

Navigation et contrôle multi-robots pour l'inspection acoustique de structures métalliques

Brandon ALVES

Département Informatique, INSA Lyon - CITI Lab. INSA - INRIA

bdasilvaal@insa-lyon.fr

1. Introduction

L'inspection de structures métalliques est une tâche importante dans divers domaines tels que l'industrie, la construction et la maintenance. Elle vise à détecter les défauts et les anomalies, ce qui est crucial pour garantir la sécurité et la durabilité des structures. Les méthodes traditionnelles d'inspection manuelle sont souvent limitées en termes d'efficacité, de précision et de couverture. Nous proposons une approche basée sur la navigation et le contrôle multi-robots pour améliorer l'inspection acoustique des structures métalliques.

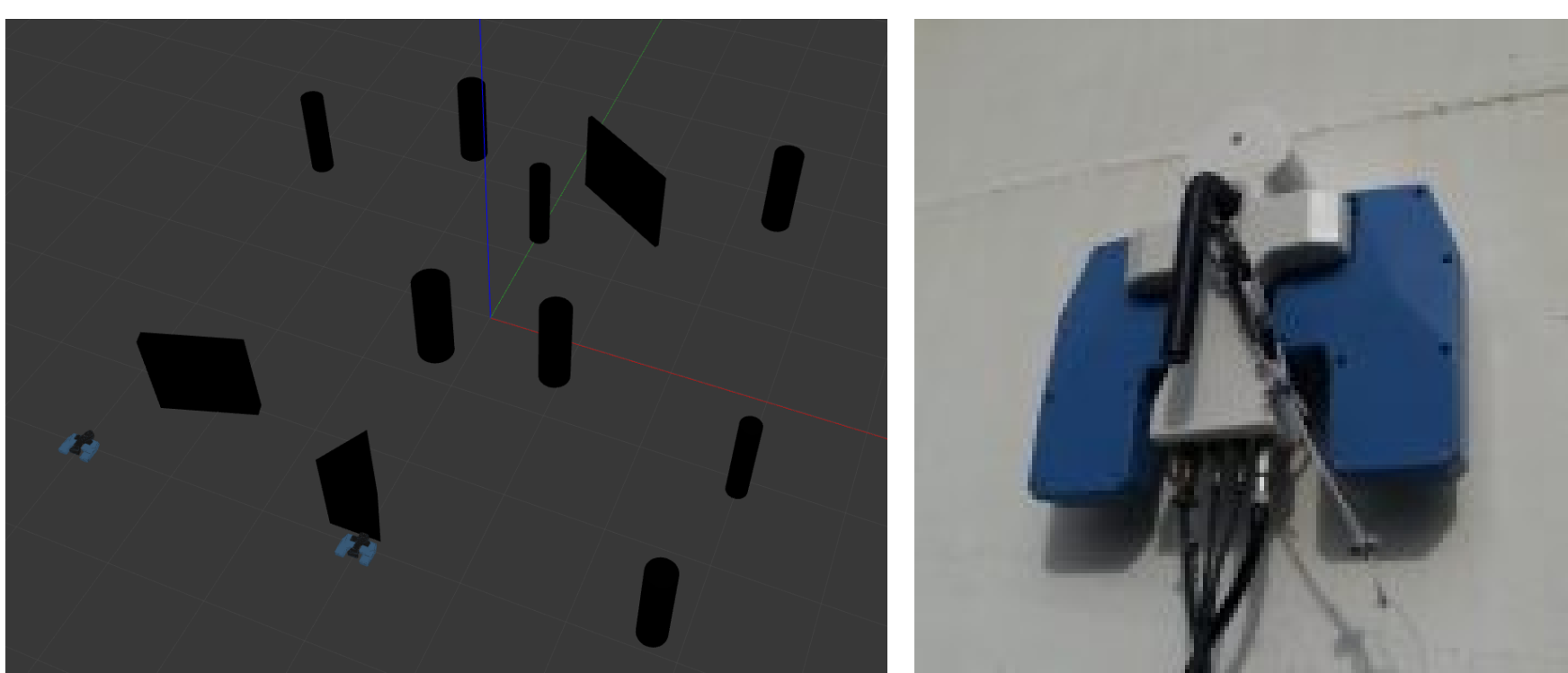
2. Problématique

Nous cherchons à développer des algorithmes de navigation multi-robots, permettant une exploration coordonnée et une collecte de données acoustiques précises sur la structure métallique. Nous cherchons à :

- Obtenir une couverture complète de la structure.
- Maximiser la précision de la cartographie des défauts sur la structure.
- Minimiser le temps nécessaire pour effectuer une inspection complète.

