

# Chapitre 0: L'Intelligence Artificielle... avec intelligence!

**Tasnime Hamdeni**

# Plan du cours

## Chapitre 0: L'IA... avec intelligence

- Introduction
- Historique
- Quelques problèmes spécifiâbles
- Agent et environnement

## Chapitre 1: La représentation des connaissances et résolution des problèmes

- Introduction
- Représentation des connaissances
- Logique des propositions
- Logique des prédicats

## Chapitre 2: Outils et bibliothèques pour le traitement du langage naturel (NLP)

- Introduction
- End-to-end NLP pipeline
- SpaCy vs NLTK
- Autres bibliothèques Python

## Chapitre 3: Prétraitement du texte pour le NLP

- Étapes de prétraitement standards
- Tokenization
- Stemming & Lemmatization
- Application à l'analyse de sentiments

## Chapitre 4: Projet Guidé en NLP

## Chapitre 5: Introduction aux LLM

- Introduction à l'IA générative et aux transformers
- Prompt Engineering
- LLM project Lifecycle
- Pre-training & architectures des modèles LLM

## Chapitre 6: LLM Fine-tuning

- Fine-tuning avec des prompts d'instruction
- Oubli catastrophique
- Métriques d'évaluation des LLM
- PEFT: LoRA
- PEFT: Soft Prompting

# I- Introduction

# 1- Un peu d'histoire

1956-1966

- **Les années lumières** (euphorie et grands espoirs)
  - L'évènement fondateur du domaine de l'IA (Dartmouth Conference)

1966-1969

- **Les années noires:** On comprend la difficulté de la tâche
  - le remplacement des experts humains par des systèmes experts : face à des échecs, manque de connaissance...
  - la compréhension du langage naturel : trop difficile, voire impossible ?

1969-1979

- **Le renouveau:** les premiers systèmes experts
  - MYCIN diagnostique les maladies infectieuses du sang et propose un traitement approprié. " Computer based medical consultations"

1980-2000

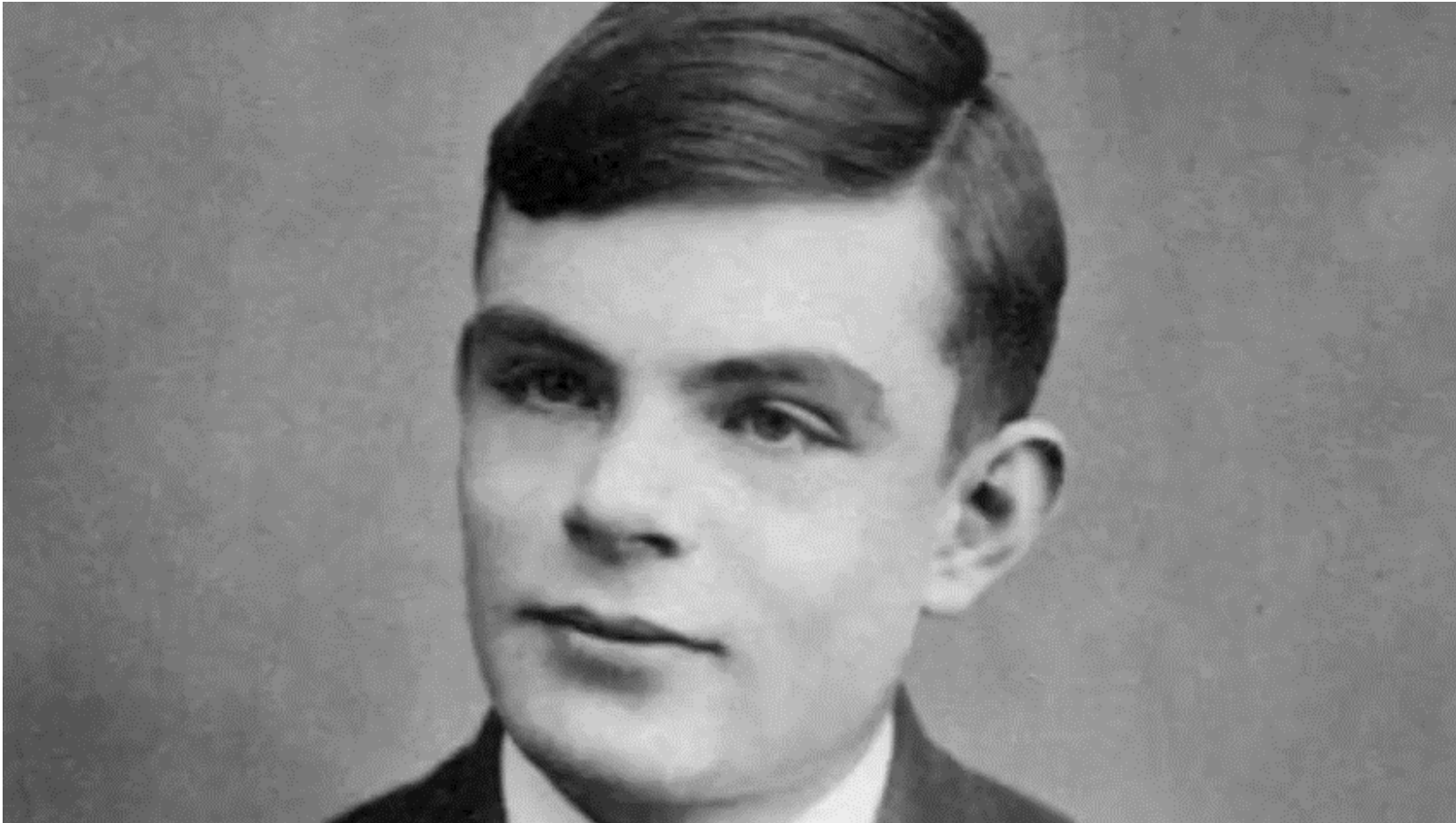
- **L'IA institutionnalisée**
  - un certain nombre de systèmes experts à caractère opérationnel s'affirment (PROSPECTOR, R1/XCON, ...).
  - **Depuis 1995:** L'émergence des agents intelligents
  - **1997:** le programme Deeper Blue bat officiellement le champion du monde Kasparov

2000-

Aujourd'hui

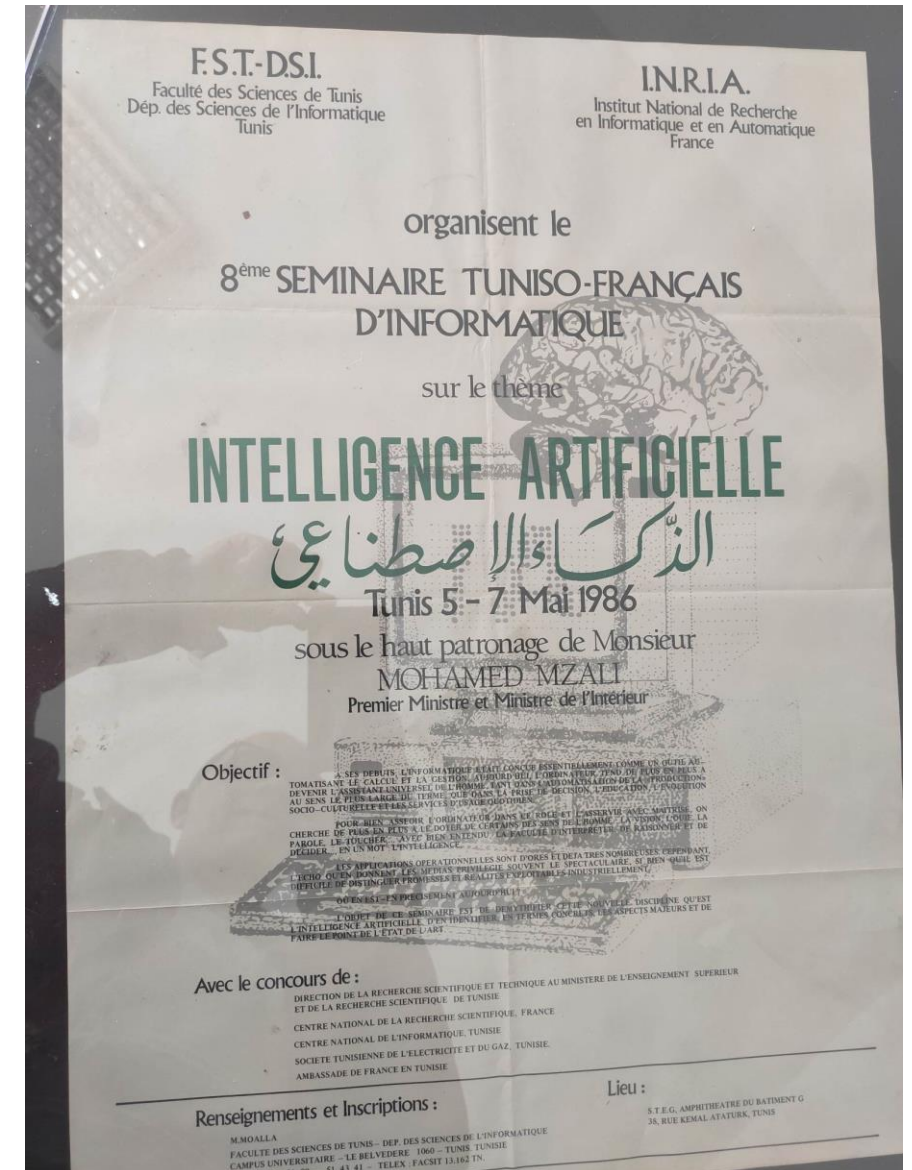
- **L'IA: un enjeu de société**
  - **2000 et 2010,** un véritable boom informatique (PC, Internet, smart phones, ...).
  - à partir de **2010** : l'IA sans limites, nouveaux procédés pour le machine learning puis le deep learning.  
→ L'ère du Big Data et du Deep Learning
  - **2017: Transformers**

