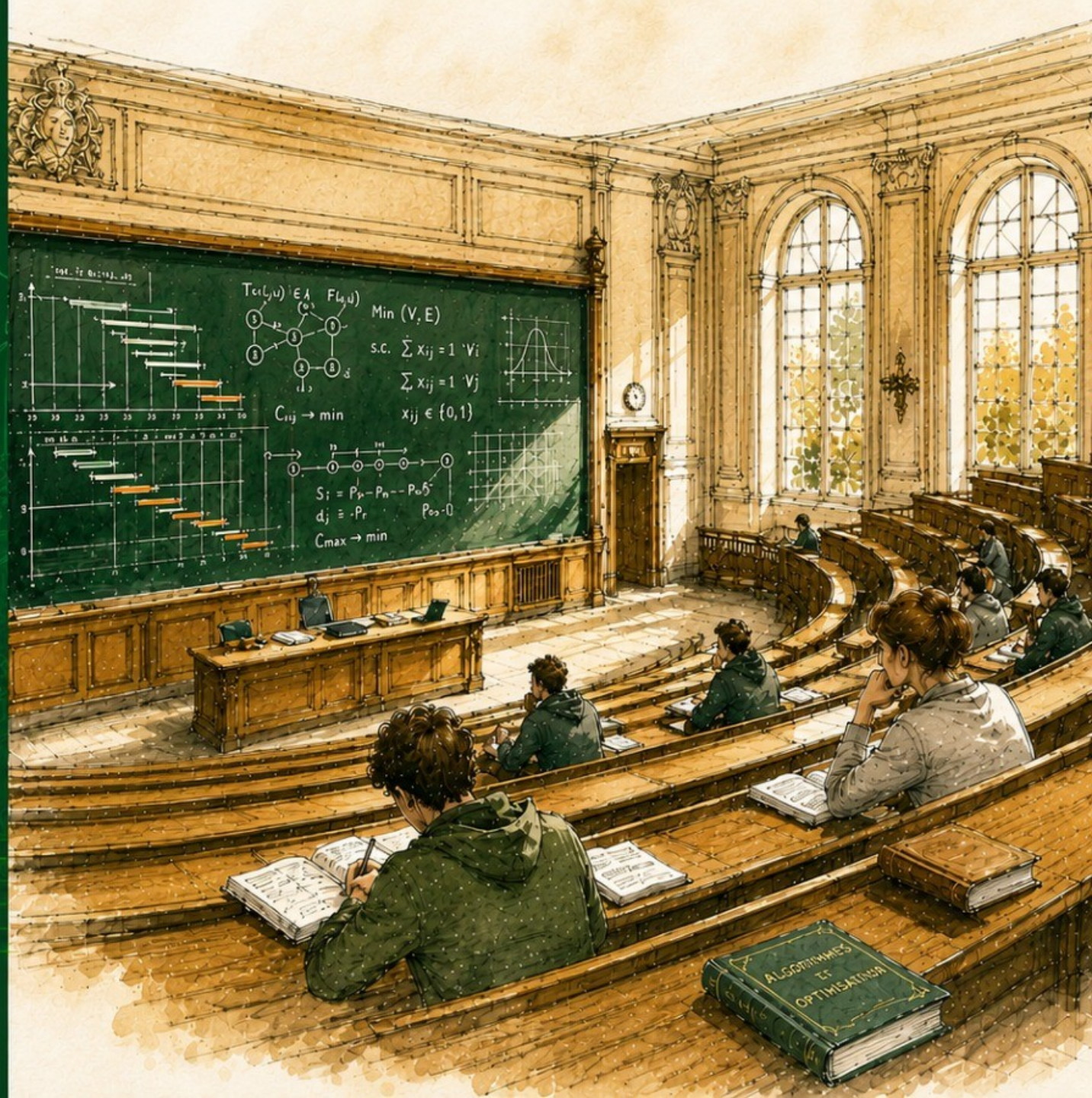
Intervention suivante

Planification automatique

Humbert Fiorino — Univ. Grenoble

SMAP

setec eocen



Planification Automatique et Techniques d'IA

Séminaire ESCOPLAN SMaP – 29/06/26

Humbert FIORINO, Université Grenoble Alpes (UGA), Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG)

