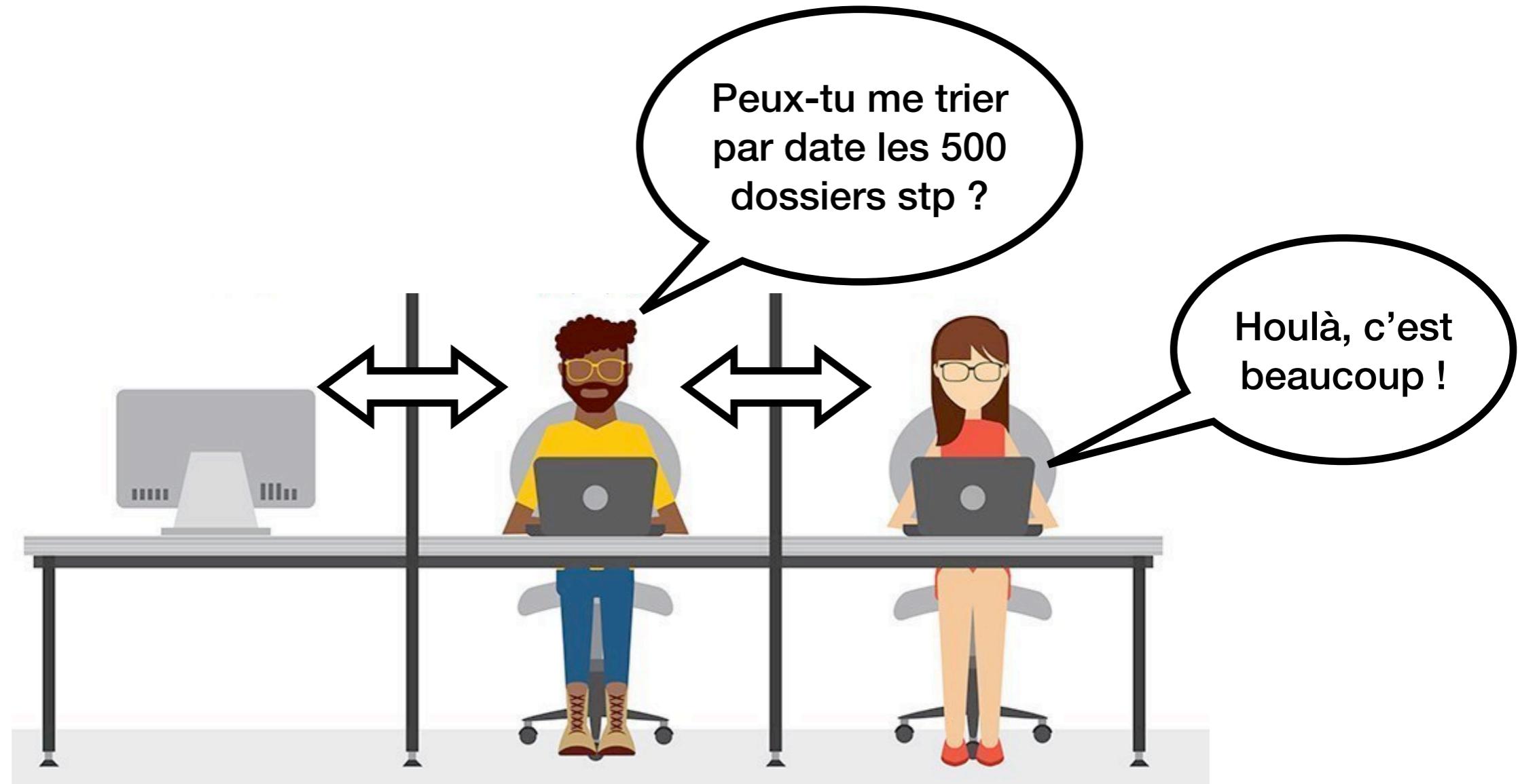
Tout n'est pas Intelligence Artificielle