# 1- Un peu d'Histoire



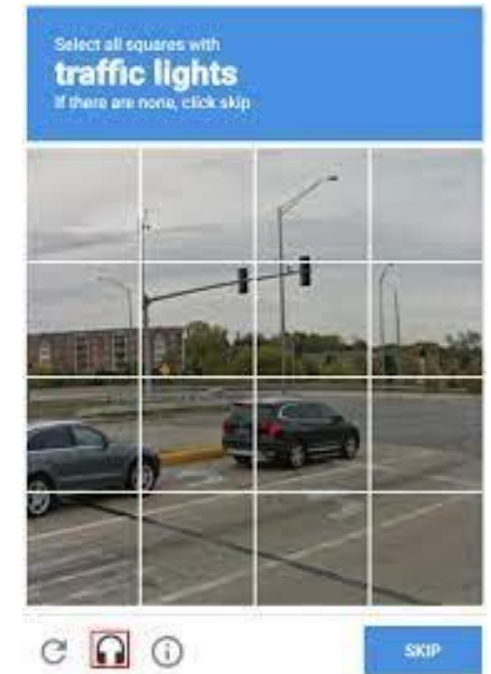
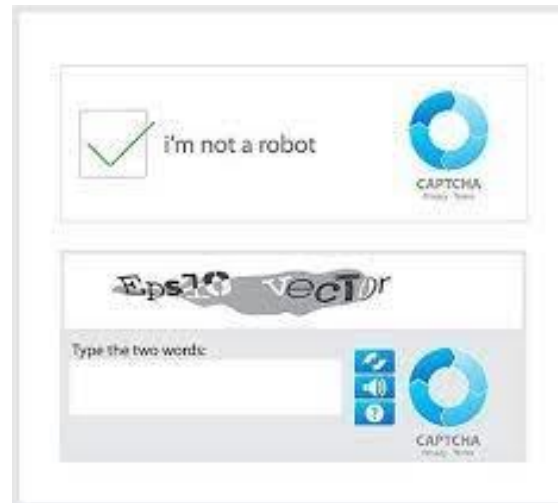
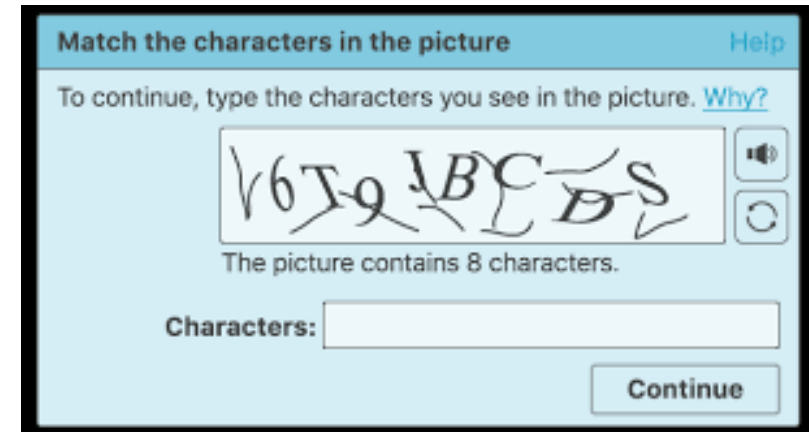
# 1- Un peu d'Histoire

## Intelligence Artificielle en Tunisie



## 2- Exemple

- **Le test CAPTCHA:** une application pratique du concept sous-jacent du test de Turing.







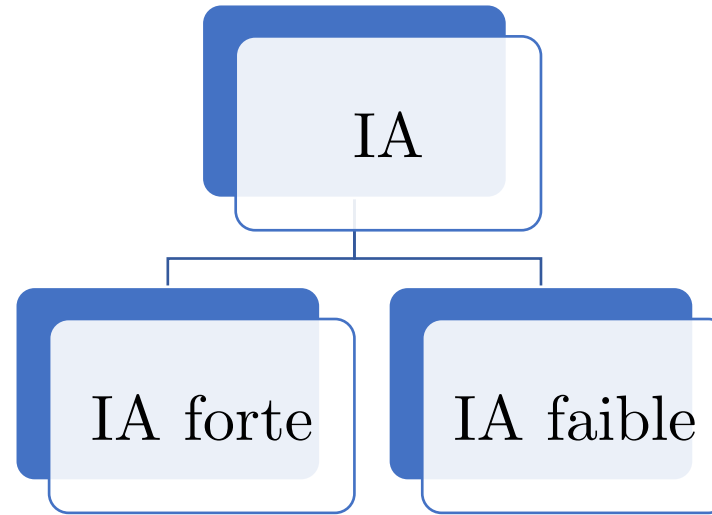
## Recommendation de films



# 3- Débats

- **Débat philosophico-scientifique** : qu'est-ce que l'intelligence ?
- **Le débat éthique** : faut-il s'inquiéter du transhumanisme ?
- **Le débat économique** : création ou destruction d'emplois ?
- **Le débat juridique** : faut-il une personnalité juridique à l'IA ?
- **Le débat sociétal** : que devient le travail dans un monde de robots ?