C1 - select
internal

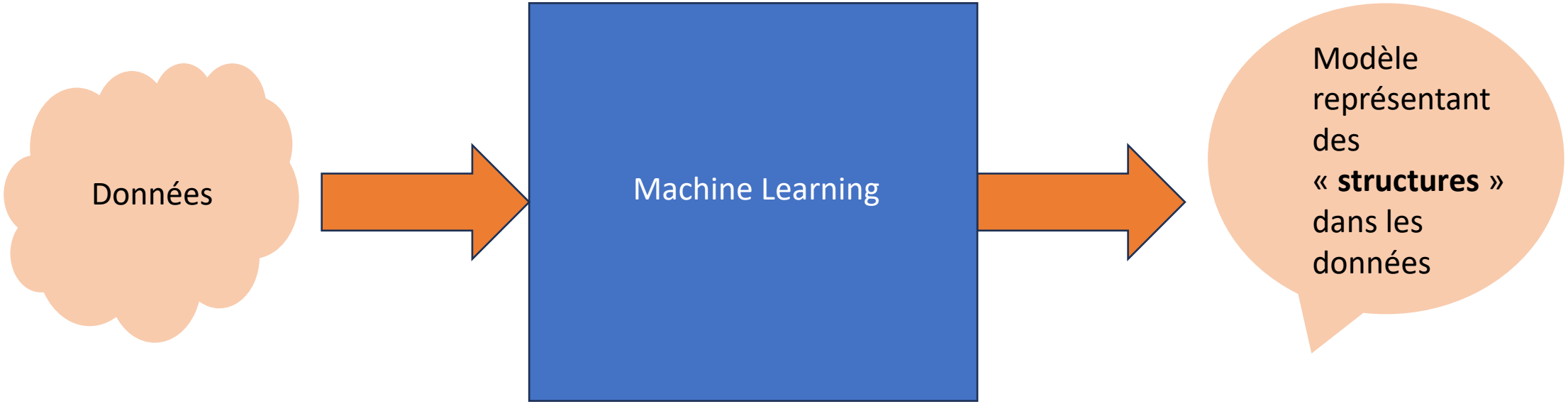
- Maitre de conférences en informatique,
- Doctorat de SUPAERO (ISAE), thèse à l'ONERA (Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales) Toulouse, post-doc au LAAS-CNRS,
- Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG), équipe Marvin dirigée par Damien Pellier :
  - 450 chercheurs couvrant tous les domaines de l'informatique,
  - 22 équipes de recherche,
  - Unité mixte UGA – CNRS – INRIA – Grenoble INP

C1 - setec
interna

Non, tout n’est pas IA !

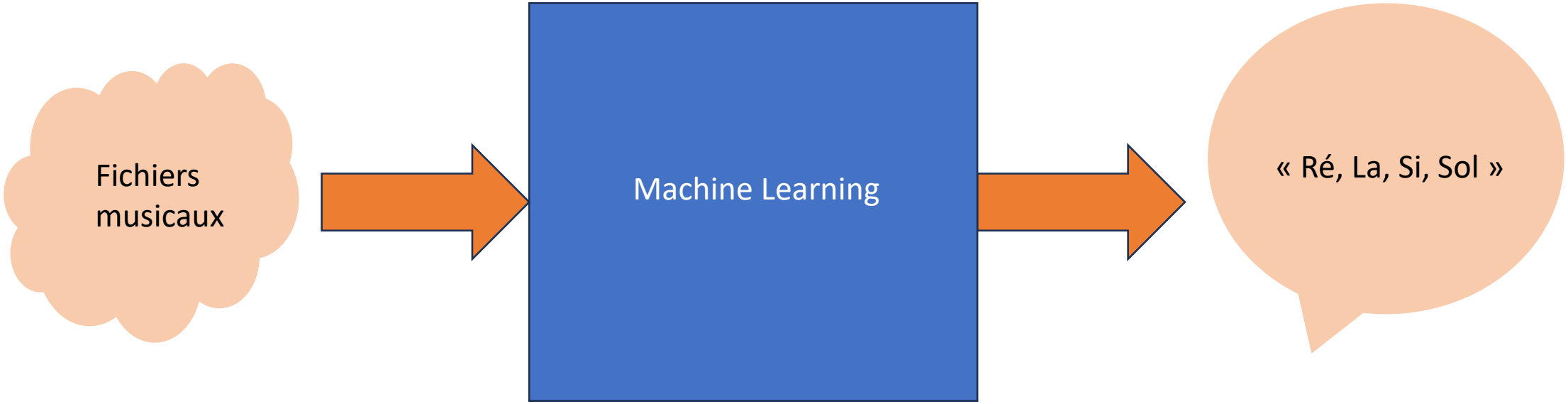
- L’IA c’est :
  - Résoudre des problèmes « computationnellement difficiles », par exemple la **planification automatique**,
  - Emuler des capacités cognitives humaines, par exemple, apprentissage automatique, agents conversationnels etc.
- Se décline dans :
  - Les algorithmes + les données (« sans algorithmes, les données sont muettes. Sans données, les algorithmes sont aveugles »),
  - Les interactions humains – machines.

