

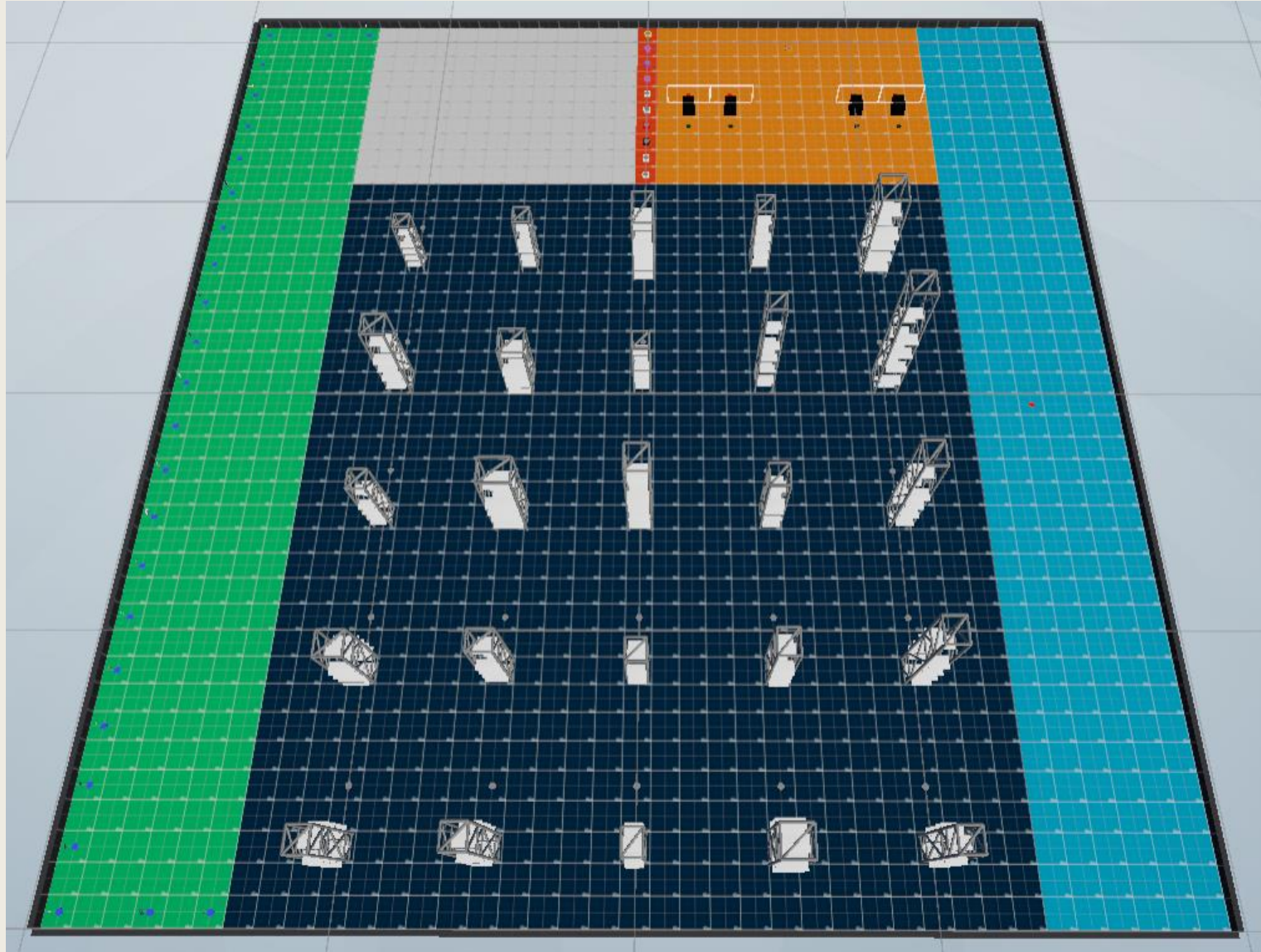


Programmation par contrainte

Planification de tâches multi-robots dans un entrepôt

Groupe 23 – Lois Breant, Andy Shan, Julien Zebic, Thomas Leguere

Mise en situation (Démo)