Un Algorithme n'est pas forcément une IA



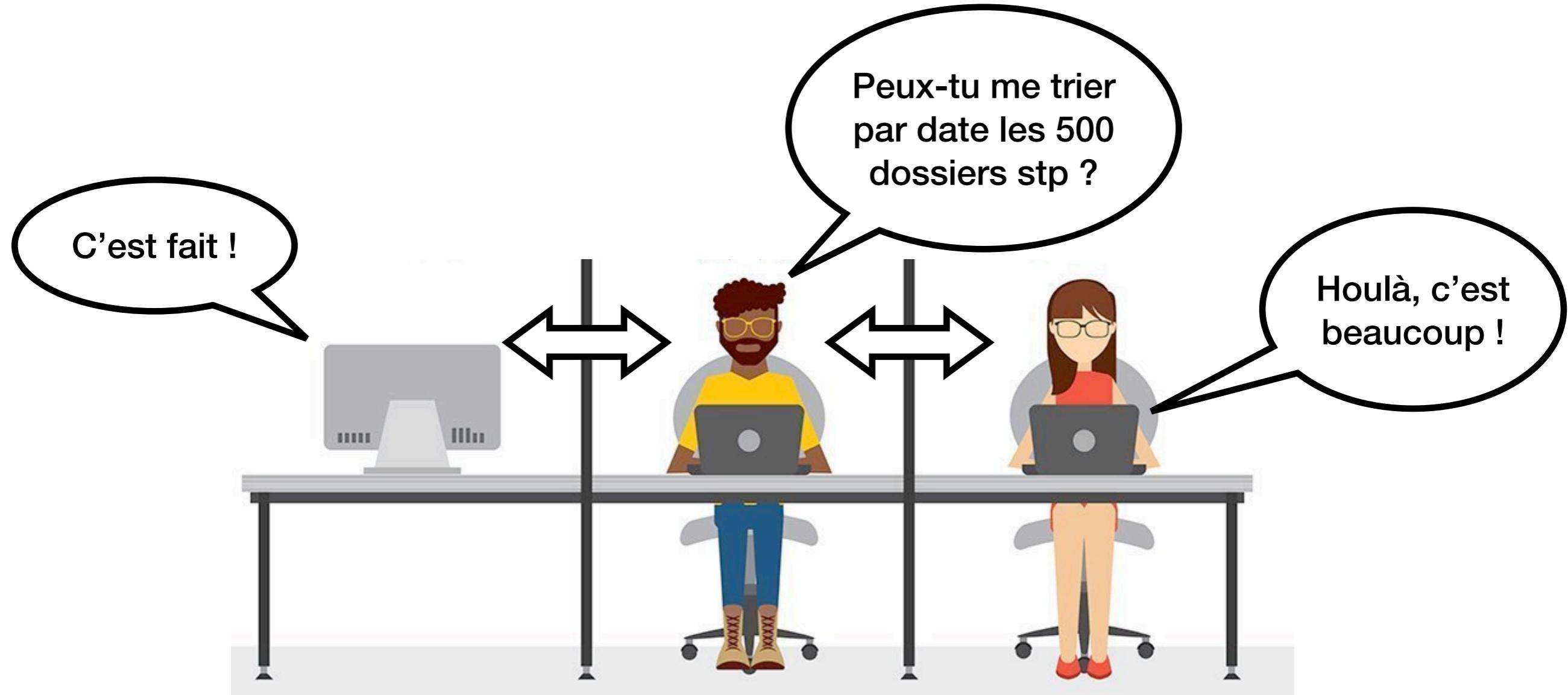
Tout n'est pas Intelligence Artificielle