Apprentissage de modèles à partir de données



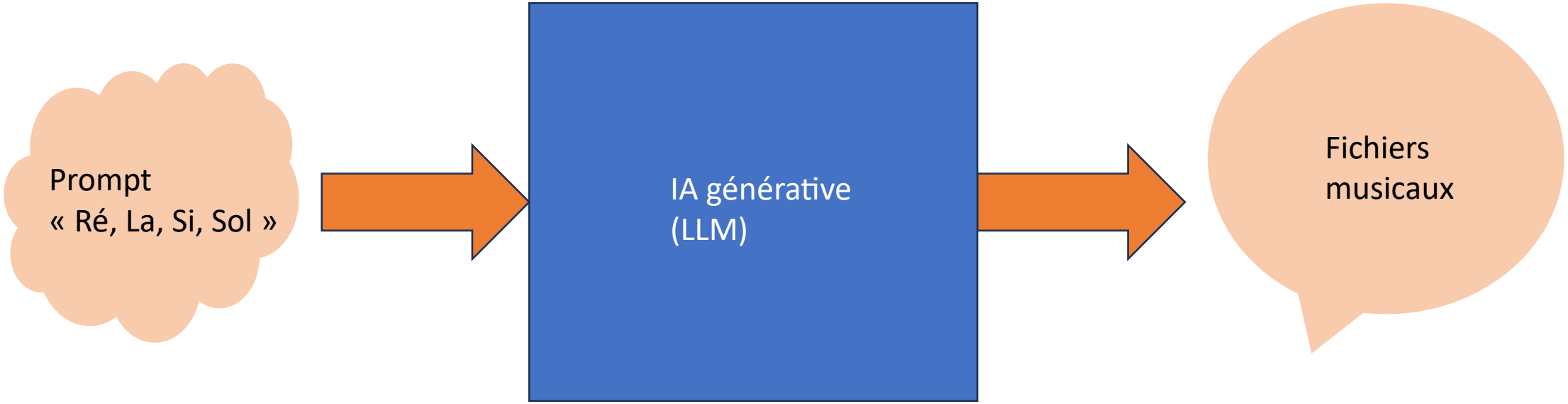
« Structures » ?

Alex Jaffray, TEDxClermont, Clermont-Ferrand, France, 20/10/2018.



C1 - setec
internal

IA générative



Planification automatique ?

- AI planning, automated planning
- Accent mis sur la résolution « algorithmique » de problèmes **pour la prise de décisions à partir d'un modèle d'actions**, la « programmation d'IA » (càd de « systèmes autonomes », « agents ») agissant sur un environnement,
- Les problèmes de prise de décision sont fortement combinatoires. Les solutions sont des graphes acycliques de décisions/actions (càd un « plan »).