Contexte et enjeux

Objectifs:

- *Optimisation de la répartition des tâches pour les robots afin de minimiser le temps*
- *Optimisation des chemins pour plusieurs robots sans collision*

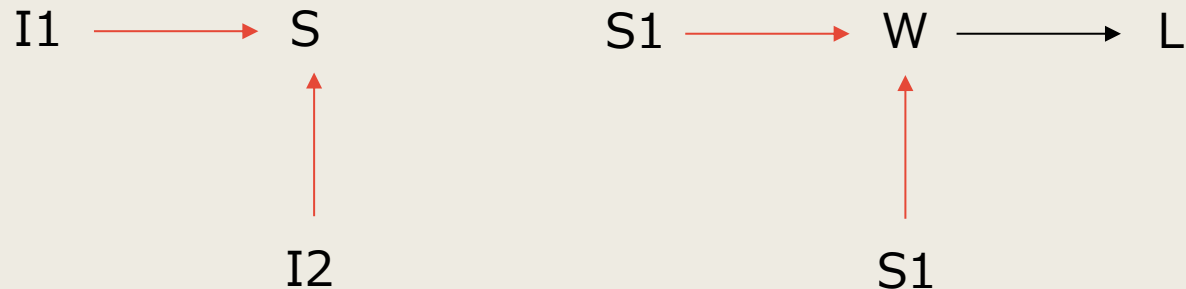
Contraintes

- *Dates de début, durée et date de fin de chacune des tâches*
 - *Temps de trajet*
 - *Temps de traitement de la tâche*
- *Gestion des dépendances inter-tâches et séquençage des tâches*
- *Unicité de l'utilisation de chacun des robots à un temps donné*
- *Une seule tâche par robot à un temps donné*
- *Chaque tâche n'est assignée qu'une seule fois*

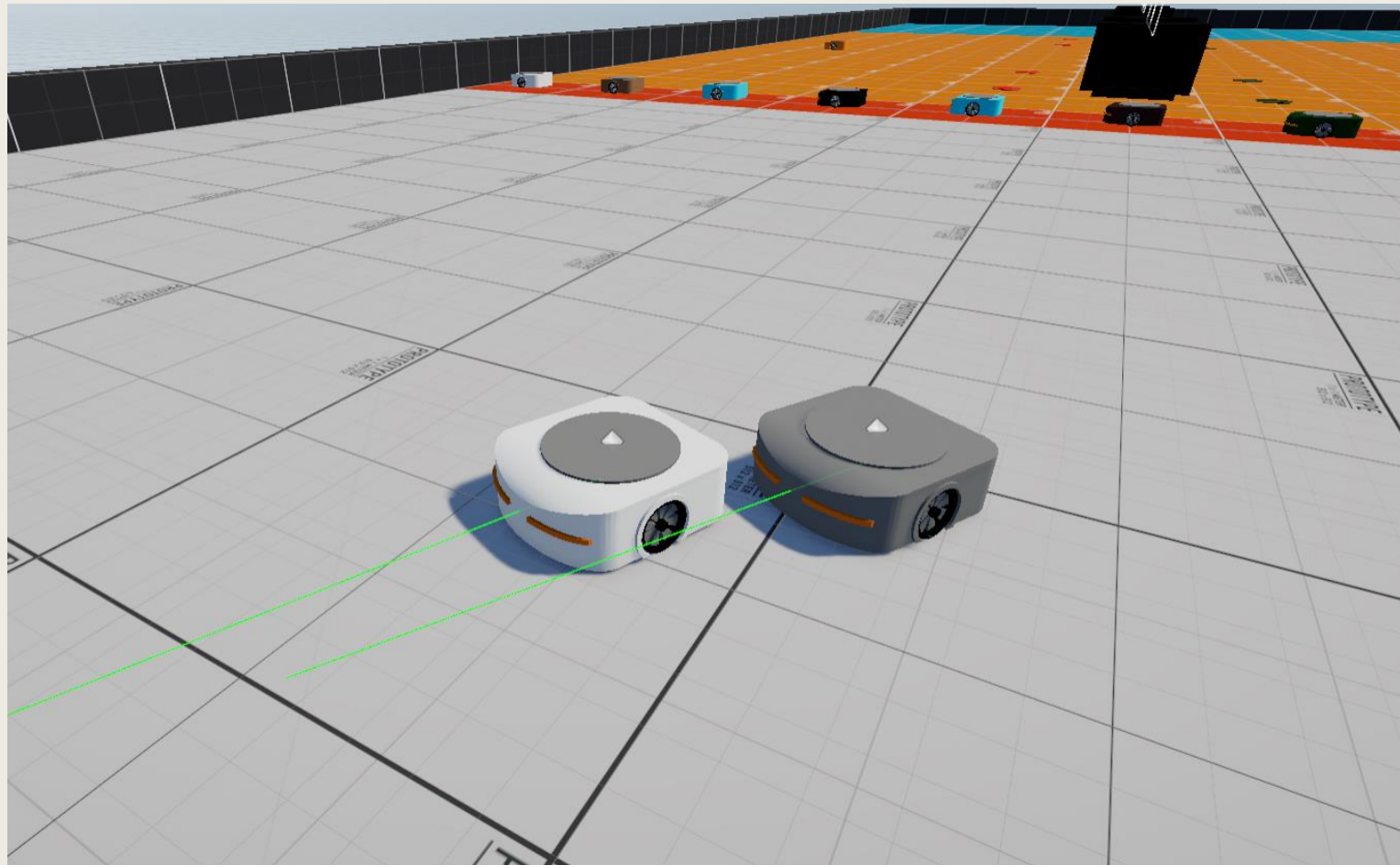
Algorithme de planification de tâche avec ORTools

