

LA CARACTÉRISATION
DES PLASMAS
DE RENTRÉE :

L'EXPÉRIENCE ÉLECTRE

AU MOMENT de la rentrée dans l'atmosphère, la vitesse des missiles à grande portée ou des planeurs hypersoniques du type de la navette américaine correspond à des nombres de Mach compris entre 13 et 16. Dans ces conditions, une onde de choc se crée en avant de la pointe du corps ; les gaz qui constituent l'atmosphère, portés à haute température et ionisés, sont le siège d'une émission lumineuse intense. Dans les années 60, les phénomènes physiques intervenant au niveau du choc aussi bien que dans le sillage étaient mal connus, qu'il s'agisse de la cinétique chimique, des processus d'ionisation, ou de l'interaction des plasmas de rentrée avec les ondes électromagnétiques. Or ces phénomènes ont des effets importants sur les systèmes, entraînant par exemple l'interruption des liaisons radioélectriques entre le sol et le



La fusée **Tibère**
au Centre d'essais des Landes
en 1972.

véhicule hypersonique à la rentrée, ou la modification de la section efficace radar d'un engin en phase de rentrée, partant de sa détectabilité. Pour mieux comprendre ces phénomènes, un programme de recherche important fut entrepris à l'Onera.

Pour étayer les résultats des calculs et des simulations dans la soufflerie hypersonique à rafales ARC 2, l'Office réalisa une expérience en vraie grandeur : l'opération Électre, mettant en œuvre au Centre d'essais des Landes la fusée Onera Tibère. Après avoir atteint son altitude maximale (170 km), celle-ci était repointée vers le sol à l'aide du pilote automatique Cassiopée ; pendant la descente, à 130 km d'altitude, le troisième étage était allumé et accélérât l'engin jusqu'à 60 km d'altitude, où des conditions d'une rentrée hypersonique étaient alors réalisées. Les phénomènes physiques liés à la rentrée furent enregistrés entre 60 et 20 km grâce à une série d'antennes montées sur la paroi du corps et émettant à diverses fréquences. La densité électronique du plasma fut déduite du diagramme de rayonnement des antennes, mesuré au sol par cinq stations de réception multifréquences (Sara) réparties sur la côte landaise. Les deux essais Électre, réalisés en 1971 et 1972, permirent à l'Onera d'apporter une contribution significative à la modélisation des phénomènes d'ionisation dans la couche de choc pour l'étude de la rentrée hypersonique des missiles balistiques français.