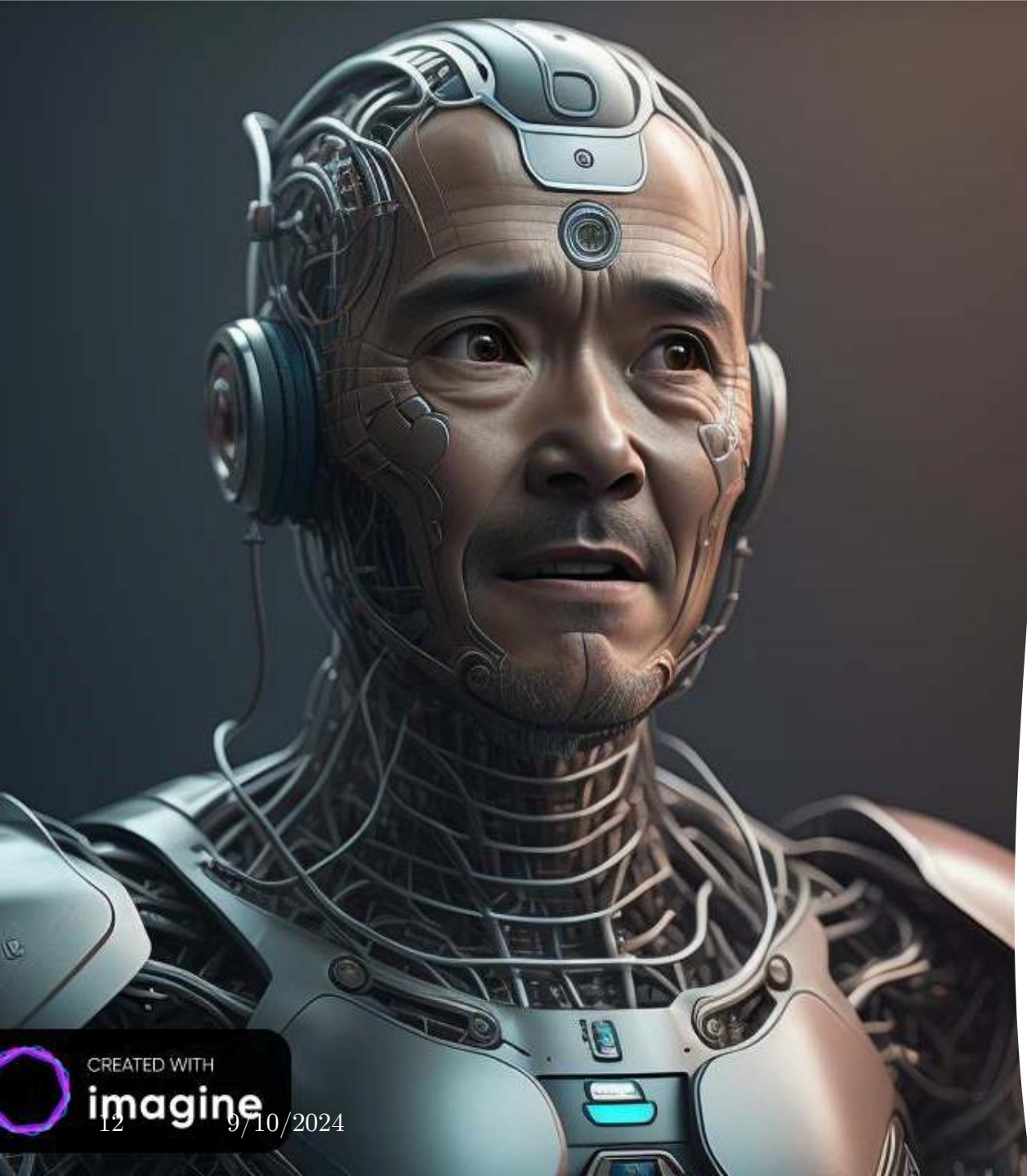
### 3- Débats



- Le débat le plus connu: l'équilibre entre **l'intelligence générale** (IA forte) et **l'intelligence spécialisée** (IA faible).
- Certains experts croient que l'IA devrait viser à reproduire une intelligence générale similaire à celle humaine,
- tandis que d'autres soutiennent que se concentrer sur des tâches spécifiques et spécialisées est plus efficace.

# ChatGPT: IA forte ou faible ?





Le modèle GPT, sur lequel je suis **basé**, est généralement considéré comme une forme d'intelligence artificielle **faible**, également appelée intelligence artificielle spécifique.

Bien que GPT soit extrêmement puissant et capable d'effectuer une grande variété de tâches linguistiques, il reste spécialisé dans le traitement du langage naturel et ne possède pas de compréhension générale, de conscience de soi ou de capacité à réaliser des tâches en dehors de son domaine d'expertise linguistique.

## II- Quelques problèmes spécifiâbles



## II- Quelques problèmes spécifiâbles

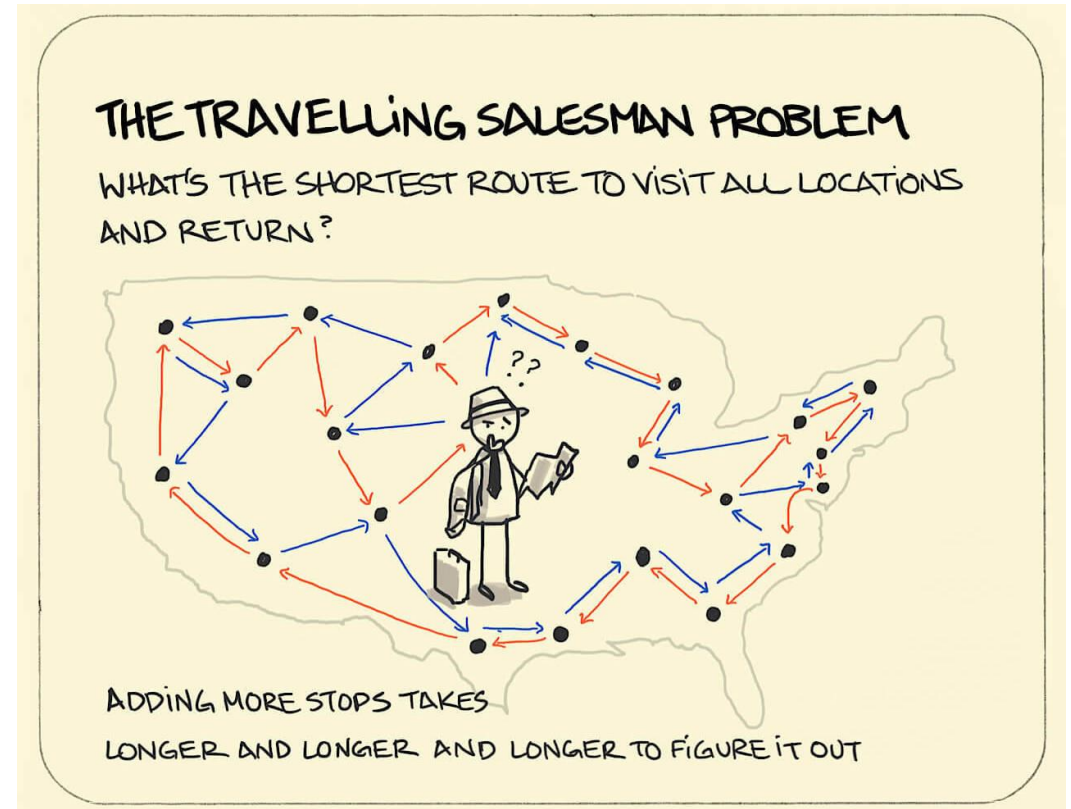
### 1. Les échecs : grande complexité du problème.



