

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 82 (1956)
Heft: 16: Aviation, fascicule no 2

Artikel: Le centre d'essais et de recherches de la fabrique fédérale d'avions à Emmen
Autor: Othenin-Girard, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-62074>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.06.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

Abonnements:
Suisse: 1 an, 26 francs
Etranger: 30 francs
Pour sociétaires:
Suisse: 1 an, 22 francs
Etranger: 27 francs
Prix du numéro: Fr. 1.60
Ch. post. « Bulletin technique de la Suisse romande »
N° II. 87 78, à Lausanne.

Adresser toutes communications concernant abonnements, changements d'adresse, expédition à
Imprimerie La Concorde,
Terreaux 31, Lausanne

Rédaction
et éditions de la S. A. du
Bulletin technique (tirés à
part), Case Chauderon 475
Administration de la S. A.
du Bulletin Technique
Ch. de Roseneck 6 Lausanne

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

Comité de patronage — Président: R. Neeser, ingénieur, à Genève; Vice-président: G. Epitiaux, architecte, à Lausanne; Secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg: MM. H. Gicot, ingénieur; M. Waeber, architecte — Vaud: MM. A. Gardel, ingénieur; A. Chevalley, ingénieur; E. d'Okolski, architecte; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. Cl. Grosgrain, architecte; E. Martin, architecte — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. G. de Kalbermatten, ingénieur; D. Burgener, architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Conseil d'administration
de la Société anonyme du Bulletin technique: A. Stucky, ingénieur, président;
M. Bridel; G. Epitiaux, architecte; R. Neeser, ingénieur.

Tarif des annonces

1/1 page	Fr. 264.—
1/2 »	» 134.40
1/4 »	» 67.20
1/8 »	» 33.60

Annonces Suisses S. A.
(ASSA)



Place Bel-Air 2. Tél. 22 33 26
Lausanne et succursales

SOMMAIRE: *Le centre d'essais et de recherches de la fabrique fédérale d'avions à Emmen*, par L. OTHENIN-GIRARD, ingénieur en chef, page 269. — *Les souffleries aérodynamiques, et plus particulièrement celles à faible vitesse*, par SAMUEL RIEBEN, ing. EPF, Centre d'Essais et de Recherches de la Fabrique fédérale d'avions, Emmen, page 273. — *Les souffleries supersoniques*, par GILBERT AELLEN, ingénieur EPF, Emmen, page 280. — *Vers l'aérobuse à turbine. Comparaison entre le moteur à pistons et la turbélice*, par JEAN-PAUL DARMSTETTER, page 286. — **DIVERS:** *Commission pour l'étude du plan d'ensemble du réseau des routes principales*; *Association Suisse des Electriciens et Pro Téléphone*. — Société suisse des ingénieurs et des architectes: *Communiqué du secrétariat général*. — **LES CONGRÈS:** *Troisième congrès de la Commission Internationale pour l'irrigation et le drainage*. — **SERVICE DE PLACEMENT.** — **DOCUMENTATION GÉNÉRALE.** — **DOCUMENTATION DU BATIMENT.** — **INFORMATIONS DIVERSES.**

LE CENTRE D'ESSAIS ET DE RECHERCHES DE LA FABRIQUE FÉDÉRALE D'AVIONS A EMMEN

par L. OTHENIN-GIRARD, ingénieur en chef

1. Généralités

Par une décision du Conseil fédéral du 19 mai 1942, la halle de montage d'avions à Emmen ainsi que les édifices annexés — tous appartenant à ce moment-là aux Ateliers de constructions fédéraux de Thoune — furent transformés sous le nom de « Fabrique fédérale d'avions » en atelier militaire autonome (régie militaire) du Service technique militaire à Berne. Par la suite, Emmen se développa pour devenir une véritable fabrique d'avions aux tâches multiples, parmi lesquelles nous citons:

- Travaux réservés aux commandes du Service technique militaire, au profit de l'armée de l'air:
 - Etudes des projets nés soit des initiatives de la troupe elle-même soit de propres initiatives, et développement éventuel de ces créations.
 - Etudes de certains problèmes relatifs à des projets d'avion développés par l'industrie privée.
- Etudes et recherches au profit de divers intéressés: l'Office fédéral de l'air, l'industrie aéronautique civile, etc.

