

## Programmation robotique par démonstration Enregistrement optique de trajectoires par marqueurs cubiques

**Auteur :** Deom, Nathan

**Promoteur(s) :** Bruls, Olivier

**Faculté :** Faculté des Sciences appliquées

**Diplôme :** Master en ingénieur civil mécanicien, à finalité spécialisée en génie mécanique

**Année académique :** 2017-2018

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/4499>

---

### Avertissement à l'attention des usagers :

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

# Programmation robotique par démonstration

Travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention du grade de master "Ingénieur Civil en Mécanique"

Année académique 2017-2018

**Auteur**

Nathan DEOM

**Promoteur Académique**  
**Promoteur Industriel**

Olivier BRÜLS  
Thierry JACQUES

Dans le but d'automatiser une ligne de mise en peinture utilisable pour des petites séries de pièces métalliques, la société Citius Engineering a souhaité réaliser un avant projet afin de déterminer la faisabilité de celui-ci et de trouver une méthode adaptée. Ce type d'application peut être mis en lien direct avec la tendance de l'industrie 4.0 qui consiste à amener plus de flexibilité dans les lignes de production pour permettre une adaptation rapidement. Cette adaptabilité rend possible l'utilisation des lignes automatisées pour les productions de petites séries.

La programmation robotique par démonstration est la méthode permettant de répondre au besoin d'adaptabilité d'une ligne de mise en peinture. Elle a pour principe d'enregistrer un mouvement souhaité, lorsqu'il est réalisé par un opérateur, et de produire une trajectoire qui permet à l'outil du robot de suivre le mouvement demandé. Par conséquent, la méthode nécessite l'utilisation d'une technique permettant d'enregistrer le mouvement du pistolet de peinture.

Après une revue des méthodes existantes qui permettent l'analyse du mouvement, le choix s'est porté sur le développement d'une nouvelle méthode utilisant une seule caméra et des marqueurs carrés représentant des codes matriciels. Ces marqueurs sont classiquement utilisés pour des applications de réalité augmentée ou pour définir des repères dans un environnement modifiable où évolue un système composé d'un robot et d'une caméra.

En déterminant la position sur l'image des points de référence correspondant aux coins des marqueurs définis dans le repère de l'outil, il est possible de résoudre un problème de perspective qui permet de déterminer la position et l'orientation de l'outil par rapport à un repère fixe. En enregistrant ces informations, il est possible de créer une représentation du mouvement qui peut alors être reproduit par le robot.

Finalement, la méthode a été implémentée dans le cadre d'une cellule de démonstration utilisée à la foire d'Hanovre, la plus grande foire industrielle du monde. Cette cellule a également permis de réaliser des tests pour déterminer la précision disponible pour cette application et de mettre en avant des évolutions possibles.

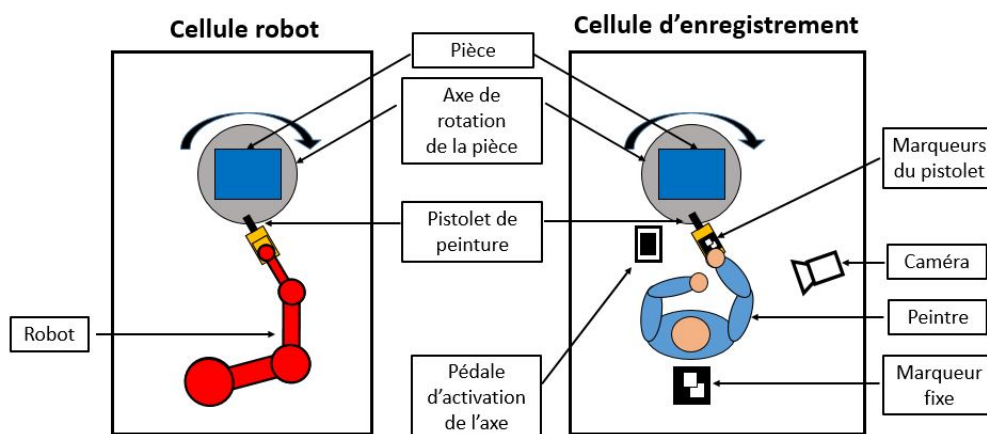


FIGURE 1 – Représentation des cellules robot et d'enregistrement

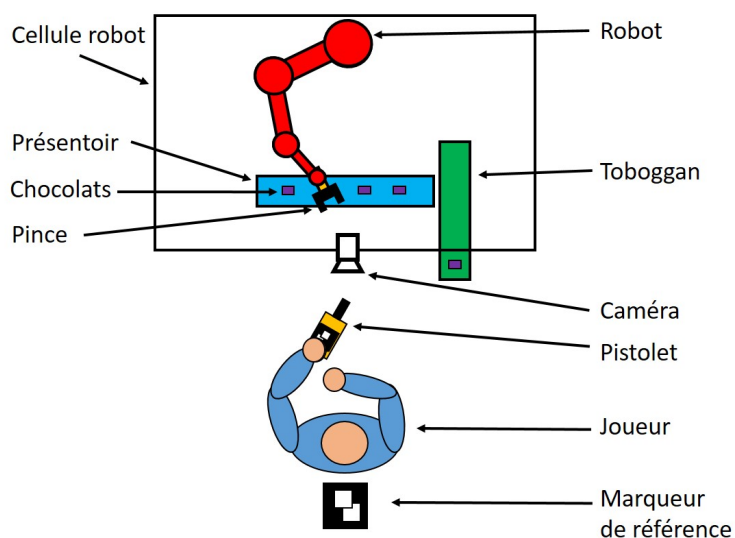


FIGURE 2 – Schéma de principe pour la foire d'Hanovre

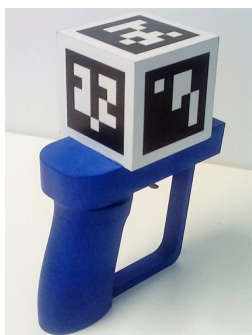


FIGURE 3 – Pistolet avec les marqueurs utilisés pour l'application de la foire d'Hanovre



FIGURE 4 – Cellule présentée à la foire d’Hanovre