

## COMMUNIQUÉ DE PRESSE

Mardi 25 septembre 2012

### Un micron d'or pour la micro horloge atomique de FEMTO-ST



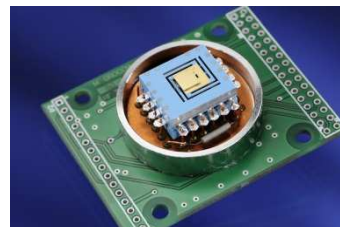
3 micro cellules à vapeur de césium

Un point commun d'une multitude de systèmes couramment utilisés aujourd'hui par la société actuelle, friande d'électronique nomade ou embarquée, réside dans la mesure précise du temps et dans le fait que leurs performances dépendent directement de la stabilité de fréquence de la référence qu'ils utilisent. Des horloges performantes sont requises pour notre positionnement précis sur le globe dans les systèmes à récepteurs GPS, nécessaires aux systèmes radar aidant à l'atterrissage des avions et primordiaux pour aider à la synchronisation des réseaux de télécommunications ou du transfert de données bancaires, travaillant à des débits toujours croissants. Les meilleures « gardes du temps » sur des périodes longues sont les horloges atomiques, références exploitant la fréquence de transition entre deux niveaux d'énergie d'une espèce atomique. A ce jour, la seconde est toujours

définie à partir de l'atome de césium. Pourtant, jusque récemment, le volume des horloges atomiques les plus compactes s'apparentait aux dimensions d'un paquet de cigarettes avec une consommation électrique de plusieurs watts, interdisant leur utilisation dans des systèmes embarqués nécessitant une alimentation sur pile ou batterie. Aujourd'hui, grâce à la combinaison d'un principe physique dit piégeage cohérent de population et des technologies de micro-fabrication, il est possible de développer des horloges atomiques miniatures combinant un volume proche de celui d'un dé à coudre, une puissance de consommation de 150 mW et une dérive inférieure à 1 microseconde (0.000 001s) par jour, soit 2 à 3 ordres de grandeur meilleurs que celle des oscillateurs à quartz utilisés massivement aujourd'hui.

L'Institut FEMTO-ST, acteur majeur des microtechniques et héritier de la tradition horlogère franc-comtoise, a développé dans le cadre d'un projet européen d'envergure baptisé MAC-TFC\* ([www.mac-tfc.eu](http://www.mac-tfc.eu)) qu'il a piloté une technologie originale de microcellule à vapeur de césium, constituant le cœur de micro-horloges atomiques de nouvelle génération. Cette cellule (voir figure 1), basée sur des technologies MEMS et réalisée à la centrale de technologie MIMENTO de FEMTO-ST, consiste en une cavité réalisée par gravure profonde à ions réactifs (DRIE) dans un wafer de silicium de part et d'autre duquel sont fixés par soudure anodique deux wafers de verre. L'originalité majeure de cette technologie brevetée, comparativement à la concurrence, est que la vapeur de césium est générée après scellement définitif de la cellule en chauffant localement à l'aide d'un faisceau laser de forte puissance une pastille dite « dispenser » de césium disposé préalablement dans la cellule. Cette méthode assure une atmosphère interne stable, dénuée de toutes impuretés et autorisant une durée de vie de la cellule de plusieurs années à des températures élevées de l'ordre de 80°C. Une procédure originale a été développée pour ajouter à la vapeur de césium une pression contrôlée d'un gaz inerte tampon (Neon) dont la présence permet d'améliorer nettement les performances de stabilité de fréquence de l'horloge. Cette recette ajoute à l'aspect innovant de notre technologie.

Cette horloge de laboratoire développée à FEMTO-ST utilisant notre microcellule a démontré une stabilité relative de fréquence de  $3.8 \cdot 10^{-11}$  à 1 s et inférieure à  $10^{-11}$  à une journée d'intégration (dérive inférieure à 1 microseconde par jour), répondant largement aux spécifications du projet MAC-TFC. Récemment, ces microcellules ont été associées à d'autres briques constituantes aboutissant à la réalisation du premier démonstrateur d'horloge atomique MEMS européen (fig. 2) adapté à une valorisation industrielle de fort potentiel et récompensée par un micron d'or lors du salon MICRONORA 2012



Paquetage physique d'un démonstrateur d'horloge atomique MEMS

\* Le projet MAC-TFC, piloté par FEMTO-ST, a regroupé 10 partenaires européens académiques et industriels : FEMTO-ST (France), EPFL (Suisse), Université de Ulm (Allemagne), VTT (Finlande), Université de Neuchâtel (Suisse), PWR (Pologne), Oscilloquartz -groupe Swatch- (Suisse), SAES (Italie), Asulab (Suisse), CEA-LETI (France).

#### Contacts

Rodolphe Boudot, Nicolas Passilly,  
Vincent Giordano, Christophe Gorecki (FEMTO-ST)  
[rodolphe.boudot@femto-st.fr](mailto:rodolphe.boudot@femto-st.fr)  
[nicolas.passilly@femto-st.fr](mailto:nicolas.passilly@femto-st.fr)