

# Des chercheurs belges aident un robot japonais à franchir des obstacles

*Au Japon, les robots humanoïdes, des robots bipèdes ambulants, jouissent d'un immense engouement. La mode a débuté en 1986 lorsque Honda a lancé le premier robot humanoïde (11 versions plus tard, 'ASIMO' est toujours le robot le plus performant). La société japonaise, très excentrique sur ce plan, acquiert massivement des robots domestiques. Des compétitions sont même organisées entre les robots. Les pouvoirs publics japonais ont pour leur part injecté des sommes importantes dans le domaine de la R&D en "robotique humanoïde ».*

L'objectif est de développer un robot bipède qui soit adapté le mieux possible à l'environnement quotidien des personnes : maisons, bureaux, chantiers, etc, donc des endroits où le sol n'est pas toujours bien plat ni prévisible, et parfois pourvu d'obstacles. Les autres types de robots sur roues sont moins mobiles : ils requièrent un sol plat, même si certains peuvent gravir des marches d'escaliers, et une grande partie de notre environnement quotidien leur est inaccessible. Les robots industriels sont généralement fixes, mais sont parfois placés sur un chariot mobile.

Pour le robot bipède, la marche, et a fortiori le franchissement d'obstacles, n'est pas une sinécure. Le **National Institute of Advanced Industrial Science and Technology** (AIST), situé à Tsukuba au Japon, est néanmoins parvenu à amener le robot HRP-2 (*Promet Humanoïd Robot*) à franchir un obstacle de manière statique. Le passage au franchissement d'obstacle de manière dynamique (un comportement à la

marche proche de celui de l'homme) a été réalisé par le Belge **dr. ing. Björn Verrelst**. Ce dernier est assistant à la **VUB**, département Robotics & Multi-body Mechanics Research Group (R&MM) des Sciences appliquées. Ce département est connu pour le projet de robotique Lucy (lancé en 1990, il continue d'évoluer et l'on trouve déjà des résultats dans le domaine de la réhabilitation où certaines solutions sont commercialisées) et le projet de recherche Anty (le robot pour jeunes enfants hospitalisés, un projet que nous avons déjà abordé dans la revue). Björn Verrelst a obtenu une bourse JSPS (octroyée par un fonds japonais souhaitant favoriser les contacts avec les chercheurs japonais et étrangers) qui lui a permis de partir au Japon pendant un an, d'octobre 2005 à octobre prochain. C'est dans ce cadre qu'il a entamé une collaboration avec le laboratoire de robotique franco-nippon de l'AIST. **Drs. ing. Bram Vanderborght**, du même département, est allé le rejoindre de la mi-avril à la fin juin. Les résultats obtenus autour de cette "marche



Il a fallu aux ingénieurs de Honda 16 ans d'études, de recherches, d'essais et d'erreurs pour réaliser leur rêve, ASIMO, un robot humanoïde évolué. ASIMO peut avancer, reculer, tourner un coin, monter ou descendre un escalier avec grâce et un sens de l'équilibre remarquable.

dynamique" ont été présentés fin juin lors d'une conférence internationale à Luo Yang Henan (Chine) et plébiscités 'Best Paper Award'. *Industrie Technique et Management* s'est entretenu avec le duo au sujet de leurs expériences.

## L'AIST ET LE ROBOT HRP

L'AIST n'est pas un organisme gouvernemental, bien que la majeure partie du financement provienne du gouvernement japonais. Si les racines de l'institut remontent à 1875, l'organisation actuelle est née de la fusion de

plusieurs organismes de recherche. L'Institut compte un siège à Tsukuba et un autre à Tokyo. Tsukuba, située à 60 km au nord-ouest de Tokyo, abrite 190.000 habitants et 300 organismes de recherche publics et privés. Cette ville a été construite en 1963 afin de centraliser la re-



Project, jusqu'à présent le plus grand projet consacré aux robots humanoïdes financé par les pouvoirs publics japonais à hauteur de 40 millions USD du METI (Ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie). Ce projet a démarré en 1998 pour une durée de cinq ans. Lors de la pre-



Dr. ir. Björn Verrelst et drs. Bram Vanderborght (à droite) en compagnie de HRP-2 Promet, le robot humanoïde, à qui ils ont appris à franchir les obstacles.

cherche scientifique au Japon. C'est aujourd'hui le plus grand centre R&D avec près de 13.000 chercheurs. L'AIST dispose de cinquante unités de recherche autonome, réparties sur neuf campus. Au total, 2500 chercheurs permanents et 3000 chercheurs, mandats postdoctoraux, étudiants, etc, y travaillent. L'administration de l'institut de recherche est par ailleurs géré par 700 collaborateurs.