# Quelques problèmes spécifiâbles

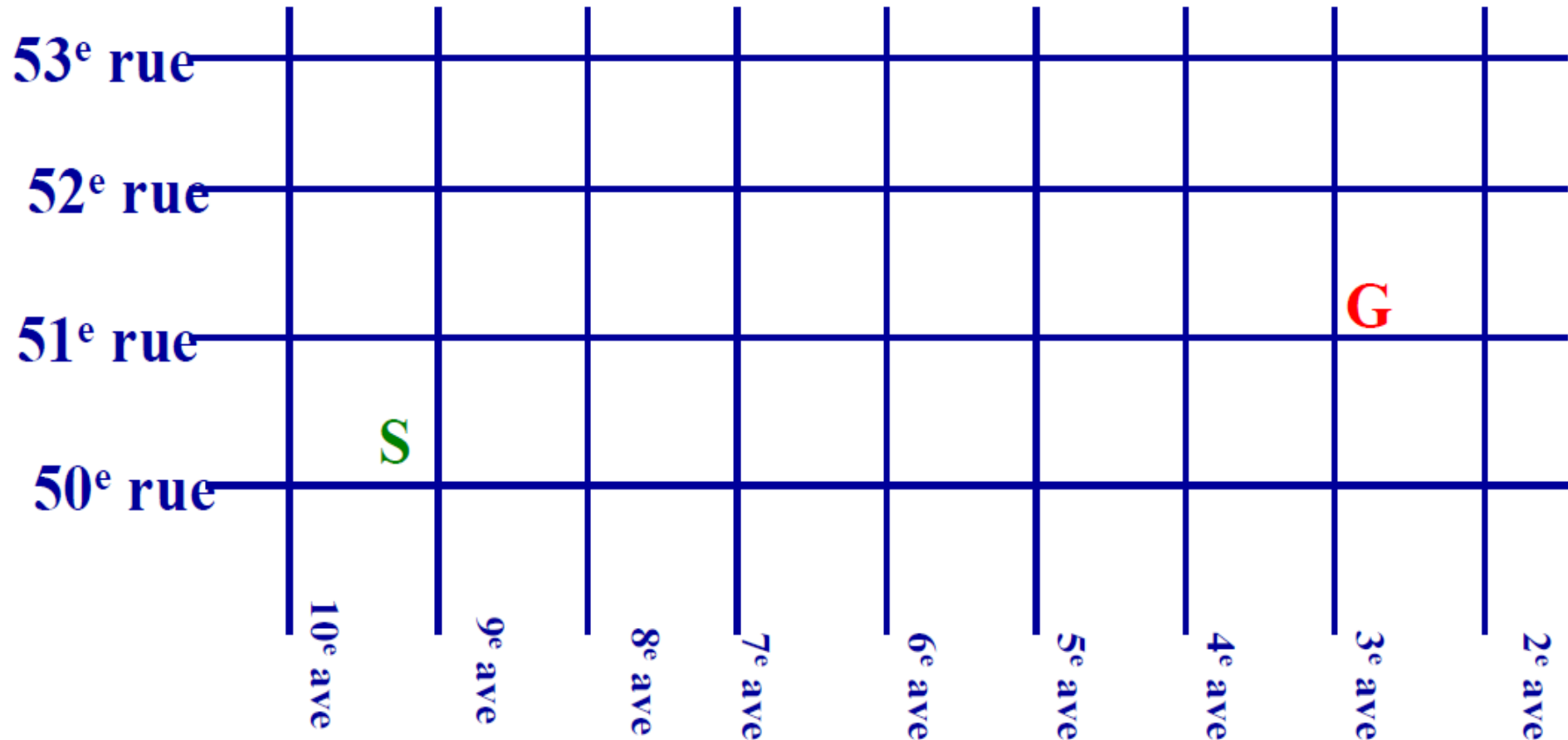
## 2. Le problème du voyageur de commerce TSP:

- TSP: *Traveling Salesman Problem* en anglais
- Consiste à trouver le chemin le plus court qui passe par un ensemble donné de villes et revient à la ville de départ, en visitant chaque ville exactement une fois.
- Le but est de minimiser la distance totale parcourue.



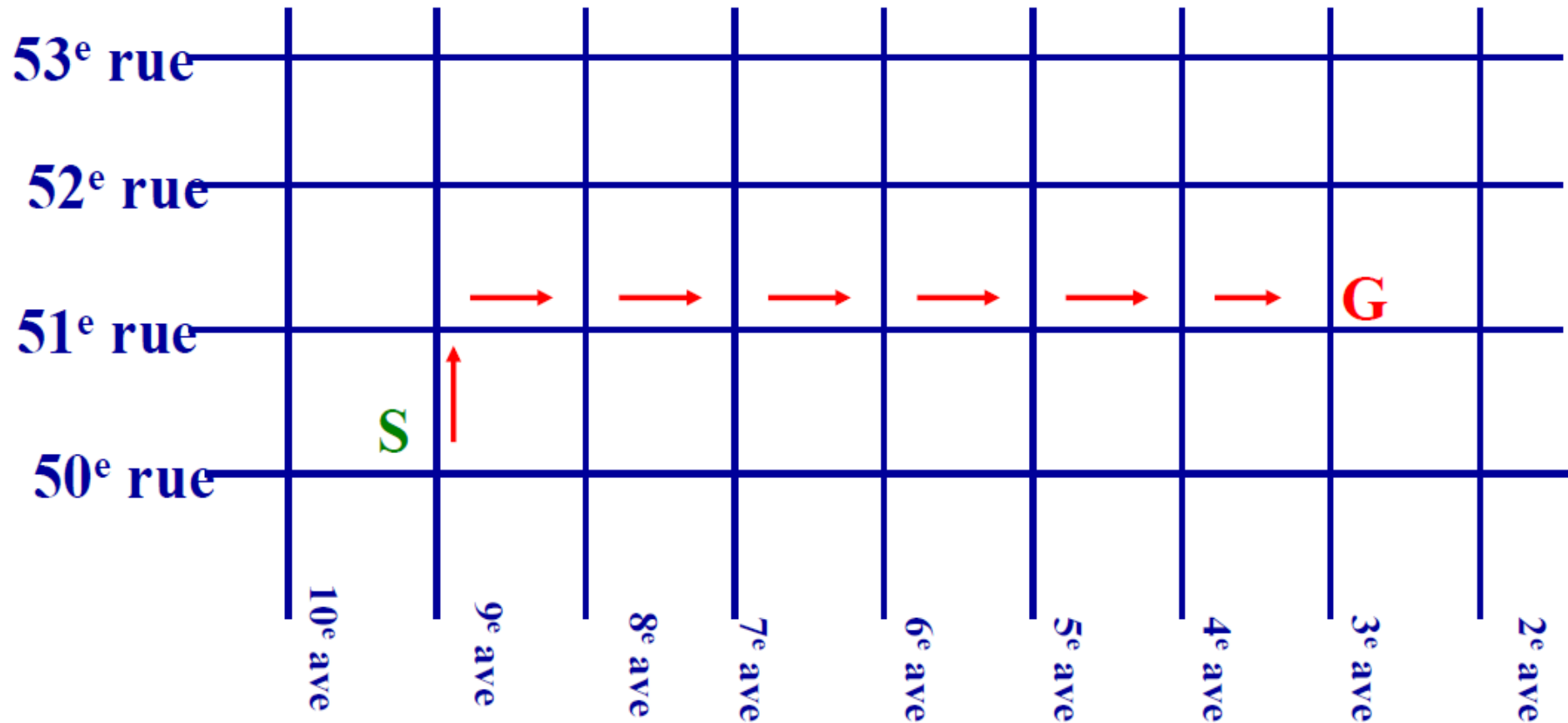
Trouver un chemin de la 9<sup>e</sup> ave & 50<sup>e</sup> rue à la 3<sup>e</sup> ave et 51<sup>e</sup> rue

(Illustration par Henry Kautz, U. of Washington)