Un Algorithme n'est pas forcément une IA



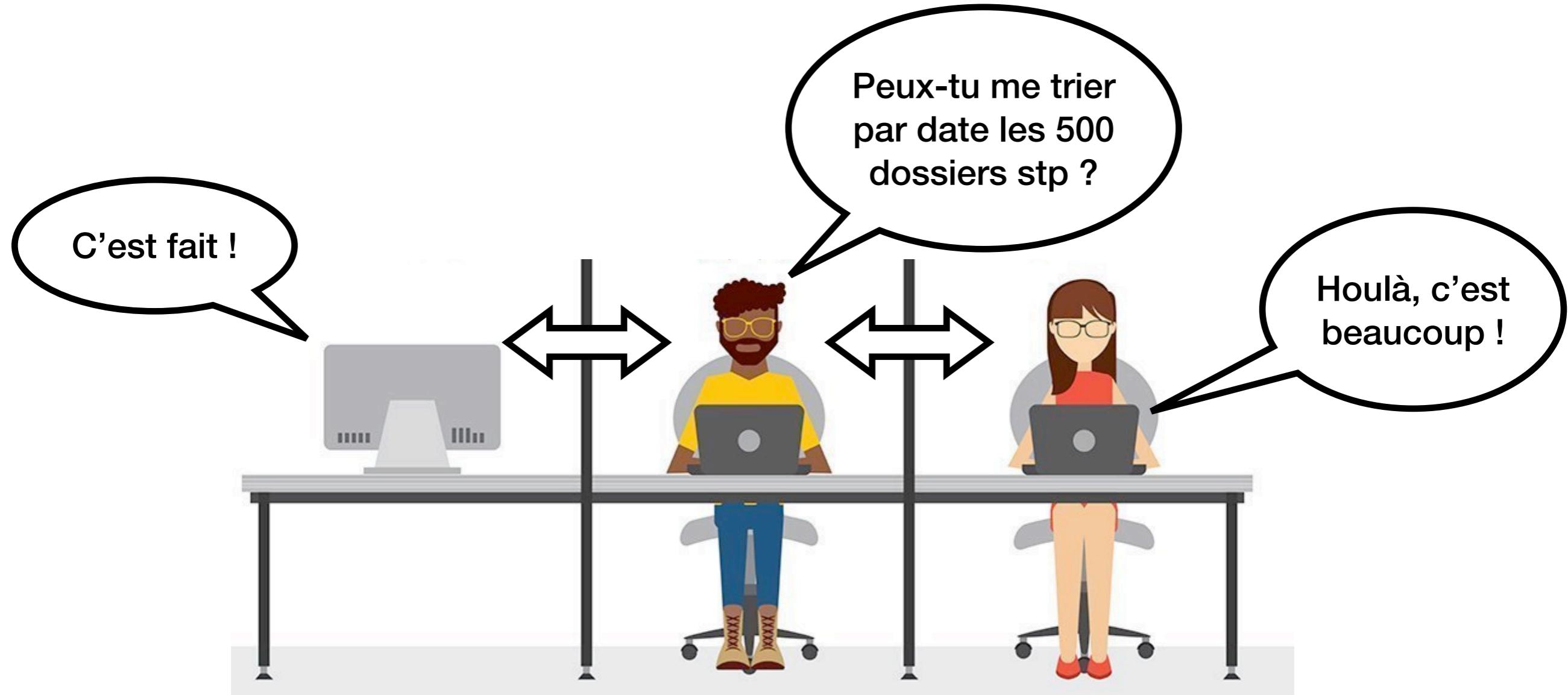
Tout n'est pas Intelligence Artificielle