- Les livraisons sont transformées en liste de tâche
 - > Plusieurs tâches de livraison d'objets
- Notre modèle ORTools s'attache à répartir ces tâches sur les robots
- Planification des trajets et choix du robot en fonction des distances

Deux équipes de robots :



Architecture utilisant uniquement le solver



Algorithme de recherche de chemin multi-agents (MAPF)

- **CBS (Conflict-Based Search) :**

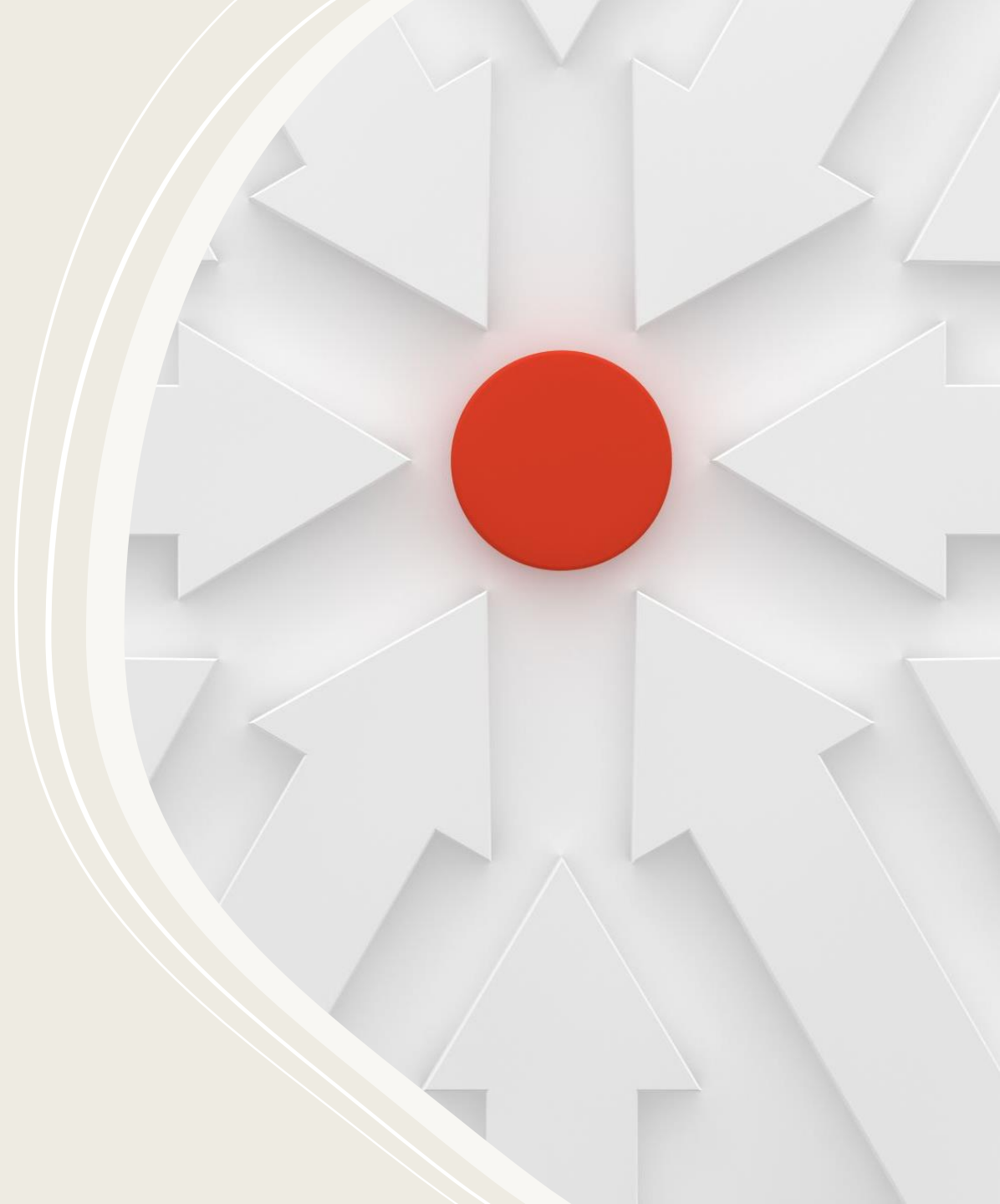
- **Principe** : Planification individuelle des chemins avec résolution hiérarchisée des conflits par ajout de contraintes.