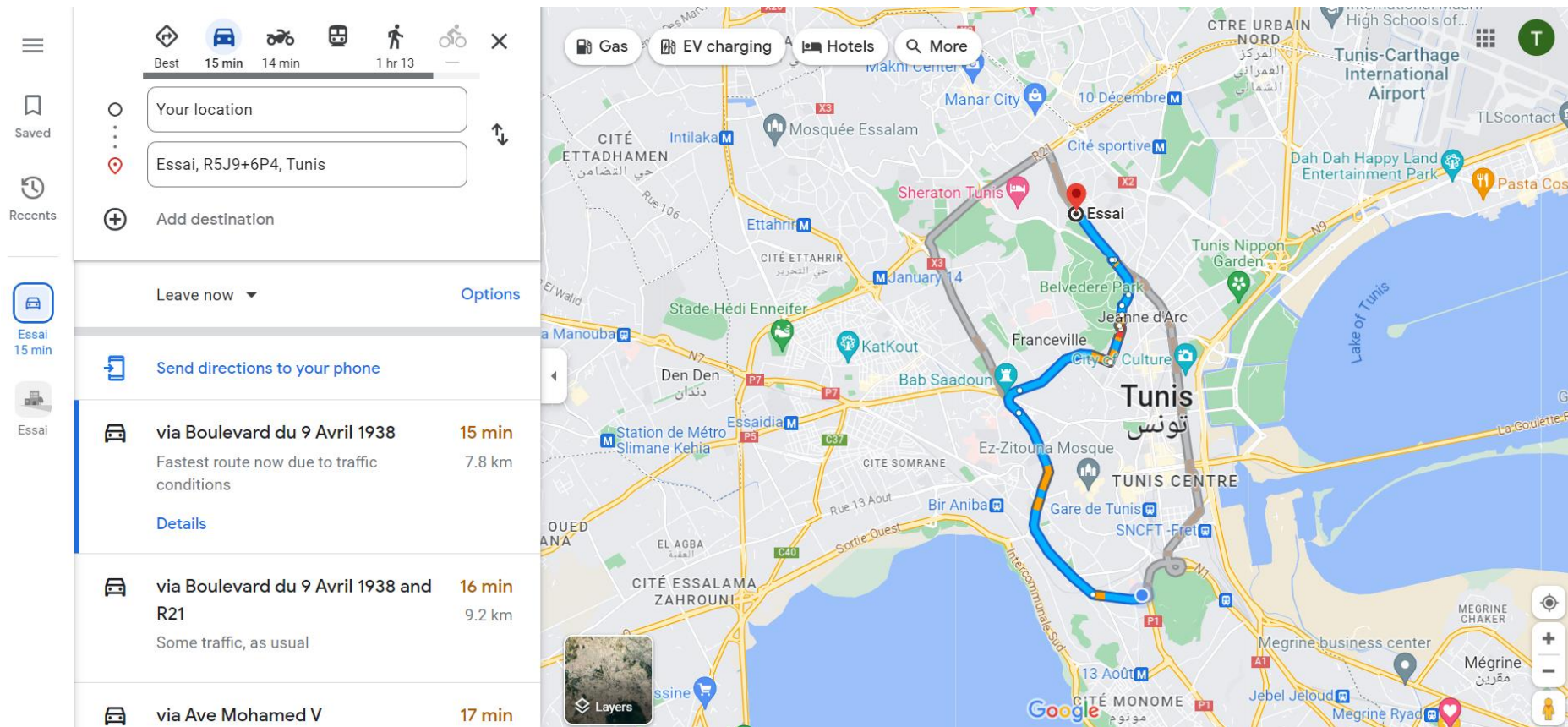
Trouver un chemin de la 9<sup>e</sup> ave & 50<sup>e</sup> rue à la 3<sup>e</sup> ave et 51<sup>e</sup> rue

(Illustration par Henry Kautz, U. of Washington)



## 2- Le problème du voyageur de commerce TSP

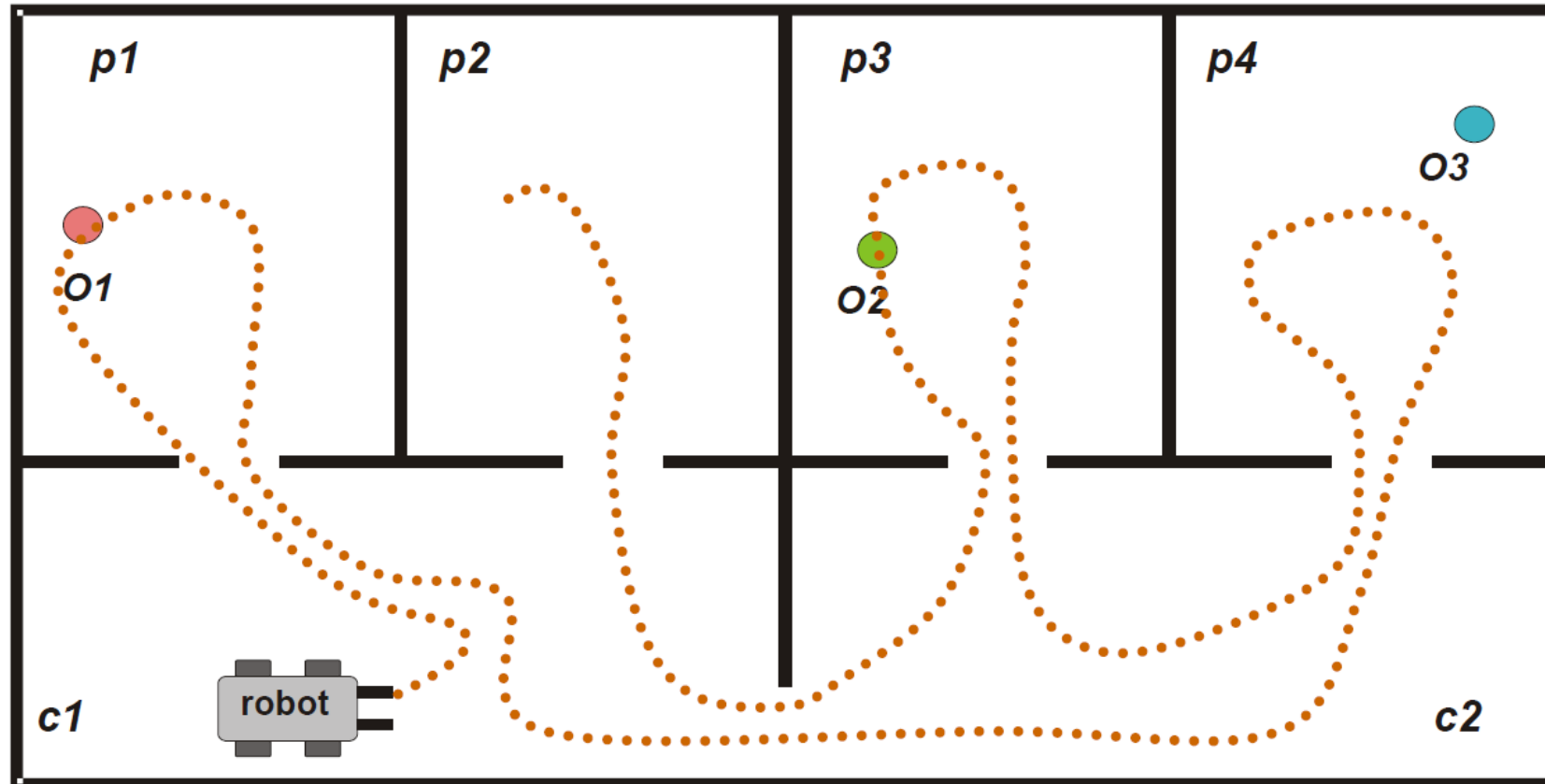
➤ Applications dans le domaine de la cartographie et de la navigation





## 2- Le problème du voyageur de commerce TSP

➤ Application pour la livraison des colis



# 3- Problème de Correspondance de Post:

Ce problème a été introduit par Emil Post en 1946. C'est un problème mathématique et de logique formelle qui porte sur la recherche d'une séquence de paires de mots correspondants à partir d'un ensemble donné de paires de mots.



Étant donné un ensemble fini de paires de mots :

$$\{ (x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n) \}$$

Le défi est de trouver une séquence d'indices  $i_1, i_2, \dots, i_k$  tels que les chaînes obtenues en concaténant les paires correspondantes correspondent également :

$$x[i_1]x[i_2]\dots x[i_k] = y[i_1]y[i_2]\dots y[i_k]$$

# 3- Problème de Correspondance de Post:

## Exemple 1:

Soient deux triplets  $(abb, ab, aba)$  et  $(bb, aba, ba)$ . Existe-t-il une liste d'indices telle que la concaténation des éléments indicés du premier triplet donne exactement celle des éléments correspondants aux mêmes indices pour le second triplet ?

Réponse?