En 2001, l'AIST japonais et le **Centre National de la Recherche Scientifique** (CNRS) français ont créé un groupe de recherche commun sur les robots bipèdes. Ce groupe possède une base de recherche au Japon (JRL-Japan) établie à l'AIST de Tsukuba, où nos chercheurs belges ont travaillé, et un autre en France (JRL-France) au **Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes** (LAAS) du CNRS à Toulouse. Les deux groupes disposent de leur propre HRP-2 Promet Humanoid Robot.

Le Promet Humanoid Robot est un dérivé du *Humanoid Robotics*

mière phase, une version du robot Honda P3a été utilisée. Ensuite, **Kawada Industries** et AIST ont conjointement développé le HRP-2P (P pour prototype), puis le HRP-2. Kawada Industries est à l'origine une entreprise de construction (principalement de ponts) qui s'est diversifiée dans la fabrication d'hélicoptères puis dans la robotique. Le projet original est terminé depuis longtemps mais le projet HRP se poursuit et est parrainé par **NEDO** (*New Energy and Industrial Technology Development Organization*). Un nouveau prototype, le HRP-3P, est sur le point d'être lancé. Ce robot est étanche aux éclaboussures. Parmi les éléments dérivés, citons un logiciel de simulation et un petit robot (35 cm) qui seront bientôt commercialisés (pour un prix avoisinant les 1000 euros).

Le HRP-2 existe en différents modèles. Le HRP-2 Promet est celui auquel Björn a appris à franchir les obstacles et sur lequel Bram a effectué des recherches. C'est l'un des robots humanoïdes les plus avancés au monde.

# Rittal CM Compact Medium

## Le génie de l'aménagement



La nouvelle armoire révèle les atouts qui ont fait le succès de la gamme TS 8: **Rittal CM Compact Medium** est une synthèse parfaite de flexibilité d'aménagement, de robustesse et de capacité.

### CM Compact Medium

- **Polyvalence:** CM est parfaitement compatible avec les accessoires du système TS 8
- **Rapidité:** le plaque de montage s'installe par simple enclipsage
- **Flexibilité:** configurez les entrées de câbles comme vous l'entendez
- **Equipotentialité:** la mise en contact s'effectue automatiquement lors du vissage des accessoires de fixation
- **Sécurité:** la couvercle de serrure protège efficacement contre l'encrassement
- **Ergonomie:** la poignée rabattable optionnelle permet une exploitation optimale de la surface de la porte pour l'intégration de composants



**Rittal nv/sa**  
 Industrieterrein E17/3  
 Stokkelaar 8 • B-9160 Lokeren  
 Tél.: +32(0)9 353 91 11  
 Fax: +32(0)9 355 68 62  
 info@rittal.be • www.rittal.be

FRIEDHELM LOH GROUP



Leader du marché des moteurs asynchrones avec variateur de vitesse intégré, Leroy-Somer propose aujourd'hui, avec son **Varmeca 30**, une solution unique pour les puissances allant jusqu'à **11kW** !

Grâce à son design particulier, il constitue l'alternative idéale au variateur mécanique ou à votre coffret de commande locale.

- une mise en service simple ;
- un degré de protection IP 65 pour le convertisseur ;
- un fonctionnement en boucle fermée (en option) à l'aide d'un générateur d'impulsions ;
- un fonctionnement dans les 4 quadrants avec une résistance de freinage intégrée ;
- la possibilité d'une exécution agréée Atex pour une zone II 2-3D ;
- **une émission électromagnétique minimale grâce à un raccordement interne direct ;**
- les possibilités de programmation via une console ou un PC ;
- Diverses interfaces de communication optionnelles (Profibus, device net,...).