Un Algorithme n'est pas forcément une IA



Tout n'est pas Intelligence Artificielle

Un Algorithme n'est pas forcément une IA



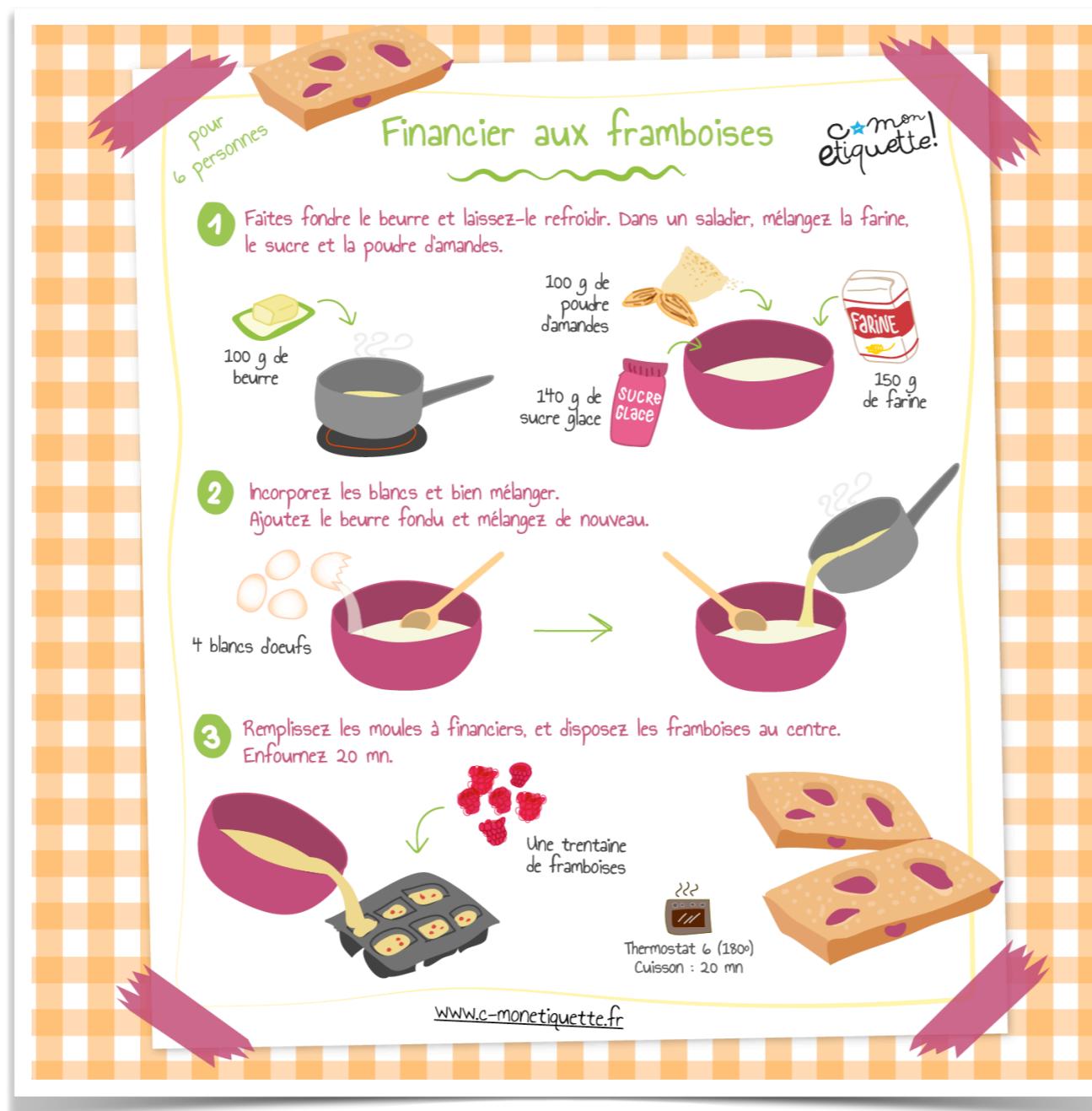
40% des startups européennes en IA, ne font pas de l'IA !