3. Éléments techniques

Ces stratégies sont basées sur l'utilisation de robots de type "crawlers" équipés de capteurs tels qu'un capteur IMU, un capteur UGW pour l'émission et la réception d'ondes acoustiques et un capteur LIDAR. Les robots sont capables de se synchroniser pour se déplacer simultanément ou de manière alternée.



Nous avons utilisé Gazebo pour simuler l'environnement et les robots, et ROS pour la communication entre les robots et le contrôle de la simulation.

6. Conclusions

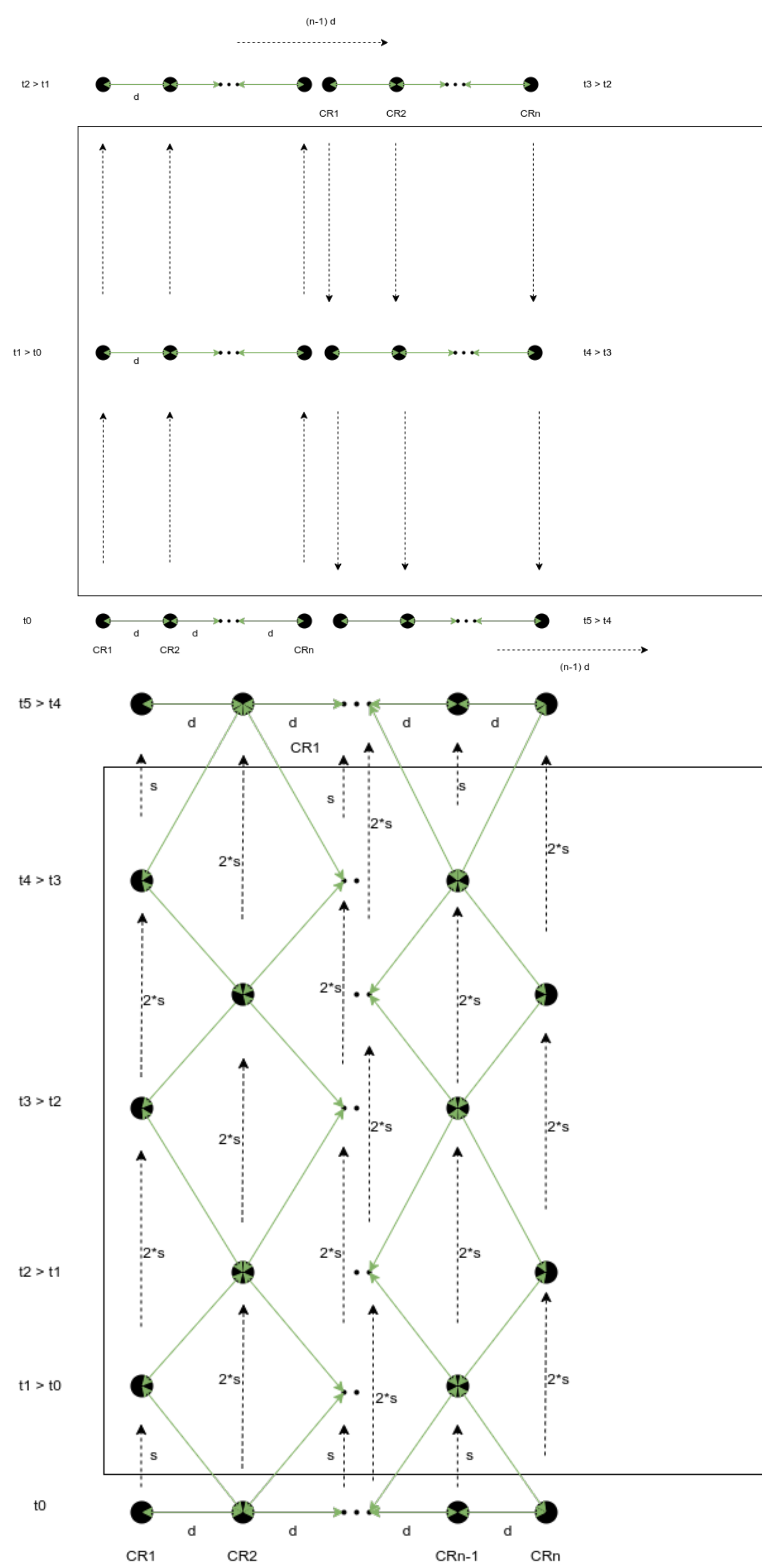
Nous avons développé et évalué trois stratégies de navigation pour la tomographie de structures métalliques. Pour ce faire, nous avons mis en place un environnement de simulation et un protocole d'évaluation avec métriques d'évaluation et scénarios de test. Nous avons également collecté des données de simulation et effectué des analyses statistiques.