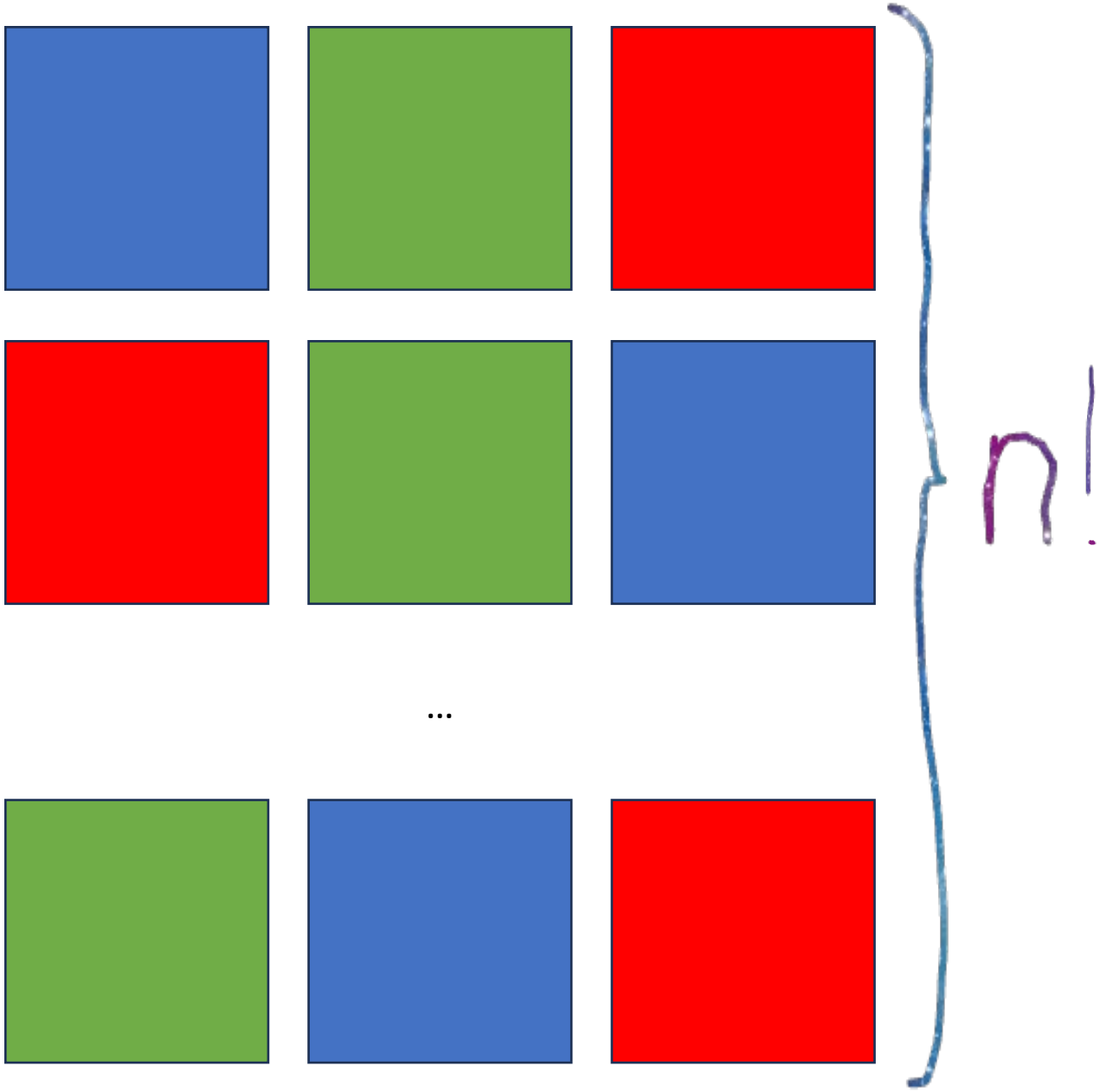
Des problèmes de décision : Rubik’s cube