Afin de pouvoir accomplir ces tâches, un Centre d'essais et de recherches aéronautiques a été érigé à

Emmen au cours des années 1943-1945, comprenant des souffleries, d'une part, et des bancs d'essai pour moteurs à pistons, turbo-réacteurs, etc., d'autre part.

Ce Centre doit disposer de cadres qualifiés, capables d'assurer la continuité des études et projets conformément aux directives du Service technique militaire et aux besoins du Service de l'aviation. D'autre part, la Fabrique fédérale d'avions doit aussi s'intéresser à la formation et l'entraînement de spécialistes choisis parmi le personnel nouvellement sorti des hautes écoles techniques ou d'apprentissage.

Les servitudes des avions croissant avec la vitesse, le développement complet d'un avion moderne requiert des installations sans cesse plus compliquées. Pour faire face à ces exigences, de nouvelles techniques doivent être constamment créées, développées et essayées pour être toujours à même de produire le matériel adéquat.

Ceci nécessite de la part du personnel technique une adaptation continuelle aux nouveaux problèmes. Cette évolution est favorisée par la souplesse de l'organisation

du Centre, la participation à des colloques techniques et l'échange de renseignements avec d'autres instituts.

Dans les périodes où la continuité des développements d'avions en Suisse n'est pas assurée, ce qui provoque toujours une réduction dangereuse de l'utilisation rationnelle des spécialistes et des installations, il a fallu intensifier les travaux au profit de l'industrie pour conserver ainsi un degré d'occupation acceptable et un bon rendement.

2. Organisation du Centre

Pour permettre d'organiser et de répartir le travail de l'atelier et de tout le personnel technique de la façon la plus rationnelle possible, les deux sections — souffleries et bancs d'essai des moteurs — sont dirigées par un chef, responsable du Centre auprès de la Direction de la Fabrique fédérale d'avions.

De cette façon et en fonction des problèmes à résoudre — dépendants aussi bien du domaine de l'aéro- ou thermodynamique — le personnel peut être groupé en diverses équipes de spécialistes traitant un problème déterminé et la souplesse du système garantit l'utilisation optimum des installations tout en assurant une bonne coordination des travaux dans leur ensemble.

Pour stimuler l'intérêt de chacun, développer son bagage de connaissances et du même coup aussi augmenter le rendement total, on s'efforce que ces groupes puissent s'occuper d'un travail depuis le stage de projet jusqu'au rapport final.

Au cours de colloques internes, tout le personnel technique est tenu au courant de l'avancement des différents travaux, et les résultats sont discutés.

Du fait que, numériquement, le personnel du Centre ne dépasse guère les soixante, ceci implique que les connaissances de chacun doivent s'étendre à différents domaines, car il n'est guère possible d'assurer la même occupation sur une longue période de temps. Ainsi les installations ne sont-elles pas toujours servies par le même personnel, ce qui est essentiel pour parer au risque de défection de l'un ou de l'autre des techniciens.

3. Description des installations

Dès le stade de projet, les installations du Centre ont dû être prévues avec des moyens limités et un personnel restreint. Cela obligeait les constructeurs de penser aux possibilités d'expansion et aux nécessités futures en établissant leurs plans et ne pas, dès le début, bâtir érigé dans le seul souci d'une économie immédiate. Ce but a été pleinement atteint, lorsque l'on considère le développement qu'ont subi les souffleries et le banc