Il serait intéressant, en termes de perspectives, d'implémenter ces stratégies sur des robots réels afin de les évaluer dans un environnement réel.

7. References

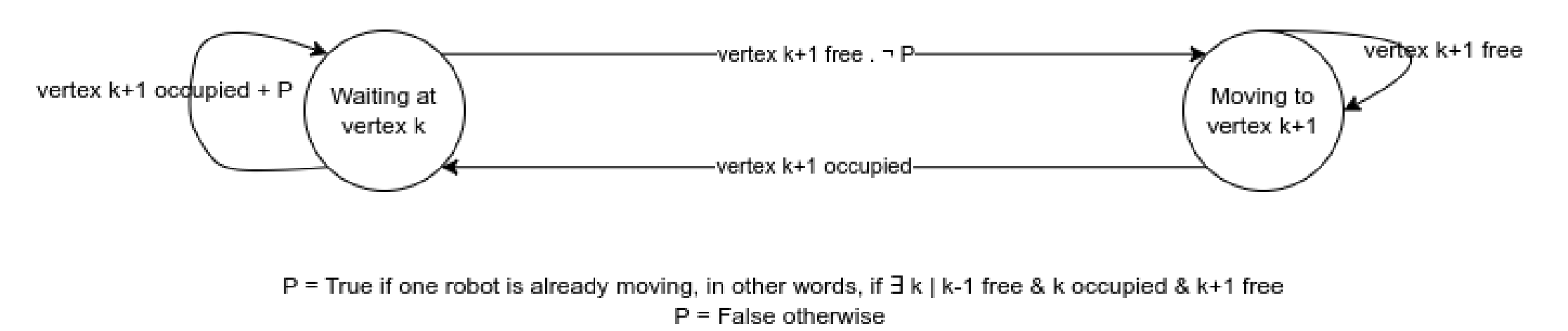
- [1] Wikipedia contributors. Bresenham's line algorithm — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Bresenham%27s_line_algorithm&oldid=1155124335, 2023. [Online; accessed 15-June-2023].
- [2] Wikipedia contributors. Cohen's kappa — Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cohen%27s_kappa&oldid=1130024730, 2022. [Online; accessed 15-June-2023].