L'IA n'est pas magique

L'IA ne fait que suivre les sentiers battus

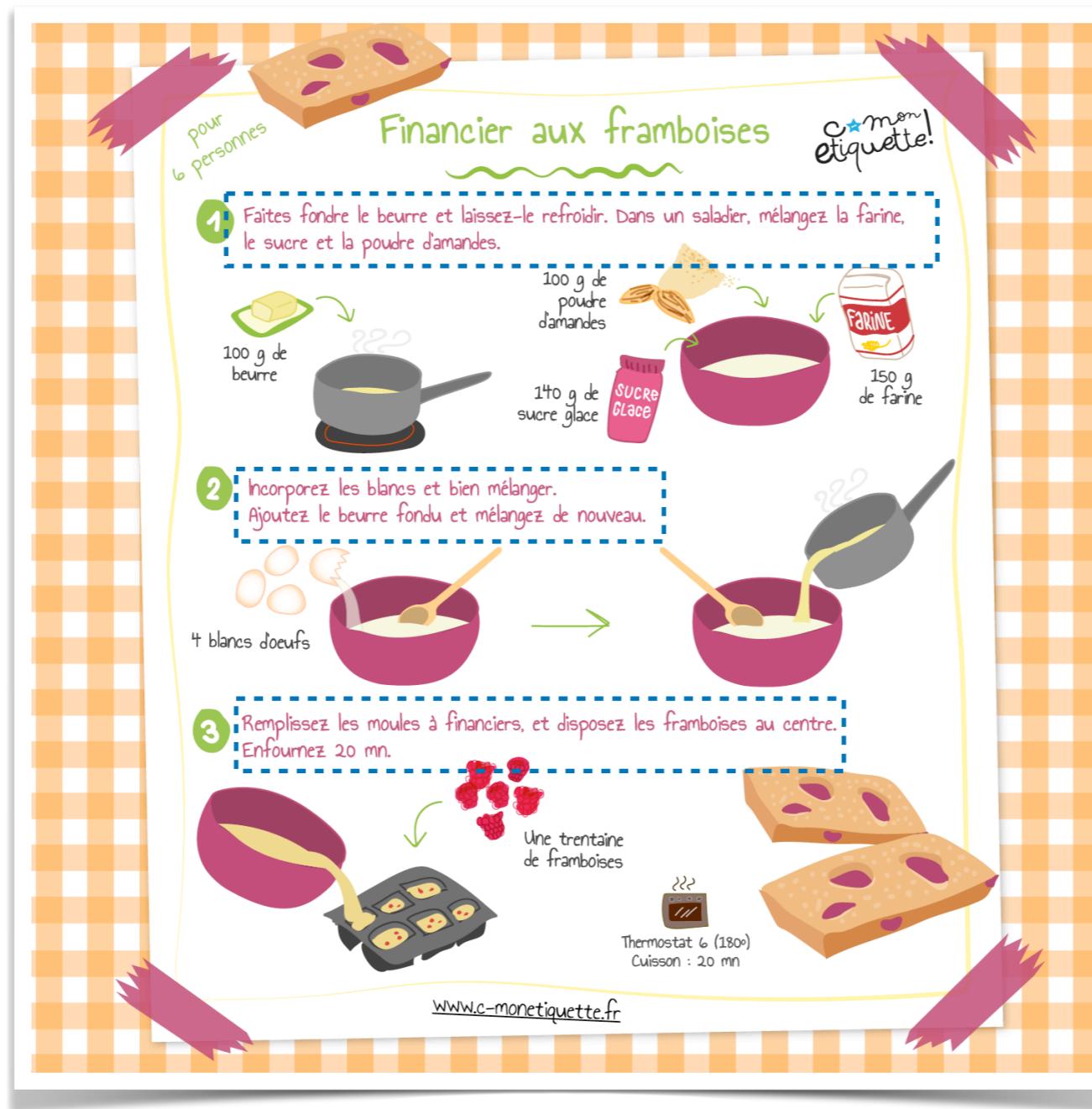
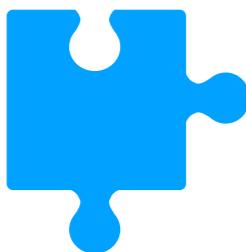
L'IA n'est pas magique