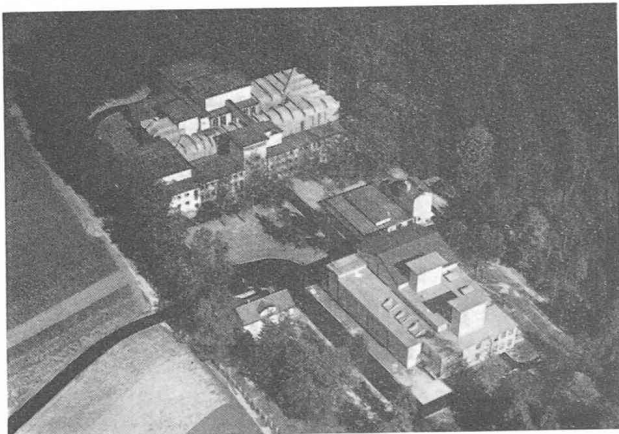


Fig. 1. — Vue générale du CER.

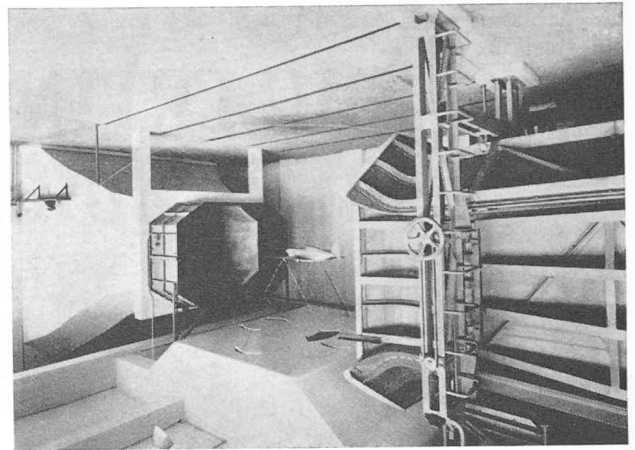


Fig. 2. — Chambre d'expérience de la petite soufflerie.

d'essai des moteurs, depuis leur utilisation primitive.

En effet, le département des souffleries comptait en 1945 deux souffleries subsoniques auxquelles vinrent s'ajouter subséquemment une soufflerie transsonique en 1950 et une supersonique en 1955, sans que pour cela de nouveaux bâtiments fussent nécessaires. De cette façon, avec le matériel existant, il est possible d'effectuer à Emmen des essais aérodynamiques sur une plage de vitesse s'étendant de $v = 0 \text{ km/h}$ jusqu'à $v = 4500 \text{ km/h}$. Simultanément le banc d'essai des moteurs, qui était complètement équipé pour les essais de climatisation des moteurs à piston, a dû être transformé et adapté aux exigences des turbo-réacteurs (par exemple Goblin, Ghost, etc.).

Il était particulièrement important pour nos installations de disposer d'une automatisation très poussée en ce qui concerne le démarrage et le réglage des souffleries ou du banc d'essai des moteurs ainsi que des dispositifs de mesure, pour qu'un personnel limité en nombre puisse effectuer un programme complet de mesures.

En fonction de la fréquence d'utilisation des diverses installations et de leur importance respective, il a fallu choisir un compromis entre l'enregistrement et le dépouillement des valeurs de mesure, automatique ou manuel, afin que le coût des mesures reste en rapport avec la valeur des résultats.

Nous donnons ci-dessous une brève description des installations principales actuellement en service au Centre d'essais et de recherches. (Fig. 1.)

3.1. Souffleries.

3.1.1 La petite soufflerie, dimensions : $2,45 \text{ m} \times 1,75 \text{ m}$, vitesse max. $\approx 210 \text{ km/h}$, a été conçue pour effectuer les essais à basse vitesse concernant les recherches de base, pour lesquelles il est important d'avoir dans un bref délai et à peu de frais des résultats.

Dans ce but, la chambre d'expérience a été choisie du type ouvert pour faciliter l'accessibilité aux modèles et permettre d'effectuer ainsi des modifications de moindre importance directement sur place. Pour les mesures effectuées dans cette soufflerie, les nombres de Reynolds sont souvent inférieurs à ceux désirés. La suspension standard des modèles se fait par fils rigides de section profilée ou circulaire qui sont reliés à la

balance. Pour tout essai spécial on emploie des dispositifs adaptés aux conditions requises (Fig. 2.)