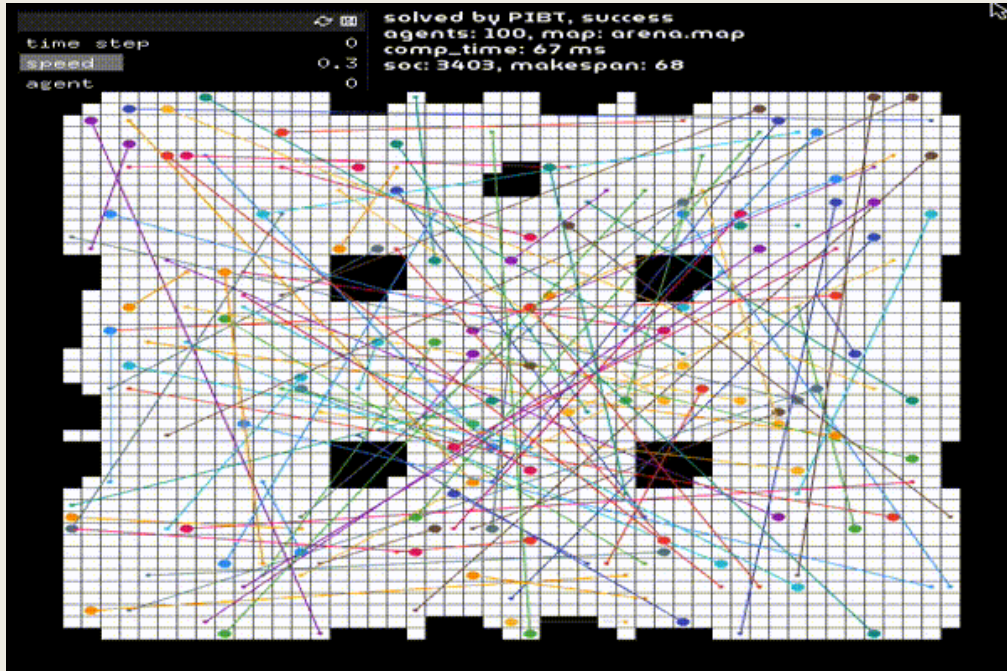
- **Atouts** : Optimalité dans certains cas, clarté de la résolution des conflits.