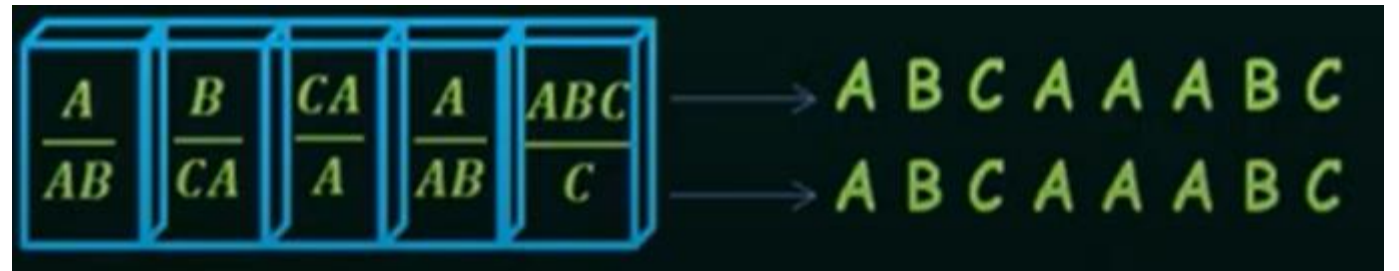
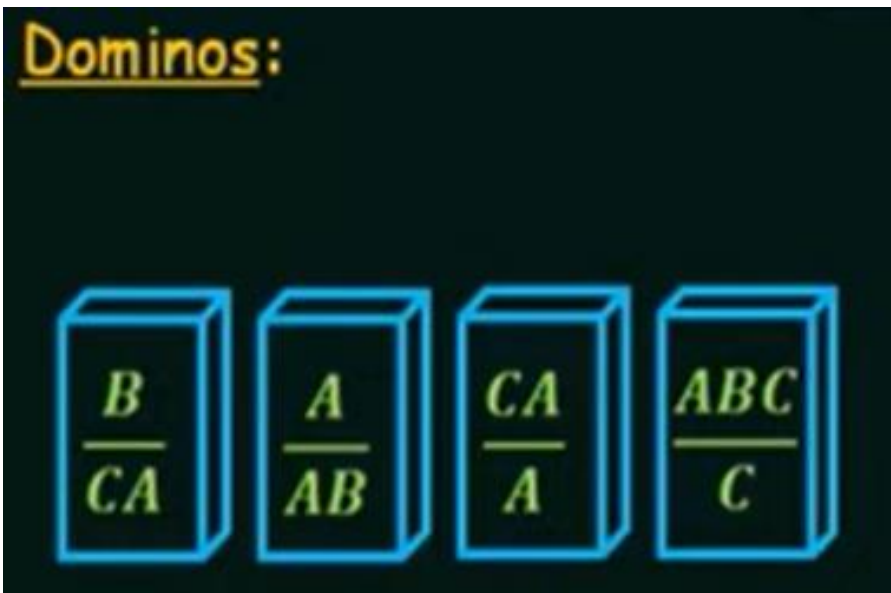


$(2,3,2,1)$  donne pour les deux triplets : ababaababb.  
 $(2,1,2,3)$  une autre solution

# 3- Problème de Correspondance de Post:

- Exemple 2:

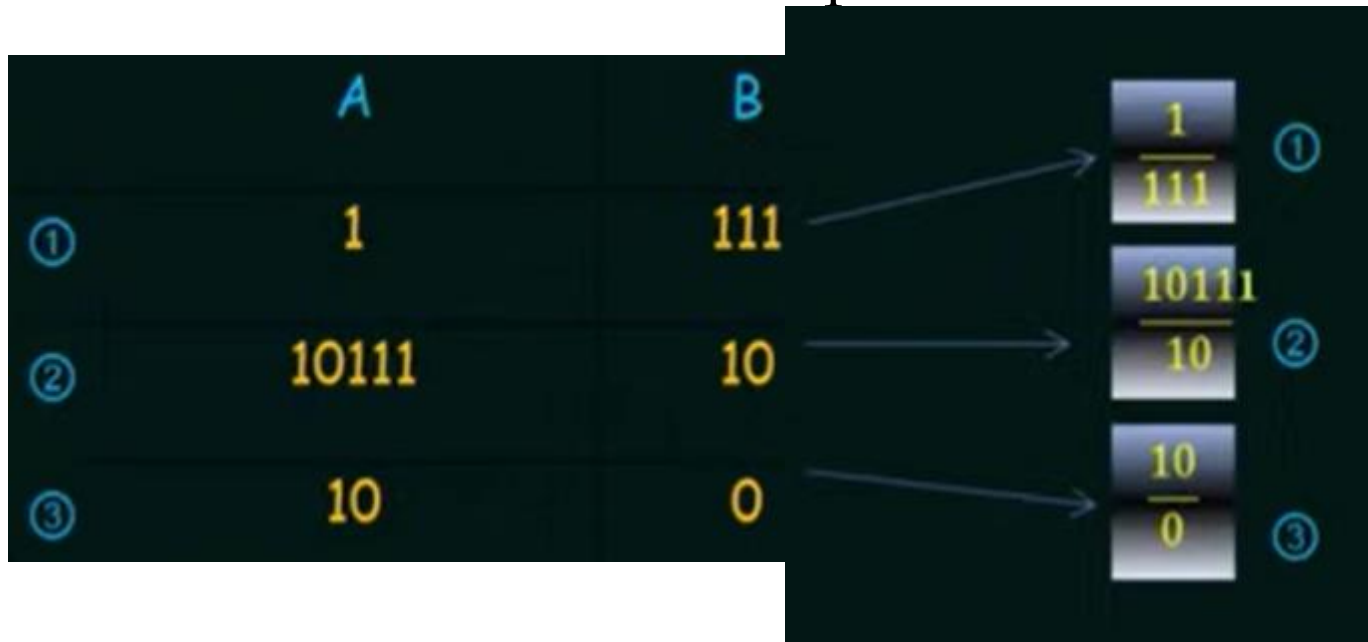
Nous devons trouver une séquence de dominos telle que les chaînes du haut et du bas soient les mêmes.



# 3- Problème de Correspondance de Post:

- Exemple 3:

Une autre manière de représenter

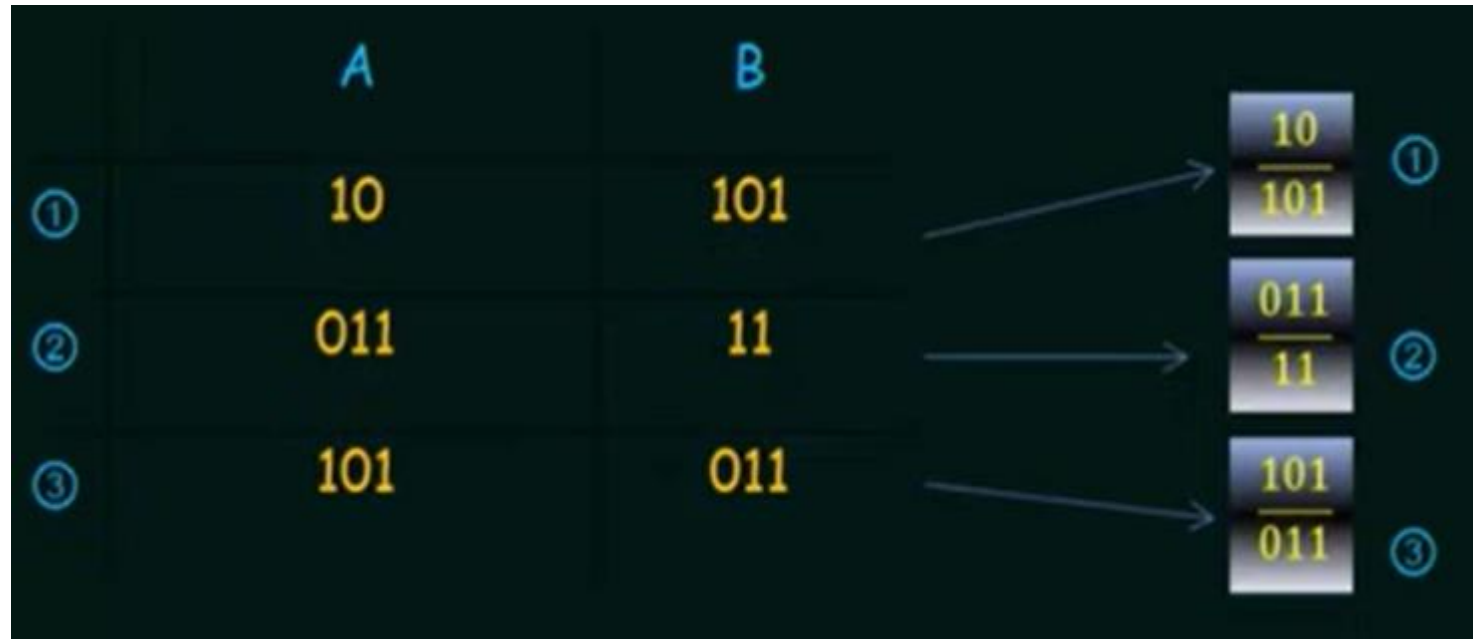


The diagram shows the final sequence A and B after the stack operations. Sequence A is 101111110 and sequence B is 10111110. The elements are labeled with circled numbers ②, ①, ①, ③ above them.



