

# Micropropulsion Microcombustion

par Yves Ribaud et Olivier Dessornes

Le mardi 24 septembre 2002, l'AAAF\* a organisé une présentation qui se déroulait au CNES à Paris sur le thème de la micro propulsion. Deux ingénieurs-chercheurs du Département d'Energétique Fondamentale et Appliquée de l'ONERA ont animé cette présentation. Elle se composait de 2 parties : l'une sur les *généralités concernant les micro machines thermiques pour micro drones*, par **Yves Ribaud** (*Yves.Ribaud @ onera.fr*), l'autre concernant les *études sur la micro combustion appliquée aux micro turbines*, par **Olivier Dessornes** (*Olivier.Dessornes @ onera.fr*).

\*AAAF = L'Association Aéronautique et Astronautique de France [www.aaaf.asso.fr](http://www.aaaf.asso.fr)

## 1. Généralités sur les micro machines thermiques pour micro drones ▲



Fig. 1: Projet ONERA / ERM MIRADOR

### *Enjeux*

Du point de vue militaire, les micro drones de génération future : MAV2G, MAV3G ont pour objectif la reconnaissance et la mission en milieu urbain (canyoning en milieu urbain ou inspection à l'intérieur de bâtiments). Cependant de nombreuses applications civiles existent, comme la reconnaissance d'ouvrages (ponts, immeubles), de catastrophes naturelles, la retransmission d'évènements médiatiques, le repérage de mines anti-personnel...

### *Besoins*

Outre une bonne autonomie et un bon rendement énergétique, une bonne puissance spécifique (la charge embarquée en dépend), il faut également maîtriser :

- le vol stationnaire
- l'intelligence embarquée ( transmission de données en temps réel )
- le bruit
- la taille qui ne devrait pas excéder 15 cm dans toutes les directions à terme.
- Le contrôle du vol et le guidage
- Les capteurs miniatures

### *Etat de l'art*



Fig. 2 : Voilure fixe Black widow, Aerovironment, USA

Les Américains, grâce à de forts investissements, notamment dans les techniques MEMS ( DARPA, ARO, NASA... ), possèdent une avance certaine. Actuellement, en France, la première génération de minidrones à ailes fixe, d'une taille de l'ordre du mètre est disponible mais sous forme assez rudimentaire 1 m.

A l'horizon 2005, on vise le vol stationnaire pour une taille de 40 cm (voir fig. 3). A l'horizon 2015, le vol stationnaire en espace confiné est envisagé (taille de 15cm max. ,ailes battantes ou vibrantes). Voir fig. 4.



Fig.3 : Voilure tournante Etude DARPA



Fig. 4 : Ailes battantes ou vibrantes

### *Machines thermiques étudiées*

On distingue principalement les concepts suivants :

- micro turbines ( voir fig. 5)
- micro wankel ( voir fig. 6 )
- effet thermo électrique ( voir fig. 7 )

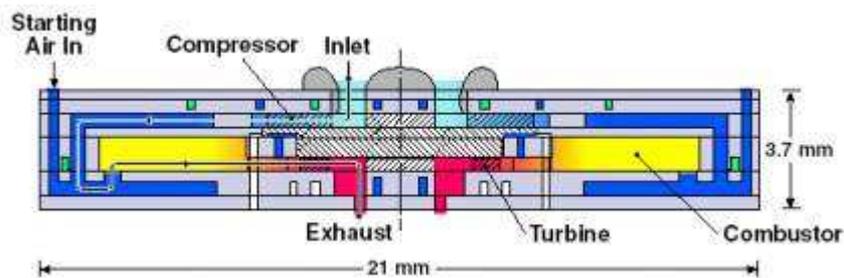


Fig. 5: Schéma de microturbine MIT 2ième génération

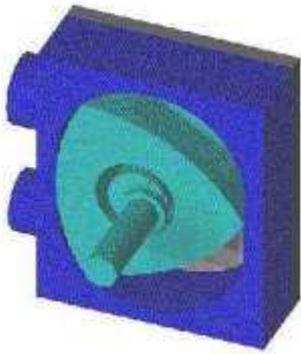


Fig. 6 : Micro-wankel  
Université de Berkeley

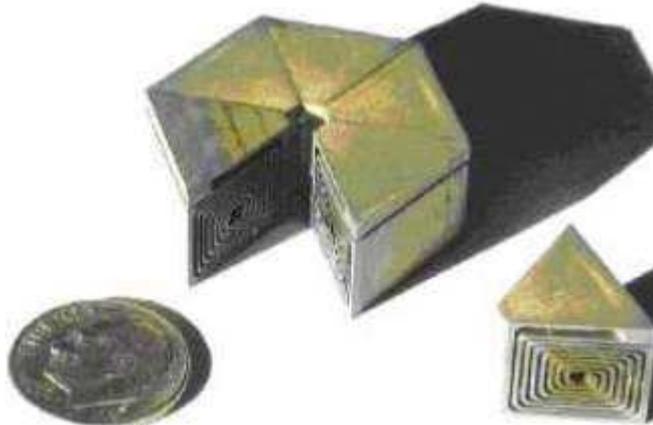


Fig. 7 : Moteur (USA), à effet thermo électrique

#### *Avancées de l'ONERA sur ce sujet*

L'ONERA a lancé il y a un an un projet de recherche multidisciplinaire, "REMANTA", sur les micro drones à ailes battantes et organise sous l'égide de la DGA un concours universitaire sur cette activité.