4. Proposition de solution

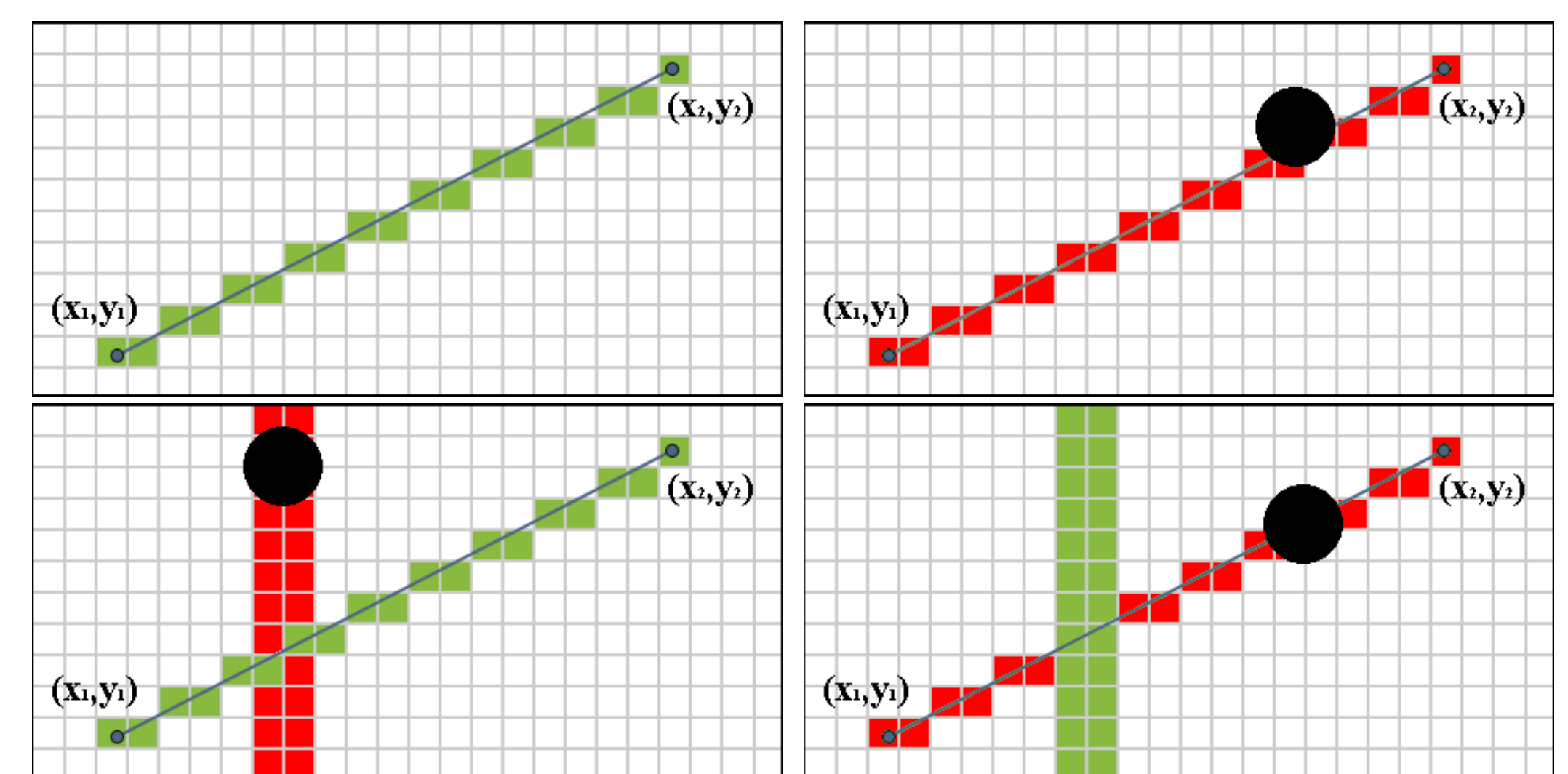


Nous proposons trois stratégies de navigation multi-robots pour l'inspection acoustique de structures métalliques. Ces trois stratégies sont les suivantes :

1. Stratégie de navigation *peinture au rouleau*
2. Stratégie de navigation *ski nordique*
3. Stratégie de navigation *investigation polygonale*