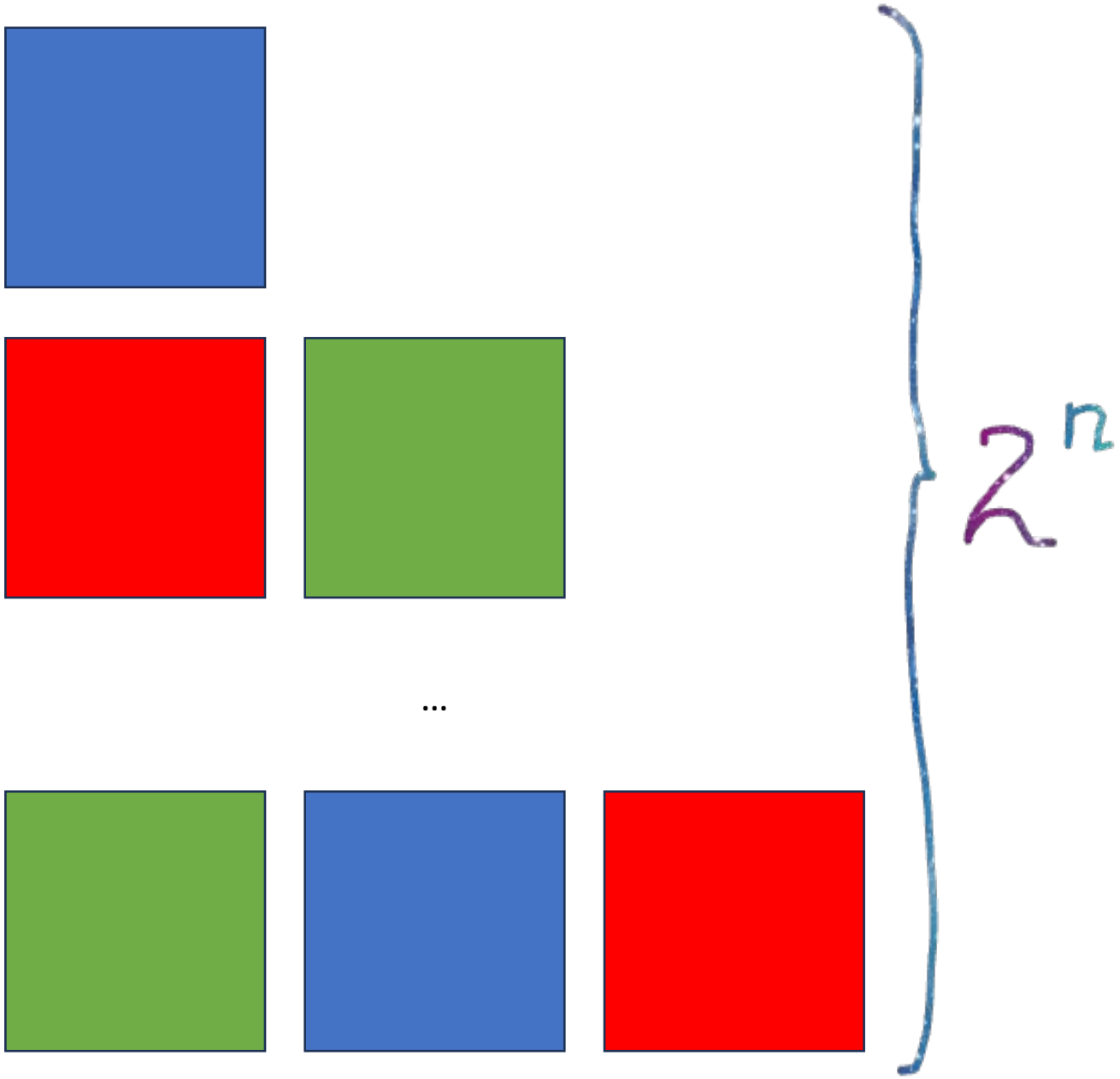
Prendre C

Prendre D

Poser D

C1 - setec
internal


...
n!


