

EXTRAIT

CHAPITRE 1 : LES VISIONNAIRES

Eric Drexler et les nano robots

Les nanorobots médicaux sont incontestablement les nanotechnologies qui font le plus rêver. Ils patrouilleraient dans notre corps à l'affût de cellules malades, d'agents étrangers féroces prêts à nous précipiter dans la maladie ou à nous tuer. Les robots donneraient l'alerte ou mieux, fonceraient pour réparer ou détruire l'ennemi. C'est toujours un plaisir de fantasmer. La science-fiction va-t-elle devenir science ? C'est la question qui nous fait délicieusement frissonner d'espoir en un monde parfait, et aussi de crainte. Et s'il se révélait trop parfait en se retournant contre les faibles humains que nous sommes ?

Les nanorobots sont encore confinés dans les laboratoires de recherche, à un stade tellement préliminaire que l'on ne peut encore dire quelle sera leur utilité. Tels quels, à l'état de prototypes, ils sont déjà fascinants.

En 1966 sortait un film mythique, *Le Voyage fantastique*, tiré d'un roman d'Isaac Asimov. Des scientifiques miniaturisés, dont la splendide Raquel Welch, embarquaient à bord d'un mini sous-marin. Introduits dans le corps par une veine, ils avaient pour mission d'aller détruire un caillot mortel dans le cerveau d'un grand physicien, déjouant au passage les pièges du système immunitaire. [...]

Vingt ans plus tard, l'ingénieur californien Eric Drexler publie un livre qui fait toujours autorité sur « les engins de création », dans lequel il décrit ce que pourront être en réalité ces minimachines. Son disciple Robert Freitas a depuis consacré trois volumes à la nanomédecine, développant son idée de nanobots, des systèmes biomécaniques qui s'autoassembleraient, partant en essaim vers le site malade, détectant, diagnostiquant, déclenchant des thérapies et même des réparations cellulaires. Ces nanorobots transmettraient enfin toutes les données collectées au médecin, le macrodocteur. [...]

Les nanomoteurs

Carlo Montemagno n'est pas un rêveur. Doyen du collège d'ingénierie de l'université de Cincinnati, il a consacré sa carrière aux nanorobots, notamment en médecine, travaillant sur les matériaux hybrides associant le vivant et l'inerte. [...]

Devenu directeur adjoint de l'Institut des nanosystèmes à l'université de Californie à Los Angeles (UCLA), il a poursuivi ses recherches avec opiniâtreté. Trois ans d'efforts, de déceptions, puis de progrès pour exploiter la force musculaire afin de propulser une micromachine. En 2003, un minirobot a pu cheminer à la vitesse de 40 micromètres par seconde sur des « pattes » mues par les battements des fibres musculaires d'un cœur de rat.

L'engin est composé d'une arche de silicium de 50 micromètres. Une corde de fibres musculaires cardiaques court tout le long du dessous de l'arche. Et la faire tenir a été la prouesse de l'équipe de Montemagno. Après avoir incurvé la mince couche de silicium, sa face convexe a été recouverte d'une fine pellicule d'or pour permettre l'adhésion des fibres musculaires. Pour faire pousser le muscle, l'arche a été déposée dans une boîte de Pétri contenant des cellules de muscle cardiaque de rat dans un milieu de culture de glucose. Les

cellules ont poussé en trois jours en fibres musculaires qui ont adhéré à la pellicule d'or et formé la corde courant tout le long de l'arche. Le robot muscle avait été dessiné de telle façon qu'il se déplaçait à chaque contraction, démontrant que l'on peut créer des mini-engins autoassemblés mus par une source d'énergie indépendante des sources extérieures.

Maintenant que le robot muscle fonctionne, que peut-on lui faire faire ? Carlo Montemagno poursuit son idée, et souhaite en faire une assistance respiratoire interne et discrète pour les personnes dont les nerfs phréniques commandant les mouvements du diaphragme sont endommagés. L'insuffisance respiratoire n'est pas un sujet à la mode. Il faut avoir vu de grands insuffisants respiratoires pour comprendre son importance méconnue. Le moindre mouvement devient un énorme effort, monter un escalier devient quasi impossible, même au ralenti. Respirer est un effort. Vivre est un effort. Dans les cas les plus graves, il faut recourir à la ventilation artificielle, au moyen d'un matériel lourd qui attache le patient à son lit. Le robot muscle, infléchirait grâce à ses « pattes » un matériel piézoélectrique capable de générer quelques millivolts allant stimuler les nerfs phréniques pour faire se contracter le diaphragme. Les propres cellules cardiaques du patient seraient utilisées pour éviter un rejet, tandis que le combustible serait le glucose circulant dans le sang.

Pour Carlo Montemagno, le principe étant acquis, on peut d'ores et déjà envisager d'utiliser le système de l'arche de silicone pour intégrer des cellules et des tissus sur une grande variété de microstructures.

Ingénieur en prise avec la réalité, Montemagno, comme beaucoup de ses collègues travaillant dans le domaine en friche si excitant de l'infiniment petit, se veut aussi visionnaire. Son but, qu'il n'atteindra peut-être pas lui-même avant la fin de sa carrière, est la mise au point d'un matériel intégrant un comportement intelligent dans la matrice de la matière assemblée.

Un robot moléculaire pour le diagnostic

Dans le domaine du diagnostic, des chercheurs israéliens de l'université hébraïque de Jérusalem, sous la direction d'Itamar Willner, ont construit un robot moléculaire qui détecte les traces virales dans un échantillon sanguin et donne l'alerte en envoyant un signal lumineux. On est encore loin du robot qui s'attaquerait directement au virus, mais c'est un premier pas.

Le nanorobot consiste en une molécule, sous la forme d'un brin unique d'ADN doté de trois segments. L'un pour détecter l'ADN viral, l'autre contenant les instructions pour fabriquer une enzyme, un catalyseur qui augmente la vitesse de réaction. Le troisième segment sert à attacher cette enzyme libre au reste de la molécule.

Une molécule d'ADN isolée en forme d'épingle à cheveux attrape l'ADN pathogène par un bout et s'accroche au premier segment du nanorobot. Ceci pousse les enzymes de la deuxième section à construire l'enzyme catalyseur qui modifie alors une autre molécule, le luminol, qui émet un signal lumineux, amplifié par l'enzyme catalyseur. Le processus est complexe, mettant en jeu diverses enzymes et des blocs d'ADN, mais en réalité le mécanisme est automatisé dès que le robot moléculaire a attrapé l'ADN viral. Ce test serait d'une extrême sensibilité. D'après ses auteurs, il équivaudrait à trouver un paquet de sucre dissous dans le lac Michigan. Reste à faire la preuve de son efficacité au niveau industriel et de ses capacités à rivaliser avec une méthode devenue courante, comme l'amplification génique. À long terme, qui sait ? Il lui faudra avoir rempli les trois conditions fondamentales exigées pour un test : être le plus sensible possible, ce qui semble démontré dans les premières expériences. Être très spécifique, ne pas se tromper de cible. Enfin être suffisamment sûr et simple pour être reproduit dans des conditions industrielles à un coût supportable.