Blarenberglaan - I.Z. Noord A23  
B-2800 Mechelen  
Tél.: 015 28 10 64  
[www.leroy-somer.com](http://www.leroy-somer.com)

Dix neuf ingénieurs et techniciens de Kawada travaillent encore sur ce projet (ils étaient plus nombreux lors de la phase de développement) pour poursuivre le développement, la construction et la maintenance des robots. L'entreprise a déjà construit 14 robots HRP-2 qui peuvent être loués pour environ \$ 400.000 pour une période de quatre ans. Différents organismes de recherche et universités japonais utilisent ce robot comme plate-forme de recherche. Le seul HRP-2 hors du Japon est utilisé par JRL-France. Outre le robot, la plate-forme logicielle OpenHRP a été développée en collaboration avec **General Robotix**. Il s'agit d'un programme sous Linux qui simule dynamiquement le robot.

Les chercheurs travaillent à la réalisation d'une gestion de base qui permettrait (à terme) au robot de procéder à des implémentations pratiques dans notre société. Parmi les exemples, citons la marche, l'ouverture de portes par les poignées, une vision combinée (pour cartographier l'environnement), et plus généralement, son déplacement dans l'environnement (en passant ou en évitant les obstacles). Les programmes de contrôle de la marche élaborés sont rigoureusement testés avant d'être appliqués au robot. Le robot HRP-2 est en fait une boîte noire dont la construction n'a pas été rendue publique (on sait néanmoins que la structure est en magnésium et que **Maxon Motors** s'est servi du robot dans une publicité comme référence pour ses moteurs à induction non-ferreux). Il intègre énormément de savoir-faire étant donné qu'il possède 30 degrés de liberté. En d'autres termes : 30 entraînements et un processeur dans un boîtier très compact pour un robot d'une hauteur de 1,5 m environ, avec une consommation électrique importante (et donc une grande dissipation thermique et aucune possibilité d'installer de puissants ventilateurs).

Le robot est commandé de manière électronique à partir de la plate-forme de commande OpenHRP. Les mouvements des éléments sont calculés via un logiciel d'optimisation (lui aussi une boîte noire, dont le code et le fonctionnement sont secrets), en tenant compte des limites de sa stabilité dynamique et de la différence entre le point de gravité théorique (sur le simulateur) et la réalité (le robot). Pour le chercheur, le problème réside dans la confrontation aux limites, et ils ne peuvent avancer qu'en procédant par essais et erreurs (*try & error*), sans pouvoir travailler sur le stabilisateur.

#### UN PROJET BELGO- FRANCO-NIPPON

En ce qui concerne le franchissement d'obstacles, le chercheur chinois **Y. Guan** est parvenu, lors de ses recherches au JSPS, à faire franchir un obstacle de manière statique au robot. Cela a nécessité un certain remue-ménage et des obstacles relativement réduits: le robot devait placer un pied sur l'obstacle, le centre de gravité était alors déplacé sur le plat de l'autre pied (le polynôme de support) et, une fois les deux pieds à nouveau au sol, le centre de gravité était transféré sur le pied avant, puis l'autre pouvait franchir l'obstacle de façon sûre. Cette méthode de travail n'est pas possible pour des obstacles plus grands.

La marche dynamique permet de franchir de plus grands obstacles dans un mouvement fluide. L'équilibre n'est plus basé sur les limites du centre de gravité (en fait, le centre de gravité précède le pied pendant le franchissement de l'obstacle, comme c'est le cas chez l'homme) mais plutôt sur des critères dynamiques, pour lesquels les mouvements dynamiques de chaque élément du robot sont calculés. On obtient ainsi un mouvement fluide, et de plus grands obstacles peuvent être franchis car la phase de *double support* est très courte. Ceci exige néanmoins la

réalisation d'un trajet coordonné des jambes et des hanches, ce qui augmente le risque de chute. En fait, tous les degrés de liberté sont traités : non seulement les jambes mais aussi les hanches, le buste et les bras. Des algorithmes ont été mis au point pour les coordonner afin de compenser les effets dynamiques lors du franchissement d'obstacle de sorte que le *Centre de pression* (par opposition au centre de gravité) du robot reste dans ses limites de stabilité. Le travail a consisté à imaginer les algorithmes, à les simuler sur le logiciel Open HRP et à tester concrètement l'ensemble sur le robot HRP2.

La marche dynamique était prête dès la fin du mois de juin. Les premières expériences ont consisté à franchir des obstacles (hauteur x largeur) de 5 x 5 cm, 10 x 5 cm, 10 x 10 cm et 15 x 5 cm, avec une marge de sécurité de 3 cm sur les côtés et le dessus de l'obstacle. Il s'agissait à chaque fois d'expériences sur des obstacles placés à une distance prédéfinie du robot et qui étaient franchis "à l'aveugle". Les derniers mois de la recherche seront principalement consacrés à coupler ces pas au système de vision. Le robot possède quatre caméras qui lui permettent de cartographier son "environnement", et l'objectif est de lui faire



Le HRP-2 Promet en pleine action.

