

Christian GIRAUD

Christian MOULIN

Philippe THOMAS

Institut International de Robotique
et d'Intelligence Artificielle
de Marseille (I.I.R.I.A.M.)

Jean-Luc SALAGNAC

Jean-Claude BAILLIF

Gilles GERBEL

Centre Scientifique et Technique
du Bâtiment (C.S.T.B.)
Sophia Antipolis

SOFFITO :

**Une maquette de robot
mobile pour l'exécution
de tâches de second-œuvre
de bâtiment**

R E S U M E

La mise en place progressive des techniques informatiques dans le secteur du Bâtiment laisse présager, à terme, des modifications importantes des méthodes et des outils traditionnels.

Une telle tendance est déjà marquée dans la fabrication des composants, notamment par l'introduction de machines automatiques dont certaines sont des robots utilisant des informations provenant d'une description numérique du projet de bâtiment.

Le projet SOFFITO se propose d'illustrer, sur un ensemble de tâches définies concernant le traitement des parois, les problèmes soulevés par l'introduction de la robotique dans le secteur du Bâtiment et, en particulier, de la robotique mobile.

La réalisation et les essais d'une maquette, puis de prototypes, seront seuls en mesure de faire émerger les spécificités des tâches à automatiser et de proposer des solutions réalistes.

Il est clair que l'enjeu est, non seulement technique, mais également socio-économique et humain.

Actuellement, le Cahier des Charges du robot mobile a été défini et la maquette est en cours de réalisation.

Cet article décrit les spécifications de la maquette en insistant sur la manière dont ont été prises en compte les contraintes liées au Bâtiment.

S U M M A R Y

Increasing use of informatics in the Building Construction Industry will probably lead in a near future to significant changes of both traditional tools and methods.

Such a trend is already noticeable in some building component factories where manufacturing processes are fully automated. Some robots are in use that are actuated from numerical datas coming from the building description.

The aim of SOFFITO project is to point out the problems encountered by the introduction of robots, and particularly mobile robots, on a construction site.

The design and the tests of an experimental model will be the most efficient way to set these problems and to define suitable solutions.

Technical problems but also economical and social aspects will be examined.

Nowaday, the specifications of a mobile robot, that will firstly be dedicated to interior painting tasks, have been defined.

These specifications are presented in this paper focusing on the way the constraints of a building working site have been taken into consideration.

1. INTRODUCTION

Améliorer la productivité est un impératif économique vital pour tout secteur d'activité et, en particulier, celui de la Construction qui est l'un des plus importants de l'économie française.

Les matériels utilisés dans le secteur de la Construction ont ainsi évolué depuis le début de la mécanisation dans les années 30 jusqu'aux engins de chantiers que nous connaissons aujourd'hui, mais de nombreuses tâches sont encore effectuées avec des outils ou des matériels peu performants.

Des étapes importantes ont marqué l'évolution des engins de chantier en termes de techniques, de performances, de fiabilité, de sécurité.

Ces modifications continuent de se faire au gré des progrès réalisés dans d'autres secteurs industriels et leur rythme est fonction de la vitalité du secteur de la Construction.

L'émergence actuelle des techniques liées à l'informatique est source de changements importants dans tous les domaines d'activités.

Le secteur de la Construction n'échappe pas à cette règle et des progrès significatifs peuvent être relevés, dès maintenant, tant au stade de la conception des ouvrages (C.A.O.), qu'au stade de la fabrication de composants en usine [1].

Des améliorations d'engins de chantier existants, par l'introduction de systèmes de traitements d'informations provenant par exemple de capteurs, sont en cours, comme en témoigne le projet d'automatisation d'une grue à tour par la Société POTAIN et la Société de Construction S.G.E/C [2].

Plusieurs de ces projets sont présentés, par ailleurs, au cours de ce Colloque.

Ce mouvement général d'évolution du matériel conduit à penser que la robotisation peut trouver sa place dans l'activité de Construction.

Sans préjuger de la forme définitive de ces robots et de leur place dans l'acte de construire, il faut insister sur le fait qu'ils devront effectuer des tâches en présentant un intérêt économique certain par rapport aux méthodes de construction actuellement utilisées, en améliorant les conditions de travail des ouvriers et la sécurité des chantiers.

Cette contrainte essentielle n'est pas particulière au secteur de la Construction mais est présente dès lors qu'il s'agit de développer des robots dans des secteurs non manufacturiers où les tâches peuvent être effectuées avec des moyens manuels ou mécaniques traditionnels. C'est le cas, notamment, du nettoyage ou de l'agriculture.

Les réflexions menées sur les possibilités de robotisation dans ces deux secteurs ont conduit à réaliser des maquettes, puis des prototypes, qui constituent des moyens indispensables pour juger efficacement de l'utilité de robots dans des conditions réelles d'exploitation [3], [4].

Une démarche comparable a été adoptée au Japon qui, parmi les pays industrialisés menant des recherches sur les possibilités de la robotique non manufacturière dans les activités de Construction, est actuellement le pays ayant acquis l'expérience la plus importante [5].

