

Extrait du Spyworld Actu

<http://www.spyworld-actu.com/spip.php?article608>

Microdrone Libellule pour mini révolution

- Défense - France -



Date de mise en ligne : mardi 28 juin 2005

Spyworld Actu

Spécialisée dans la recherche exploratoire, la société SilMach, une spin-off* du CNRS et de l'université de Franche-Comté, développe depuis 18 mois un drone minuscule fonctionnant sur le modèle d'un être vivant : une libellule. Ce projet de micromécanique " bio inspiré " fait l'objet d'un contrat de recherche exploratoire innovante (REI) passé par la DGA. Aux antipodes du modélisme, il constitue une véritable rupture technologique ouvrant de nouveaux espaces dans le domaine de la miniaturisation.**

Personne n'a souhaité lui donner de sobriquet. On l'appelle sobrement " la libellule ". Aujourd'hui ses ailes sont prêtes à décoller, ses yeux manquent encore de crédits (de développement), son coeur cherche toujours des partenaires..., et elle est entièrement mécanique. Nanomécanique pour être plus précis. Concentré de recherche exploratoire, cette machine n'est autre qu'un nanodrone. Accusant un poids total de 20 mg pour une envergure de 6 cm, la libellule développée par SilMach est exclusivement composée de silicium. " Nous ne faisons pas du modélisme ! " explique Patrice Minotti, PDG de la spin-off et directeur de recherche au CNRS. A ses côtés, Pierre François Louvigné, référent matériaux et ruptures technologiques au centre d'expertise parisien de la direction de l'expertise technique (DET) à Arcueil, confirme : " le but est de développer un système de nanosystèmes de type bio-inspiré, c'est-à-dire un système composé de systèmes de très petite échelle, possédant les mêmes caractéristiques mécaniques que l'original biologique. Pour la DGA qui a passé un contrat de recherche exploratoire innovante (REI) à SilMach, ce programme comporte des enjeux qui pourraient s'avérer énormes en terme de rupture technologique. "

Si tant est qu'on le repère, comment lutter contre un minuscule insecte mécanique voyeur ? Il est insensible aux gaz, le tireur d'élite capable de le dégommer à distance n'est pas encore né,... Seule solution : l'écraser d'une claque. Sans équivalent en terme de discrétion tant optique qu'acoustique, on pourrait trouver à la libellule de multiples applications. Les stratèges de défense ont cependant du temps pour réfléchir à son emploi. Pour l'heure le démonstrateur se résume à quatre fines ailes argentées décollées de la surface d'un " Wafer ". " La plupart des gens qui voient un wafer pour la première fois le confondent systématiquement avec un CD-Rom. Même taille, même aspect. Pour la libellule, ce disque est composé de 4 couches de matière. Sa base est une galette de silicium de quelques microns d'épaisseur à laquelle on a superposé une couche de 0,5 microns de nitrure de silicium, une couche de 3 microns d'oxyde sacrificiel et une couche de 1 micron de polycristal de silicium ", précise Gilles Bourbon, chargé du prototypage chez SilMach.

Pour expliquer le principe de fabrication des nanomécanismes sur wafer, cet ingénieur de 38 ans se réfère à des techniques moyenâgeuses. " L'oxydesacrificiel peut être assimilé au sable dont nos ancêtres se servaient pour fabriquer les voûtes en pierre. Son rôle est de soutenir un ouvrage le temps de sa construction. Après on l'enlève. " Dans notre cas et par assimilation, le sol c'est l'aile en silicium ; l'ouvrage ce qui va l'actionner. Entre les deux, l'oxyde sacrificiel voué à être dissout en fabrication à l'acide hydro-fluorhydrique.