Sur le circuit de cette soufflerie vient se greffer une soufflerie verticale qui permet l'étude de la vrille. Notons que pour la manutention de la soufflerie et l'exécution de tout un programme de mesure, un seul homme est nécessaire.

3.1.2 La grande soufflerie, dimensions : 7 m $\times$ 5 m (ou 8 m $\times$ 6 m), vitesse max. = 290 km/h, sert à la mesure complète de modèles définitifs. Grâce aux dimensions des modèles et à la vitesse que l'on peut obtenir, les nombres de Reynolds sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus en vol et ainsi la transposition des résultats de soufflerie est moins affectée par des facteurs de correction.

A volonté, la chambre d'expérience, normalement close, peut être éloignée du circuit pour rendre la section de mesure ouverte. Cette possibilité est utilisée lorsque la dimension du modèle ne permet pas le montage dans la chambre d'expérience close. (Fig. 3.)

La suspension des modèles et tout le système de balance est le même que pour la petite soufflerie, en plus, une machine à écrire automatique enregistre les valeurs de mesure des six composantes aérodynamiques.

La circulation de l'air des deux souffleries subsoniques est engendrée par une soufflante entraînée par un moteur électrique de ~ 400 ch ou 4000 ch, respectivement pour la petite et la grande soufflerie.

3.1.3 La soufflerie transsonique, dimensions : 0,6 m $\times$ 0,5 m, vitesse $Ma = 0,5$ jusqu'à $Ma = 1,2$ correspondant à 600 $\div$ 1450 km/h, permet l'étude des phénomènes aérodynamiques dans la zone compressible et



Fig. 4. — Vue générale de l'installation de la soufflerie transsonique.

la visualisation des chocs sur des modèles entiers. (Fig. 4.)

Pour obtenir ces vitesses en régime stationnaire, chambre d'expérience est équipée d'une *tuyère de Laval à parois déformables* actionnées automatiquement et de parois cannelées laissant échapper une partie de l'air de la section de mesure pour ainsi supprimer les effets de blocage de la soufflerie.

La mesure des six composantes aérodynamiques peut s'effectuer sur un modèle entier supporté par un dard, tandis que trois composantes se mesurent avec des demi-modèles fixés à une paroi verticale. Grâce à une optique strioscopique, les chocs peuvent être observés directement, photographiés ou même filmés.

