THIS REPORT HAS BEEN DELIMITED
AND CLEARED FOR PUBLIC RELEASE
UNDER DOD DIRECTIVE 5200.20 AND
NO RESTRICTIONS ARE IMPOSED UPON
ITS USE AND DISCLOSURE.

DISTRIBUTION STATEMENT A

APPROVED FOR PUBLIC RELEASE;
DISTRIBUTION UNLIMITED.

UNCLASSIFIED

AD 204074

Armed Services Technical Information Agency

ARLINGTON HALL STATION
ARLINGTON 12 VIRGINIA

FOR
MICRO-CARD
CONTROL ONLY

1 OF 5

NOTICE: WHEN GOVERNMENT OR OTHER DRAWINGS, SPECIFICATIONS OR OTHER DATA ARE USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN IN CONNECTION WITH A DEFINITELY RELATED GOVERNMENT PROCUREMENT OPERATION, THE U. S. GOVERNMENT THEREBY INCURS NO RESPONSIBILITY, NOR ANY OBLIGATION WHATSOEVER; AND THE FACT THAT THE GOVERNMENT MAY HAVE FORMULATED, FURNISHED, OR IN ANY WAY SUPPLIED THE SAID DRAWINGS, SPECIFICATIONS, OR OTHER DATA IS NOT TO BE REGARDED BY IMPLICATION OR OTHERWISE AS IN ANY MANNER LICENSING THE HOLDER OR ANY OTHER PERSON OR CORPORATION, OR CONVEYING ANY RIGHTS OR PERMISSION TO MANUFACTURE, USE OR SELL ANY PATENTED INVENTION THAT MAY IN ANY WAY BE RELATED THERETO.

UNCLASSIFIED

This report is unclassified
according to US Security Regs.

MORTON ALPERIN
Director of Advanced
Studies
AFOSR
11 June 1957

AD NO. 204074
ASTIA FILE COPY

FILE COPY
Return to
ASTIA
ARLINGTON HALL STATION
ARLINGTON 12, VIRGINIA
Attn: TISSS

AF 61(052)-469
FINAL REPORT

BEST

AVAILABLE

COPY

P A R T II

T E S T S.

CONDITIONS GENERALES DES ESSAIS

au "CENTRE COANDA" - MALPAIRE.

Les essais dont nous allons donner ci-dessous les conditions d'exécution et les résultats, ont été spécialement entrepris dans le cadre du Contrat No. AF 6I (5I4) I409. Les faibles délais qui nous étaient impartis nous ont obligés à les réaliser à cadence très rapide, ce qui nous a placés en face de difficultés assez grandes quant à la réunion des moyens matériels et du personnel nécessaires.

o
o o

I. BUT DES ESSAIS :

a) Etude comparative de tuyères.

L'un des buts des essais résidait dans l'étude comparative, pour une tuyère donnée, de plusieurs réglages possibles obtenus en faisant varier la pression d'alimentation et les dimensions de l'ouverture de la fente de la tuyère.

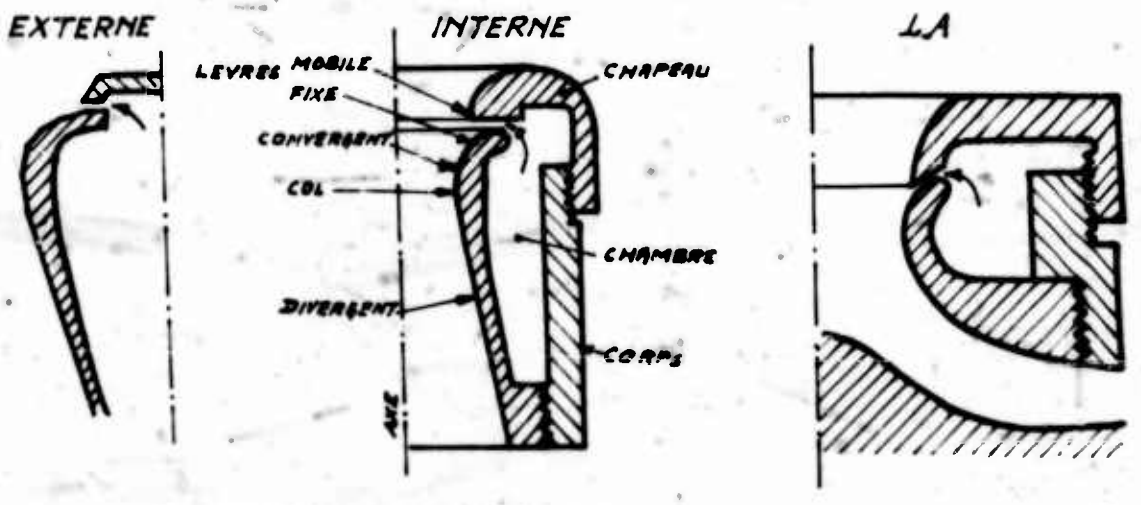
Ceci réalisé, on a, pour une même famille de tuyères homothétiques ou semblables, comparé les performances de ces différentes tuyères.

Enfin, tous les essais précédents étant effectués, on put en déduire la famille de tuyères ayant le meilleur rendement.

Nous nous sommes également efforcés d'effectuer, autant que possible, une étude qualitative de ces tuyères.

b) Terminologie et définitions :

Les tuyères COANDA sont de trois types différents (Figures ci-dessous) :



GENERAL CONDITIONS OF THE TESTS MADE

AT THE "COANDA CENTER", MALPAIRE.

The tests which were carried out in the conditions and gave the results to be described below were performed in execution of Contract No. AF 6I (5I4) I409. Owing to the short time at our disposal, they had to be carried out in rapid succession so that we were faced with considerable difficulties in collecting the material equipment and the personnel required.

°
° °

I. PURPOSE OF THE TESTS :

a) Comparative study of nozzles.

One of the objects of the tests was to make a comparative study, for a given nozzle, of various different adjustments possible, obtained by varying the feed pressure and the dimensions of the slot opening.

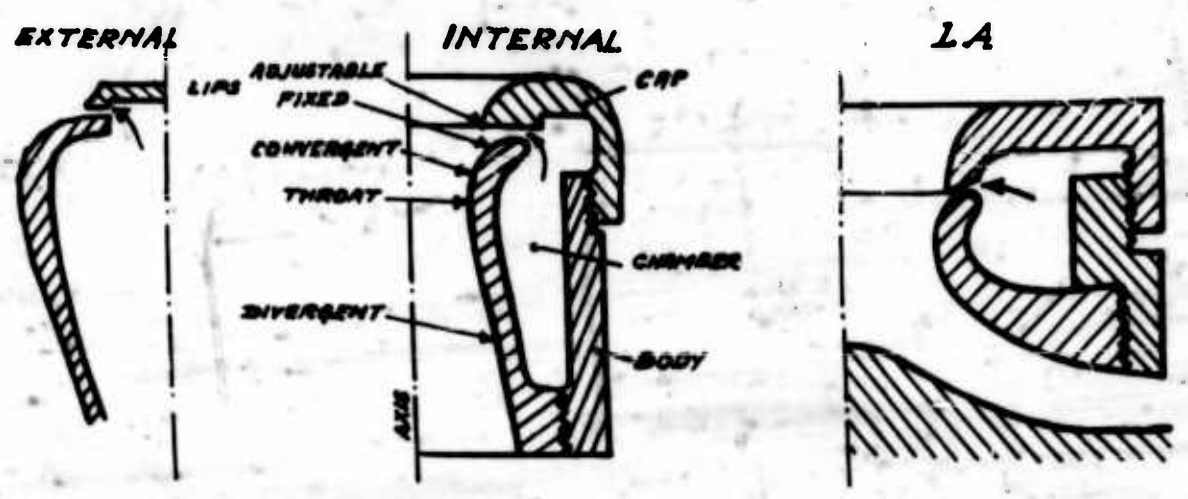
Having done this, we compared the performance of different nozzles belonging to the same category of homothetic or similar nozzles.

Finally, on the basis of the above-mentioned tests we were able to deduce which category of nozzles had the highest efficiency.

We also tried to make a qualitative study of the nozzles.

b) Terminology and definitions.

COANDA nozzles are of three different types, as shown in the figures below :



- Tuyères externes, extrêmement intéressantes pour l'expérimentation théorique mais sans intérêt pour l'Aérodyne.

- Tuyères internes, qui ont fait l'objet de ces essais.

- Tuyères du type "L.A.", sur lesquelles ont été effectués d'autres essais.

Description générale d'une tuyère interne COANDA :

Une tuyère interne COANDA se compose :

- d'un convergent-divergent présentant un col.

- Le convergent débute par une lèvre dite fixe, à facettes ou à profil continu. La coupe de cette lèvre est appelée profil. L'ensemble est entouré d'un corps concentrique, l'intervalle entre le corps de la tuyère et le système convergent-divergent formant la chambre de la tuyère.

- Cette chambre est fermée du côté convergent par un volume torique se vissant sur le corps. C'est le chapeau de la tuyère, dont la partie venant buter avec la lèvre fixe est appelée lèvre mobile.

- En dévissant le chapeau, les deux lèvres s'écartent et leur plus courte distance est appelée ouverture réelle : cette ouverture réelle n'est pas toujours facile à mesurer directement, et on préfère introduire une ouverture dite "au pas", qui représente le déplacement du chapeau lorsqu'on le dévisse. La correspondance entre l'ouverture réelle et l'ouverture au pas est donnée pour chaque tuyère par un tableau.

c) Présentation des tuyères essayées :

Les tuyères sont groupées par familles. A l'intérieur d'une famille les tuyères peuvent être soit homothétiques (pour une ouverture nulle), soit semblables, c'est à dire de même section méridienne mais de diamètre au col différent.

Quatre familles de tuyères ont été essayées :

- Une famille de tuyères à facettes homothétiques (ce sont les tuyères I2, I60 et 22).

- Deux familles de tuyères à profil arrondi homothétiques (ce sont respectivement les tuyères I02bis, I62, 202, 302bis, et les tuyères I04, I64, 204 et 304).

- Enfin, une famille de tuyères à profil arrondi semblables (ce sont les tuyères I02, 202 et 302).

Ces tuyères ont été réalisées en aluminium coulé. Ces prototypes, de réalisation très délicate, auraient dû être exécutés en bronze afin d'avoir une régularité rigoureuse des profils et un état de surface meilleur; le prix de revient de telles tuyères nous a fait adopter l'aluminium (matière moins chère, exécution plus rapide). Nous avons pu ainsi faire des essais comparatifs intéressants, cependant il est incontestable que

- External nozzles : of great interest for theoretical experimentation but of no interest as regards the Aerodyne.

- Internal nozzles : used for the tests in question.

- "L.A." type nozzles : used for other tests.

General description of a COANDA internal nozzle :

A COANDA nozzle consists of the following parts :

- a convergent-divergent part presenting a throat.

- the convergent starts with a so-called fixed lip whose profile may be continuous or present successive facets. The cross-section of this lip is called the profile. The whole is surrounded by a concentric body, the space between the body of the nozzle and the convergent-divergent forming the chamber of the nozzle.

- On the convergent side this chamber is closed by a toric element screwed onto the body. This is the cap of the nozzle, and its edge which can be screwed down to touch the fixed lip is called the adjustable lip.

- When this cap is unscrewed, the two lips move apart and the shortest distance between them is called the real opening : this real opening is not always easy to mesure directly, so that we prefer to take the so-called "opening by pitch", which measures the movement of the cap by unscrewing this cap. The relation of the real opening to the opening by pitch for each nozzle is given in a table.

c) Nozzles tested.

The nozzles are classified into categories. Within one category the nozzles may be homothetic (for zero opening) or similar, that is to say having the same meridian section but a different diameter of throat.

Four categories of nozzles were tested :

- One category of homothetic nozzles with facets (nozzles I2, I60 and 22).

- Two categories of homothetic nozzles with rounded profiles (nozzles I02b, I62, 202, 302b, and nozzles I04, I64, 204 and 304 respectively.

- One category with similar rounded profiles (nozzles I02, 202 and 302).

These nozzles were cast in aluminium. Their construction was a very tricky job, and these prototypes should have been made of bronze in order to ensure the absolute regularity of the profiles and have a better surface. However, the high cost of such nozzles led us to adopt aluminium as a cheaper material and quicker to work on. We were thus able to make interesting comparative tests; however, it is quite certain that with mate-

des réalisations meilleures d'usinage pourraient améliorer encore sensiblement le phénomène.

Utilisation de la tuyère : De l'air sous pression envoyé dans la chambre de la tuyère, en sort par la fente entre la lèvre mobile et la lèvre fixe. Le débit de cet air est appelé débit primaire. Le jet que constitue l'air primaire suit le profil de la tuyère en aspirant de l'air ambiant et le tout passe à travers le convergent-divergent. Le débit mesuré à la sortie du divergent est appelé débit total, lequel se compose donc de l'air primaire (débit primaire) et de l'air aspiré (air secondaire). Le rapport du débit total au débit primaire est appelé "induction". Le flux de quantité de mouvement ainsi créé exerce une force sur la tuyère. La composante de cette force suivant l'axe de la tuyère est appelée "traction".

d) Mesures :

Les mesures que l'on se proposait de faire étaient les suivantes :

- pression le long de la lèvre fixe,
- débit primaire,
- débit total,
- traction,
- température dans la chambre de la tuyère,
- température à la sortie du divergent,
- vitesse à la sortie du divergent,
- température du jet à la sortie de la fente,

toutes ces mesures pour différents réglages d'ouvertures et de pressions dans la chambre de la tuyère.

II. METHODE OPERATOIRE :

a) Installation générale du banc d'essais. (Les numéros mis entre parenthèses renvoient au schéma du banc d'essais.)

Le banc d'essais comprenait :

- Trois compresseurs de 25, IO, 7,5 CV., montés en série, débitant environ 0,45 Kg. d'air par seconde.

Cet air était accumulé dans deux réservoirs d'un volume total de 6 m3., pouvant supporter une pression de 7 Kgs./cm2 (I8 et I9). Ces réservoirs étaient en liaison avec un réservoir dit "réservoir tampon" d'une capacité de 2 m3 (I5), dans lequel on s'arrangeait, par manoeuvres de vannes, pour avoir une pression constante de 4,5 Kgs./cm2. De ce réservoir tampon l'air traversait deux débimètres de sensibilité différente (I4 et I5). Cet air passait ensuite dans un petit réservoir destiné à homogénéiser les caractéristiques physiques de la veine. L'air traversait alors un joint tournant (4), puis se rendait dans la chambre de la tuyère : celle-ci était suspendue à une balance pendulaire (6).

b) Mesure du débit primaire :

La gamme des essais nécessitait deux sensibilités de débimètres qui furent montés en parallèle. D'abord un débimètre à diaphragme "BERI" (I4), qui dans les conditions des essais (pression au diaphragme de l'ordre de

rial allowing of better machining the efficiency of the phenomenon could be still further increased.