Souscrivant à une telle démarche :

- le **CENTRE SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE du BATIMENT**, en tant que Centre de Recherche dans le domaine du Bâtiment ;
- l'**INSTITUT INTERNATIONAL de ROBOTIQUE et d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE de MARSEILLE**, en tant que Centre de Compétences en robotique ;
- la **Société ASSISTANCE INDUSTRIELLE DAUPHINOISE**, en tant qu'industriel ayant une expérience dans la réalisation de robots mobiles ;

travaillent conjointement à un projet de robot mobile de second-oeuvre de Bâtiment, baptisé **SOFFITO**, et financé avec l'aide du **MINISTERE de la RECHERCHE et de l'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**.

Cette communication présente ce projet et fait le point sur l'état d'avancement des travaux.

2. PRESENTATION du PROJET SOFFITO

CE QU'EST le PROJET SOFFITO

SOFFITO est le nom d'une maquette expérimentale de robot mobile de second oeuvre de Bâtiment.

C'est une **maquette de robot**, et non pas un robot opérationnel ayant une fiabilité de qualité industrielle.

C'est un **robot expérimental**, ce qui signifie, en particulier, que sa conception est suffisamment ouverte pour que les choix techniques soient susceptibles d'évoluer au fur et à mesure des expérimentations.

C'est un **robot mobile** car son domaine de travail - un chantier intérieur de Bâtiment - est trop vaste pour qu'un robot à poste fixe puisse exécuter des travaux dans tout le domaine. La plate-forme mobile est dotée d'un porte-outil articulé.

C'est un **robot de second oeuvre de Bâtiment** qui peut exécuter des travaux de finition dans des bâtiments. Compte tenu de la variété de ces travaux, il a fallu choisir une tâche particulière. Le choix s'est porté, pour une première expérimentation, sur la projection de peinture en se limitant au plafond. Ce choix permet de poser dans leur intégralité les problèmes spécifiques liés à la conception d'un robot mobile évoluant sur un chantier intérieur de Bâtiment.

C'est également un **moyen de démonstration** des possibilités de la robotique non manufacturière auprès des professions du Bâtiment.

De manière à disposer, à brève échéance, d'un tel moyen de démonstration et d'expérimentation, la maquette SOFFITO est réalisée pour l'essentiel à partir de composants robotiques existants.

CE QUE N'EST PAS SOFFITO

Ce n'est pas un **robot opérationnel** sur un chantier. En particulier : son poids, ses performances, les caractéristiques de l'interface homme/machine, font que SOFFITO ne peut être mis en service sur un chantier réel.

Ce n'est pas un **robot de peinture**, même si la peinture a été choisie comme exemple pour une première expérimentation. En effet, le choix de cette tâche a été fait essentiellement pour

illustrer les problèmes communs aux robots mobiles de chantiers et non pas pour développer un robot spécialisé dans les travaux de peinture.

L'APRES SOFFITO

La maquette SOFFITO est une première étape dans l'étude des possibilités de la robotique non manufacturière dans le secteur du Bâtiment.

Son expérimentation fournira des éléments sur les solutions techniques les plus appropriées au regard des contraintes particulières rencontrées sur les chantiers. Ceci permettra de préciser les insuffisances techniques éventuelles et les recherches nécessaires devant aboutir à des solutions satisfaisantes.

Outre ces retombées technologiques, les travaux de recherche effectués dans le cadre du projet SOFFITO apporteront des éléments nécessaires à la définition d'autres robots de construction, de manière à compléter une étude générale sur la faisabilité technique de la robotique de chantier.

Des actions de sensibilisation des professions du Bâtiment aux nouvelles possibilités offertes par la technique robotique, il faudra recueillir les éléments de nature économique et humaine qu'il est indispensable d'intégrer à une étude prospective comme celle qui est envisagée.

3. DESCRIPTION de la MAQUETTE

Un Cahier des Charges fixant les objectifs à atteindre dans le cas de cette première expérimentation de robot mobile de second-oeuvre a été rédigé par les trois partenaires du projet.

La prise en compte des contraintes dimensionnelles liées aux normes et réglementations en vigueur dans le Bâtiment [6] et, en particulier, celles relatives aux portes, conduit à fixer les dimensions hors tout de SOFFITO :

largeur hors tout	700 mm
-------------------	--------

hauteur hors tout	2 040 mm
-------------------	----------

Ces contraintes définissent également le poids objectif limite et la pression au sol (32 bars).

Une particularité essentielle de SOFFITO est l'autonomie :

- autonomie décisionnelle, ce qui implique que tous les organes commandes soient embarqués ;

- autonomie énergétique, ce qui suppose d'embarquer un stockage d'énergie suffisant en quantité et en qualité pour la durée d'une expérimentation ;
- autonomie en peinture, ce qui impose d'embarquer une réserve de peinture suffisante pour couvrir la surface du plafond d'une cellule d'essais d'environ 15 m².