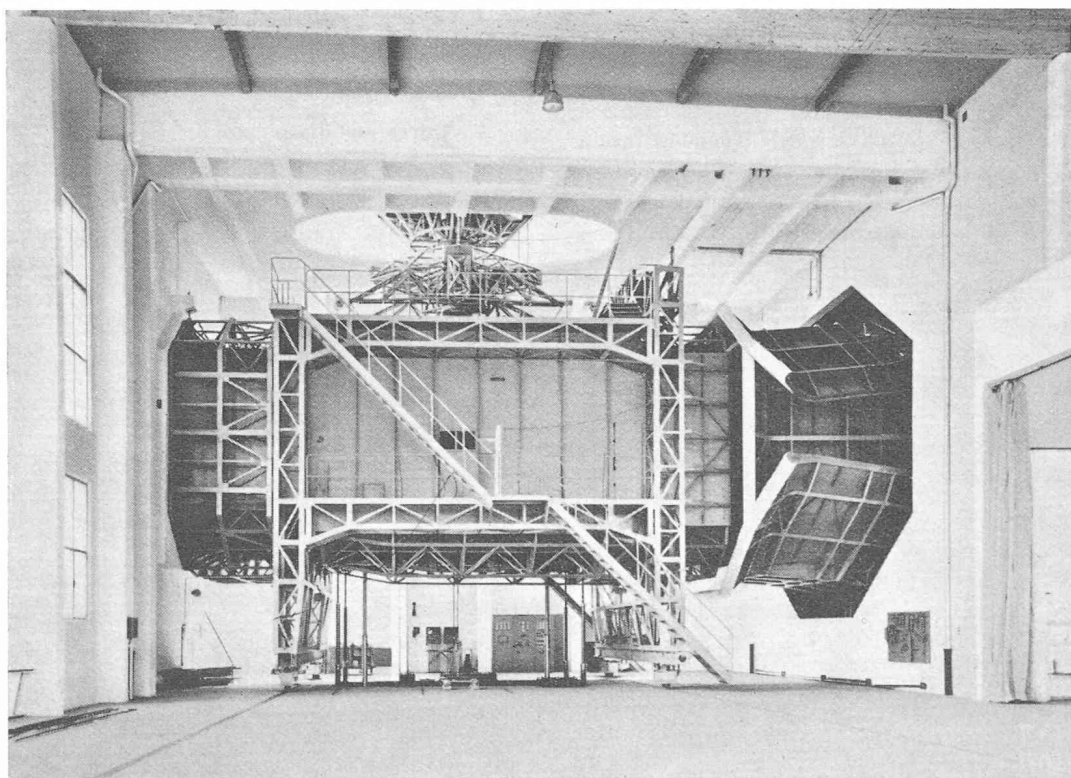


Fig. 3. — Chambre d'expérience mobile de la grande soufflerie.

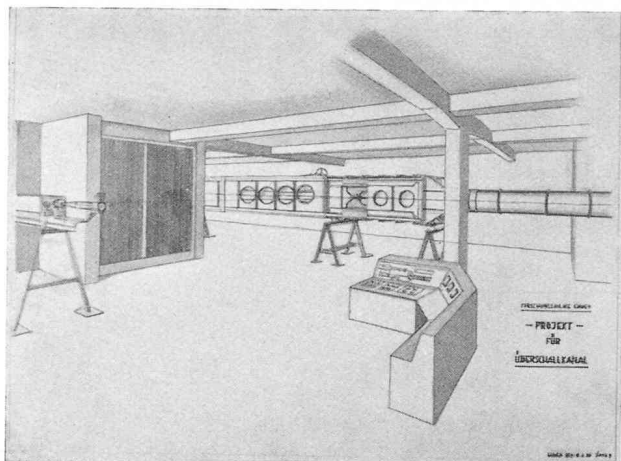


Fig. 5. — Chambre d'expérience de la soufflerie supersonique (dessin).

La soufflerie transsonique est actionnée à l'aide de deux turbo-réacteurs.

3.1.4 La soufflerie supersonique, dimensions : $0,28 \text{ m} \times 0,28 \text{ m}$, vitesse $\text{Ma} = 1,5$ jusqu'à $\text{Ma} = 3,8$ correspondant à $1800 \div 4500 \text{ km/h}$, a été construite pour effectuer des mesures sur des projectiles (fusées et obus) et aussi pour l'étude avancée du vol supersonique avec certaines configurations d'avions. Le passage d'un nombre de Mach à l'autre s'effectue en faisant varier la position des parois déformables de la tuyère de Laval. (Fig. 5.)

Le modèle à étudier est suspendu à un dard et la mesure des forces et moments s'effectue à l'aide de tensomètres à fils.

Une optique strioscopique, semblable à celle du canal transsonique sert à l'observation des chocs.

La soufflerie supersonique est mise en circulation par les machines de l'installation des moteurs.