Operation of the nozzle : Compressed air is sent into the chamber of the nozzle and emerges from the slot between the adjustable lip and the fixed lip. The air discharged through the slot is called the primary flow (primary air). The jet of primary air follows the profile of the nozzle, on its way inducing part of the surrounding air, and the resulting mixture passes through the convergent-divergent. The discharge measured at the exit of the divergent is called the total flow and thus consists of the primary air (primary flow) and induced air (secondary air) . The ratio of the total flow to the primary flow is called the "induction". The momentum flux thus created exerts a force on the nozzle. The component of this force along the axis of the nozzle is called the thrust (refered to in the tables as traction).

d) Measurements :

The measurements undertaken were as follows :

- pressure along the fixed lip,
- primary flow,
- total flow,
- traction,
- temperature in the nozzle chamber,
- temperature at the exit of the divergent,
- velocity at the exit of the divergent,
- temperature of the jet at the exit of the slot,

all these measurements being taken for a series of different openings and pressures in the chamber of the nozzle.

II. OPERATIONAL PROCEDURE :

a) General equipment of the test bench. (The numbers in brackets are for reference to the test bench diagram.)

The test bench contained the following :

- Three compressors of 25, I0, 7,5 hp, mounted in series, their approximate output being 0.45 Kg of air per second.

This air was collected in two reservoir tanks having a total volume of 6 cubic meters, able to stand a pressure of 7 kg/cm2 (I8 and I9). These reservoirs were connected to a so-called "buffer tank" of 2 cubic meters capacity (I5), in which by means of a system of cocks we maintained a constant pressure of 4.5 kg/cm2. Coming from this buffer tank, the air passed through two flow meters of different sensitivity (I4 and I5). This air then passed into a small tank the purpose of which was to homogenize the physical characteristics of the stream. Then the air flowed through a turning joint (4) and went on into the nozzle chamber. The nozzle was suspended on a swing balance (I6).

b) Measurement of the primary flow :

The range of tests undertaken made it necessary to have flow meters of two sensibilities, which were mounted in parallel. First there was a "BERI" flow meter with diaphragm, which in the conditions prevailing

4,5 Kgs./cm2 à 20°) pouvait mesurer un débit de 50 à 500 grammes par seconde. Ensuite, un débimètre à diaphragme aussi, du type gyromètre "Houdec" (II), qui, toujours sous les conditions des essais, pouvait mesurer un débit de 250 à I.300 grammes par seconde.

c) Mesure des Températures :

Les températures au niveau des débimètres étaient mesurées par des thermomètres spéciaux à mercure (I3).

La température au niveau de la tuyère était mesurée par des thermo-couples B.T.E. - C.T.E. (9).

d) Mesure des Pressions :

D'une façon générale, le terme "pressions" signifiera, dans ces essais, "pressions manométriques" et non "pressions absolues". La détermination de la répartition de pression le long du profil de la tuyère se fit au moyen de prises statiques reliées à l'intérieur de la chambre de la tuyère à des tubes de caoutchouc sortant de la tuyère à travers le corps de celle-ci au moyen de tubes de laiton rigides. Ces tubes de laiton étaient alors reliés par des tubes de caoutchouc souples à une batterie de manomètres (I0) différentiels à mercure. La pression dans la chambre de la tuyère était mesurée par un manomètre métallique, ou par un manomètre à mercure (5).

e) Mesures de traction :

La balance (6) était constituée de deux bras de levier horizontaux de chacun 2 m. de long; à un troisième bras de levier vertical était fixée la tuyère à essayer, de telle façon que l'axe de la tuyère soit, à quelques millimètres, situé à un mètre un point de rencontre géométrique des trois bras de levier de la balance. Le système des trois bras de levier reposait par l'intermédiaire de deux couteaux sur un socle rigide fixé au sol.

A l'arrêt, la balance était tarée de façon à ce que les deux bras de levier en prolongement l'un de l'autre soient effectivement horizontaux. En cours d'essais, la mesure de la traction s'effectuait par la mesure du couple produit par la balance; pour ce faire, on plaçait des poids sur des plateaux situés aux extrémités des bras de levier horizontaux de façon à amener effectivement ces bras de levier à l'horizontal. En fait, pour augmenter la précision et la rapidité des mesures, on fut amené à compléter ce système. A l'extrémité de l'un des bras horizontaux était pendue une chaîne dont l'extrémité libre pouvait être relevée et attachée à un point fixe indépendant de la balance par l'intermédiaire d'un moulinet; ce système permettait de charger d'une façon continue les plateaux de la balance.

f) Mesure du débit total :

Pour des raisons que nous expliquerons plus loin, le débit à la sortie du divergent n'a pu se faire qu'au tube de Pitot. Le tube de Pitot utilisé avait été construit et étalonné par le C.N.R.S. (Centre National de la Recherche Scientifique.)

La différence de pression était mesurée par un manomètre à eau.

during the tests (diaphragm pressure approx. 4.5 kg/cm2 at 20°) could measure a flow of 50 to 500 grams per second. Then came another flow meter also with diaphragm, of the "HOUDEC" gyrometer type (II), which, in the given test conditions, could measure a flow of 250 to 1,300 grams per second.

c) Temperature measurements :

The temperature at the level of the flow meters was taken with special mercury thermometers (I3).

The temperature at the level of the nozzle was measured by B.T.E. - C.T.E. thermocouples (9).

d) The term "pressure", used in reference to these tests, means gauge pressure and not absolute pressure. The distribution of pressure along the profile of the nozzle was determined by means of static-pressure connections, connected inside the nozzle chamber to flexible rubber tubes, these being connected to rigid brass tubes passing out through the body of the nozzle, where they were again connected to rubber tubes leading to a set of mercury differential-pressure gauges (I0). The pressure inside the nozzle chamber was measured by a metallic gauge or a mercury gauge (5).

e) Traction measurements :

The balance (6) was formed by two horizontal lever arms, each 2 meters long. The nozzle to be tested was attached to a third, vertical lever arm, in such a way that the axis of the nozzle was, to within a few millimeters, one meter from the geometrical point of intersection of the three lever arms of the balance. The element consisting of the three lever arms rested on two knife-edges attached to a rigid stand fixed to the ground.

The balance was adjusted so that when at rest the two lever arms lying in the same line were exactly horizontal. During the tests, the traction measurements were taken by measuring the couple produced by the balance. To do this, weights were placed on the plates at the extremities of the horizontal lever arms in order to bring them into the horizontal position. In order to increase the accuracy and rapidity of the measurements, we completed the system by hanging a chain from the end of one of the horizontal arms, which could be attached by means of a reel to a fixed point not connected with the balance. This system made possible a continuous adjustment of the level of the balance plates.

f) Measurement of the total flow.

For reasons which will be explained later, the discharge at the exit of the divergent could only be measured with a Pitot tube. The Pitot tube used was made and calibrated by the C.N.R.S. (National Center for Scientific Research).

The pressure difference was measured by a water gauge.

III. DISCUSSION ET PRECISION DES MESURES.

a) Incompatibilité entre la mesure de la traction et la mesure du débit total :

La chambre de la tuyère était alimentée en air primaire par un seul orifice, ce qui constitue une source d'irrégularités dans l'alimentation et dans l'écoulement.

En outre, il est évident que, par l'existence même de l'Effet COANDA, la vitesse d'écoulement le long de l'axe de la tuyère est plus faible qu'au voisinage des parois, d'où la nécessité pour une mesure précise du débit total par un système à diaphragme d'une longue canalisation cylindrique à la suite du divergent pour homogénéiser la veine. Un tel système, lourd, encombrant, ne permet pas alors de mesures simultanées de tractions. La mesure de celles-ci nous paraissait plus intéressante que la mesure du débit total. En effet, théoriquement, la traction est égale au flux de quantité de mouvement sortant et une mesure précise de la vitesse à la sortie devrait permettre de calculer la traction; en fait, l'irrégularité de la tuyère fait que la quantité de mouvement n'est pas orientée suivant l'axe de la tuyère et la traction n'est plus égale, mais inférieure, au flux de quantité de mouvement sortant. On a donc été amené au système suivant : mesures directes des tractions au moyen de la balance sus-indiquée, mesures de la vitesse de sortie par sondages au Pitot en cinq points. On a tenté de régulariser un peu la veine en complétant la tuyère proprement dite par un divergent de réalisation quasi instantanée, formé de plaques de matière plastique lisse de poids négligeable et créant une perte de charge elle aussi négligeable.

Les vitesses de sortie indiquées dans les résultats des essais sont calculées d'après la moyenne des indications du Pitot et le débit total est calculé à partir de cette vitesse, de la section de sortie du divergent en matière plastique, en prenant pour densité de l'air celle correspondant à la température indiquée par le thermo-couple.

b) Précision de la mesure du débit primaire :

Le débimètre BERI (I4) a une précision de l'ordre de plus ou moins 5 grammes. Les essais faits avec le débimètre BERI correspondent à un débit primaire compris entre 50 et 500 grammes par seconde, et l'erreur relative est donc toujours comprise entre I et IO %.

Le gyromètre "HOUDEC" (II) ne donne pas une précision supérieure à I5 grammes.

Ce débimètre étant utilisé pour des débits supérieurs à 300 grammes/seconde, l'erreur relative est toujours inférieure à 5 %.

c) Précision de la mesure des températures :

La mesure des températures au niveau des débimètres a été faite par thermomètres spéciaux au mercure (I3), gradués en I/5ème de degré, à réponse rapide.

La précision était largement suffisante pour la mesure des débits.

La mesure des températures au niveau de la tuyère et à la sortie de la

III. DISCUSSION OF THE MEASUREMENTS AND THEIR PRECISION.

a) Discrepancy between the measurements of traction and total flow :

The nozzle chamber was fed with primary air from a single orifice, which constituted a source of irregularity in the air supply and the flow.

Besides, it is clear from the mere existence of the COANDA Effect that the flow along the nozzle axis is slower than along the walls, whence the necessity for accurate measurement of the total flow by a diaphragm system placed in a length of cylindrical tube extending the divergent, in order to render the flow homogeneous. Such a system, heavy and combersome, does not permit of simultaneous traction measurements. These measurements had a greater interest for us than those of the total flow. Theoretically, the traction is equal to the momentum flux emerging from the nozzle, and accurate measurement of the exit velocity should enable us to calculate the traction. In actual fact, however, the irregularity of the nozzle prevents the momentum from being directed along the axis of the nozzle and the traction is no longer equal to, but less than, the momentum emerging from the nozzle. We were thus led to adopt the following practice : direct measurement of the traction by the balance refered to above, and measurement of the exit velocity by soundings with the Pitot tube at five points. We tried to regularize the stream a little by extending the nozzle proper with a divergent, devised on the spur of the moment, formed of sheets of smooth plastic of negligible weight and creating only a negligible loss of energy in the air flow.

The exit velocities shown in the results of the tests are calculated according to the mean of the Pitot tube readings and the total flow is calculated from this velocity, at the exit section of the plastic divergent, taking the air density corresponding to the temperature shown by the thermocouple.

b) Accuracy of the measurements of primary flow.

The BERI flow meter (I4) reads accurately to within approximately 5 grams. The tests made with the BERI flow meter were for a primary flow of between 50 and 500 grams per second, so the error is always between I and I0 %.

The HOUDEC gyrometer (II) is only accurate to within I5 grams.

As this flow meter was used for flows above 300 grams per second, the error still remains less than 5 %.

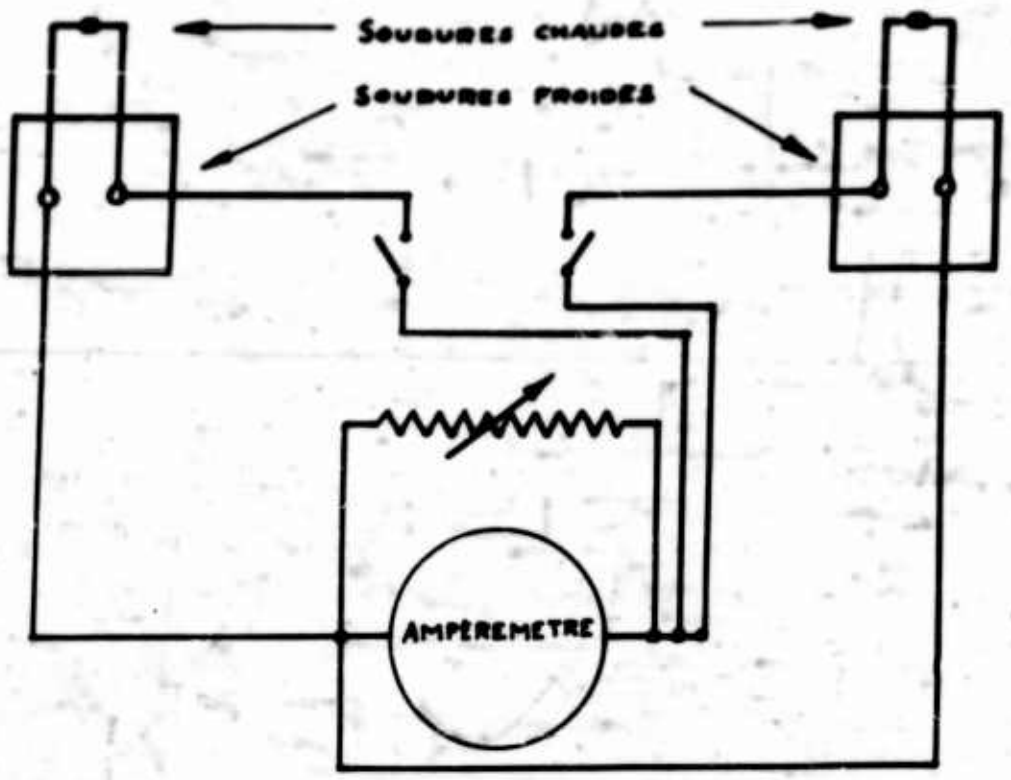
c) Accuracy of the temperature measurements.

The temperature at the level of the flow meters was taken by special quick-reading mercury thermometers (I3), graduated in fifths of a degree.

Their precision was quite adequate for flow measurements.