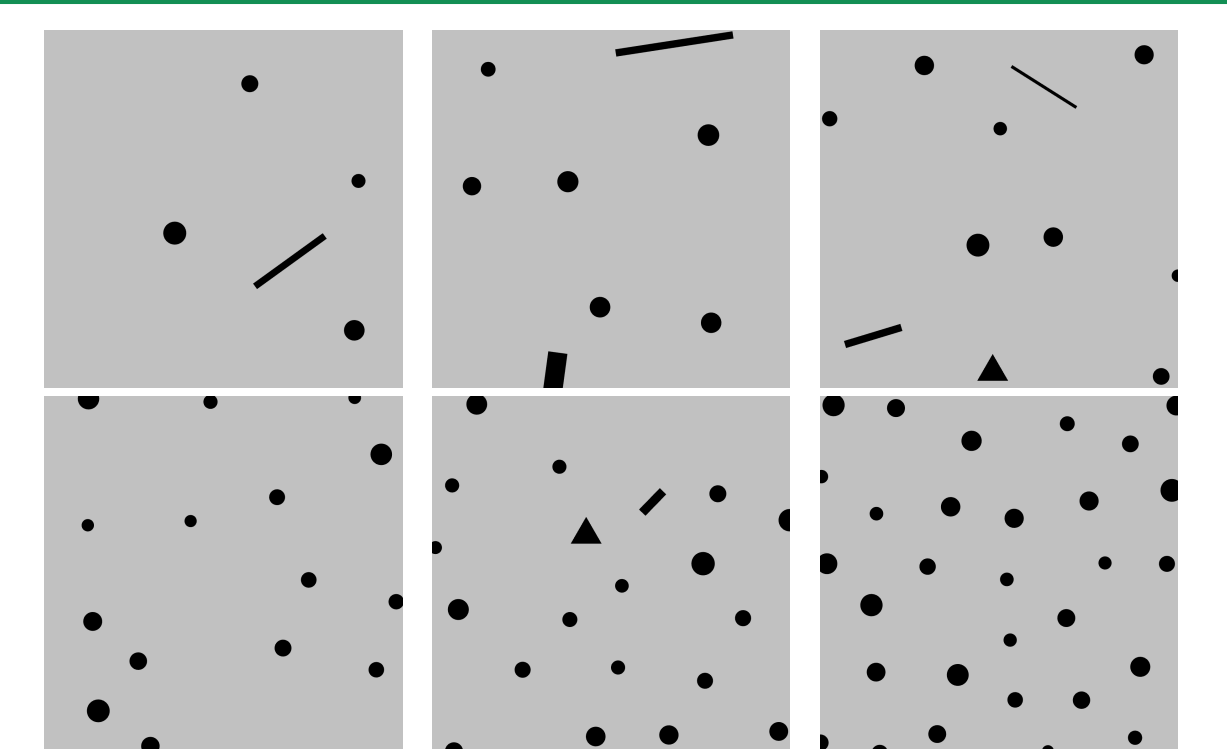


Une grille d'occupation est utilisée pour modéliser l'environnement et obtenir en temps réel l'état de la surface métallique pendant l'inspection. Nous nous appuyons sur l'algorithme du tracé de segment de Bresenham [1] dans le processus de mise à jour de la grille d'occupation.



5. Évaluation de la proposition

Nous avons modélisé plusieurs cartes de tests qui modélisent une surface plane comportant différentes formes géométriques représentant les zones de corrosion à détecter et à localiser. La densité de corrosion varie en fonction des cartes. Nous avons évalué les performances des trois stratégies en termes de concordance avec la réalité et de temps d'inspection.

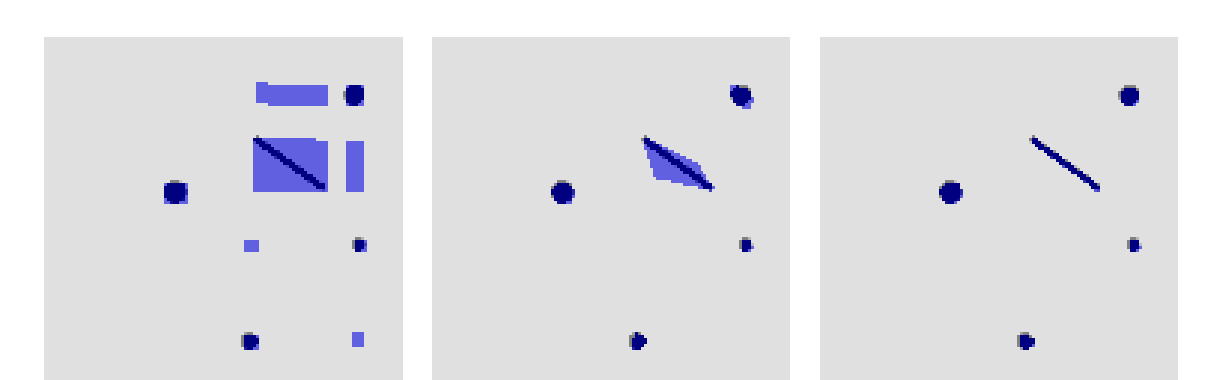


Stratégie	Paramètre	Valeurs
<i>peinture au rouleau</i>	n	2
	d	1, 2, 3, 6 (mètres)
<i>ski nordique</i>	n	2
	d	1, 2, 3, 6 (mètres)
	s	1, 2, 3, 6 (mètres)
<i>investigation polygonale</i>	stratégie initiale	<i>peinture au rouleau</i>
	d	1, 2, 3, 6 (mètres)
	n	2
	k	1
	p	4, 6

Score selon la métrique de Cohen [2] :

$$\kappa = \frac{p_o - p_e}{1 - p_e}$$

Cartographies résultantes des zones de corrosion :



Nous avons également fait varier les paramètres des stratégies de navigation afin d'évaluer leur impact sur les performances de l'inspection. La stratégie *investigation polygonale* est la plus performante en termes de concordance avec la réalité tandis que la stratégie *peinture au rouleau* est la plus rapide.

