

Les très grandes souffleries de l'ONERA | 2014

La grande soufflerie S1 de Modane, et les autres

Avant de comprendre comment fonctionne une soufflerie, il est nécessaire de rappeler qu'il n'existe pas une, mais des souffleries.

En effet, il est essentiel de simuler le vol d'un avion avec la plus grande maquette possible et dans une soufflerie adaptée. C'est pourquoi l'ONERA dispose de 12 souffleries sur ses sites de Modane, du Fauga Mazzac et de Palaiseau, dont 3 souffleries continues de très grande taille.



Les souffleries ONERA de Modane

Les souffleries continues : l'exemple de S1MA, soufflerie sonique la plus puissante au monde

Les souffleries continues sont utilisées pour des essais de longue durée.

Avec sa veine de 14m de long et de 8m de diamètre la soufflerie S1MA de Modane en est l'illustration la plus impressionnante.

S1MA, comme l'ensemble des souffleries de Modane Avrieux, utilise l'énergie hydraulique comme source directe d'énergie. Ce sont donc des infrastructures particulièrement efficaces et propres, qu'on peut qualifier de « vertes ».



Le choix, à l'époque de la construction, de turbines hydrauliques s'est justifié par le fait que les moteurs électriques n'avaient pas la possibilité de développer autant de puissance que des turbines hydrauliques avec une aussi grande flexibilité de régime et de vitesse. L'invention des thyristors pourrait aujourd'hui modifier ce choix, mais il est fort probable que la meilleure option reste l'hydraulique et que la même solution serait adoptée.

Les très grandes souffleries de l'ONERA / 2014



Les deux turbines Pelton font tourner les deux ventilateurs grâce à l'énergie hydraulique

Alimentées par des barrages construits dans la montagne au-dessus d'Aussois et une conduite d'eau forcée d'un dénivelé de plus de 840 mètres, l'eau parvient jusqu'à deux turbines Pelton, qui, en venant taper sur les godets de ces roues à la manière d'un moulin, entraînent deux énormes ventilateurs contrarotatifs d'une puissance totale de 90 MW.

Ces ventilateurs de 15 m de diamètre, dont le nombre de pales n'est pas identiques - 12 pour l'un et 10 pour l'autre, une pale pesant une tonne - font circuler l'air dans un circuit fermé. Un avantage du circuit fermé : il diminue les dépenses d'énergie motrice puisque l'air en mouvement est recyclé !

A l'intérieur de la veine d'essai, qui repose sur un chariot pesant 600 tonnes, les ingénieurs de l'ONERA positionnent la maquette de l'aéronef à tester. Ces maquettes, parfois construites par les ingénieurs de l'ONERA à Lille, peuvent faire jusqu'à 4 m d'envergure.

Pourquoi ? Parce que cette taille permet de reproduire fidèlement les détails, d'y implanter des dispositifs motorisés pour reproduire des mouvements de gouvernes, de réaliser les essais dans les conditions les plus proches possibles de la réalité.