# 3- Problème de Correspondance de Post:

- Exemple 4:



# 3- Problème de Correspondance de Post:

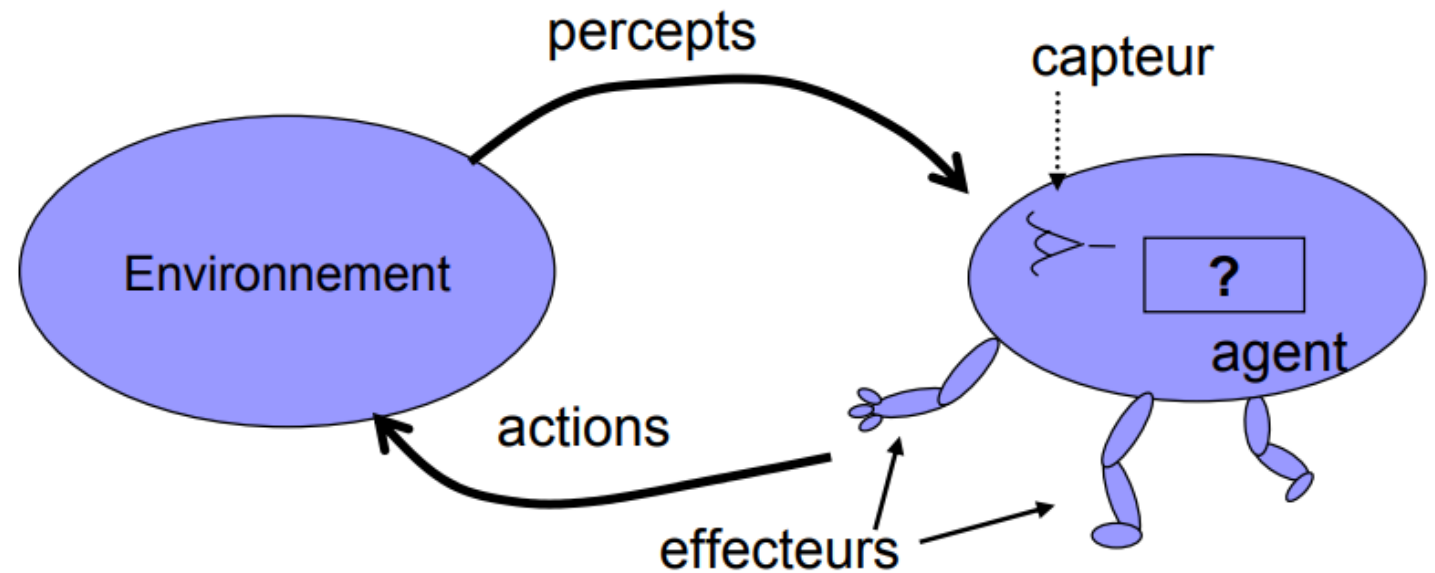
- ∴ Le problème de correspondance de Post (PCP) est un problème **indécidable**.

Il est impossible d'avoir un algorithme général dans lequel, si vous soumettez un problème de correspondance de Post, il vous dira si le problème peut être résolu ou non, car il peut parfois entrer dans des boucles infinies comme celle-ci.

# III- Agent et environnement

# 1- Agent intelligent

Tout ce qui **perçoit** son **environnement** à l'aide de ses **capteurs** (sensors) et qui agit sur son **environnement** à l'aide de ses **effecteurs** ou **actionneur** (Actuators).



# 1- Agent intelligent

- **Fonction de l'agent:** associe à chaque séquence de perception l'action adéquate (abstraction math)
- **Programme d'agent:** associe à la perception actuelle l'action adéquate (implémentation concrète)



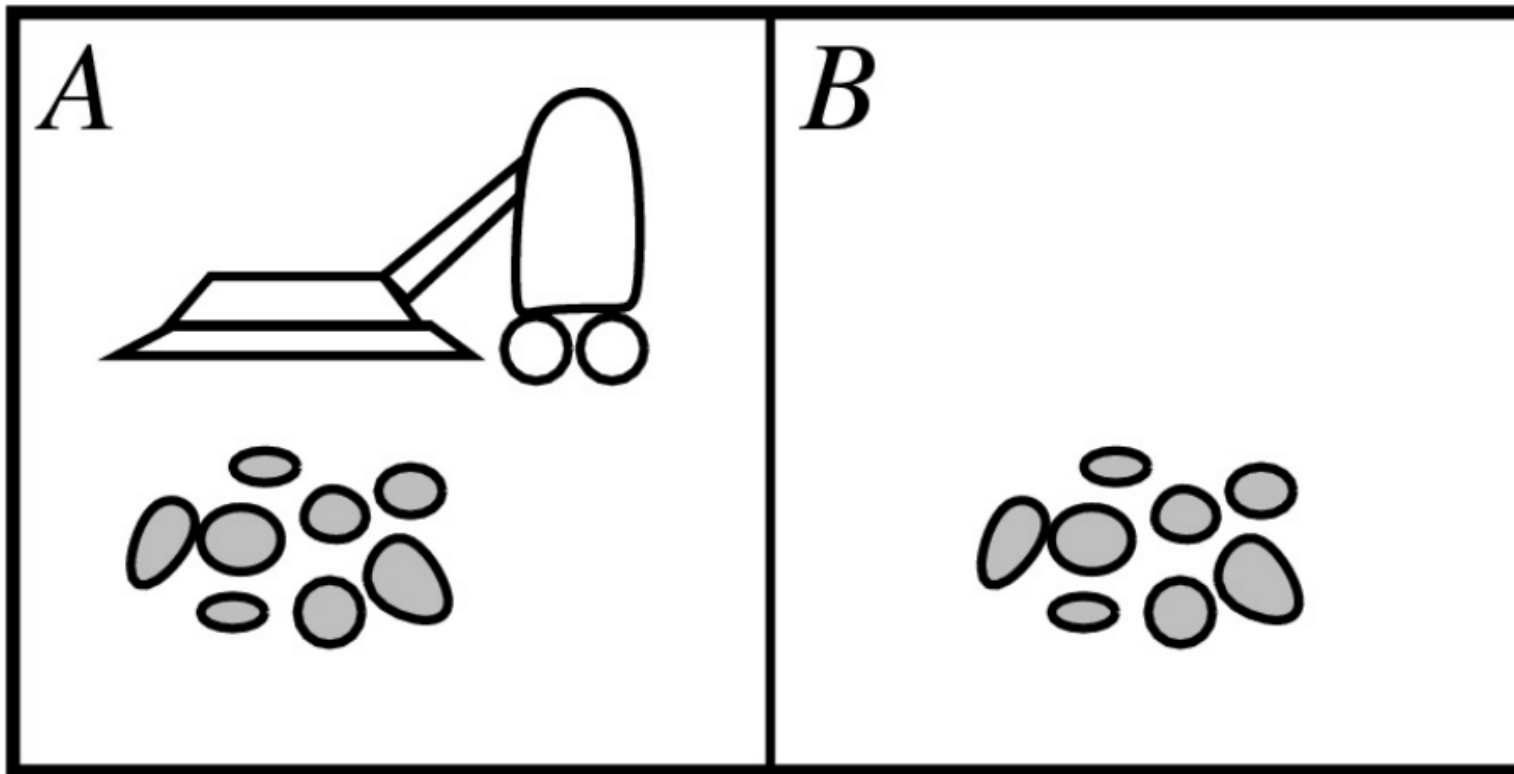
# 1- Agent intelligent

- Exemple 1: Agent aspirateur



# 1- Agent intelligent

- Exemple: Agent aspirateur



# 1- Agent intelligent

Séquence de perception	Action
[A, Propre]	Droite
[A, Sale]	Aspire
[B, Propre]	Gauche
[B, Sale]	Aspire
[A, Propre] , [A, Propre] , [A, Sale]	Aspire

## 2- Agent rationnel

- **Agent rationnel:**

un type spécifique d'agent intelligent, qui doit exécuter l'action maximisant sa mesure de performance en fonction de sa perception du monde et de ses connaissances.