The temperature at the level of the nozzle and at its exit was measured

tuyère était faite par thermocouples (9) fournis par le C.N.R.S. Le schéma de l'installation était le suivant :

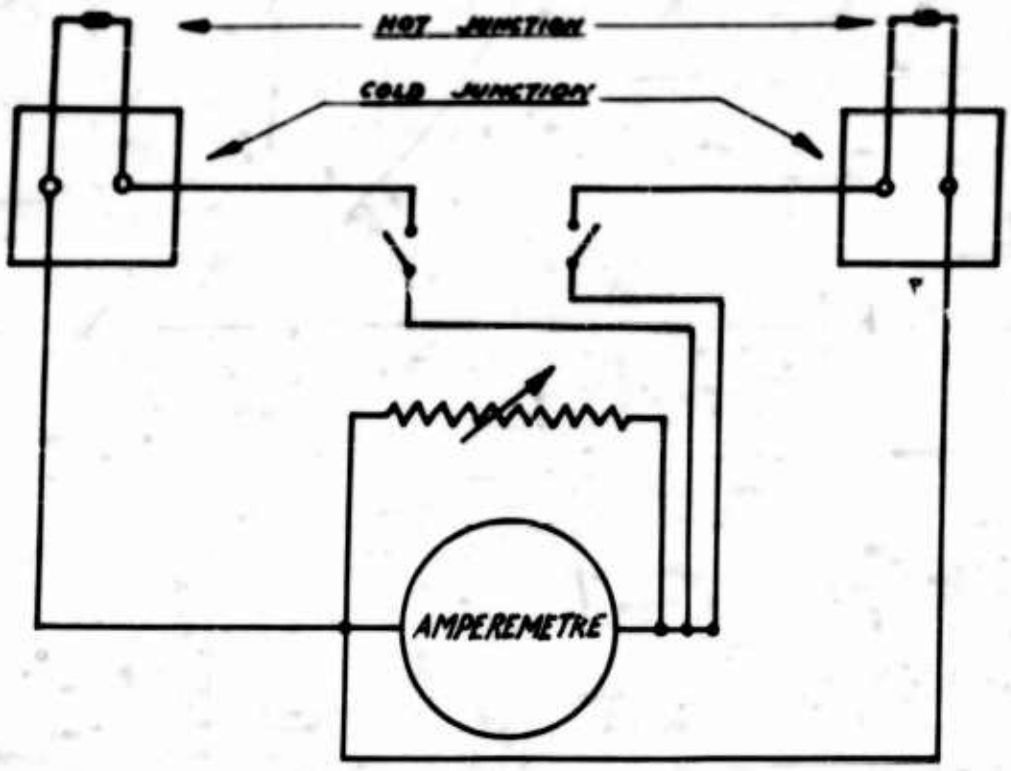


La soudure froide des thermo-couples était maintenue à température constante; la soudure froide baignait dans du mercure placé dans un tube à essais plongeant dans de l'eau contenue dans une bouteille Thermos, elle-même entourée d'une caisse emplie de sciure de bois. Malgré les fortes amplitudes de température atmosphérique (jusqu'à 10° en une heure), la température de la soudure froide ne variait pas de plus d'un dixième de degré en une heure. Le courant circulant dans les thermo-couples était mesuré par un micro ampèremètre A.O.I.P. Un shunt à résistance variable étalonné permettait de faire varier la sensibilité du dixième de degré au degré.

D'une façon générale, cette installation était du type utilisable pour l'exploration de la couche limite thermique, mais étant très sensible aux écarts de température ambiante et n'ayant pas été isolée, la précision des mesures est de l'ordre de plus ou moins 2/10èmes de degré.

Les vitesses auxquelles étaient soumises les soudures chaudes des thermo-couples ont permis de négliger l'influence de la forme de la soudure et les courants de convexion du support de la soudure sur la température lue. L'un des thermo-couples était fixé à l'intérieur de la chambre de la tuyère, l'autre thermo-couple était placé à la sortie du divergent en plastique. Un système d'interrupteurs permettait des mesures quasi-instantanées de ces deux températures.

by thermocouples (9) supplied by the C.N.R.S. Their arrangement is shown in the following diagram :



The cold junctions of the thermocouples were maintained at constant temperature; the cold junction was immersed in mercury in a test tube standing in water contained in a thermos flask, the latter being in a wooden box filled with sawdust. In spite of considerable variations in the atmospheric temperature (up to IO° C in an hour), the temperature of the cold junction did not vary by more than a tenth of a degree in one hour. The current in the thermocouple circuit was measured by a microammeter A.O.I.P. The sensibility could be varied from a tenth of a degree to one degree by means of a calibrated variable-resistance shunt.

In a general way, this system of thermocouples was of the type which can be used for exploration of the thermal boundary layer, but being very sensitive to changes in the surrounding temperature and not being insulated, the measurements were only accurate to within approximately 2/IOths of a degree centigrade.

The velocities to which the hot junctions of the thermocouples were exposed made it possible to disregard the influence on the temperature read of the shape of the junction and of the convection currents due to the junction holder. One of the thermocouples was fixed inside the chamber of the nozzle, the other was placed at the exit of the plastic divergent. A system of switches made it possible to take almost instantaneous measurements of these two temperatures.

d) Précision de la mesure du débit total :

La mesure du débit total est certainement la mesure la moins précise que nous ayons pu faire. On mesurait les vitesses autant que possible avec le Pitot et, quand le Pitot était insensible, avec un anémomètre. Le Pitot a été utilisé dès une vitesse de 5 m./sec., mais la répartition très complexe des vitesses à la sortie du divergent fait que la vitesse moyenne obtenue (par sondages en cinq points, rappelons-le), est peut-être assez loin de la réalité. Ceci peut conduire à des erreurs sensibles sur le débit total qui se répercuteront naturellement sur l'induction. Il est difficile de donner un ordre de grandeur de la précision; l'erreur relative est sans doute inférieure à IO % pour les essais sur les tuyères à facettes où les vitesses mesurées étaient grandes. La précision ne doit pas dépasser I5 % pour les mesures sur les autres tuyères. Il en résulte qu'en valeur absolue les inductions sont données avec une variation du chiffre significatif de plus ou moins une unité.

Notons que le divergent en plastique réalisé était homothétique pour une famille de tuyères.

e) Précision de la mesure des Tractions :

La présence du joint tournant suivi d'une durite et la longueur des leviers de la balance faisaient qu'à vide la balance était sensible à la traction de 20 grammes, mais en cours d'essais la disymétrie de l'écoulement donnait naissance à un couple agissant sur les couteaux de la balance, diminuant la sensibilité de celle-ci, et on ne peut pas prétendre à une précision supérieure à 50 grammes.

f) Précision de la mesure des Pressions :

Répartition de pression sur le profil : Le diamètre des prises statiques était de l'ordre de 8/IOèmes de millimètre. Sur une si faible distance le gradient de pression est cependant élevé puisque pour les tuyères à facettes la longueur d'une facette peut n'être que de quelques millimètres : la pression lue n'est donc qu'une pression moyenne. D'autre part, en cours d'essais, les niveaux de mercure dans les manomètres multiples pouvaient facilement osciller d'un centimètre (phénomène sans doute dû à la turbulence) : la précision des mesures des pressions sur le profil est de l'crdre de plus ou moins 5 mm. de mercure.

Pression dans la chambre de la tuyère : Pour les hautes pressions (supérieures à I Kg./cm2), on utilisa un manomètre métallique (5) qui n'avait pas été reétalonné (ce qui est sans importance pour des essais comparatifs), et on ne peut prétendre à une précision supérieure à 50 grammes par cm2, ce qui devrait correspondre à une erreur relative inférieure à 5 %. Pour les basses pressions (inférieures au Kilogramme/cm2.) le manomètre métallique était remplacé par un manomètre différentiel à mercure (étalonnage ci-joint), mais les erreurs de lecture dues à la parallaxe faisaient que la pression était obtenue à plus ou moins 5 grammes, ce qui assure une erreur relative toujours inférieure à IO %.

IV. INTERPRETATION POSSIBLE DES RESULTATS :

a) Les mesures les plus sûres réalisées sont les mesures de traction et de débit primaire, puis viennent les mesures de température qui, tout en étant sûres, restent difficiles à interpréter comme nous allons le voir. Viennent ensuite les mesures de répartition de pression sur le profil, de pression dans la chambre de la tuyère; enfin, les mesures les moins précises sont celles du débit total et de l'induction.

d) Accuracy of the measurements of total flow :

The least accurate of our measurements were certainly those of the total flow. We measured the velocities as far as possible with the Pitot tube, and when beyond the Pitot's range of readings, with an anemometer. The Pitot was used for velocities starting from 5 m./sec., but due to the very complex distribution of velocities at the exit of the divergent it is possible that the mean velocity obtained (by soundings at five points, as already stated) is perhaps rather far from correct. This could lead to appreciable errors in the total flow, which would naturally have repercussions on the induction measured. It is difficult to state the order of magnitude of the precision obtained; the relative error is no doubt under 10 % for the tests on the nozzles with facets, where the velocities measured were high. The precision probably does not exceed 15 % in the measurements made on the other nozzles. As a result the absolute value of the induction rates is given with a variation of the significant figure of plus or minus one unit.

It should be noted that the plastic divergent made was homothetic for one category of nozzles.

e) Accuracy of the traction measurements.

The presence of the turning joint followed by a durite tube, and the length of the arms of the balance gave the latter a sensitivity, when unloaded, of 20 grams, but in the course of the tests the disymmetry of the flow gave rise to a couple acting on the knife-edges of the balance and reducing its sensitivity, so that we cannot assume accuracy to within less than 0,05 Kgm.

f) Accuracy of the pressure measurements.

Distribution of pressure along the profile : The diameter of the static pressure connections is of the order of 8/10ths of a millimeter. Over such a short distance the pressure gradient is still steep, since for nozzles with facets the length of a facet may be only a few millimeters : the pressure read is therefore only a mean pressure. In addition, during tests, the mercury level in the multiple gauges sometimes varied by as much as a centimeter (a phenomenon which was no doubt due to turbulence.) The pressure measurements along the profile are therefore accurate to within approximately 5 millimeters of mercury.

Pressure in the nozzle chamber : For high pressures (over I Kg./cm2), we used a metallic (Bourdon tube) gauge (5) which had not been recalibrated (which does not matter in comparative tests) and the accuracy of the measurements cannot be greater than to the nearest 50 grams per cm2., which would correspond to an error of 5 %. For low pressures (less than I Kg/cm2) the metallic gauge was replaced by a differential-pressure mercury gauge (see calibration table), but owing to the reading errors due to parallax the pressure noted was correct to within 5 grams, which means that the relative error was still below 10 %.

IV. POSSIBLE INTERPRETATION OF RESULTS :

a) Of the measurements taken the most reliable are those of the traction and primary flow, then come the measurements of temperature which, though reliable, are difficult to interpret, as we shall see. Next come the measurements of pressure distribution along the profile, of the pressure in the nozzle chamber and finally the least accurate, namely, those of the total flow and the induction.

b) La principale source d'erreurs provient de la difficulté que nous avons eue à établir un phénomène permanent. En effet, la consommation en air primaire était souvent supérieure à la capacité des compresseurs et il s'ensuivait une chute de pression sensible (jusqu'à 3 ou 4 Kgs.) dans les réservoirs extérieurs. La conséquence immédiate était une chute de température, une variation dans le débit primaire et, d'une façon générale, une variation du phénomène. C'est ce qui a conduit à faire des mesures aussi instantanées que possible des températures dans la tuyère et à la sortie de la tuyère, ces mesures n'étant intéressantes que dans la mesure où on les compare l'une à l'autre.

c) D'une façon générale, on s'est efforcé de procéder à des mesures aussi instantanées et rapides que possible : la traction, la pression dans la chambre de la tuyère et le débit primaire étaient mesurés à peu près au même instant.

d) Le rôle des conditions atmosphériques et surtout de la température ambiante est déterminant sur la nature des résultats, d'où la nécessité de mesures groupées dans un temps aussi court que possible.

e) <u>Les améliorations futures</u> :

Les différentes familles de tuyères essayées ont permis une étude comparative intéressante qui a mis en évidence l'intérêt du phénomène. A la suite de ces travaux d'approche et selon les profils définitivement choisis, une étude future nécessiterait des moyens plus précis et une installation infiniment plus coûteuse.

En effet, une étude très poussée des phénomènes nécessiterait des essais durant plus de deux minutes pour que l'on soit certain d'atteindre l'état de régime. Pour cela, il faudrait une réserve d'air (sous 7 à 8 Kgs. de pression) de plus d'une tonne. Les vannes de règlage de pression devraient être automatiques. Le banc d'essais nécessiterait une gamme plus étendue de débimètres; les manomètres devraient être du type à couteau miroir; les manomètres multiples devraient être réalisés avec des tubes parfaitement calibrés. Il faudrait aussi faire une utilisation systématique de la photo. Un autre système de mesure des tractions devrait aussi être réalisé (piezoélectrique), et il faudrait pouvoir mesurer aussi bien la traction, suivant l'axe de la tuyère, que les couples à axe vertical. Ceci nécessiterait sans doute soit de monter la balance pendulaire sur un plateau tournant, soit de remplacer la balance pendulaire par une balance aérodynamique à câbles du type utilisé pour les essais de maquette en soufflerie, etc .....

V. DEPOUILLEMENT ET PRESENTATION DES RESULTATS :

a) <u>Débit primaire</u> :

Les débimètres avaient été étalonnés par les fabricants; les mesures nécessitaient des corrections de pression et de température.

b) <u>Température</u> :

On a procédé à l'étalonnage des thermo-couples pour la sensibilité la plus grande. Les essais de mesure de température du jet immédiatement à la sortie de la fente ont été faits; ils s'avèrent extrêmement délicats

b) The chief source of errors arises from the difficulty we had in maintaining permanent conditions of the phenomenon being investigated. In point of fact, the consumption of primary air often exceeded the capacity of the compressors, which resulted in an appreciable fall in pressure (up to 3 or 4 kg.) in the external supply tanks. The immediate consequence was a fall in temperature, a variation in the primary flow and a general variation of the test conditions. This necessitated taking measurements as instantaneously as possible of the temperatures in the nozzle and at its exit, these two sets of measurements being of interest solely in their comparison with one another.

c) In general, the measurements were made as rapidly and instantaneously as possible: the traction, the pressure in the nozzle chamber, and the primary flow were read at approximately the same instant.

d) Atmospheric conditions and especially the temperature around the test bench affect the results, whence the necessity for grouping the measurements in a minimum of time.

e) Future Improvements :

The tests on different categories of nozzles allowed us to make an interesting comparative study illustrating the importance of the phenomenon. Following this preliminary work and depending on the profiles finally chosen, a future study would demand more accurate equipment and a far more costly installation.