3.2. Essai des moteurs

Le banc d'essai des moteurs a été primitivement prévu pour le test des moteurs à piston jusqu'à 2000 ch . Une installation de climatisation fournit l'air pour des conditions jusqu'à $\sim 11 \text{ km}$ d'altitude. Mais l'introduction

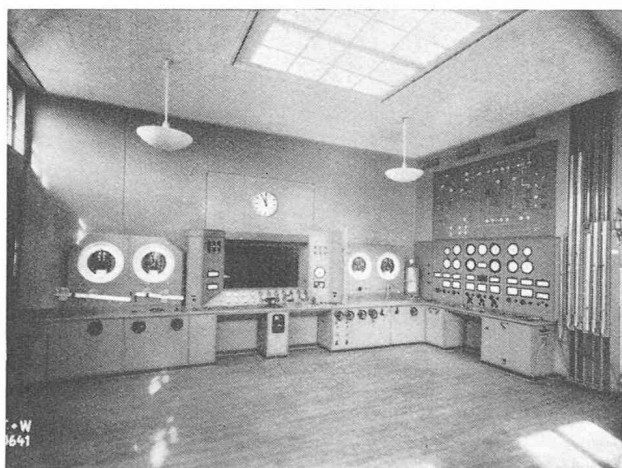


Fig. 6. — Salle de commande du banc d'essai des moteurs.

des turbo-réacteurs dans les avions rendait moins urgent la conservation d'une plateforme uniquement axée sur les moteurs à piston, et le banc a été transformé pour l'essai des réacteurs au point fixe. (Fig. 6.)

Grâce à une ventilation de gros débit et à la canalisation de tout l'air disponible de l'installation, des essais en vitesse ($\sim 500 \text{ km/h}$) peuvent être effectués avec des moteurs du type Goblin ou Ghost. Depuis la salle de commande insonorisée les mesures nécessaires à déterminer les performances des moteurs peuvent être faites grâce à des appareils de conception moderne. Par des commandes à distance, toute l'installation de climatisation peut fonctionner automatiquement et livrer à la température et la pression CINA désirée le débit d'air voulu.

3.3. Banc d'essai des compresseurs

Pour mesurer les caractéristiques des roues de compresseurs axiaux ou radiaux, nous avons construit un banc d'essai sur lequel des modèles de roue peuvent être essayés dans un gaz, le Fréon. Du fait que la vitesse du son dans le Fréon est inférieure de moitié à celle mesurée dans l'air, nous pouvons en conséquence réduire pour une même charge de pale :

- les dimensions des roues d'essai,
- la vitesse de rotation,
- la puissance du moteur de l'installation.

Les avantages qui découlent de l'emploi du Fréon à la place de l'air peuvent se résumer ainsi :

- simplification de la fabrication des roues (roues monoblocs usinées avec une machine à copier existante) ;
- utilisation de matériaux courants ;
- utilisation d'un moteur électrique déjà existant (76 ch).

Cette installation se prête spécialement aux recherches de base sur des aubages à charge spécifique élevée et tournant à grande vitesse. (Fig. 7.)

3.4. Autres installations

En complément des souffleries et bancs d'essais brièvement décrits ci-dessus, le Centre dispose de nombreuses installations de moindre importance pour tous

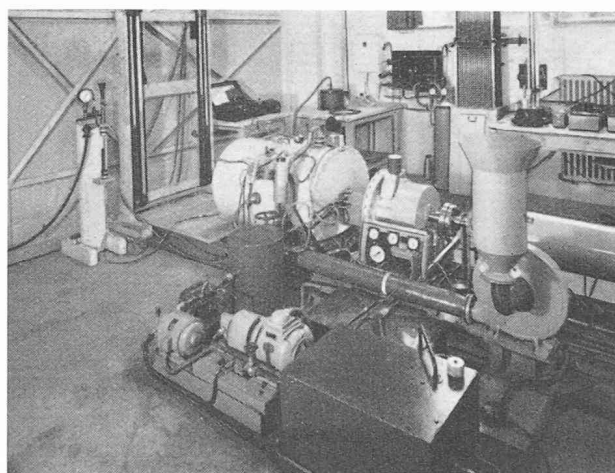


Fig. 7. — Installation du banc d'essai des compresseurs.

les essais ou études particulières concernant l'écoulement des fluides ou la combustion.