...
2^n

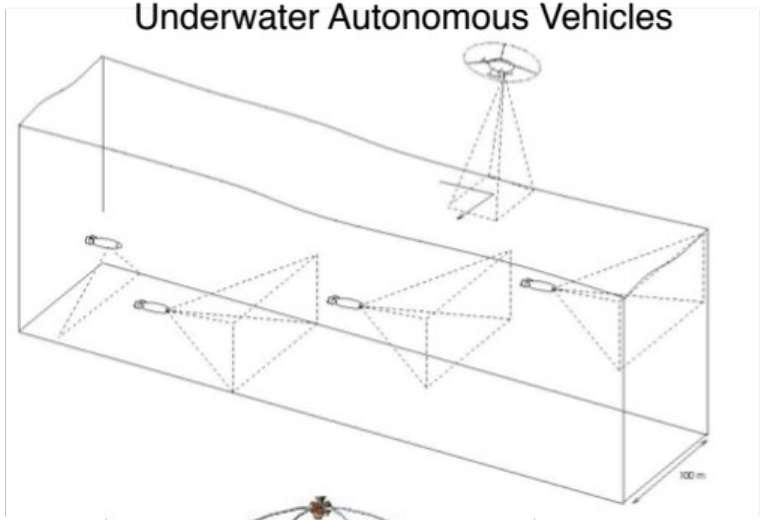
Conséquences théoriques :

- La recherche exhaustive de solutions est impossible,
- Il faut faire une exploration « intelligente » de l’espace des solutions

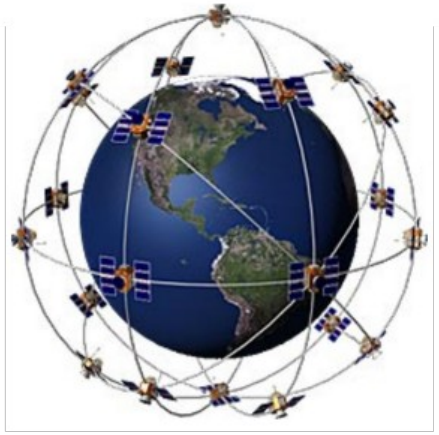
Applications réelles de planification automatique

Drones

Underwater Autonomous Vehicles



Robotique spatiale



Satellite constellation

Concrètement, dans notre équipe…

- **Thèse CIFRE Exail Technologies (2020 – 2023) :**
  - Planification de missions de drones sous-marins
- **Thèse CIFRE Bassetti (2021 – 2024) :**
  - Planification dans l'outil TEEXMA (digitalisation de connaissances techniques)
- **Projet ANR NAIAD (2022 – 2026)** :
  - Planification de missions de drones sous-marins
  - Partenaires : Naval Group + ONERA
- **Thèse CIFRE CICAD (2026 – 2029) :**
  - Planification de chantiers de construction
- **Expertise en** :
  - Ergonomie
  - Recherche Opérationnelle

C1 - setec
internal

Planning Description Language (PDDL)

C1 - setec
internal

Planification et LLM ?

- Aujourd’hui, les LLM ne savent pas planifier (expérimentations et publications scientifiques)

Etant donné de domaine PDDL suivant : '(define (domain Rover)
(:requirements :typing)
(:types rover waypoint store camera mode lander objective)

(:predicates (at ?x - rover ?y - waypoint)
(at_lander ?x - lander ?y - waypoint)
(can_traverse ?r - rover ?x - waypoint ?y - waypoint)
(equipped_for_soil_analysis ?r - rover)
(equipped_for_rock_analysis ?r - rover)
(equipped_for_imaging ?r - rover)
(empty ?s - store)

Afficher plus

Bien sûr ! Tu peux me poser toutes les questions que tu veux sur ce domaine PDDL.

Je peux t'aider à :

- comprendre la structure du domaine,
- identifier d'éventuelles erreurs ou incohérences,
- concevoir un problème PDDL basé sur ce domaine,
- ajouter/modifier des actions, types ou prédicats,
- raisonner sur les effets ou conditions des actions,
- ou encore t'expliquer comment un plan serait généré.

Vas-y, je t'écoute !

Peux-tu me dire en langage naturel quelles sont les actions possibles du domaine ?

Oui, voici une description en **langage naturel** de toutes les actions définies dans ton domaine PDDL **Rover**. Chaque action est traduite en termes simples, avec une explication des conditions nécessaires (préconditions) et de ce qu'elle produit (effets).

---

1. navigate

> **Déplacer un rover d'un point à un autre.**

- **Conditions** :
  - Le rover doit être **disponible**.
  - Il doit être **actuellement à un waypoint de départ**.
  - Le rover doit pouvoir **traverser entre les deux waypoints**.
  - Les deux waypoints doivent être **visibles entre eux**.
- **Effets** :
  - Le rover n'est plus à l'ancien waypoint.
  - Il se trouve maintenant au nouveau waypoint.