L'IA ne fait que suivre les sentiers battus



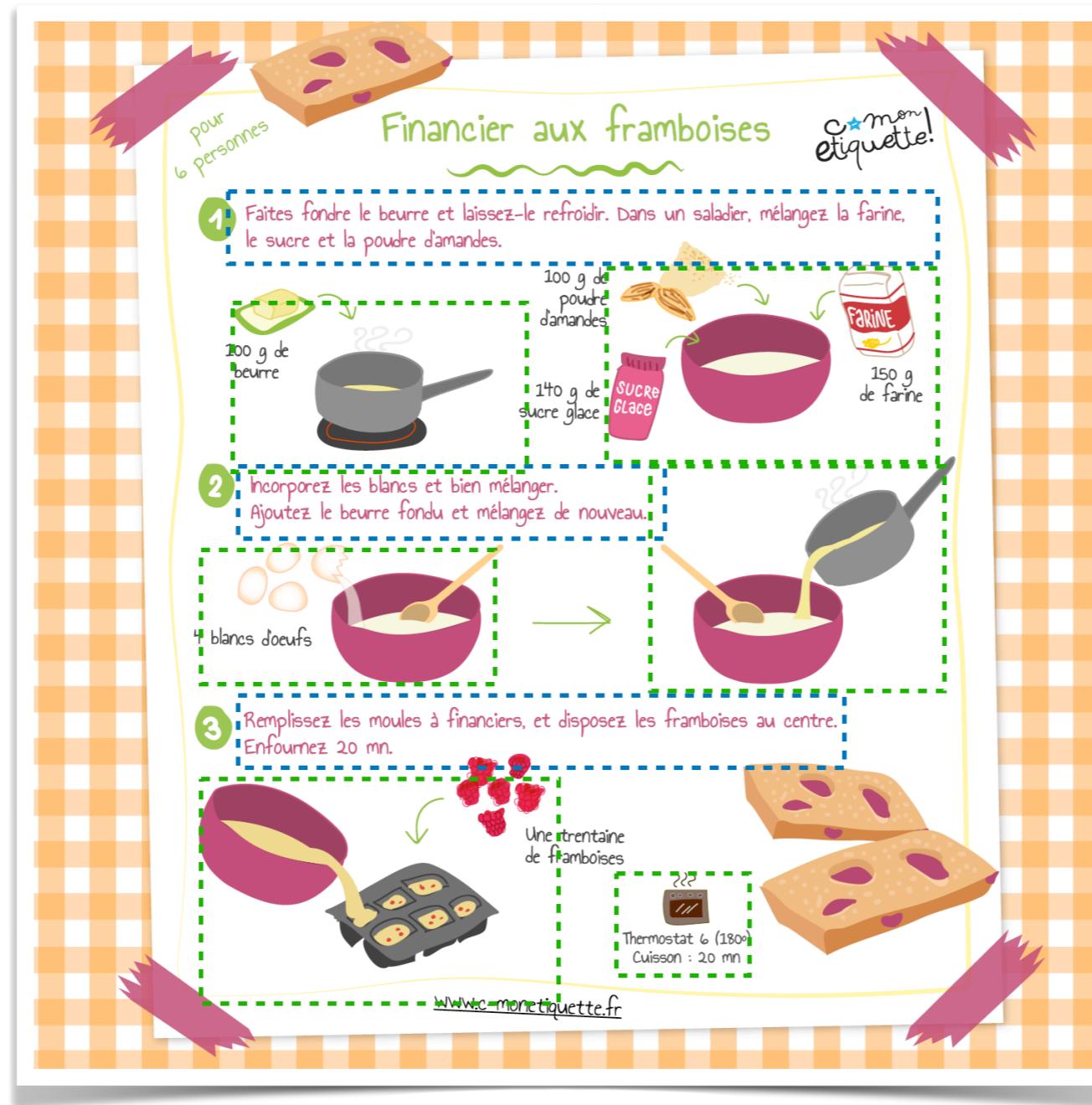
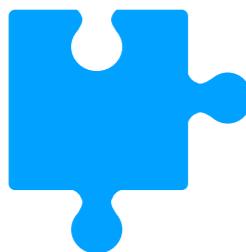
L'IA n'est pas magique