Outre le contrôle permanent de la stabilité, le robot doit se mouvoir sans collision entre les jambes ou contre un obstacle, ni d'extension exagérée des genoux. Un autre problème concernait l'impact au sol : comme le robot fonctionne avec des articulations rigides (en raison des entraînements dépourvus de souplesse), il fallait veiller à ce que les mouvements soient programmés de manière à poser les pieds au sol sans chocs, ce qui a rendu l'étude plus complexe. Le problème des articulations rigides a été résolu selon le concept du robot Lucy, où des muscles artificiels au lieu d'entraînements ont permis de créer de la souplesse, un certain degré de liberté, dans les articulations.

franchir des obstacles sur base des images de la caméra. Lors des simulations, il parvient à franchir un obstacle de 20 cm mais dans la réalité, la vitesse limite des genoux a été dépassée et le système de sécurité s'est activé pour couper l'alimentation des moteurs. Comme de l'information sur ce logiciel n'est pas disponible, il faut trouver une solution au niveau des mouvements.

#### AVANTAGE DE TELS PROJETS POUR LES CHERCHEURS BELGES

Les robots ambulants sont d'actualité au Japon et en Corée, et des projets voient le jour en Chine. Cela va devenir d'ici peu un thème mondial. L'occi-



En collaboration avec des fabricants éminents, Ysebaert vous propose une large gamme en matériel antidéflagrant.

Ces produits sont de qualité supérieure, à des prix intéressants et avec tous les certificats requis pour une utilisation en zones de gaz et de poussière. Notre savoir-faire de longue date dans la protection antidéflagrante, nous permet toujours de vous livrer un produit adapté à chaque application.



Eclairage



Signalisation



Matériel de commutation



Chauffage



Interface homme-machine



Presse-étoupes et accessoires

Y  
S  
E  
B  
A  
E  
R  
T



Ysebaert sa

Koralenhoeve 13  
B-2160 Wommelgem  
☎ +32 (0)3 328 06 60  
☎ +32 (0)3 328 06 80  
✉ info@ysebaert.be  
🌐 www.ysebaert.be



Protection antidéflagrante  
G(as) & D(ust)

25 ans d'expertise



textile      robotics      connectors      multi-contact

# STÄUBLI

Multi-Contact



## NOUVEAUX PRODUITS ET MACHINES

Stäubli lance dans toutes ses divisions des nouveautés : des exemples de notre technologie de pointe pour la robotique (automatisation), le textile (machines jacquard) et raccords rapides (hydraulique, pneumatique et électrique).

Ces nouveaux produits et machines vous seront présentés lors de nos journées portes ouvertes du 28 au 30 septembre 2006 dans nos nouveaux bureaux à Bissegem.

Nous avons le plaisir de vous inviter à les découvrir le jeudi et vendredi du 14 à 20 heures et le samedi de 13 à 19 heures.

L'apéritif et les zakouski sont prévus ainsi qu'un accueil chaleureux.

Pour des raisons organisationnelles, nous vous prions de remplir et de nous retourner la carte d'inscription ci-jointe.

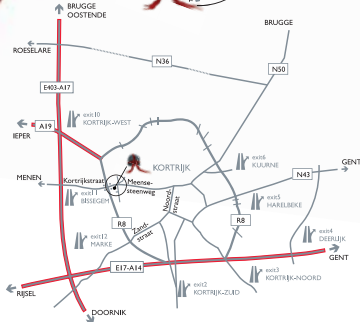
Vous pouvez également vous inscrire par fax, email ou par téléphone.



## NOUVEAUX BUREAUX ET SALLES DE FORMATION

En raison de notre expansion rapide depuis 2001 et la diversification de Stäubli Benelux, nous avons besoin de bureaux plus spacieux. C'est pourquoi nous avons mis en chantier en 2005 un nouveau bâtiment sur le même site. Les bâtiments existants ont été rénovés et font maintenant un magasin plus spacieux. Pour notre division robotique des salles de formation y sont installées.

Dès lors, nous avons le plaisir de vous inviter et vous présenter cette nouvelle infrastructure.