A thorough study of the phenomena would in fact require tests lasting more than two minutes in order to be sure of having a stable flow regime. This would require an air reserve (under 7 to 8 kg. pressure) of more than a ton. The pressure-regulating valves should be automatic. The test bench would require a wider range of flow meters; the pressure gauges should be of the knife-edge mirror type; the multiple pressure-gauges should be fitted with perfectly calibrated tubes. Systematic use should also be made of photography. Another measuring system (piezo-electric) would be adopted for the traction, and it should be possible to measure the couples about a vertical axis as well as the traction along the main axis of the nozzle. This would doubtless require mounting the swing balance on a turntable, or replacing it by a force-measurement balance with cables of the type used for testing models in wind-tunnels, etc...

V. SORTING AND PRESENTATION OF RESULTS.

a) Primary flow :

The flow meters had been calibrated by the makers; the measurements necessitated corrections for pressure and temperature.

b) Temperature :

The calibration of the thermocouples was carried out for maximum sensitivity. Measurements of the temperature of the jet were made right at the exit of the slot; they proved extremely delicate due to the slight

à cause de la faible épaisseur du jet et du gradient de pression élevé qui fait que la soudure du thermo-couple était plaquée contre la paroi.

c) Vitesse :

On a calculé la vitesse moyenne à la sortie du divergent en prenant la moyenne des lectures du Pitot et en calculant la vitesse par la Loi de Bernoulli en prenant pour densité celle correspondant à la température indiquée par les thermo-couples; de là on passe au débit total en conservant la même densité.

d) Traction :

Il a été procédé à l'étalonnage du couple dû au vrillage de la durite mise sous pression. En outre, il a été procédé à des essais comparatifs systématiques de traction pour déceler le rôle du divergent en plastique; pour cela, on procédait, dans des conditions identiques de pressions et d'ouvertures, à des mesures de traction pour la tuyère munie du divergent plastique et sans le divergent plastique.

e) Pression sur le profil :

Les mesures en millimètres de mercure ont été traduites en millimètres d'eau et reportées en ordonnées sur des courbes où l'abscisse est égale à l'abscisse curviligne le long du profil comptée à partir de la première prise de pression (courbe en développée).

f) A titre indicatif, notons qu'il a été procédé à plus de 650.essais; chaque essai comporte en moyenne 30 mesures, soit au total I9.500 mesures, et le dépouillement d'un seul essai comporte 35 opérations (corrections, moyennes, traduction en unités cohérentes, etc....), soit au total 22.750opérations.

Les essais proprement dits ont nécessité en permanence la présence de six personnes.

La mise au point du banc d'essais (après montage) a demandé près de quinze jours.

Les dépouillements ont demandé plus d'un mois de travail, à cinq personnes.

g) Présentation des résultats :

Pour chaque tuyère essayée on trouvera successivement :

- un profil de lèvre fixe avec principales dimensions de la tuyère et tableau de correspondances des ouvertures au pas et ouvertures réelles.
- un tableau des mesures (sauf pression le long des profils et essais comparatifs de traction).
- la courbe du débit primaire en fonction de la pression dans la chambre de la tuyère (à iso-ouvertures au pas).
- les courbes de débit total en fonction de la pression dans la chambre de la tuyère (à iso-ouvertures au pas).

thickness of the jet and the steep pressure gradient which meant that the junction of the thermocouple was constantly being forced against the slot wall by the suction.

c) Velocity :

The mean velocity at the exit of the divergent was calculated by taking the mean of the Pitot readings and calculating the velocity according to Bernoulli's law, while taking as density that corresponding to the temperature shown by the thermocouples; whence the total flow is obtained retaining the same density.

d) Traction :

The couple resulting from the twisting of the durite tube under pressure was duly calibrated. Further systematic comparative tests of the traction were carried out to discover the effect of the plastic divergent. For this purpose measurements were taken, under identical conditions of pressure and opening, of the traction of the nozzle with and without the plastic divergent.

e) Pressure on the profile :

The measurements in millimeters of mercury were translated into millimiters of water and are shown as ordinates of the curves where the abscissae represent the curvilinear distances along the profile taken from the first pressure recording on the developed curve.

f) As an indication of the work performed, it may be noted that over 650 tests were made, each involving an average of 30 measurements, or a total I9,500 measurements, and the sorting out, plotting and tabulation of the results of a single test includes 35 operations (corrections, averages, conversions into coherent units, etc...) which makes a total of 22,750 operations.

The actual tests necessitated the continuous presence of six people.

The preparation of the test bench (after erection) took nearly two weeks.

The sorting, tabulation and plotting of results required the work of 5 persons for over one month.

g) Presentation of results :

For each nozzle tested we have :

- a profile of the fixed lip with principal dimensions of the nozzle and a table showing the relations of opening by pitch to real opening.
- a table of measurements (except in the case of pressure along the profiles and comparative traction tests).
- the primary flow curve as function of the pressure in the nozzle chamber (at equal openings by pitch).
- the total flow curves as function of the pressure in the nozzle chamber (at equal openings by pitch).

- les courbes d'induction, en fonction de la pression dans la chambre de la tuyère (à iso-ouvertures au pas).

- les courbes de traction en fonction du débit primaire à iso-ouvertures pas et iso-pression dans la chambre de la tuyère.

- une série de courbes donnant la répartition des pressions sur les profils à iso-pression dans la chambre de la tuyère (autant de tableaux de courbes que d'ouvertures essayées).

Tous les résultats donnés sont des résultats nets, sauf pour les pressions dans la chambre de la tuyère inférieures à I Kg./cm2., pour lesquelles il faut tenir compte des courbes d'étalonnage.

Les commentaires de ces différents essais seront présentés à la suite de l'ensemble des courbes.

=======

Fig. I. Schéma du banc d'essais.

Fig. II. Vue d'ensemble du banc d'essais.

Fig. III. Le réservoir tampon et les débimètres.

Fig. IV. Détail des débimètres et des appareils donnant les conditions atmosphériques.

Fig. V. Les manomètres multiples à mercure.
Détail de la balance (Joint tournant, durite et couteaux, etc ...)

Fig. VI. Le micro-ampèremètre et les bouteilles Thermos.

Fig. VII. La balance. Détail du dispositif à chaîne.

Fig.VIII. Tuyère "302" en essais.

Fig. IX. Etalonnage du manomètre différentiel à mercure.

- the induction curves as function of the pressure in the nozzle chamber (at equal openings by pitch).

- the traction curves as function of the primary flow at equal openings by pitch and equal pressure in the nozzle chamber.

- a series of curves giving the pressure distribution along the profiles at equal pressure in the nozzle chamber (as many curve sheets as openings tested).

All results given in this report are net-results, except for pressures in the nozzle chambers below I kg./cm2., where reference must be made to the calibration curves.

The comments on these different tests follow all the curves.

========

Fig. I. Diagram of test bench.

Fig. II. General view of test bench.

Fig. III. Buffer tank and flow meters.

Fig. IV. Flow meters and apparatus for indicating atmospheric conditions.

Fig. V. Set of mercury differential pressure gauges. Balance, showing turning joint, durite tube, knife-edges, etc ...

Fig. VI. Micro-ammeter and thermos-flask.

Fig. VII. Balance, showing chain device.

Fig. VIII. "302" nozzle being tested.

Fig. IX. Calibration table of mercury differential pressure gauge.

SCHEMA DU BANC D'ESSAIS

I. Tube ∅ intérieur = 50 mm.
2. Prise de Mano.
3. Tube collecteur ∅ I00 mm.
4. Joint tournant.
5. Mano (pression dans la chambre de la Tuyère).
6. Balance pour essais Tuyères.
7. Thermomètre dans la Tuyère.
8. Tuyère à essayer.
9. Thermo-couples.
IO. Manomètre à tubes multiples pour eau et mercure.
II. Gyromètre différentiel "Houdec".
I2. Tube ∅ intérieur = 50 mm.
I3. Thermomètres.
I4. Débimètre "Beri"
I5. Réservoir, Capacité 2m3. environ.
I6. Manomètre de 0 à 7 Kg./cm2, avec robinet d'isolement, cadran I50 mm.
I7. Vannes à grands volants (Réglage pression).
I8. Petit réservoir.
I9. Grand réservoir.
20. Bâti support.

DIAGRAM OF THE TEST BENCH

I. Tube, internal ∅ 50 mm.
2. Pressure gauge orifice.
3. Manifold ∅ I00 mm.
4. Turning joint.
5. Pressure gauge (pressure in nozzle chamber).
6. Balance for nozzle tests.
7. Thermometer inside nozzle.
8. Nozzle being tested.
9. Thermocouples.
IO. Multiple-tube pressure gauge for water and mercury.
II. "Houdec" differential gyrometer.
I2. Tube, internal ∅ 50 mm.
I3. Thermometers.
I4. "Beri" airflow meter.
I5. Reservoir, approx. 2 m3 capacity.
I6. Pressure gauge for 0 to 7 Kg./cm2 with stop cock. Dial ∅ I50 mm.
I7. Shutter controls (pressure regulation).
I8. Small reservoir.
I9. Large reservoir.
20. Supporting framework.

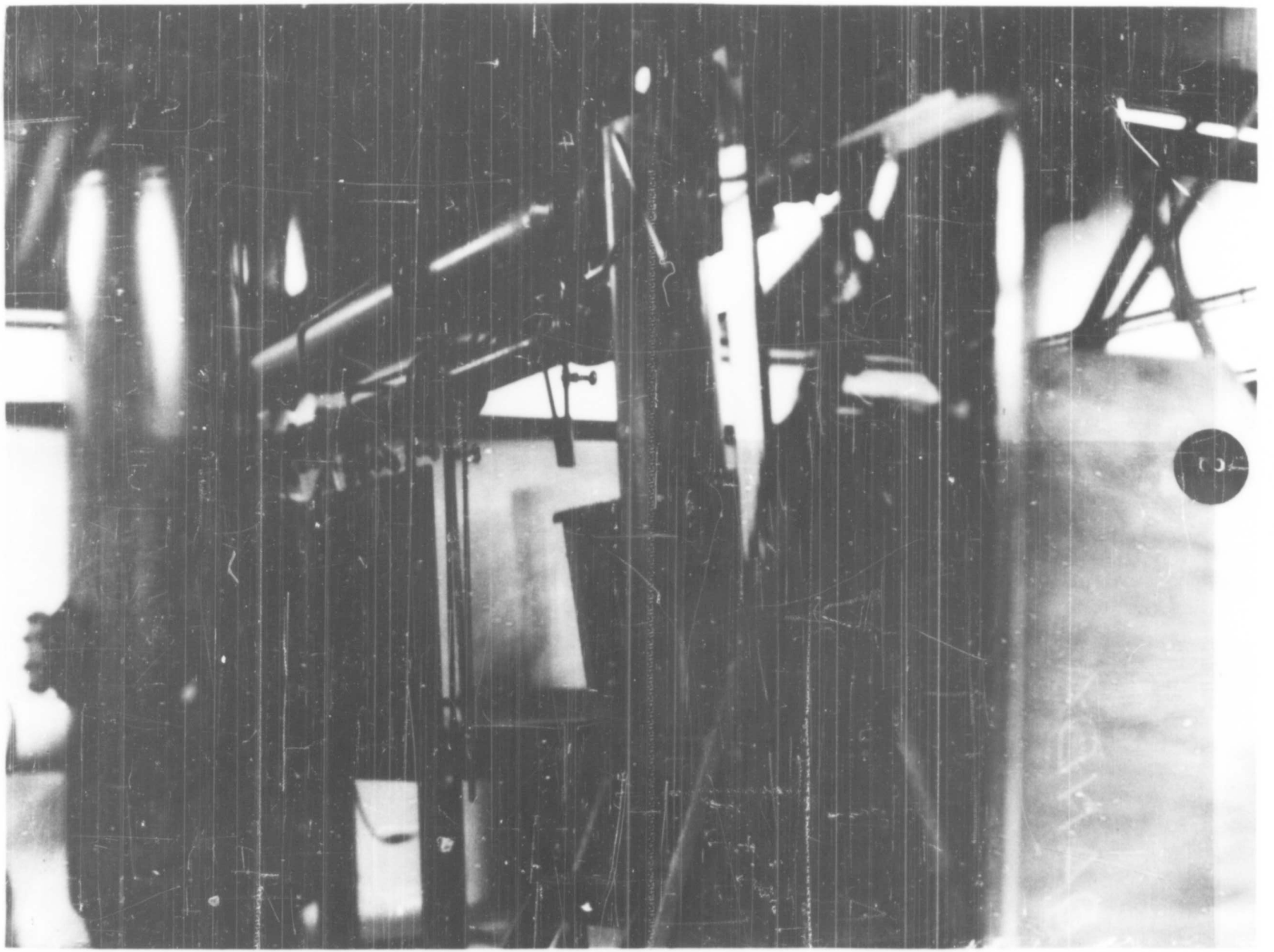
SFERI - COANDA

SCHEMA DU BANC D'ESSAIS

1. Tube ϕ intérieur = 50 mm
2. Prise de Mano
3. Tube collecteur ϕ 100 mm
4. Joint tournant
5. Mano (Pression dans la chambre de la Tuyère)
6. Balance pour essais tuyères
7. Thermomètre dans la tuyère
8. Tuyère à essayer
9. Thermo-couples
10. Manomètre à tubes multiples pour eau et mercure
11. Gyromètre différentiel "HOUDEC"
12. Tube ϕ intérieur = 50 mm
13. Thermomètres
14. Débimètre "BERI"
15. Réservoir. Capacité 2 m³ environ
16. Manomètre de 0 à 7 kg/cm² avec robinet d'isolement cadran ϕ 150 mm
17. Vannes à grands volants (Réglage pression)
18. P^t réservoir
19. G^d réservoir
20. Bâti support