En parallèle les investissements sur la micro propulsion ont principalement porté sur la veille technologique, la modélisation énergétique globale de la micro turbine (*logiciel hot button*) et sur l'étude des micro-chambres de combustion.

## **2. La micro combustion appliquée aux micro turbines ▲**

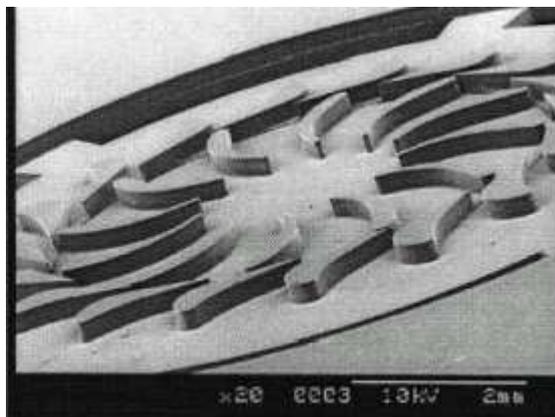


Fig. 8 : Micro turbine (Japon)

#### *Contraintes*

- autonomie d'une heure minimum
- puissance constante
- forte puissance volumique

#### *Défis*

Il faut maîtriser :

- la vitesse de rotation très élevée ( 1M t/mn ) >>> paliers à gaz
- la combustion (allumage, mélange, pertes thermiques, temps de séjour, tenue des matériaux )
- la réalisation par micro-technologie et en particulier du micro générateur électrique intégré (structure multicouche)

Des simulations de la combustion ont déjà été effectuées à l'ONERA, à l'aide du code MSD, en prenant pour combustible de l'hydrogène prémélangé. Des résultats mettent en évidence les pertes thermiques, les champs de température et de vitesse. (voir fig. 9 et 10)

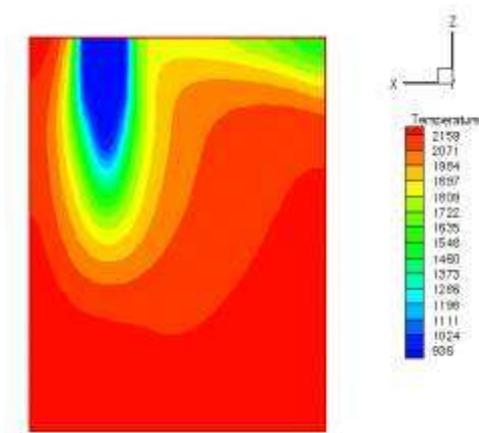


Fig. 9: Parois adiabatiques

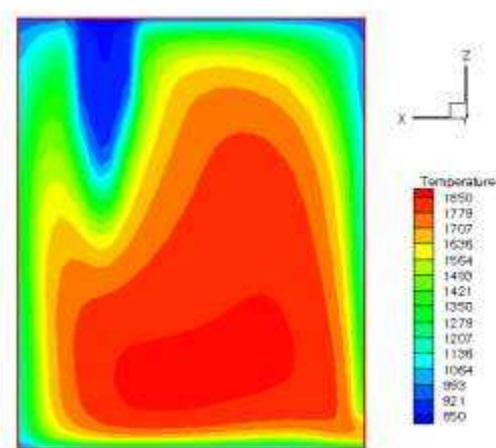


Fig. 10: Parois non adiabatiques

Les études de combustion futures s'intéresseront également à "l'effet Seebeck", ou effet thermo-électrique.

### *Perspectives*

Ces études nouvelles ouvrent des perspectives sur le court, le moyen et le long terme, compte tenu des besoins exprimés. Outre l'utilisation dans le domaine aéronautique, on peut imaginer des applications massives, par exemple, le remplacement des batteries de portables ou de tout équipement léger fonctionnant sur piles (équipement du fantassin du futur notamment).

L'ONERA annonce la création d'un laboratoire de combustion pour les micro-chambres, au sein du LAERTE, à Palaiseau

### *Prochaines activités*

- études sur PEA, financement DGA (micro turbine, effet thermoélectrique, micro combustion)
- poursuite de la coopération avec l'université de Tokyo >>> thèse micro-combustion
- départements de l'ONERA impliqués : DEFA (Energétique), DAAP(Aérodynamique appliquée), DMPH (Mesures Physiques), DMTE (Moyens pour l'Energétique)
- réponse en partenariat avec SNECMA à un appel d'offre ESA sur les micro

- moteurs fusées MEMS pour satellites (fig.11)
- montage de projets européens

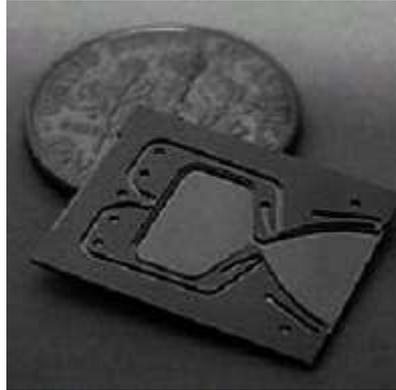


Fig. 11 : Micro moteur fusée MIT

---

ONERA

[www.onera.fr](http://www.onera.fr)

Mis à jour le 10 octobre 2002 - copyright © ONERA 1996-2004 - tous droits réservés  
commentaires et suggestions : [Sylvain.Gaultier@onera.fr](mailto:Sylvain.Gaultier@onera.fr)