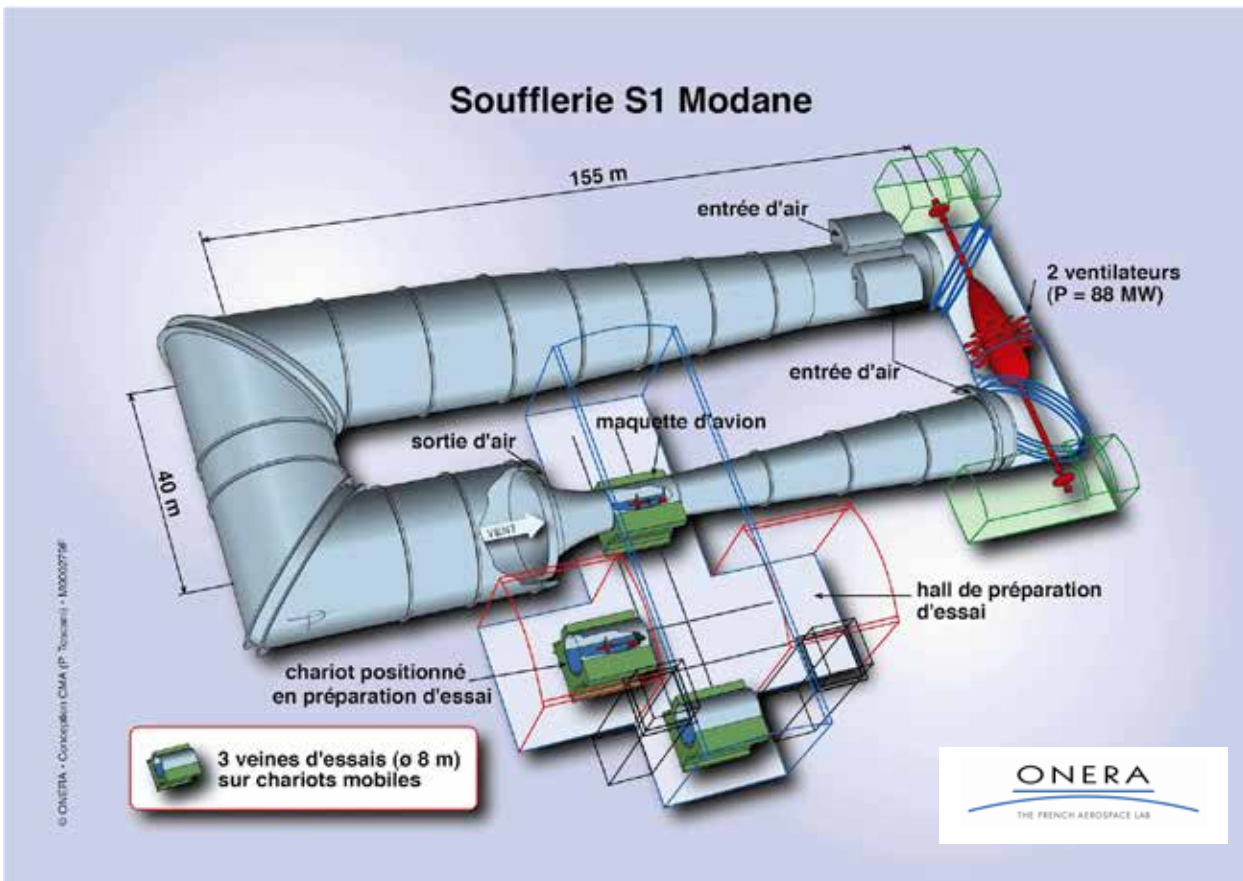
Le courant d'air sur la maquette passe à très grande vitesse. Ainsi, malgré ses grandes dimensions (veine de 8 m de diamètre et 14 m de long), la soufflerie S1MA est capable de monter jusqu'à la vitesse du son, à

Les très grandes souffleries de l'ONERA | 2014

un nombre de Mach égal à 1, soit 1200 km/h. Le débit d'air dans la section d'essai est alors de 10 tonnes d'air/seconde. Aucune autre soufflerie au monde ne peut le faire dans de telles dimensions. Et pour monter d'un nombre de Mach égal à 0 à 0,8, la soufflerie S1MA met seulement 3 minutes.

Les ingénieurs peuvent ensuite étudier comment la maquette réagit en situation de test : depuis la salle de contrôle attenante, ils vérifient et contrôlent tous les paramètres. Souvent, le client se tient juste à côté des ingénieurs ONERA et assiste au test.

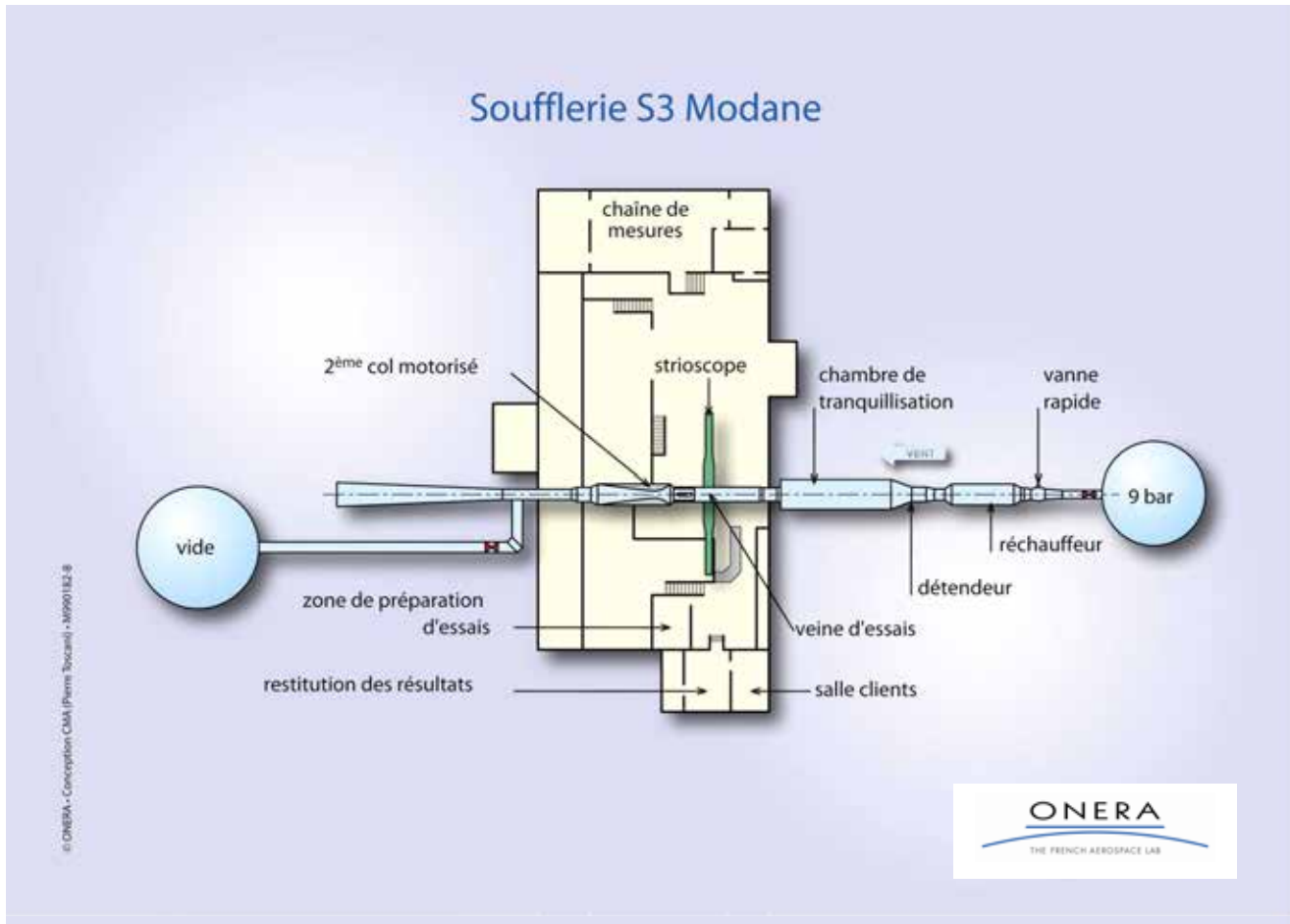
Autre exemple de soufflerie continue, S2MA à Modane : Installation subsonique, transsonique et supersonique, allant jusqu'à un nombre de Mach égal à 3,1, elle est un passage obligé pour les programmes militaires français : avions (Rafale, Mirage) et missiles.