- **Mesure de performance:**

- ✓ Externe
- ✓ Fixée par le concepteur
- ✓ Propre à la tâche
- ✓ Critère de succès du comportement de l'agent

## 2- Agent rationnel

- **Exemple:** Conducteur de taxi automatique

**Mesure de performance:** sécurité, vitesse, légalité, confort, profits, etc.

**Environnement:** routes, autres autos, piétons, clients, etc.

**Effecteurs:** volant, accélérateur, frein, clignotant, klaxon, etc.

**Capteurs:** caméras, sonar, odomètre, indicateur de vitesse, capteurs du moteur, etc.

# 3- Types d'environnements

1. Complètement observable vs partiellement observable
2. Déterministe vs stochastique
3. Concurrentiel vs Collaboratif
4. Épisodique vs séquentielle
5. Statique vs dynamique
6. Discret vs continu
7. Un agent vs plusieurs agents



# 3- Types d'environnements

## 1. Complètement observable vs partiellement

Le capteur d'agent est capable de détecter ou d'accéder à l'état complet de l'environnement à chaque instant, on parle d'un environnement entièrement observable; sinon, il est considéré comme partiellement observable.

### Exemples :

➤ Échecs : l'échiquier est entièrement observable, tout comme les mouvements de l'adversaire.



➤ Voitures autonomes: l'environnement est partiellement observable, car ce qui se trouve au-delà du virage n'est pas connu.



# 3- Types d'environnements

## 2. Déterministe vs stochastique

Lorsque l'état actuel de l'agent détermine de manière unique l'état suivant, on dit que l'environnement est déterministe. Sinon, il est stochastique.

### Exemples :

- Échecs – Il n'y a que quelques mouvements possibles pour une pièce à l'état actuel, et ces mouvements peuvent être déterminés.
- Voitures autonomes – Les actions d'une voiture autonome ne sont pas uniques; elles varient dans le temps.

# 3- Types d'environnements

## 3. Concurrentiel vs Collaboratif

On dit qu'un agent se trouve dans un environnement compétitif lorsqu'il est en **concurrence avec un autre agent** pour optimiser le résultat. On dit qu'un agent est dans un environnement collaboratif lorsque plusieurs agents coopèrent pour produire le résultat souhaité.

### Exemples :

➤ Échecs : C'est un environnement compétitif, car les joueurs (agents) sont en concurrence les uns avec les autres pour gagner la partie.

➤ Voitures autonomes : Elles sont dans un environnement collaboratif, car elles coopèrent entre elles pour éviter les collisions et atteindre leurs destinations, qui sont les résultats souhaités.

# 3- Types d'environnements

## 4. Épisodique vs séquentielle

Dans un environnement de tâche épisodique, il n'y a pas de dépendance entre les actions actuelles et précédentes.

Dans un environnement séquentiel, les décisions précédentes peuvent affecter toutes les décisions futures.

### Exemple :

➤ Diagnostic Médical : Un système d'IA qui diagnostique des patients individuels en fonction de leurs symptômes traite chaque diagnostic comme un épisode isolé.

➤ Le jeu de dames est séquentiel.

# 3- Types d'environnements

## 5. Statique vs dynamique

Un environnement dont l'état **peut changer** pendant que l'agent prend une décision est dit dynamique.

### Exemples:

- Dans un scénario de voiture autonome, l'environnement change constamment.
- Dans les échecs, l'environnement est statique car il ne change pas pendant qu'un agent (le joueur ou l'IA) décide d'un coup.

# 3- Types d'environnements

## 6. Discret vs continu

Si un environnement comprend un nombre fini d'actions qui peuvent être délibérées dans l'environnement pour obtenir le résultat, on dit qu'il s'agit d'un environnement discret.

### Exemples :

- Le jeu d'échecs est discret car il n'a qu'un nombre fini de coups possibles.
- Les voitures autonomes sont un exemple d'environnements continus car leurs actions sont la conduite, le stationnement, etc., qui ne peuvent pas être numérotées.

# 3- Types d'environnements

## 7. Un agent vs plusieurs agents

Un environnement qui ne comprend qu'un seul agent est appelé **environnement mono-agent**. À l'inverse, un environnement qui implique plus d'un agent est connu comme un environnement **multi-agents**.

### Exemples :

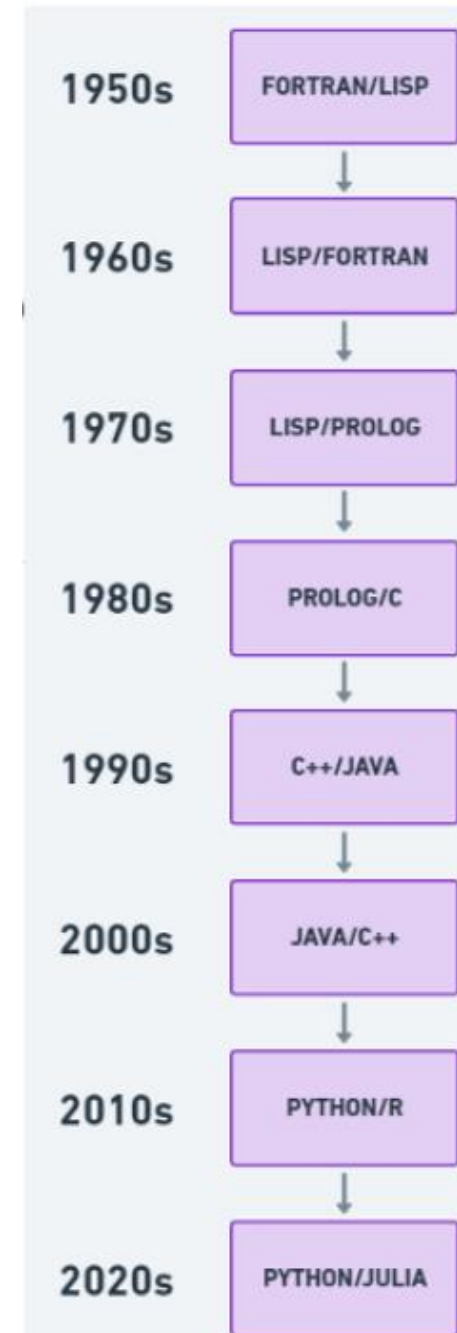
- Une personne laissée seule dans un labyrinthe représente un système mono-agent.
- Le jeu de football est un système multi-agents, car il implique 11 joueurs dans chaque équipe.





# IV- One last thing

# Les langages de programmation les plus utilisés en IA



# AI in the future

- **Prédictions à court terme (2025-2030)**
  - utilisation plus répandue de l'IA dans les voitures autonomes
  - avancées dans le diagnostic médical
  - éducation personnalisée
  - service client amélioré
- **Prédictions à long terme (2030-2050)**
  - Intelligence artificielle générale (IAG)
  - Exploration spatiale alimentée par l'IA
  - Solutions au changement climatique alimentées par l'IA

# Références

- Russell, S. J. (2010). *Artificial intelligence a modern approach*. Pearson Education, Inc.
- Shortliffe, E. H. (1974). *MYCIN: A rule-based computer program for advising physicians regarding antimicrobial therapy selection* (Doctoral dissertation, Stanford University).
- Ehrenfeucht, A., Karhumäki, J., & Rozenberg, G. (1982). The (generalized) Post correspondence problem with lists consisting of two words is decidable. *Theoretical Computer Science*, 21(2), 119-144.
- Souissi E, (2023) Intelligence Artificielle