Qu'est-ce qu'un 'waypoint' dans ce domaine ?

Dans ce domaine **Rover**, un `waypoint` représente un **point de passage ou une position géographique sur la surface de la planète** que le rover peut atteindre, explorer, ou utiliser pour observer des objectifs.

Plus concrètement, un `waypoint` peut être :

- Un **lieu où le rover peut se déplacer** (avec l'action `navigate`).
- Un **site de prélèvement** de sol ou de roche (via les prédicats `at_soil_sample` ou `at_rock_sample`).
- Un **emplacement depuis lequel un objectif est visible** (via `visible_from`).
- Un **point d'observation** ou un **point de communication** (par exemple, s'il est visible depuis un atterrisseur).

Utilisations des `waypoint` dans le domaine :

1. **Position du rover** : `(at ?x - rover ?y - waypoint)`
2. **Position d'un lander** : `(at_lander ?x - lander ?y - waypoint)`
3. **Déplacement entre waypoints** : `(can_traverse ?r ?x ?y)`
4. **Visibilité entre waypoints** : `(visible ?w1 ?w2)`
5. **Présence d'échantillons** : `(at_soil_sample ?w)` ou `(at_rock_sample ?w)`
6. **Lieu de communication** : les actions de communication nécessitent que le rover et le lander soient à des waypoints **visibles entre eux**.

Je ne comprends pas le langage PDDL. Peux-tu me répondre sans utiliser la syntaxe PDDL ?

Absolument ! Voici une explication **entièrement en langage naturel**, sans syntaxe technique :

❓ Ta question :

> Est-ce qu'il y a une limite au nombre d'échantillons qu'un rover peut collecter ?

✅ Réponse simple :

Oui. Un rover ne peut transporter qu'un seul échantillon à la fois.

🔍 Pourquoi c'est limité ?

Dans ce domaine :

- Chaque rover a un **compartiment de stockage** (comme une boîte dans laquelle il peut mettre un échantillon).
- Cette boîte peut être soit **vide**, soit **pleine**, jamais les deux à la fois.
- Tant qu'elle est pleine, le rover **ne peut pas ramasser d'autres échantillons**.

Donc :

- Si le rover a déjà collecté un échantillon de **sol** ou de **roche**, il doit **d'abord se débarrasser** de celui-ci avant d'en collecter un autre.
- Cela se fait via une action de **"vidage"** du compartiment.

Est-il possible dans le modèle PDDL de doubler la capacité de stockage d'échantillons ?

Oui, **il est tout à fait possible de doubler (ou augmenter) la capacité de stockage** dans un modèle PDDL — mais cela **nécessite de modifier la façon dont le stockage est modélisé** dans ton domaine.

🔎 Actuellement, comment le stockage fonctionne ?