Les très grandes souffleries de l'ONERA | 2014

Les souffleries à rafales

Contrairement aux souffleries continues, les souffleries à rafales ne fonctionnent pas en circuit fermé, mais produisent des rafales d'une durée de quelques millisecondes à 15 minutes selon les conditions.



La soufflerie S3 de Modane peut réaliser entre 3 et 20 rafales par jour.

L'air comprimé nécessaire aux souffleries à rafales de Modane (S3MA et S4MA) est produit sur place et stocké dans sept sphères, d'une capacité de 9 500 m³ à 9 bars et 3 réservoirs d'une capacité de 110 m³ à 270 bars (270 kg/cm²).

Cet air comprimé est éjecté soit dans l'atmosphère, soit dans des sphères à vide. Pendant l'essai, au travers d'un hublot en verre de 10 cm d'épaisseur, il est possible de visualiser les ondes de choc.

Si la soufflerie à rafales S3MA peut atteindre la vitesse d'un nombre de Mach égal à 5,5, la soufflerie S4 va encore plus loin, jusqu'à un nombre de Mach égal à 12. Cette soufflerie hypersonique à rafales est conçue pour les véhicules spatiaux et les planeurs de rentrée dans l'atmosphère. Comme les conditions extrêmes d'un vol hypersonique sont très difficiles à reproduire, l'essai ne dure que de 25 à 90 secondes, et on ne peut procéder qu'à 4 ou 5 rafales par jour.

Les très grandes souffleries de l'ONERA | 2014

Des ingénieurs d'essais de haut niveau

Quelle que soit la qualité de l'installation, aucune soufflerie au monde ne peut fonctionner sans une métrologie adaptée et un personnel hautement qualifié.

C'est pourquoi, la mise au point des techniques d'essais nécessite également l'intervention d'experts de très haut niveau, spécialisés en aérodynamique, acoustique, mécanique, traitement du signal, informatique.....

C'est la conjonction de ces talents, d'infrastructures exceptionnelles, de sites emblématiques qui font, depuis près de 70 ans, la renommée de l'ONERA et qui ont assuré à la France une renommée mondialement reconnue dans ce domaine. C'est aussi grâce à cette garantie d'excellence que les industriels font confiance à l'ONERA et continuent de venir y tester leurs nouveaux concepts.

Chiffres clés de S1MA :

Circuit de 400 m de long et de 24 m de diamètre

Veine de 14m de long et de 8m de diamètre

Nombre de Mach = 1 (vitesse du son)

10 tonnes d'air à la seconde

1 millième de la puissance totale d'EDF installée en France

Maquette de S1MA :

Rapport d'échelle d'une maquette typique : entre 1/18ème à 1/25ème.

Pour les avions d'affaires, les maquettes sont de l'ordre de 1/7ème, voire à l'échelle 1 (taille réelle) pour les missiles.

Pois d'une maquette typique : jusqu'à 700 kg.