- **PIBT (Priority Inheritance with Backtracking) :**

- **Principe** : Gestion dynamique des conflits par héritage de priorités et mécanisme de retour en arrière (backtracking).

- **Atouts** : Réactivité et adaptation en temps réel pour des environnements distribués.

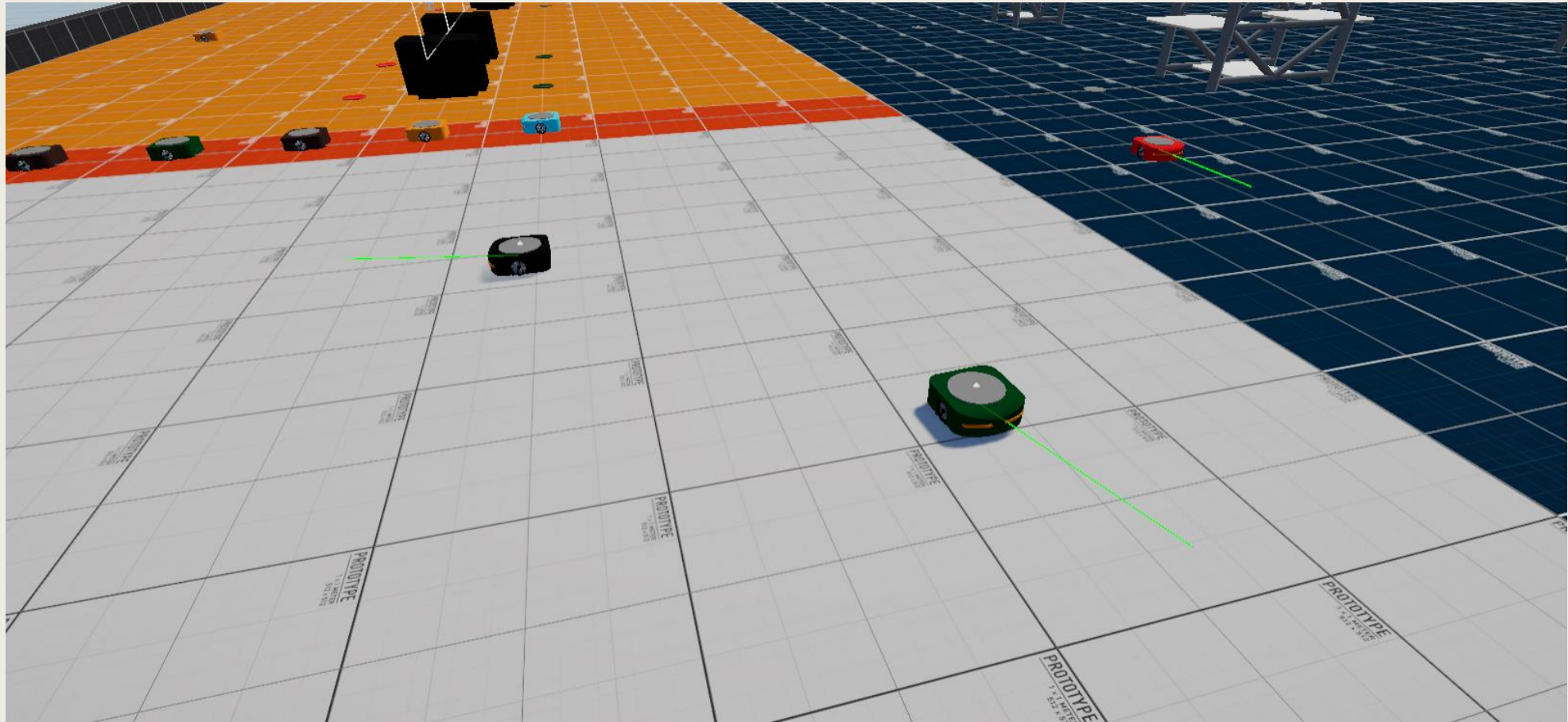




Algorithme de recherche de chemin multi-agents (MAPF)

- Algorithme PIBT:
- Priority Inheritance
- BackTracking

Architecture complète



Utilisation des LLMs

- Appel à gpt-4o-mini
- Utilisation de LLM pour transformer la requête client en un format de commande bien défini
- Function calling pour réaliser des reports sur l'état de l'entrepôt (manque de temps pour implémenter les fonctions)

Extrait du prompt de la requête client

You are a furniture warehouse assistant who takes orders and confirms them with customers. Only items from the furniture list below may be accepted.