La méthode de travail envisagée pour SOFFITO consiste à peindre une surface de plafond accessible à partir d'un poste fixe avec un pistolet à peinture, puis à répéter l'opération de manière à couvrir la totalité de la surface à peindre en réalisant un "pavage" de cette surface.

Cette méthode n'est pas celle généralement adoptée par les peintres en bâtiment pour peindre un plafond à l'aide d'un pistolet, mais a été choisie pour poser les problèmes de stratégie de déplacement, de précision de positionnement à un poste de travail, de prise en compte des écarts de positionnement qui surgiront lors de l'expérimentation d'autres robots mobiles de second-oeuvre.

La prise en compte de tous ces objectifs conduit à envisager des solutions techniques qui ne sont pas encore toutes complètement définies, tant pour la plate-forme mobile, que pour la structure porte-outil.

3.1 PLATE-FORME MOBILE

Ses dimensions et son poids sont fixés par la nécessité d'embarquer tous les organes propres au fonctionnement.

Le poids sera de l'ordre de 300 daN.

Des roues seront disposées de manière à assurer la stabilité de l'ensemble et autoriser les mouvements élémentaires permettant à la maquette de se rendre d'un poste de travail à un autre.

La plate-forme sera équipée de capteurs télémétriques dont des informations permettront de connaître la localisation de SOFFITO dans le domaine de travail avec une précision objectif de 1% de la plus grande distance et 5 cm au maximum.

Il est envisagé de développer pour SOFFITO le système de navigation permettant la définition et le contrôle des trajectoires du robot mobile à partir des travaux effectués par M.J. CROWLEY [7].

3.2 STRUCTURE PORTE-OUTIL

Elle doit permettre de faire décrire à l'outil les mouvements nécessaires à la couverture de la surface accessible à partir d'un poste de travail.

Le matériel de commande du bras doit être adapté de manière à satisfaire aux contraintes de dimensions de SOFFITO et, en particulier, doit pouvoir être embarqué.

Après examen des produits proposés sur le marché des bras articulés, il est envisagé d'utiliser comme structure porte-outil un bras PUMA 560.

3.3 OUTIL

Parmi les pistolets de peinture existants, il faut choisir un modèle dont les caractéristiques soient compatibles avec les objectifs d'autonomie, d'une part, avec les possibilités de mouvements du bras articulé, d'autre part.

Le choix est ouvert entre un pistolet basse pression ou un pistolet "airless".

4. CONCLUSION

Le cadre général du projet est clairement défini ainsi que les objectifs essentiels.

Les choix techniques précis ne sont pas tous figés mais l'éventail des solutions possibles est assez restreint.

L'adoption des solutions les mieux adaptées doit conduire à réaliser les premières expérimentations dans le courant de l'année 1987.

REFERENCES

- [1] ELICHE (J.).- "Use of robots and computers for manufacturing of precast prestressed concrete components", in : 9e Colloque franco-japonais du Bâtiment, Tokyo, 27 mai-7 juin 1985
- [2] "Vers l'automatisation des opérations de manutention sur les chantiers", Colloque ITBTP, Paris, 07/01/1986 (actes à paraître dans les Annamles de l'ITPBT)
- [3] GANTOIS (B.), AZRIA (E.).- "La mise en oeuvre de la robotique dans les activités du nettoyage des réseaux de la RATP", in : Colloque sur les robots mobiles, Paris, ISF, 13 mars 1986
- [4] LUCAS (J.).- "La robotique non manufacturière en agriculture", in : Colloque sur les robots mobiles, Paris, ISF, 13 mars 1986
- [5] MATHONNET (S.), SALAGNAC (J.-L.).- "Robotique et Construction : les Japonais ouvrent la voie", Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, n 47, pp. 91-92, novembre 1985
- [6] SALAGNAC (J.-L.), GERBEL (G.).- "Robot de second oeuvre : contraintes liées au bâtiment", rapport, PRC/470.- Sophia Antipolis, CSTB, novembre 1985
- [7] CROWLEY (J.L.), COUTAZ (J.).- "Navigation et Modélisation pour un robot mobile", rapport de recherche, RR LIFIA n°28, RR IMAG n°545.- Grenoble, IMAG, juin 1985

AUTEURS

Christian GIRAUD (1)
 Christian MOULIN (1)
 Philippe THOMAS (1)

AUTEURS

Jean-Luc SALAGNAC (2)
 Jean-Claude BAILLIF (2)
 Gilles GERBEL (2)

(1) INSTITUT INTERNATIONAL de ROBOTIQUE et d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE de
 MARSEILLE (I.I.R.I.A.M.)
 2, rue Henri-Barbusse/CMCI
 13241 MARSEILLE CEDEX 01
 Tél : 91.91.76.59

Télex : 440860 F

(2) CENTRE SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE du BATIMENT (C.S.T.B.)
 Etablissement de SOPHIA ANTIPOLIS
 Boîte Postale n 21
 06561 VALBONNE CEDEX
 Tél : 93.65.34.00

Télex : 970194 F