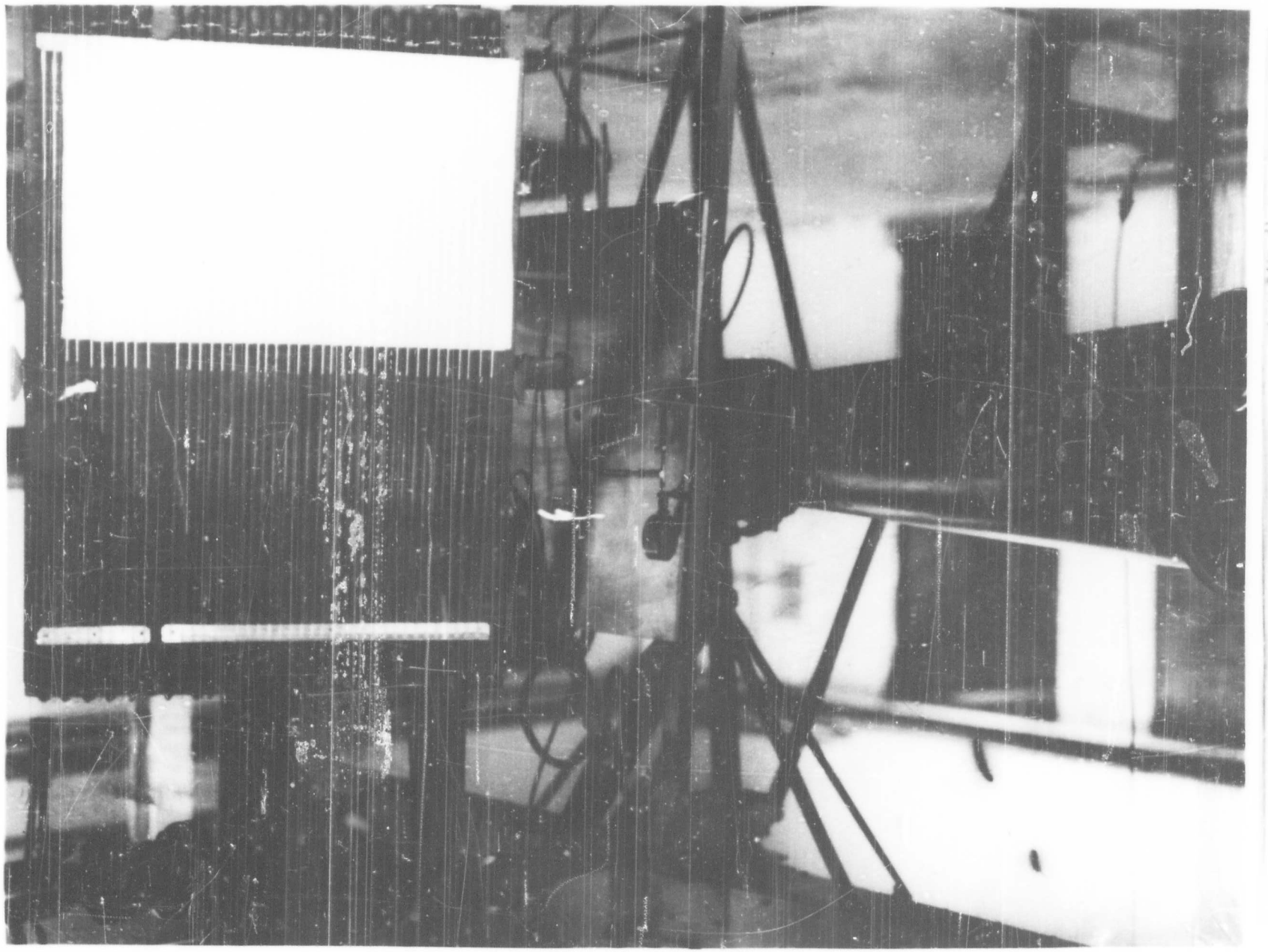
2,200 m

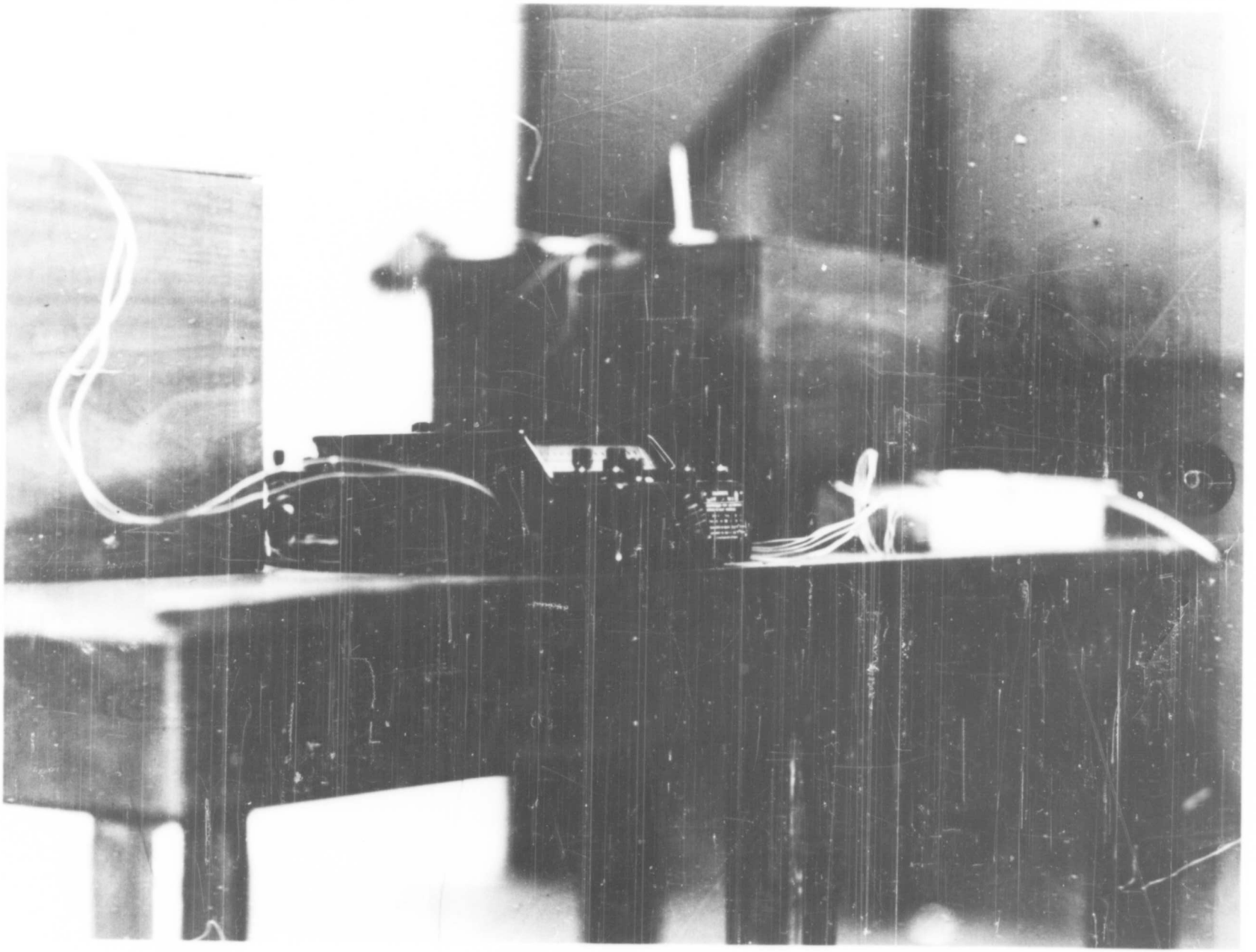
C.C.M 3/4 57

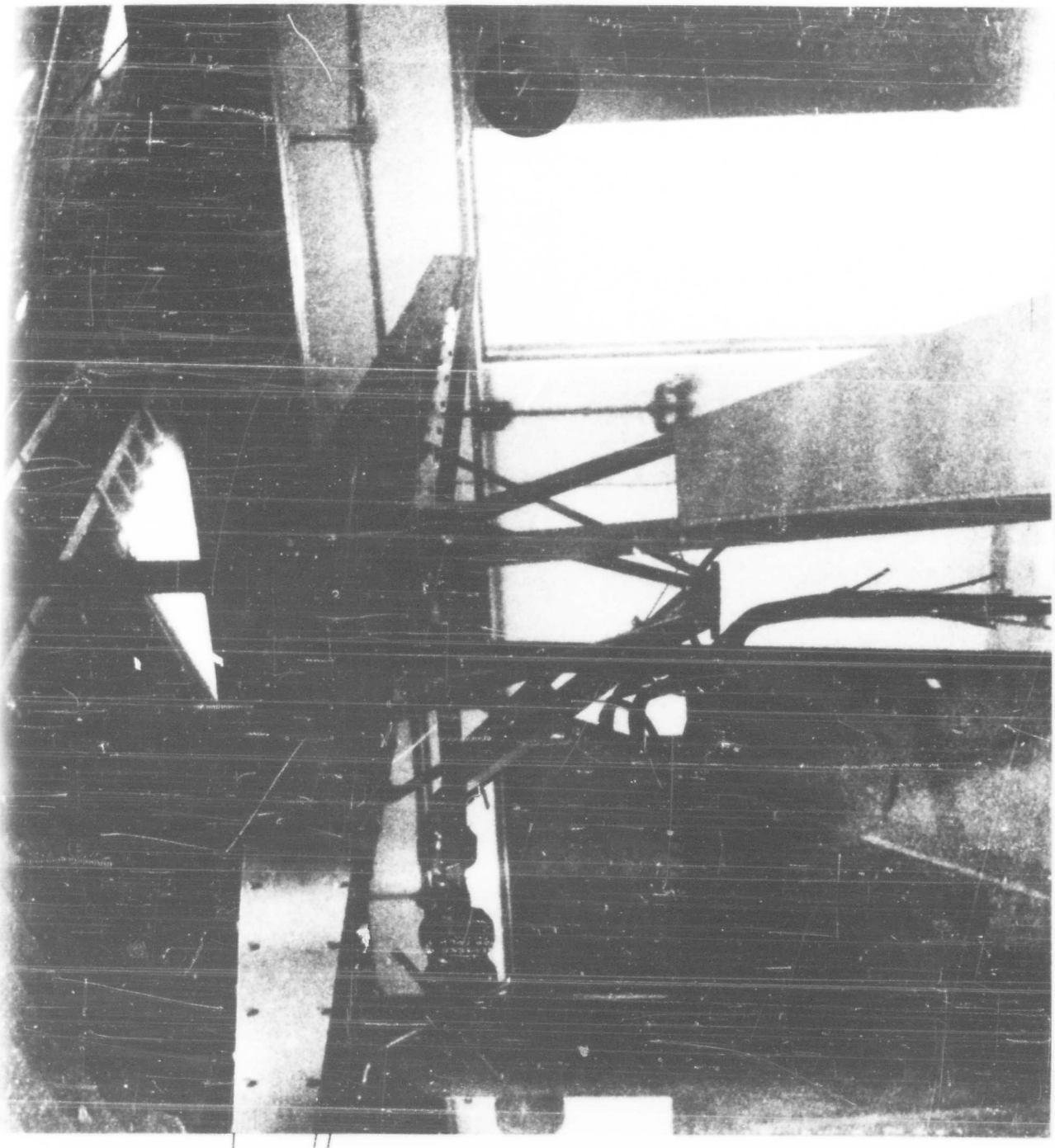


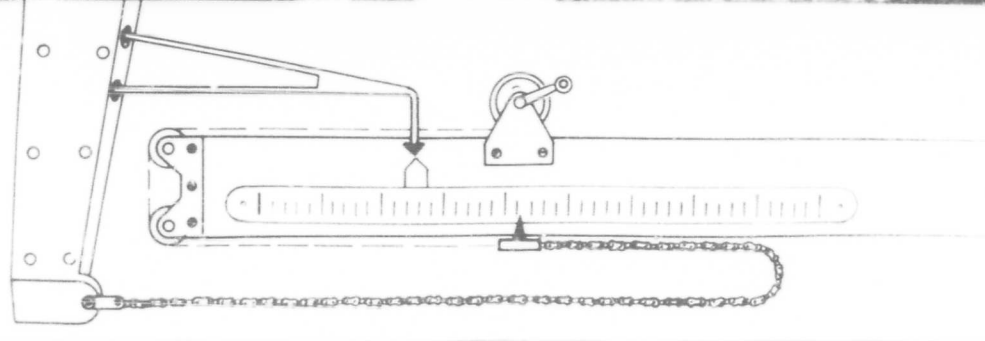
3

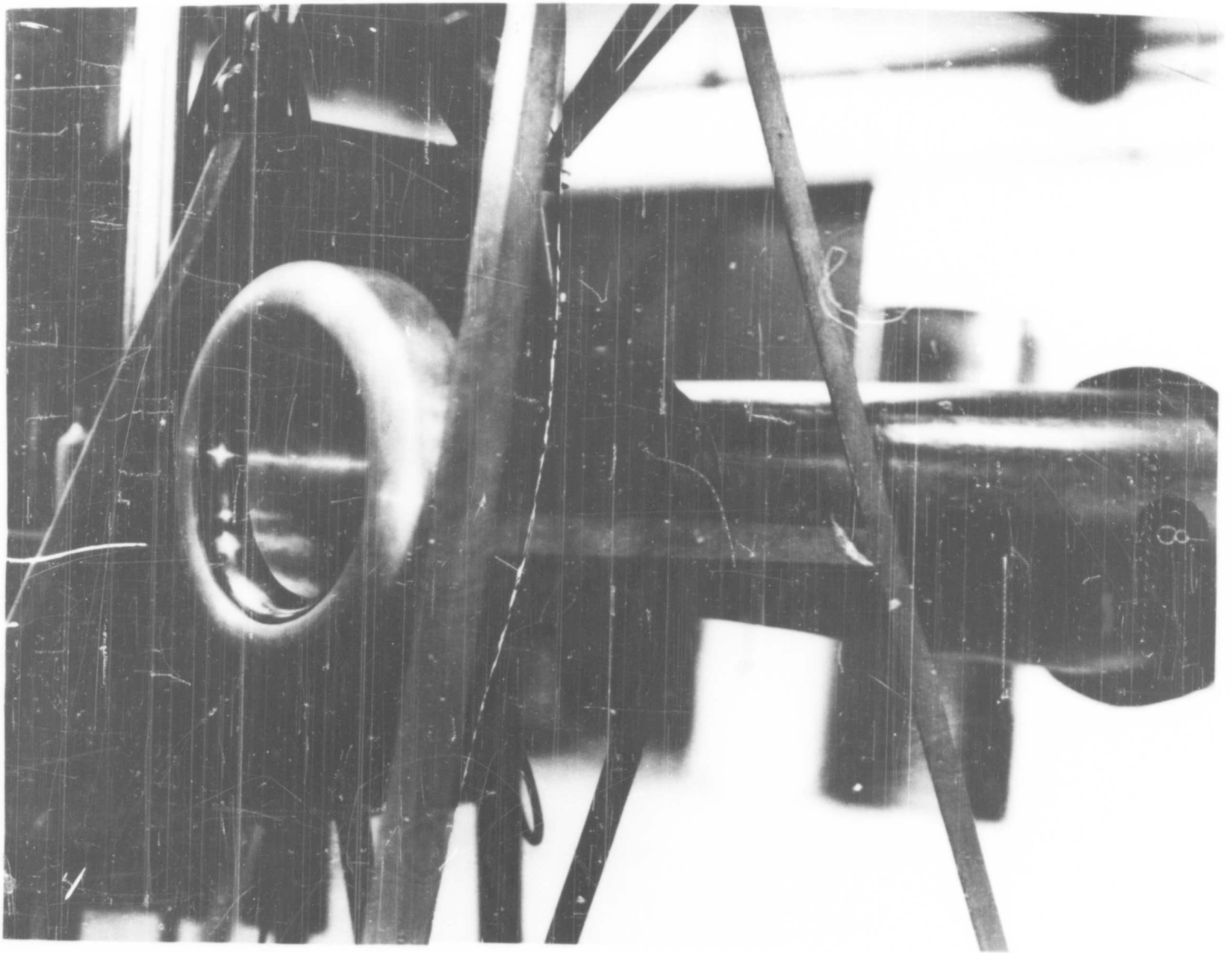
4











Etalonnage du manomètre différentiel à mercure donnant la pression dans la chambre de la tuyère.