L'IA ne fait que suivre les sentiers battus



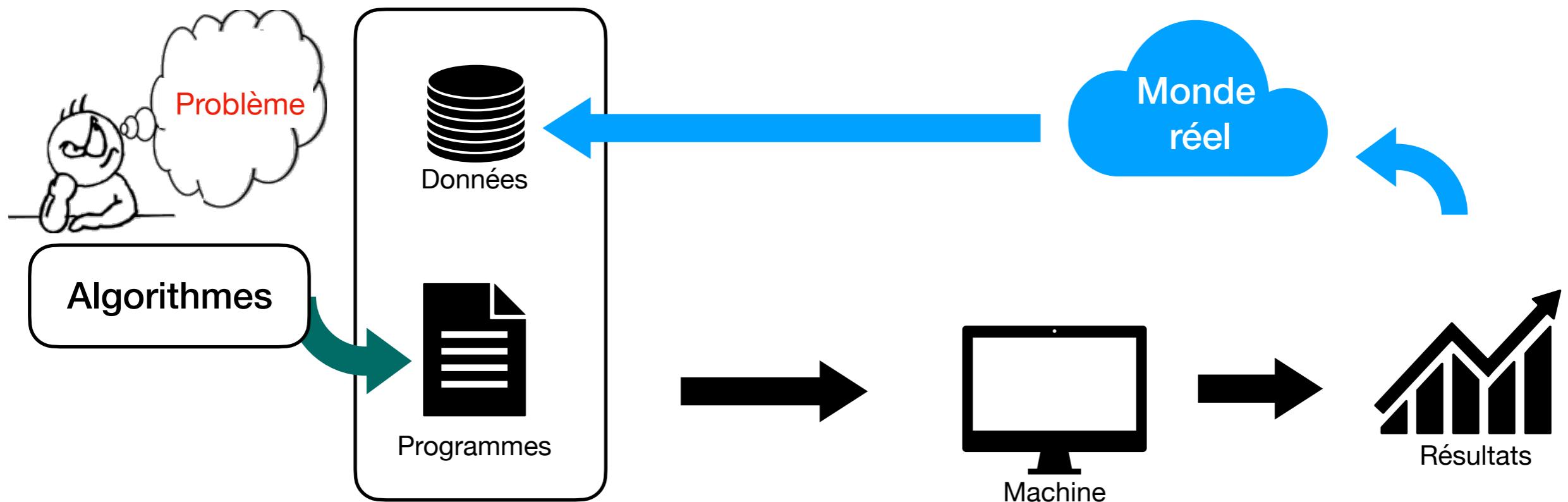
L'IA n'est pas magique

L'IA ne fait que suivre les sentiers battus



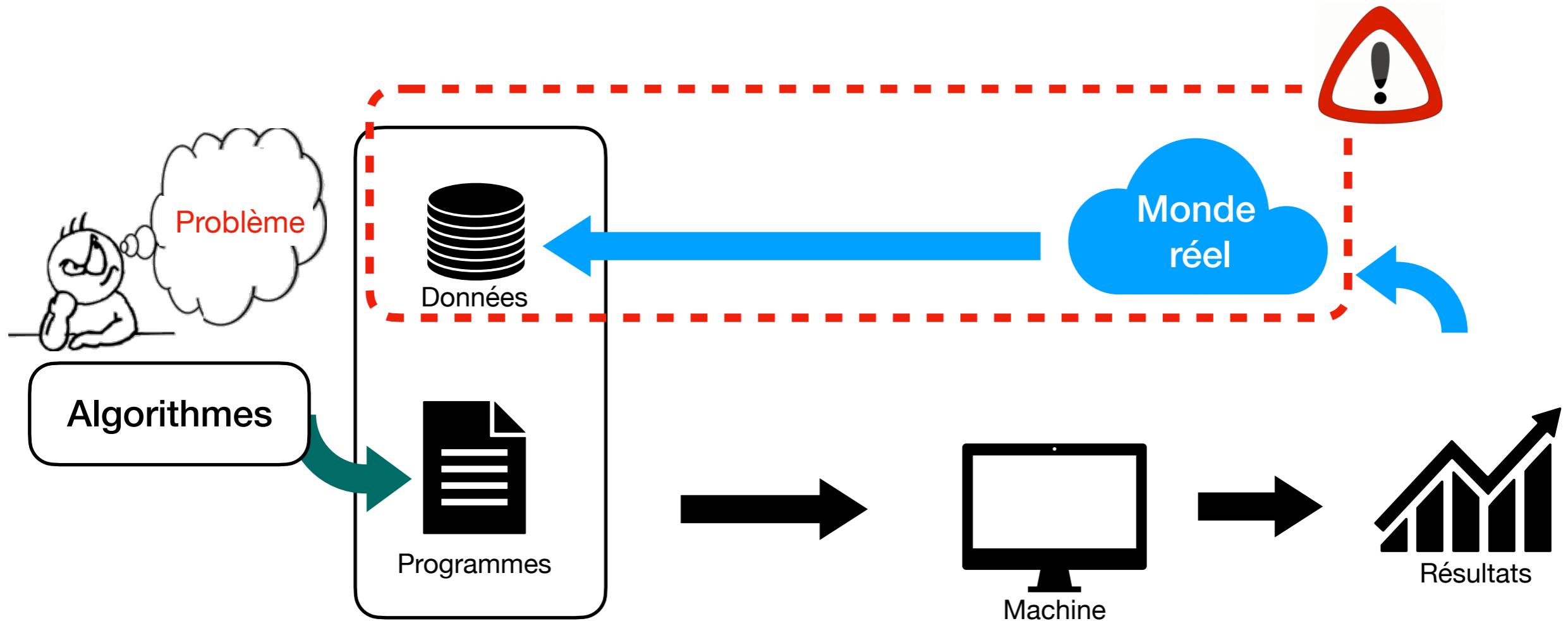
Il ne faut pas avoir peur de l'IA

Mais de la souveraineté de nos données