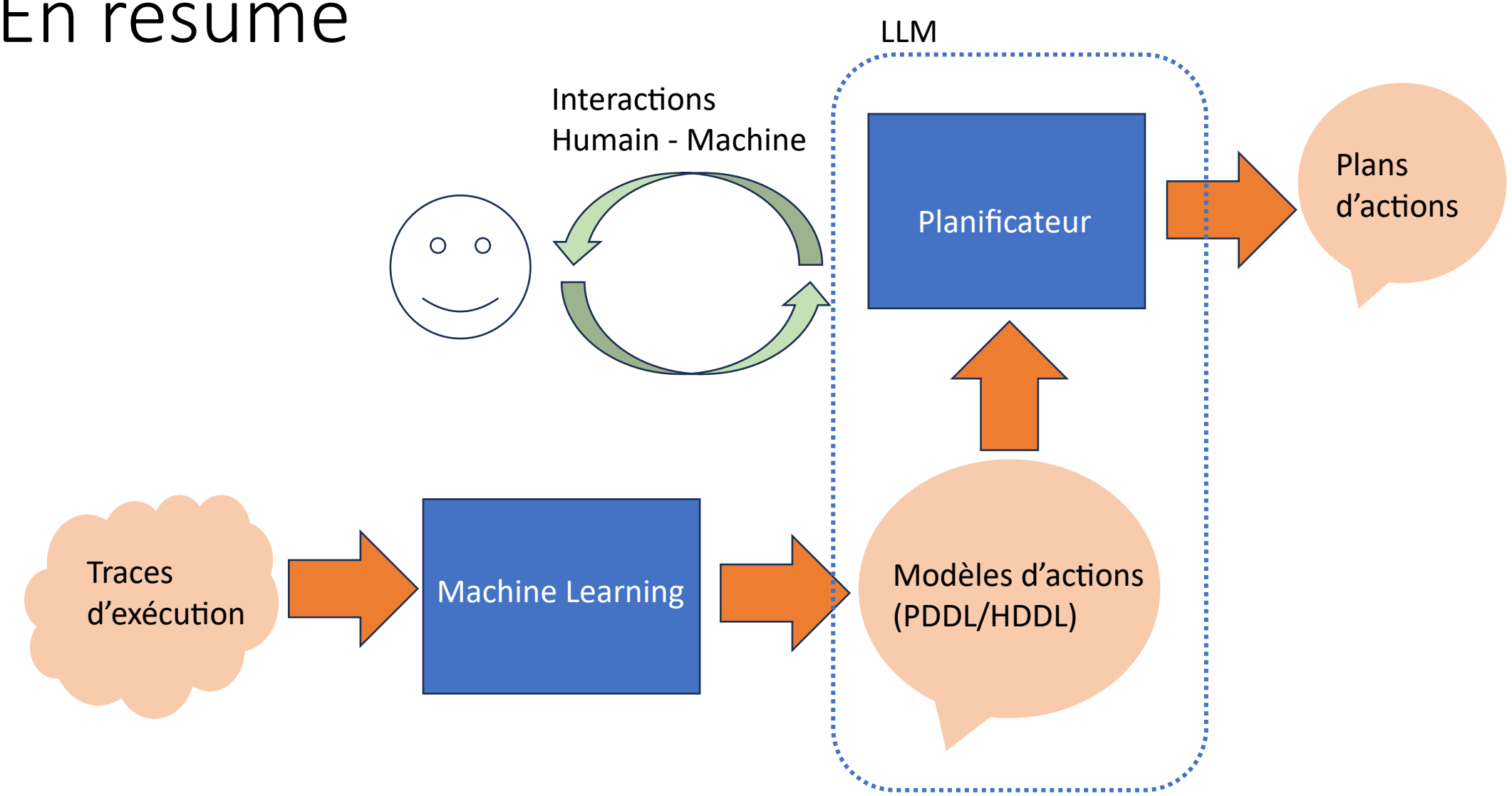
Dans ton domaine actuel :

- Le **stockage est binaire** : chaque compartiment (`store`) peut être **soit vide, soit plein**.
- Chaque rover a **un seul store**, donc **il ne peut transporter qu'un seul échantillon à la fois**.

✅ Comment doubler la capacité de stockage ?

Voici **3 approches possibles**, sans entrer dans la syntaxe PDDL :

En résumé


LLM
Interactions
Humain - Machine
Planificateur
Plans
d'actions
Traces
d'exécution
Machine Learning
Modèles d'actions
(PDDL/HDDL)

Nos centres d’intérêt actuels

- Planification hiérarchique
- Planification temporelle
- Planification avec contraintes numériques (ressources)
- Apprentissage de modèles de planification à partir de traces
- Human-aware planning :
  - Interaction Humain-Robot/Machine,
  - Planification en initiative mixte,
  - Explicabilité des décisions, acceptabilité des technologies de prise de décisions

Venez nous rendre visite au LIG !

- humbert.fiorino@univ-grenoble-alpes.fr
- damien.pellier@univ-grenoble-alpes.fr
- pddl4j.imag.fr

C1 - setec
internal

Table ronde — IA et Planification

Marie-Claire Feyel — Renault
Laurent Triouleyre — Planisware
Antoine Chaudagne — setec eocen
Humbert Fiorino — Univ. Grenoble

Animée par : Dr. Rémy Conche & Cheikh Camara

SMaP

setec eocen