Calibration of the mercury differential-pressure gauge giving the pressure in the nozzle chamber.

Pression lue Pressure read	Pression réelle Real pressure
I	I,030
0,9	0,925
0,8	0,8I7
0,7	0,7I8
0,6	0,6I5
0,5	0,5I2
0,4	0,4II
0,3	0,309
0,2	0,205
0,I	0,I05

Conditions de l'étalonnage :

- Pression barométrique .... 763 mm. de mercure
- Humidité relative ..... 48 %
- Température ambiante ..... I6° C

Calibration conditions :

- Barometric pressure ..... 763 mm. of mercury
- Relative humidity ..... 48 %
- Ambient temperature ..... I6° C

RESULTATS

I. Famille de tuyères homothétiques à facettes :

Tuyère I2
"" I60
"" 22

II. Famille de tuyères homothétiques à profil arrondi :

Tuyère .... I02 bis
"" I62
"" 202
.... 302 bis

III. Famille de tuyères homothétiques à prof'l arrondi :

Tuyère I04
"" I64
"" 204
"" 304

IV. Famille de tuyères semblables à profil arrondi :

Tuyère I02
"" .... 202 (commune à la deuxième famille.
"" 302

RESULTS

I. Category of homothetic nozzles with facets :

Nozzle I2
"" I60
"" 22

II. Category of homothetic nozzles with rounded profile :

Nozzle .... I02 b
"" I62
"" 202
"" .... 302 b

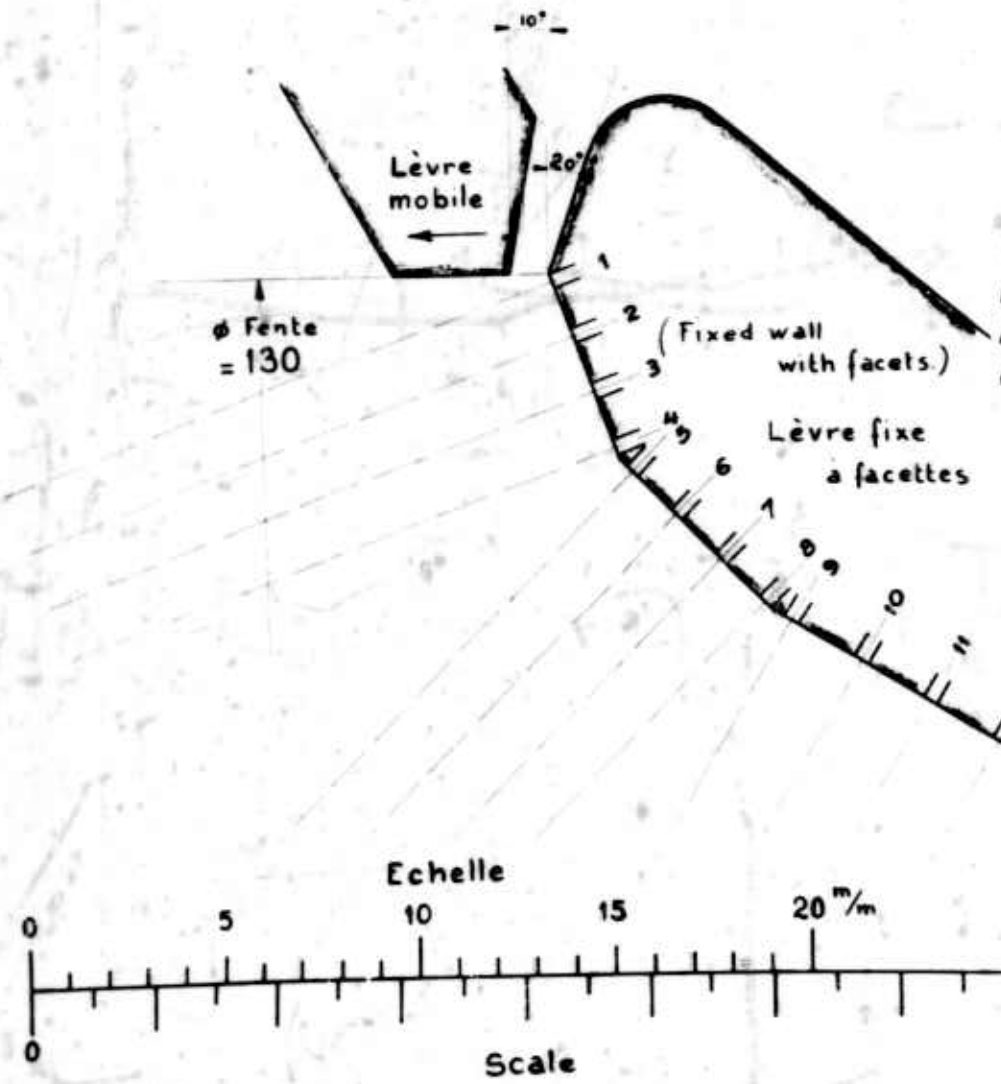
III. Category of homothetic nozzles with rounded profile :

Nozzle I04
"" I64
"" 204
"" 304

IV. Category of similar nozzles with rounded profile :

Nozzle I02
"" .... 202 (common to the second category.
"" 302

SFERI - COANDA
TUYERE 12

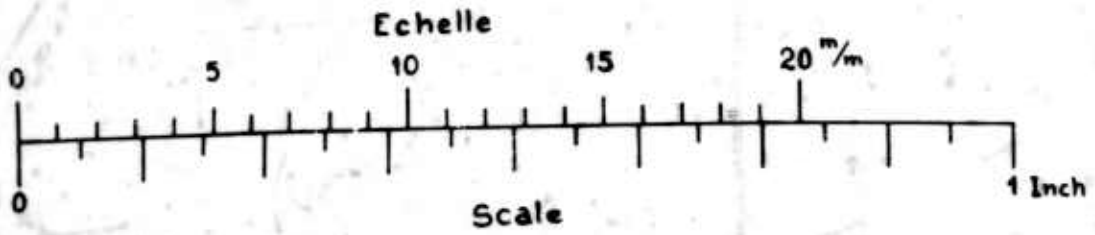


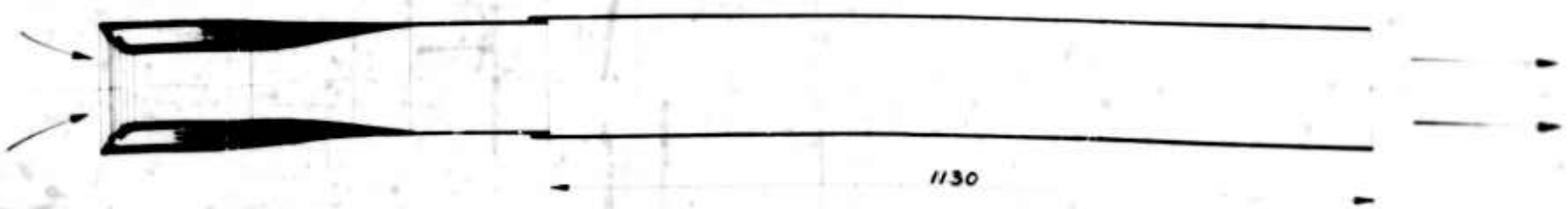
Fente ϕ 130 m/m. Circ.ce = 408 m/m.
Lèvre mobile Pas du filetage = 1 m/m.
Ouverture réelle = Ouverture au pas × Cos. 15°

Col de la Tuyère ϕ = 100 m/m
Sortie de la Tuyère ϕ = 146 m/m
Divergent (plastique) L = 1130 m/m.
" " " " ϕ = 160 m/m

Slot. ϕ. Circ ce
Adjustable wall. Thread pitch
Real open.ᵍ = Openᵍ of pitch × Cos 15°

Throat of the nozzle
Exit of nozzle
Divergent (Plastic)
" " "





SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 12

OPENING BY PITCH mm	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	1,5	2	3	4	1	1,5	2	3	4	1	1,5	2	3	4
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	16,5	16	16,5	16,5	16,7	16,7	17,1	16,7	16,7	14,8	[illegible]	15,3	15,9	16,1
TEMPERATURE EXIT °C	18,3	18	17,9	17,7	17,6	17,3	17,2	17,5	17,2	15,4	15,4	15,5	14,8	12,2
VELOCITY EXIT m/s	26,7	37,7	38,8	44,8	37,7	45,3	52,7	61,6	70,2	47,6	57,9	64,6	75	82,1
PRIMARY AIR kg/s	0,042	0,058	0,079	0,110	0,089	0,126	0,147	0,200	0,252	0,152	0,189	0,226	0,320	0,394
TOTAL AIR kg/s	0,650	0,798	0,946	1,100	0,920	1,110	1,285	1,505	1,710	1,160	1,420	1,590	1,845	2,040
AIR INDUCTION RATIO	15,5	13,9	12	10	10,3	8,8	8,7	7,5	6,8	7,6	7,5	7	5,8	5,2
TRACTION kg	1,770	2,710	3,980	5,4	3,240	4,670	6,310	8,975	11	5,24	7,27	9,110	12,58	15,4
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	765	765	765	766	765	765	765	765	765	769	769	769	769	769
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	18	18	18	18	17,5	17,5	17,5	17,5	18	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	96	96,5	97	97	96	96	96	96	96	100	100	100	100	100

OPENING BY PITCH mm	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3	3
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,5	1	1,5	2	3	4	0,5	1	1,5	2	0,5	1	1,5	0,5	1
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	14,7	14,5	14,5	14,2	14,7	/	15,1	14	14,3	13	14,7	13,4	13,7	14,3	13,4
TEMPERATURE EXIT °C	15,9	15,9	15,6	15,3	14,3	/	16,2	16,1	15,4	15,1	16,5	16,1	15,5	16	16
VELOCITY EXIT m/s	41,6	54,7	63,6	73,5	80,8	87,6	50,5	67	76,7	85,5	53,8	73,2	84,5	64,8	86,6
PRIMARY AIR kg/s	0,137	0,189	0,239	0,282	0,384	0,476	0,215	0,283	0,346	0,430	0,268	0,367	0,483	0,415	0,560
TOTAL AIR kg/s	1,020	1,345	1,560	1,810	2,02	2,150	1,240	1,620	1,890	2,110	1,320	1,795	2,080	1,590	2,120
AIR INDUCTION RATIO	7,5	7,1	6,5	6,4	5,3	4,6	5,8	5,8	5,5	4,9	4,9	4,9	4,3	3,8	3,8
TRACTION kg	3,720	6,440	9,070	11,610	14,700	18,500	6,120	9,340	12,670	15,710	6,320	11,840	16,070	8,620	14,940
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	769	769	769	769	769	769	770	769	769	769	770	770	770	770	770
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	16	16	16	15,5	15,5	15,5	16,5	16	16	16	16,9	16,9	17	17	17
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	98	98

CCM 3/4 57

SFERI·COANDA

Tuyère 12

Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function of pressure

Débit primaire
Pr. nary Air Flow
Kg/sec

1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1

Op.3
3
2
1.5
1
0.8
0.5
0.2

Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
Kg/cm²

1
2
3
4

C.C.M. 3/4 67

LES PAPIERS CANSON France

SFERI·COANDA

Tuyère 12

Débit total.
Total Air Flow

Débit total Kg/sec
Total Air flow Kg/sec

Op.
3
2
1.5
1
0.8
0.5
0.2

Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
Kg/cm²

C.C.M. 3/4 57

LES PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA.
Tuyère. 12.
Inductions

Induction

20
15
10
5

Op.9
0.2
0.5
0.8
1
1.5
2
3

1
2
3
4

5
10
15
20

Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
Kg/cm²

C.C.M. 3/4 57

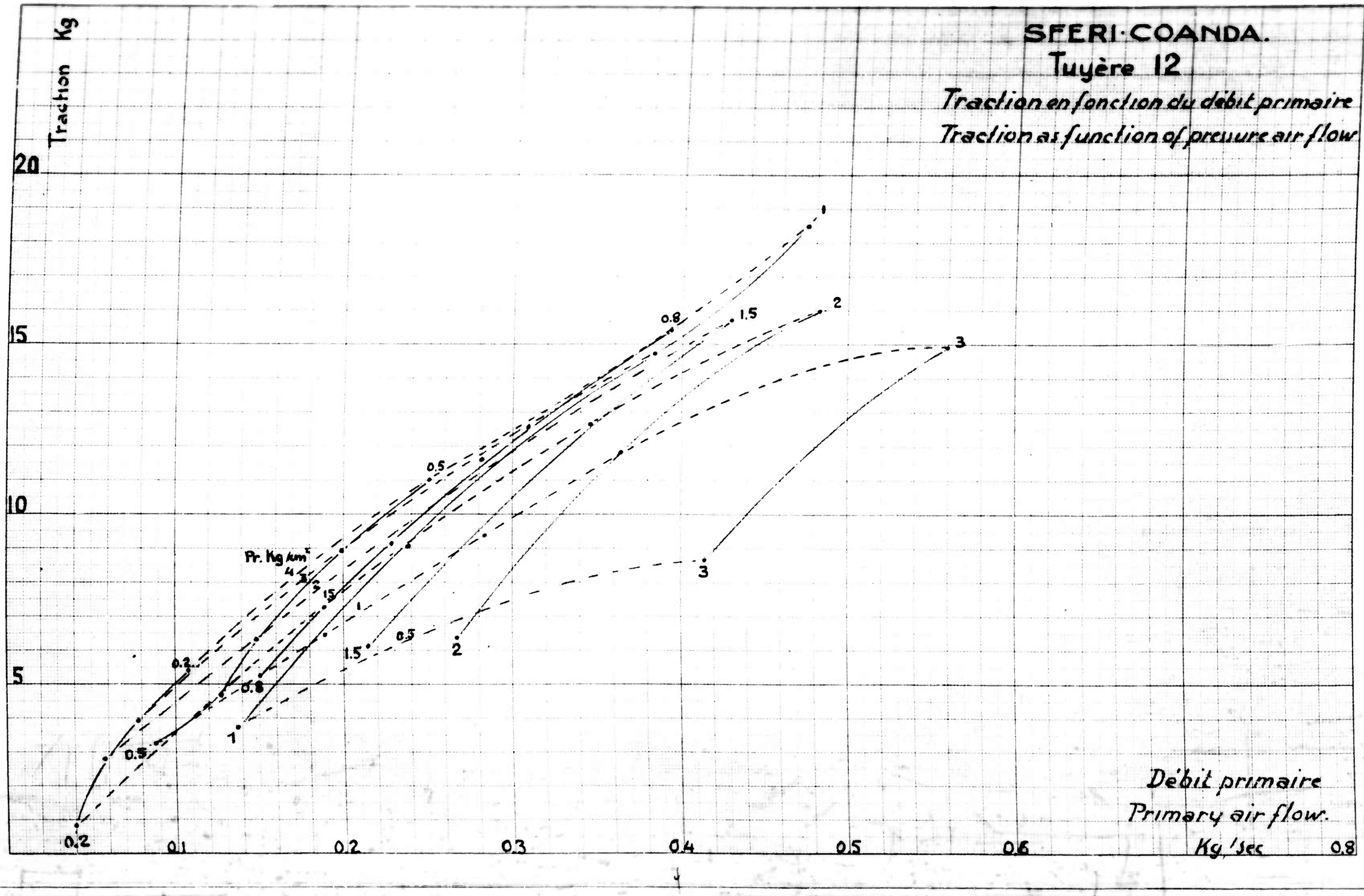
LES PAPIERS CANSON France

SFERI·COANDA.