Société ..... E-mail .....

Nom ..... Sera présent(e) avec ..... personnes

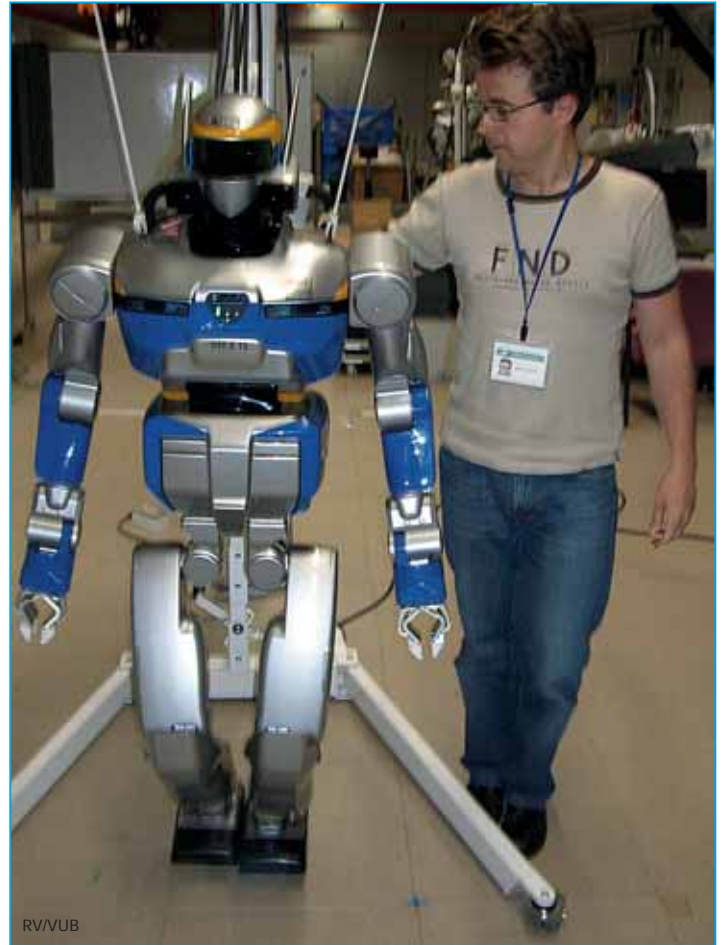
Prénom ..... le ..... septembre à ..... h

Fonction ..... et est intéressé(e) par:

Tél. ....

- Machines de textile
- Robotique
- Raccords rapides

Stäubli Benelux nv, Meensesteenweg 407-409, B-8501 Bissegem, Belgium,  
T +32 (0)56 36 40 00, F +32 (0) 56 36 40 10, benelux@staubli.com, www.staubli.be



RV/VUB

Le robot possède 4 caméras qui lui permettent de cartographier son environnement. L'objectif est de lui faire franchir des obstacles sur base des images de la caméra.

dent doit veiller à intervenir un minimum dans ce domaine spécialisé.

C'est ce que fait la VUB. L'université possède déjà un palmarès impressionnant dans le domaine des "robots ambulants". Elle dispose d'un logiciel de simulation très rapide (breveté) permettant l'analyse du processus de marche (et pouvant donc être utilisé dans une commande comme "pronostiqueur" ou "aide préventive"). Lucy et les nouveaux projets, tels que le robot de revalidation Al-tracro, démontrent clairement l'envergure mondiale de tout ce travail de recherche. D'après les chercheurs, cette expérience bruxelloise a permis un dialogue assez rapide avec les collègues japonais et français. Et des résultats probants - des pas dynamiques - ont pu être réalisés.

La cellule de développement robotique de la VUB a pu bénéficier de précieuses informations grâce à l'expérience accumulée par Björn et Bram à la "Mecque de la robotique". Ils ont également pu se profiler dans la *networking community* de la robotique de pointe. Ils sont même consultés lorsque des collègues rencontrent des problèmes. C'est d'ailleurs grâce à un tel réseau que Björn et Bram seront très certainement impliqués dans des projets européens ultérieurs. C'est également une bonne chose que le projet de Björn se soit déroulé au laboratoire franco-nippon où il a pu entretenir de nombreux contacts avec les chercheurs français résidents. Les contacts avec les chercheurs japonais étaient sensiblement plus pénibles, malgré les cours de japonais intensifs.