La libellule possède quatre ailes. Sur le nanodrone de SilMach, chacune d'elles est actionnée par 180 000 muscles. Sortes de poutres de 1 micron d'épaisseur pour une moyenne de 150 microns de longueur, ils sont répartis et distribués en réseaux sur toute la surface de l'aile. " Excités sous une tension de 100 à 150 volts, les nanomuscles artificiels suspendus s'affaissent, se contractent et se redressent. A leurs points d'ancrage, ils génèrent des contraintes de flexion à quelques dizaines de battements par seconde dans la structure des ailes. L'ensemble des efforts combinés produit un battement d'une amplitude de 40° en bout d'aile, conformément au modèle animal ", explique Gilles Bourbon. Ce résultat est le fruit d'une recherche de compromis constante. Plus le muscle est long, moins il faut lui appliquer de différence de potentiel (DDP) pour le " contracter ". Mais le déplacement résultant en bout d'aile est plus faible. Au contraire, un muscle court offre une amplitude accrue mais il est gourmand en tension

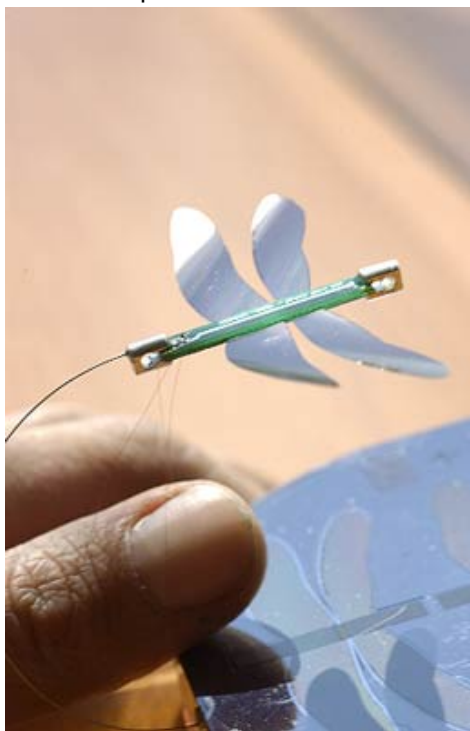
Microdrone Libellule pour mini révolution

d'alimentation. La micro source embarquée capable d'alimenter l'ensemble n'a pas encore vu le jour. Des tractations sont en cours avec différents partenaires, dont le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), pour étudier les piles qui seront le coeur de la machine. " La nature est et restera créatrice de systèmes qu'il serait illusoire de vouloir reproduire exactement à l'identique. L'homme et sa technologie en sont parfaitement incapables ", note Patrice Minotti. Le défi que s'est lancé SilMach consiste plutôt à imaginer et développer des mécanismes utilisant le meilleur de la technologie actuelle, dans le but ultime d'approcher les performances mécaniques du modèle biologique. " Toutefois le déficit entre le modèle biologique et son clone artificiel est irrémédiable. Un insecte en vol brûle des graisses animales ayant une capacité énergétique voisine de l'essence, soit environ 50 000 joules/g, tandis que les meilleures batteries au lithium actuelles ne peuvent fournir que 360 J/g. On est donc loin du compte. Notre but n'est pas de combler ce gouffre. Développer une batterie miniature et ultralégère embarquée est déjà un challenge suffisamment difficile à relever pour les chercheurs du CEA ", explique Patrice Minotti. " Sur les 120 mg que pèsera la libellule, 100 seront consacrés aux batteries, 18 à la structure mécanique passive et seulement 2 au système de propulsion pour le vol battu ", rajoute le PDG de SilMach pour mieux préciser l'étendue du problème à régler.

Etudier et fabriquer la libellule relève de la recherche exploratoire. Dans ce domaine, les résultats sont rarement garantis. Si la technique s'avérait incapable de reproduire le modèle biologique, elle aura au moins tenté de s'en approcher au plus près. Les avancées issues de cette démarche seront quant à elles acquises et bien réelles. " Toute proportion gardée, et en toute modestie, notre nanodrone est un vecteur de recherche comme pouvait l'être le Concorde à son époque. Bien sûr cette comparaison peut prêter à sourire pour qui reste cantonné au premier degré. Mais dans le détail de la rupture technologique qu'ils représentent pour leurs contemporains, un esprit ouvert constatera aisément que les deux univers sont légitimement comparables ", fait remarquer Gilles Bourbon. Naturellement, il faudra encore attendre quelques années avant le premier vol de la libellule et pouvoir juger du résultat sur pièce. Peut-être aura-t-elle le nez pointu ?

