

**Zeitschrift:** Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique  
**Herausgeber:** Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique  
**Band:** - (1998)  
**Heft:** 38

**Artikel:** Voiture: le pilote est une puce  
**Autor:** Heinzelmann, Elsbeth  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-556123>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.02.2026

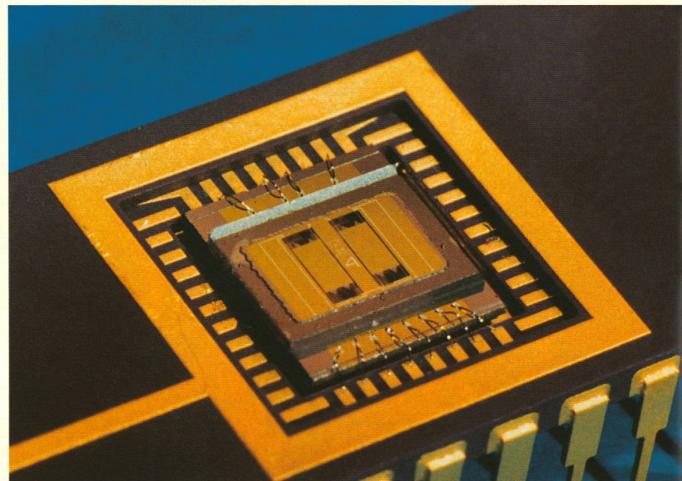
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Voiture: le pilote est une puce

PAR ELSBETH HEINZELMANN  
PHOTO UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL

Prototype d'un microcapteur de vitesse angulaire: les masses mesurent 2000 x 1000 x 360 microns cubes.



Un système de navigation pour voitures, basé sur des microcapteurs, pourrait améliorer les systèmes actuels. Une équipe de chercheurs franco-suisse a mis au point une idée très prometteuse et financièrement avantageuse.

**D**e nos jours, la microtechnique fait partie de la vie quotidienne, qu'il s'agisse d'aides auditives miniaturisées placées dans l'oreille de malentendants, de détecteurs d'incendie intelligents ou d'appareils ménagers commandés par une puce.

Les progrès technologiques, qui permettent de réunir diverses fonctions électroniques et mécaniques sur une puce et de fabriquer celle-ci en quantité industrielle, rendent aujourd'hui les appareils plus petits, moins coûteux et plus performants. Pour créer, à partir d'un composant microtechnique, de nouvelles applications toujours plus évoluées, la recherche doit en explorer les limites. Et savoir dépasser les frontières qui séparent les disciplines (la microtechnique est une science interdisciplinaire) ou les nations

(l'amélioration des connaissances passe par la collaboration d'équipes internationales).

Le Projet International de Coopération Scientifique (PICS), auquel participent des spécialistes français et suisses de la microtechnique, est un bon exemple d'une telle collaboration. Un des projets sur lequel l'équipe transfrontalière a travaillé est un système de navigation automobile basé sur des capteurs miniaturisés.

## Un grand potentiel dans la navigation automobile

Le Global Positioning System (GPS), système de navigation par satellites développé initialement par et pour l'armée américaine, est maintenant largement utilisé par les civils pour les applications de localisation sur

terre, dans l'air et sur l'eau. D'après des signaux émis par les satellites, il permet de déterminer la latitude, la longitude et le niveau au-dessus de la mer d'un point précis. Le GPS joue un rôle important dans la navigation commerciale, le trafic aérien et la topographie. Il est également utilisé pour certaines activités de loisirs, comme la voile.

Il présente aussi un grand intérêt pour la navigation automobile. Dans ce cas, le GPS est combiné avec des capteurs de mouvement ainsi qu'avec des cartes routières numérisées sur CD-ROM. Le défaut des systèmes disponibles actuellement est leur prix élevé ainsi que la complexité du montage dans le véhicule.

L'objectif de ce projet était donc de produire, avec les techniques de la microfabrica-

tion, un système bon marché qui, grâce à des capteurs intégrés mesurant l'accélération et la vitesse angulaire, réduise les coûts du système et du montage. Les partenaires impliqués dans ce projet en Suisse sont l'Institut de microtechnique de l'Université de Neuchâtel, avec le groupe SMLAB du Prof. Nico F. de Rooij, spécialisé dans les capteurs, les actuateurs et les microsystèmes, celui du Prof. Fausto Pellandini, expert en électronique et en traitement du signal, de même que l'Institut des microsystèmes (Prof. Philippe Renaud) de l'EPFL. En France, participe le Laboratoire de physique et métrologie des oscillateurs (LPMO) du Centre national de recherche scientifique (CNRS) situé à Besançon.

