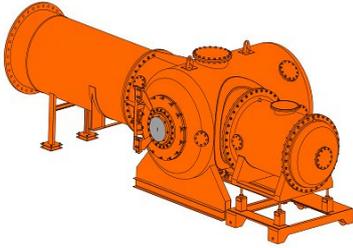


# Les écoulements supersoniques et hypersoniques

## Des plasmas au service du contrôle d'écoulements



### Equipe écoulements supersonique et hypersonique à ICARE :

J.C. Lengrand, directeur de recherche  
E. Depussay, maître de conférences  
L. Léger, maître de conférences  
V. Lago, ingénieur de recherche  
J. Joseph, technicien  
+ 1 doctorant, 3 étudiants

Le moyen d'essais **MARHy** (Soufflerie à **Mach Adaptable Raréfié Hypersonique**) est capable de produire des écoulements supersoniques, voire hypersoniques (de 262 à 1634 m/s), raréfiés (la pression atmosphérique divisée par 100.000 à 1 million). Ses caractéristiques d'écoulement sont obtenues à partir d'une large gamme de tuyères, la section d'écoulement de gaz raréfié en sortie de tuyère est de 100 millimètres de diamètre. Un groupe de pompage ( $Q_{\max.} = 4 \text{ g.s}^{-1}$ ) permet d'obtenir un mode de fonctionnement continu unique en Europe.



Le groupe de pompage



MARHy et son environnement expérimental



Différentes tuyères

### Influence d'une décharge électrique DC sur un écoulement supersonique raréfié le long d'une plaque plane

Il s'agit de créer un plasma autour de la maquette. Celle-ci est munie de deux électrodes entre lesquelles on applique une différence de potentiel. Lorsque le champ est suffisamment élevé (de l'ordre de 1000 Volts pour un espace inter-électrodes de 30 mm) un plasma est créé. Au dessus de la maquette, l'écoulement est ionisé, composé de particules neutres (majoritaires), d'ions (majoritairement des ions  $\text{N}_2^+$ , environ  $10^6$ - $10^9$  fois moins nombreux que les neutres) et d'électrons. Cet écoulement raréfié et ionisé a nécessité la mise en œuvre d'outils de diagnostic adaptés à ces conditions particulières. Les chercheurs ont observé récemment les conséquences d'un tel plasma. Ils ont montré une modification des profils de vitesse à proximité de l'obstacle, constatée à partir de mesures de pression d'arrêt, une action sur la position de l'onde de choc et une modification de la traînée.

*Comment expliquer le fait que la présence de la décharge électrique modifie l'écoulement de l'air sur la plaque ?*

La première idée qui vient à l'esprit des chercheurs est l'effet thermique. Les électrons présents dans la décharge et accélérés par le champ électrique pourraient chauffer localement le gaz, ce qui modifie les propriétés de l'écoulement d'air. Il semblerait tout de même que ce chauffage n'explique pas tous les phénomènes observés. Une voie d'explication tout à fait différente est la notion de vent ionique. Les ions présents dans la décharge sont accélérés par le champ électrique et, par collision, transmettent leur quantité de mouvement aux molécules neutres (un peu comme une boule de billard qui en rencontre une autre), il s'ensuit une modification du profil des vitesses de l'écoulement. (accélération ou décélération suivant le signe du champ électrique). Ces deux phénomènes sont peut-être superposés.

Le laboratoire ICARE, fort des résultats déjà obtenus, compte bien tirer parti de ses installations et de ses compétences pour participer pleinement au développement de l'aérodynamique du futur.