Tuyère 12

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE 12

NOZZLE

OPENING AT THE BAR 0,5 mm

BAROMETRIC PRESSURE 769 mm/Hg

AMBIANT TEMPERATURE 17,5 °C

RELATIVE HUMIDITY 96 %

PRESSURE IN NOZZLE (CHAMBER AND SECONDARY AIR)

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

——— 4 "$/cm² (0,252 "$/s)

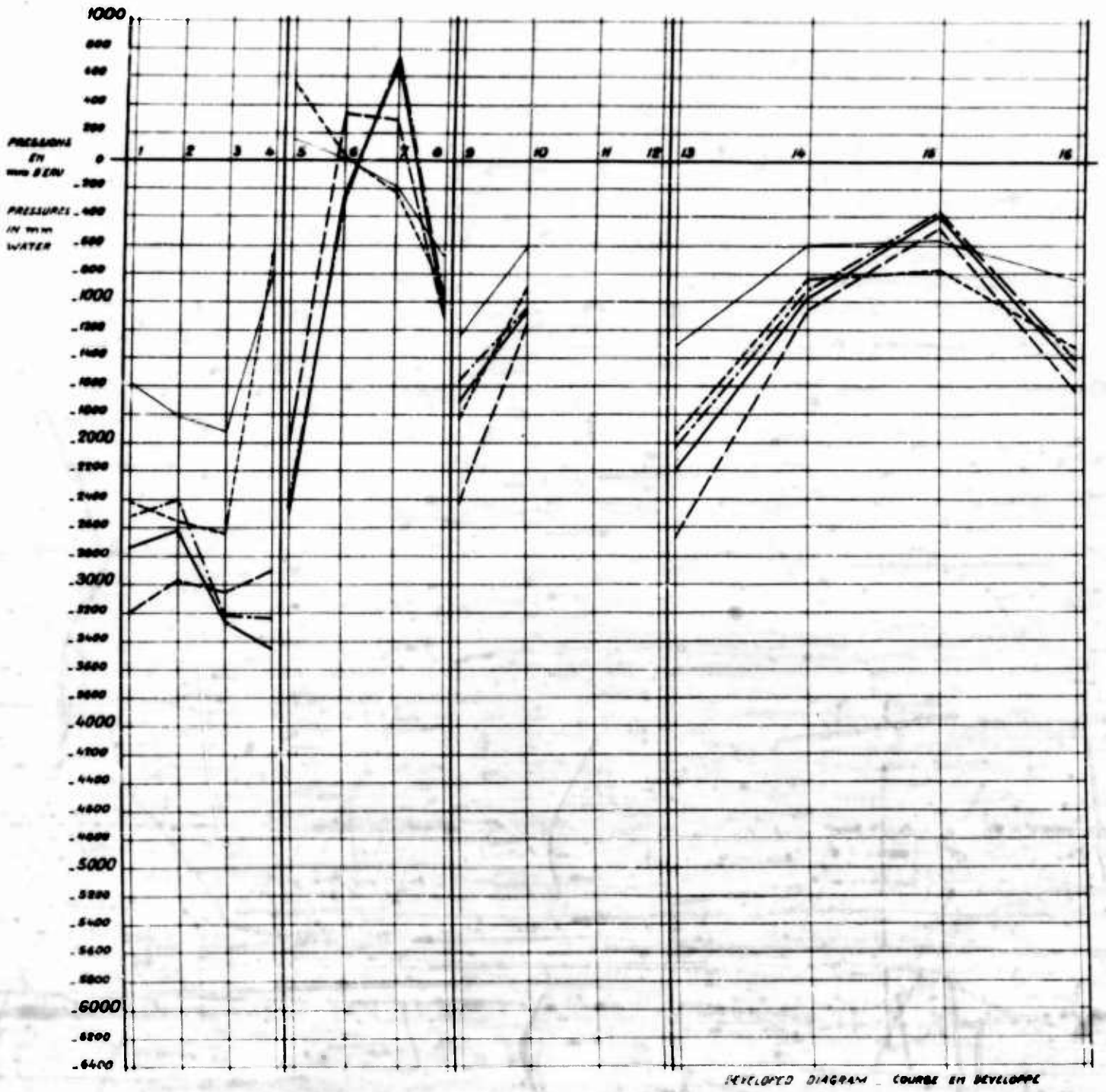
— — — 3 "$/cm² (0,1995 "$/s)

— — — — 2 "$/cm² (0,147 "$/s)

· · · · · · · · · · 1,5 "$/cm² (0,126 "$/s)

——— 1 "$/cm² (0,089 "$/s)

— — — —



DEVELOPED DIAGRAM _ COURBE EN DEVELOPPE

C.C.M 3/8 57

SFERI-COANDA

TUYERE 12

NOZZLE

OPENING BY PITCH — OUVERTURE AU PAS 0.2 mm

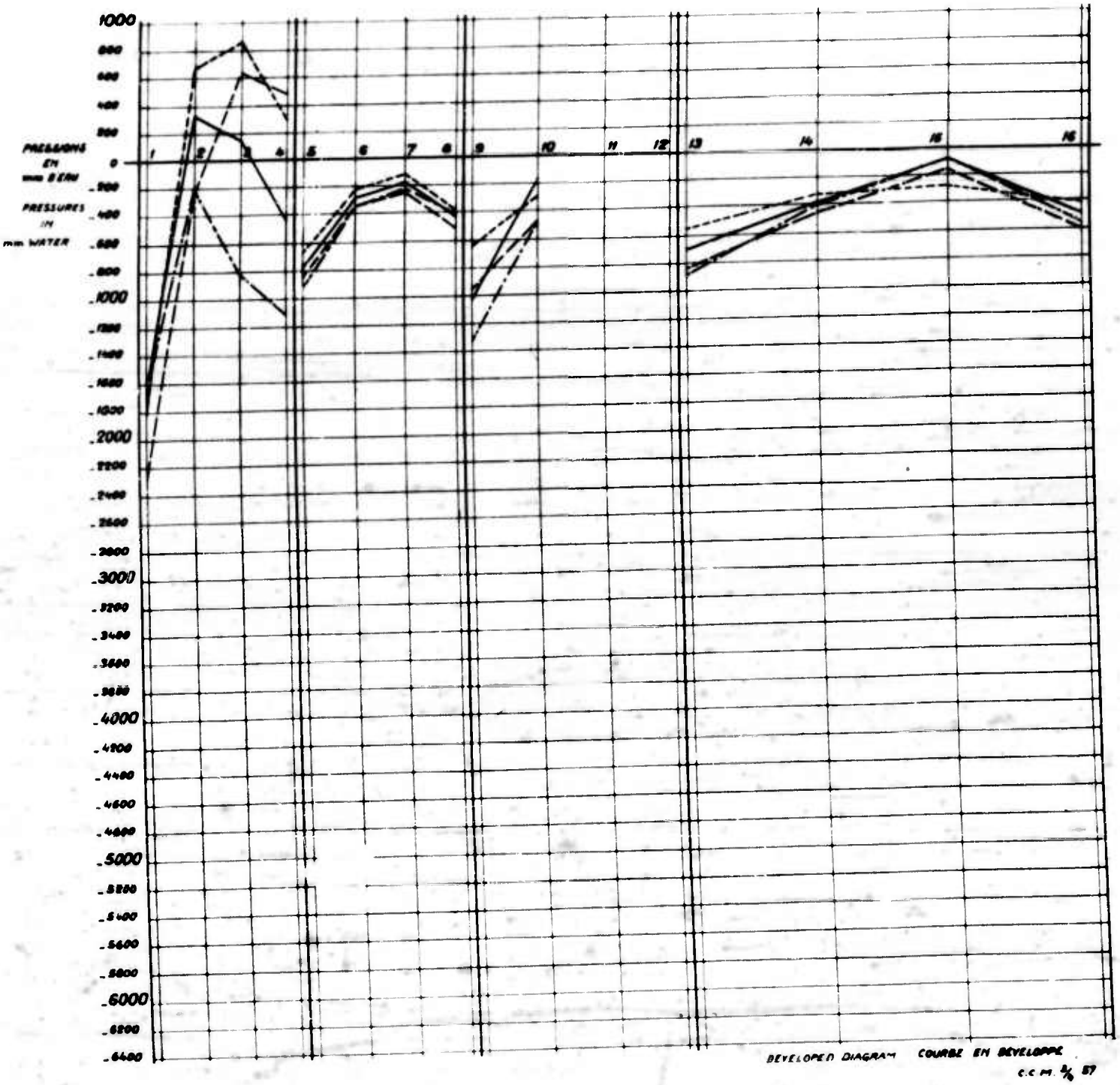
BAROMETRIC PRESSURE — PRESSION BAROMETRIQUE 765 mm Hg

AMBIENT TEMPERATURE — TEMPERATURE AMBIANTE 18° C

RELATIVE HUMIDITY — HUMIDITE RELATIVE 96 %

PRESSURE IN NOZZLE CHAMBER AND PRIMARY AIR — PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	4 kg/cm² (0,110 kg/s)
— — —	3 kg/cm² (0,0785 kg/s)
— — — —	2 kg/cm² (0,0575 kg/s)
·····	1,5 kg/cm² (0,042 kg/s)



DEVELOPED DIAGRAM — COURBE EN DEVELOPPE

C.C.M. 5/8 57

SFERI-COANDA
TUYERE 12

NOZZLE

OPENING BY PITCH — OUVERTURE AU PAS 0,8 mm

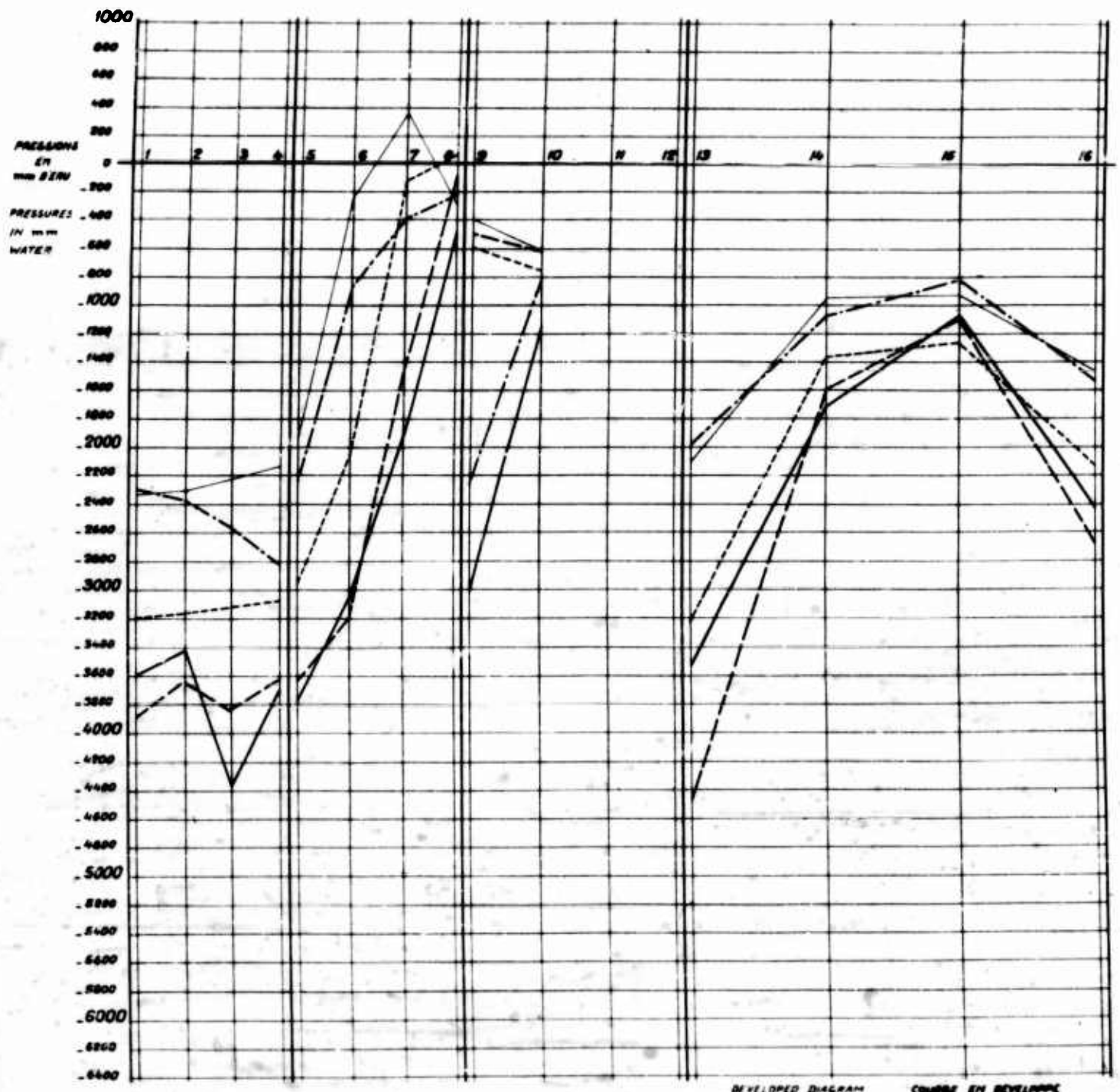
BAROMETRIC PRESSURE — PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm/Hg

AMBIENT TEMPERATURE — TEMPERATURE AMBIANTE 15,5 °C

RELATIVE HUMIDITY — HUMIDITE RELATIVE 100 %

PRESSURE IN NOZZLE (CHAMBER AND PRIMARY AIR)

