



Cérémonie du 29 mai 2018

Allocution de Jean-Paul Laumond Robotique : agir par le mouvement

*Élu dans la section des Applications des sciences, rattaché à la section des Sciences
mécaniques et informatiques*

Monsieur le président, Monsieur le vice-président,
Mesdames les Secrétaires perpétuels,
Chers collègues,
Chers amis,

La roue de la fortune m'amène à vous sous cette coupole, c'est un grand bonheur et un immense honneur.

Le mouvement de cette roue est régi par une équation différentielle non intégrable. Elle s'est mise à rouler un jour de 1984, lorsque Georges Giralt, sortant de son bureau, me posa une question à propos de notre robot mobile Hilare : « Jean-Paul, est-ce que tu as vu qu'Hilare a des roues ? ». Bien sûr qu'Hilare a des roues ! Quelle étrange question !

Je m'intéressais alors à l'algorithmique de la planification automatique de mouvement. Comment désassembler deux pièces mécaniques ? Comment programmer la trajectoire d'un robot manipulateur, d'un robot soudeur, d'un robot peintre ? Ce problème, baptisé le *problème du déménageur de piano*, relève de la géométrie algorithmique. Par d'astucieux algorithmes, on transformait le piano de l'espace réel en un point dans un espace abstrait, l'espace des configurations. Dans cet espace il s'agit de trouver un chemin sans collision pour un point. Déménager une balle de ping-pong est plus simple que déménager un piano ! Oui, mais voilà, dans le cas du robot à roues, tout chemin n'est pas nécessairement admissible, il ne respecte pas nécessairement cette fameuse équation différentielle. À la géométrie algorithmique, il fallait associer d'autres géométries, plus abstraites, plus difficiles à appréhender pour le roboticien, mais aussi plus belles et puissantes, comme la géométrie sous-riemannienne. Ce fut fait pendant près de 15 ans.



On comprit alors que le nombre de manœuvres pour garer une voiture varie comme l'inverse du carré de l'espace laissé libre entre les parechocs, que c'est un cube si on ajoute une caravane, et une fonction exponentielle si l'on tente de manœuvrer un chariot à multiples remorques dans un aéroport. En 1997, Hilare se garait au LAAS en toute autonomie en tractant sa remorque.

Ainsi j'avais contribué à résoudre le problème. En recherche, résoudre un problème, c'est très bien ; poser un beau problème, c'est encore mieux. C'est ce qu'avait fait Georges Giralte en me posant sa question, porté qu'il était par l'intuition qui font les grands chercheurs.

Je fis une pause en 2000 pour créer une entreprise qui vend des solutions au problème du déménageur de piano, et dont le succès dépend d'algorithmes probabilistes aujourd'hui très répandus et dont on ne comprend toujours pas pourquoi ils marchent aussi bien.

En 2003, de retour au LAAS, je m'intéressais à la robotique humanoïde. Je ne savais pas alors que j'allais retrouver la roue de la fortune. Faire marcher un robot humanoïde n'est pas chose simple, on s'en doute. Il faut sans cesse lutter contre la gravité et garder son équilibre. Ce que nous faisons tous les jours. Il suffirait donc que le roboticien s'inspire de la locomotion humaine. Oui, mais voilà, on se renseigne et on constate qu'on ne sait presque rien de la manière dont on marche. Une collaboration étroite se noue alors avec Alain Berthoz. Ensemble, nous montrons que l'équation du mouvement de la roue régit aussi la formation des trajectoires locomotrices. Ainsi, on ne marcherait pas, on roulerait ? Mais, dans ce cas, où diable se cache cette roue invisible qui ordonnerait nos déambulations ?

La voici : il s'agit d'une petite roue d'une quinzaine de centimètres, qui évolue sur un plan d'une hauteur d'environ un mètre, et qui entraîne le mouvement de notre centre de gravité. Toute la complexité, toutes les synergies motrices de notre corps en marche peuvent se résumer dans ce simple mouvement d'une roue virtuelle.

La roue de la fortune m'a amené à vous, c'est aussi une belle reconnaissance pour la robotique. Les robots, ces machines qui bougent, font l'objet d'interrogations légitimes et de



peurs souvent fantasmées. Le roboticien a le devoir de dire ce qu'il en est. Comme un artisan un peu démiurge, il interroge nos connaissances et parfois contribue à leur production.

La robotique nous dit ainsi que notre intelligence, cette notion moderne qui n'apparaît qu'à la fin du XIX^e siècle, n'est pas le seul apanage du cerveau, mais qu'elle doit beaucoup aux mystères encore non élucidés de notre corps en mouvement, ce corps qui dialogue et lutte sans cesse avec la gravité.

La robotique, c'est l'intelligence de la gravité. Contrairement aux idées reçues, ses progrès sont lents, logarithmiques comparés aux impacts exponentiels des travaux actuels en intelligence artificielle. Il est d'autant plus important de soutenir ses équipes de recherche.

Je vous remercie pour la confiance que vous m'avez accordée.