*Spin-off : " pratique par laquelle une entreprise incite ses salariés à créer leur propre entreprise " - Arrêté du ministère de l'Economie et des finances du 11 février 1993.

**CNRS : centre national de la recherche scientifique



20 mg pour une envergure de 6 cm, la libellule est exclusivement composée de silicium (crédits : DGA/COMM)

Trois questions à Pierre François Louvigné

Comment la libellule a-t-elle atterri à la DGA ?

Le plus grand chercheur de la planète peut trouver l'idée du siècle, si il n'obtient pas de crédits pour la développer elle ne verra jamais le jour. Le plus gros problème de la recherche exploratoire, c'est de trouver des financements. Or, d'une part les gens qui la conduisent ne sont pas des commerciaux, d'autre part ils doivent vendre des produits qui n'existent pas encore et pour lesquels il y a peu de références quant à leur efficacité ou intérêt du fait même de leurs aspects novateurs. Cependant des organismes tels que la DGA disposent de crédits dédiés au domaine inventif pour la préparation du futur. En tant que référent matériaux et ruptures technologiques à la direction de l'expertise technique (DET), mon travail consiste à me servir de mes antennes pour déceler et prévoir l'exploitation de toutes les nouvelles technologies. Je suis le relais entre ceux qui détiennent les cordons de la bourse et l'industrie de recherche exploratoire. Le projet Libellule a été présenté et retenu, en septembre 2003, par la commission REI (recherche exploratoire innovante) du service de la recherche et des études amonts (SREA) de l'ancienne organisation de la DGA. Il s'inscrit depuis dans le programme d'études amonts (PEA) Matador concernant les matériaux pour drones d'observation réduit. Le budget qui a été alloué à SilMach est de 150 KEuros sur trois ans.

Quel est son intérêt ?

La libellule est une véritable mine d'innovations ouvrant de nombreuses perspectives. Les sujets novateurs traités par SilMach permettront notamment de trouver de nouvelles fonctionnalités. Elle est en outre un sujet exceptionnel pour qu'ils puissent baser leurs travaux de recherche exploratoire sur un cas concret. Les gens vont pouvoir constater de visu les avancées qui la composent et ainsi percevoir aisément la portée de la microtechnologie, y compris dans leurs attributions. Chaque domaine technique est concerné. Peu se sont encore créé le besoin de son emploi du fait de la méconnaissance de cet univers souvent réduit à l'électronique. La libellule est la première structure en mouvement 100% MEMS (systèmes micro-electro-mecaniques) au monde. Un observateur pourra voir, à l'oeil nu, ses mécanismes fonctionner sur table et en vol. Au-delà de la prouesse des muscles greffés sur une aile, il comprendra les possibilités que peut offrir le système dans sa globalité. La libellule est un démonstrateur vivant de la faisabilité et de l'utilité d'une technologie, les MEMS en l'occurrence. Elle vaut infiniment mieux que n'importe quel argumentaire sur le sujet.

Quel pourrait être son futur ?

Les idées de débouchées se multiplient au fur et à mesure de l'avancement des travaux. La première, la plus évidente, consisterait à utiliser la libellule comme oeil déporté du fantassin. Elle irait fureter en zone hostile ou inconnue pendant que celui-ci resterait sagement embusqué en toute sûreté. Furtif, léger, de taille réduite et consommable, le combattant pourrait embarquer plusieurs de ces microdrones dans son paquetage. Cet emploi considère le système, mais en terme d'exploitation de ruptures technologiques il faut aussi savoir projeter l'innovation tout azimut. Moins évident, donc, mais plus révolutionnaire, il est probable que les technologies de la libellule trouveront des débouchés dans les applications structurales que sont les capteurs ou les senseurs. Elles pourraient alors devenir l'instrument permettant de donner accès à des mesures jusqu'ici infaisables, voir inimaginables. Il est encore trop tôt pour développer plus mais, croyez-moi, ce sujet risque d'alimenter les conversations métrologiques d'ici quelques temps.

Pour en savoir plus sur les drones, cliquez sur le lien ci-dessous :

► [Les drones en France](#)