When a client places an order, output exactly two messages:

JSON Order:

A JSON array of strings containing only the items from the order that exist in the furniture list.

Acknowledgement Message:

A plain text message that confirms the items being produced (those in the furniture list) and mentions any requested items that are not available.

Example:

If the client says: "I would like to order 2 Bed, a Sofa, and Computer."

Your output should be formatted as follows:

```
{ "order": ["Bed", "Bed", "Sofa"], "message": "Order received for: Bed, Sofa. Note: 'Computer' is not available." }
```

Extrait du prompt de la requête du report

You are a helpful assistant. We provide you the list of functions that you can call.

You can call them by using the function name and providing the required arguments in JSON format.

Your goal is to help the user by calling the functions and providing the results.

You need to evaluate the user input and decide whether to call a function or not and which one to call.

You can call the functions by using the function name and providing the required arguments.

It is your job to decide the parameters to pass to the function.

If you don't want to call any function, just respond with "END".

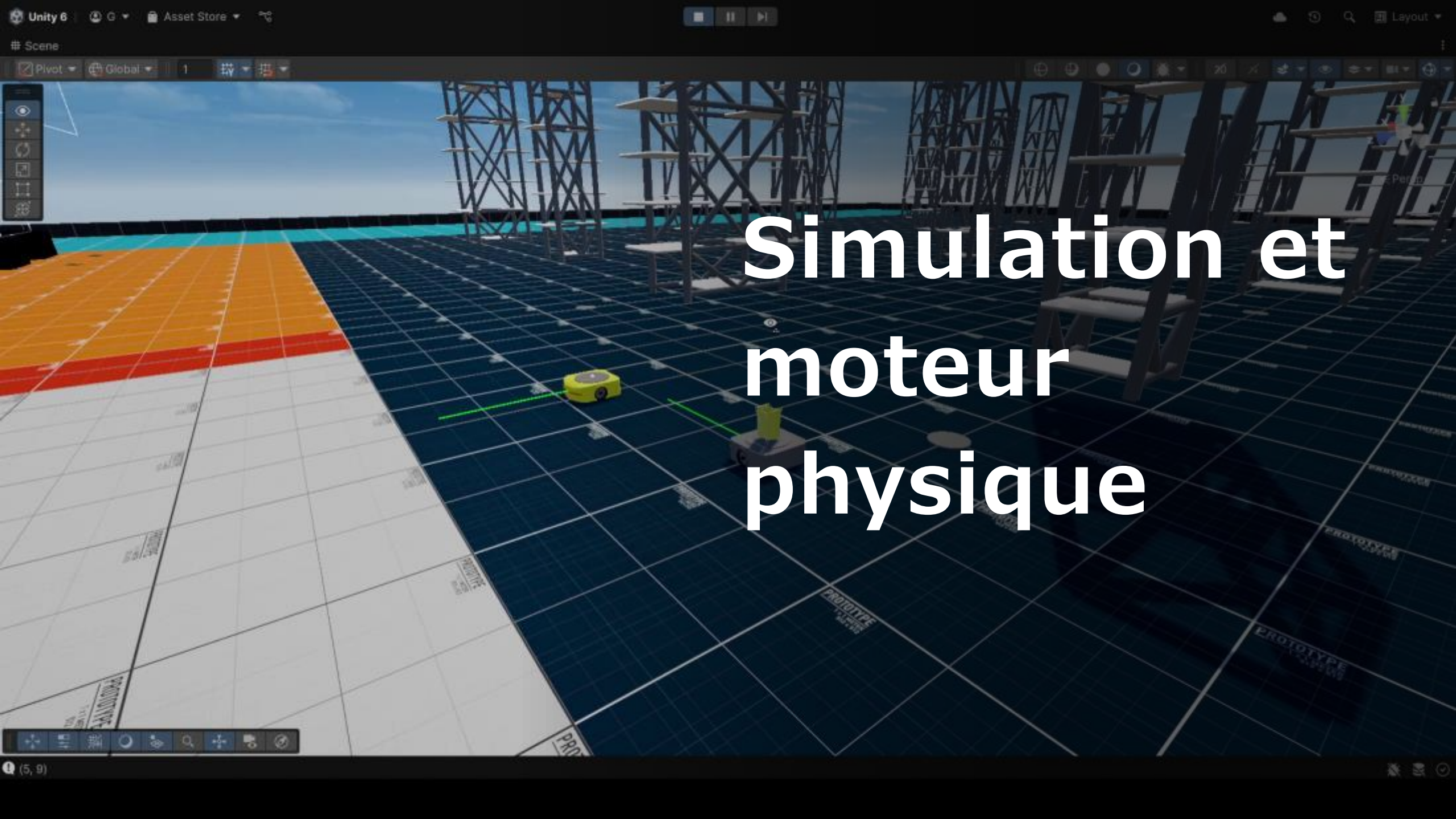
I want you to output the function call in JSON format.