Par exemple :

- une chambre de dépression cylindrique (3 m de long et d'un diamètre de $\Phi = 2$ m) alimentée par l'air conditionné du banc d'essai des moteurs ;
- un banc d'essai des radiateurs ;
- différentes chambres d'expérience aérodynamiques à grande vitesse pour l'étude des entrées d'air, des grilles d'aubes, l'étalonnage d'instruments de mesure, etc.

3.4. Atelier mécanique et menuiserie

La fabrication des modèles de soufflerie (bois ou métal) se fait entièrement dans nos ateliers qui disposent des machines et de l'expérience nécessaires pour ces constructions de précision. Divers procédés de fabrication ont été mis au point pour tenir compte des propriétés différentes requises pour les modèles soit au point de vue précision ou matériaux à employer. En outre, tous les travaux mécaniques et de menuiserie, de ferblanterie, de soudage indispensables au montage d'installations nouvelles, de réparation et d'entretien, sont effectués par le personnel de nos ateliers ; par contre le traitement thermique des matériaux doit être donné à l'extérieur.

Résumé

- Le Centre d'essais et de recherches a été créé afin de permettre à la Fabrique fédérale d'avions d'accomplir les tâches qui lui sont fixées par le Service technique militaire.
- Les souffleries, les bancs d'essais des moteurs, ainsi que les différentes installations accessoires sont aussi à la disposition de l'industrie pour ses recherches propres.
- Les souffleries au nombre de quatre ont été construites pour couvrir toute la plage de vitesse allant de $v = 0$ jusqu'à $v = 4500$ km/h et leurs balances de mesure



Vue des bâtiments des bureaux techniques et des souffleries subsoniques.

sont sans cesse complétées et améliorées pour augmenter leur efficacité.

- Le banc d'essai des moteurs permet la mesure des moteurs à piston en altitude (jusqu'à 10 000 m) ou celui de turbo-réacteurs au point fixe ou à faible vitesse (jusqu'à 500 km/h).
- Pour l'essai des compresseurs, une installation au Fréon existe permettant d'effectuer des recherches de base sur l'écoulement dans les aubages, à nombre de Mach élevé.
- Les problèmes de combustion peuvent se dérouler dans un banc spécialement équipé, disposant de l'air conditionné de l'installation d'essai des moteurs.
- A part les développements propres d'avions ou d'armement et les travaux effectués au profit de l'industrie, les problèmes principaux intéressant le Centre concernent :
 - la stabilité dynamique,
 - les vibrations d'ailes,
 - les « augmentateurs » de portance et de poussée,
 - la combustion.

LES SOUFFLERIES AERODYNAMIQUES, ET PLUS PARTICULIÈREMENT CELLES A FAIBLE VITESSE

par Samuel RIEBEN, ing. EPF, Centre d'Essais et de Recherches
de la Fabrique fédérale d'avions, Emmen

I. Généralités

Les souffleries aérodynamiques ont pour but de créer, à l'intention d'une maquette, des conditions analogues à celles rencontrées en vol par un avion, et de permettre ainsi l'étude aussi complète que possible des réactions de vol de ce dernier. Une maquette figurant l'avion à étudier, est placée dans la veine fluide ; les efforts agissant sur l'ensemble de la maquette — ou seulement sur des éléments de cette dernière — sont mesurés à l'aide d'une instrumentation adéquate, puis transformés en coefficients sans dimension, les corrections dites de soufflerie ayant été apportées lors

du dépouillement des mesures. Ces coefficients permettent d'établir les calculs les plus divers relatifs à l'avion.

Pour que les essais en soufflerie conservent leur validité, il faut qu'un certain nombre de conditions soient satisfaites.

Il convient en premier lieu de légitimer le principe même du mouvement relatif, principe exprimé par :

Les efforts exercés par un courant d'air sur un corps immobile sont identiques à ceux que subit ce même corps en mouvement dans l'air immobile, pour autant que les conditions aux limites soient respectées.