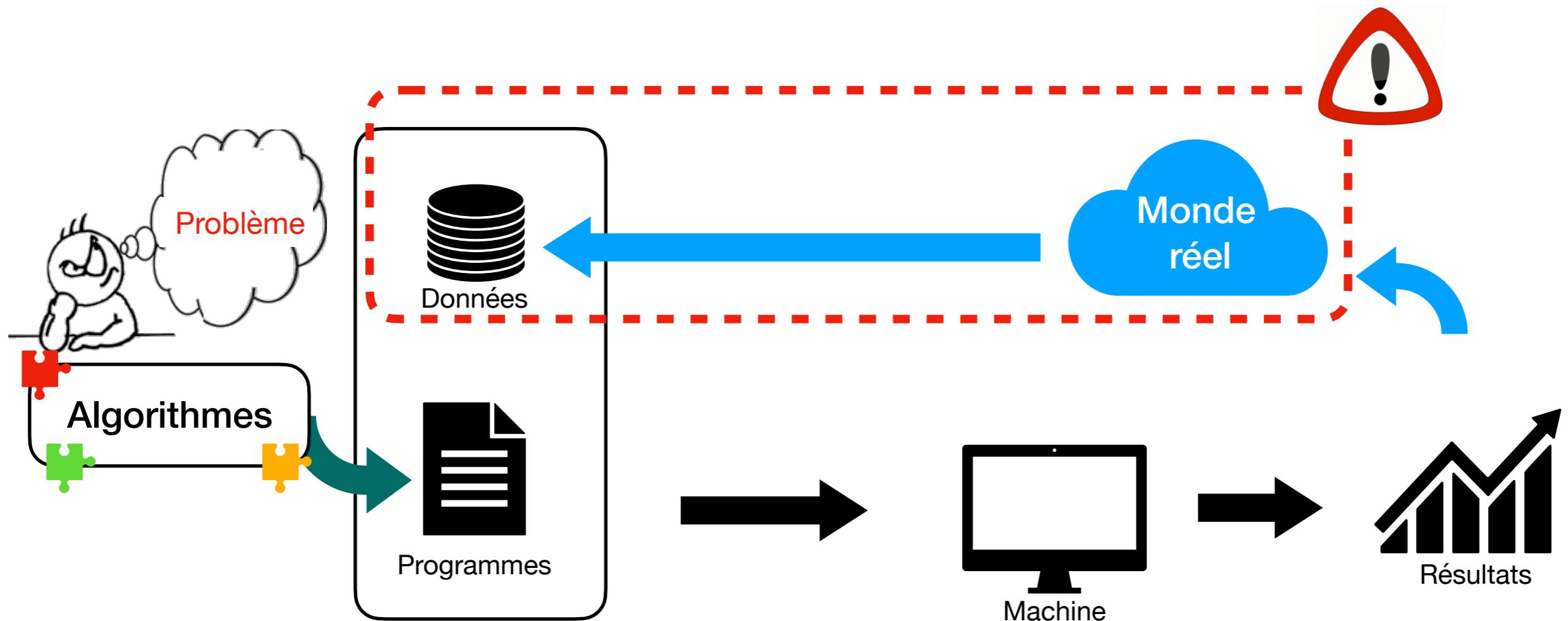
Il ne faut pas avoir peur de l'IA

Mais de la souveraineté de nos données



Il ne faut pas avoir peur de l'IA

Mais de la souveraineté de nos données



L'IA ne surpassera jamais une intelligence humaine

Mais elle peut être un frein cognitif