The function call should be in the following format:

```
{ "name": "function_name", "arguments": { "arg1": "value1", "arg2": "value2" } }
```

Utilisation des LLMs

```
Clear Collapse Error Pause Editor
[11:33:51] Sending request: {"model": "gpt-4o-mini-2024-07-18", "messages": [{"role": "system", "content": "You are a furniture warehouse assistant who takes orders and confirms them with customers. Only items from the furniture list below may be accepted.\nWhen a"}
UnityEngine.Debug.Log (object)
[11:33:52] Received response: {
  "id": "chatcmpl-BL53huCXIFVFXCJDLhJnnvHcozUY9",
  "object": "chat.completion",
  "created": 1744364033,
  "model": "gpt-4o-mini-2024-07-18",
  "choices": [
    {
      "index": 0,
      "message": {
        "role": "assistant",
        "content": "{ \"order\": [\"Bed\", \"Kitchen Chair\"], \"message\": \"Order received for: Bed, Kitchen Chair.\" }",
        "refusal": null,
        "annotations": []
      },
      "logprobs": null,
      "finish_reason": "stop"
    }
  ],
  "usage": {
    "prompt_tokens": 534,
    "completion_tokens": 26,
    "total_tokens": 560,
    "prompt_tokens_details": {
      "cached_tokens": 0,
      "audio_tokens": 0
    },
    "completion_tokens_details": {
      "reasoning_tokens": 0,
      "audio_tokens": 0,
      "accepted_prediction_tokens": 0,
      "rejected_prediction_tokens": 0
    }
  },
  "service_tier": "default",
  "system_fingerprint": "fp_64e0ac9789"
}
Received response: {
  "id": "chatcmpl-BL53huCXIFVFXCJDLhJnnvHcozUY9",
  "object": "chat.completion",
  "created": 1744364033,
  "model": "gpt-4o-mini-2024-07-18",
  "choices": [
    {
      "index": 0,
      "message": {
        "role": "assistant",
        "content": "{ \"order\": [\"Bed\", \"Kitchen Chair\"], \"message\": \"Order received for: Bed, Kitchen Chair.\" }",
        "refusal": null,
        "annotations": []
      },
      "logprobs": null,
      "finish_reason": "stop"
    }
  ],
  "usage": {
    "prompt_tokens": 534,
    "completion_tokens": 26,
    "total_tokens": 560,
    "prompt_tokens_details": {
      "cached_tokens": 0,
      "audio_tokens": 0
    },
    "completion_tokens_details": {
      "reasoning_tokens": 0,
      "audio_tokens": 0,
      "accepted_prediction_tokens": 0,
      "rejected_prediction_tokens": 0
    }
  },
  "service_tier": "default",
  "system_fingerprint": "fp_64e0ac9789"
}
```

Simulation et moteur physique

Problèmes rencontrés

Planification de tâches: Temps de trajet inconnu au moment de la planification

MAPF: Problème de temps réel (algorithme discret)

Intégration des différentes parties du projet

Modélisation du problème sous forme d'équations

Intégration des outils dans Unity

Simulation de l'entrepôt dans Unity afin de vérifier la validité de la solution



Conclusion