### Un projet en quatre parties

Le SMLAB a été chargé du microcapteur de vitesse angulaire. Le capteur en silicium comprend deux masses suspendues à des poutres et vibrant en anti-phase dans un plan. Lorsque le capteur subit une rotation, les deux masses n'oscillent plus sur ce même plan: leur centre de gravité suit la forme d'une ellipse sous l'influence de la force de Coriolis. Découverte par le mathématicien français Gaspard Gustave Coriolis (1792-1843), cette force d'inertie se manifeste sur un corps en mouvement subissant une rotation par une poussée verticale au plan du déplacement. Des piézorésistances placées sur les poutres de suspension permettent de détecter cette déviation. La tension rendue par la microstructure est cependant très faible (de l'ordre du millionième de volt). Une électronique et un traitement du signal complexes sont donc indispensables pour réduire le bruit, la dérive des capteurs, etc., qui parasitent le signal.

Les laboratoires français ont conçu un microaccéléromètre tridimensionnel en silicium. Chacun des trois capteurs se compose d'une masse suspendue par quatre tiges très minces d'une largeur de 11 microns (1 micron = 1 millionième de mètre). Particularité notable: les trois capteurs sont réunis sur une seule puce et peuvent ainsi être produits en même temps et, par conséquent, de façon rationnelle.

### Simulé dès le départ

Pour étudier les capteurs et leur comportement dans le système, les chercheurs dans le domaine des microsystèmes à l'EPFL ont mis au point des simulations basées sur la méthode des éléments finis (FEM). Le principe est de modéliser graphiquement l'objet par un maillage de petits volumes, dont le mouvement peut être calculé plus facilement. Avec la FEM, le comportement des structures peut être étudié et optimisé dans les conditions ultérieures d'utilisation et ceci dès la phase de conception. On diminue ainsi les temps de développement, on réduit les coûts et on économise le matériel et les ressources.

Une partie importante d'un système de navigation est le traitement du signal, dont l'un des buts est le calcul de la trajectoire de la voiture d'après les mesures des capteurs. A l'Institut de microtechnique de Neuchâtel, la Française, Catherine Marselli, ingénieur en électricité, s'est occupée de ce problème délicat. Ses travaux ont notamment permis de définir une configuration minimum de capteurs nécessaires pour le calcul de la trajectoire du véhicule. De même, des algorithmes pour intégrer les signaux GPS et corriger les imperfections des capteurs ont été développés.

### Voiture test

Une voiture a été équipée pour tester les nouvelles méthodes. Pour Mme Marselli, ce projet de recherche a un caractère pionnier en microtechnique: «L'idée de combiner dans un système de navigation automobile des microcapteurs d'accélération et de vitesse angulaire est prometteuse. De plus, la fabrication des microcapteurs de vitesse angulaire en silicium, moins onéreux que les capteurs précédents en quartz, rend possible des utilisations industrielles sur une grande échelle.»

Grâce à leur étroite collaboration, les partenaires du projet, en France et en Suisse, ont développé un système encore complexe, mais proche de la réalité. A l'industrie de s'emparer des idées et de les rendre commercialisables.

### La collaboration ouvre les horizons

En 1992, le physicien Marcel Ecabert, directeur de la Fondation Suisse pour la Recherche en microtechnique à Neuchâtel, évaluait avec le directeur de l'Institut des microtechniques de Franche-Comté les possibilités de collaboration entre chercheurs français et suisses sur des projets de l'UE lorsque, le 6 décembre de la même année, le rejet par le peuple de la participation de la Suisse à l'EEE mit fin à leurs ambitions. Refusant d'abandonner, les deux hommes cherchèrent une autre possibilité et aboutirent au PICS (Projet international de coopération scientifique), initiative française pour la collaboration internationale de scientifiques dans un projet utile sur le plan économique et social.

Avec un sujet de recherche clair, Marcel Ecabert vint frapper à la porte du Fonds national où la demande de cette équipe peu orthodoxe, composée de professeurs et de doctorants, hommes et femmes de diverses nationalités, a été examinée et approuvée. Parallèlement au projet de microsystème de navigation pour voitures (lire l'article principal), un micromanipulateur pour le montage automatisé de fibres optiques a été développé dans le cadre d'une collaboration entre l'EPFL et l'Université de Besançon.

L'effet de cette initiative a également été positif dans le domaine de l'enseignement: les travaux de doctorat en microtechnique du PICS sont aujourd'hui reconnus réciproquement par les Universités de Neuchâtel et de Besançon.