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	4 kg/cm² (0,394 kg/s)
	—·—·—	3 kg/cm² (0,320 kg/s)
	— — —	2 kg/cm² (0,226 kg/s)
	·····	1,5 kg/cm² (0,189 kg/s)
	———	1 kg/cm² (0,152 kg/s)
	— — —	



DEVELOPED DIAGRAM — COURBE EN DEVELOPPE

C.C.M. 3/6 57

SFERI-COANDA

TUYERE 12

NOZZLE

SPECIFIC GRAVITY

BAROMETRIC PRESSURE — OUVERTURE AU RAS 1 mm

AMBIENT TEMPERATURE — PRESSION BAROMETRIQUE 769 mm/Hg

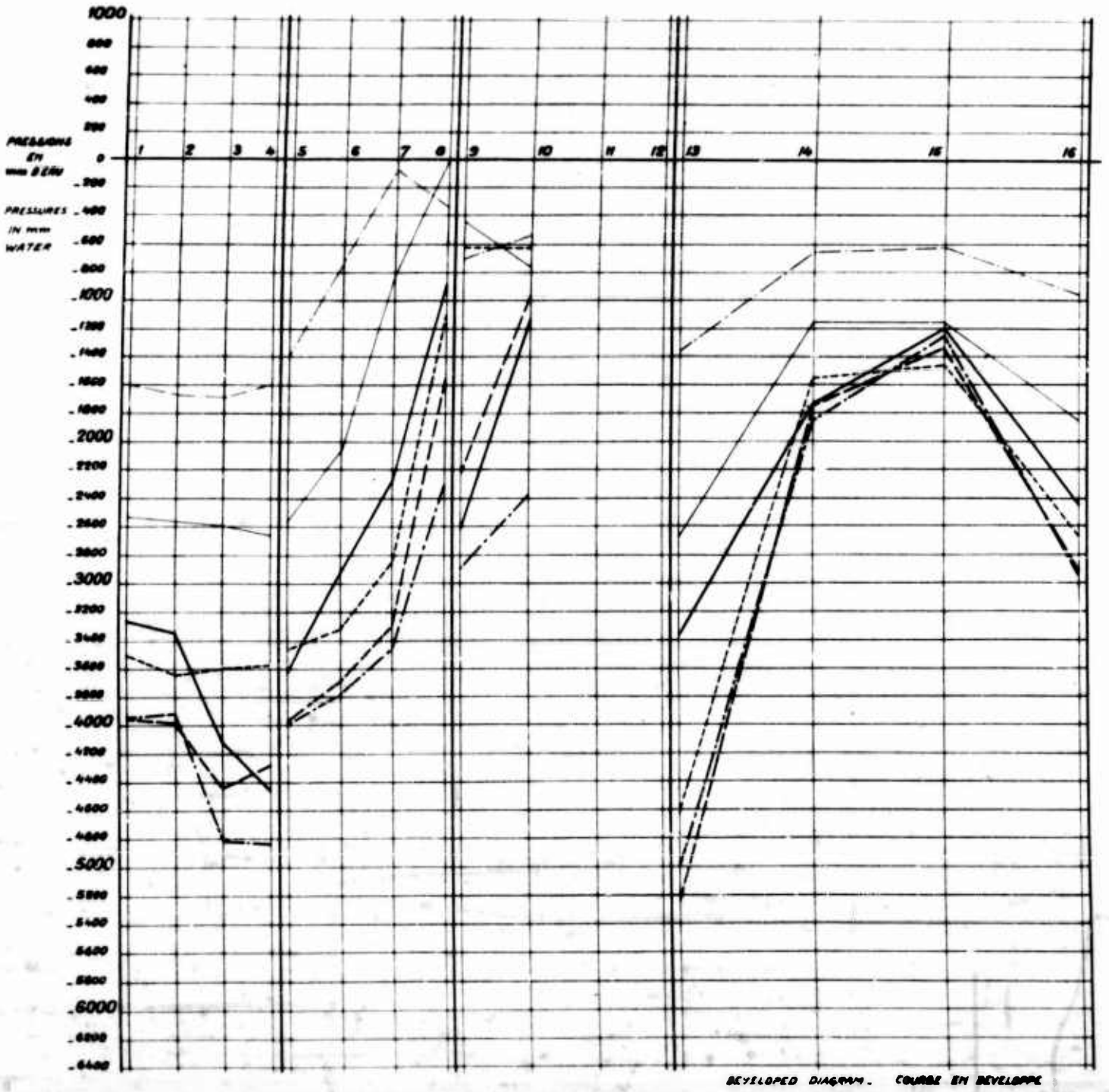
RELATIVE HUMIDITY — TEMPERATURE AMBIANTE 15,8 °C

HUMIDITE RELATIVE 100 %

PRESSURE IN NOZZLE CHAMBER AND PRIMARY AIR

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	4 kg/cm²	(0,475 kg/s)
— · — · —	3 kg/cm²	(0,384 kg/s)
— — — —	2 kg/cm²	(0,2815 kg/s)
----------	1,5 kg/cm²	(0,2385 kg/s)
———	1 kg/cm²	(0,189 kg/s)
— — —	0,5 kg/cm²	(0,1365 kg/s)



DEVELOPED DIAGRAM. COURBE EN DEVELOPPE

C.C no. 3/6 57

SFERI-COANDA

TUYERE 12

NOZZLE

OPENING BY 0 °C=

BAROMETRIC PRESSURE

AMBIENT TEMPERATURE

RELATIVE HUMIDITY

OUVERTURE AU BAS °6 mm

PRESSION BAROMETRIQUE °0 °° m/m

TEMPERATURE AMBIANTE 16 °° C

HUMIDITE RELATIVE 100 %

PRESSURE IN NOZZLE CHAMBER AND PRIMARY AIR

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

——— 1 °°/cm² (0 41 °°/s)

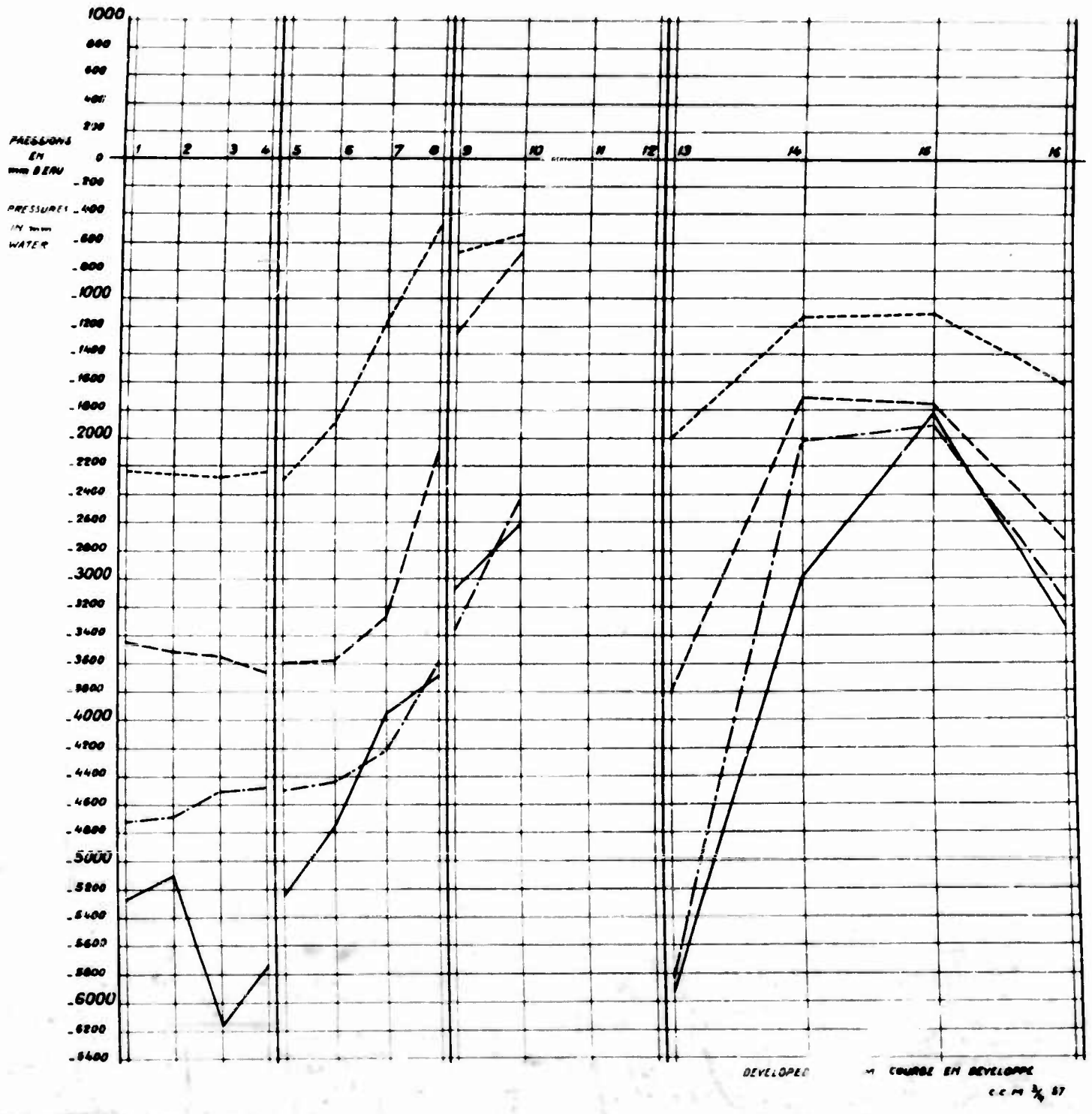
—·—·— 1,5 °°/cm² (0,146 °°/s)

— — — 1 °°/cm² (0,588 °°/s)

····· 0,5 °°/cm² (0,215 °°/s)

———

— — —



DEVELOPEE = COURBE EN DEVELOPPE

c c m 3/4 87

SFERI-COANDA

TUYERE 42

NOZZLE

OPENING BY PITCH — OUVERTURE AU PAS 2 mm

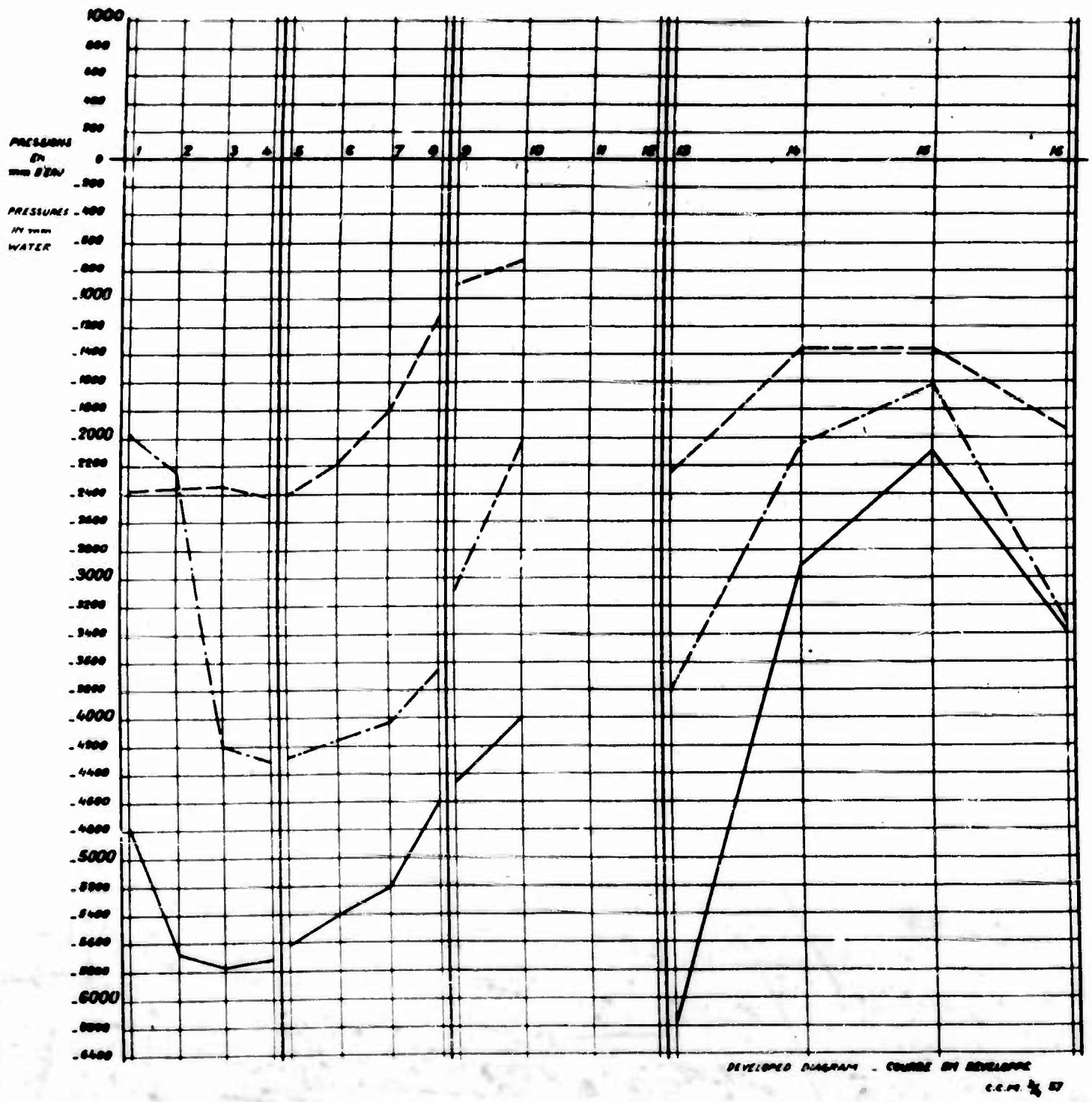
BAROMETRIC PRESSURE — PRESSION BAROMETRIQUE 770 mm/Hg

AMBIENT TEMPERATURE — TEMPERATURE AMBIANTE 16,5 °C

RELATIVE HUMIDITY — HUMIDITE RELATIVE 99 %

PRESSURE IN NOZZLE CHAMBER AND PRIMARY AIR

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DANS PRIMAIRE	———	1,5 kg/cm² (0,4325 kg/s)
	——·——	1 kg/cm² (0,367 kg/s)
	— — —	0,5 kg/cm² (0,268 kg/s)



DEVELOPED DIAGRAM - COURBE EN DEVELOPPE

C.C.M. 3/8 57

SFERI-COANDA

TUYERE 12

NOZZLE

OPENING OF NOZZLE — OUVERTURE AU RAS 3 mm

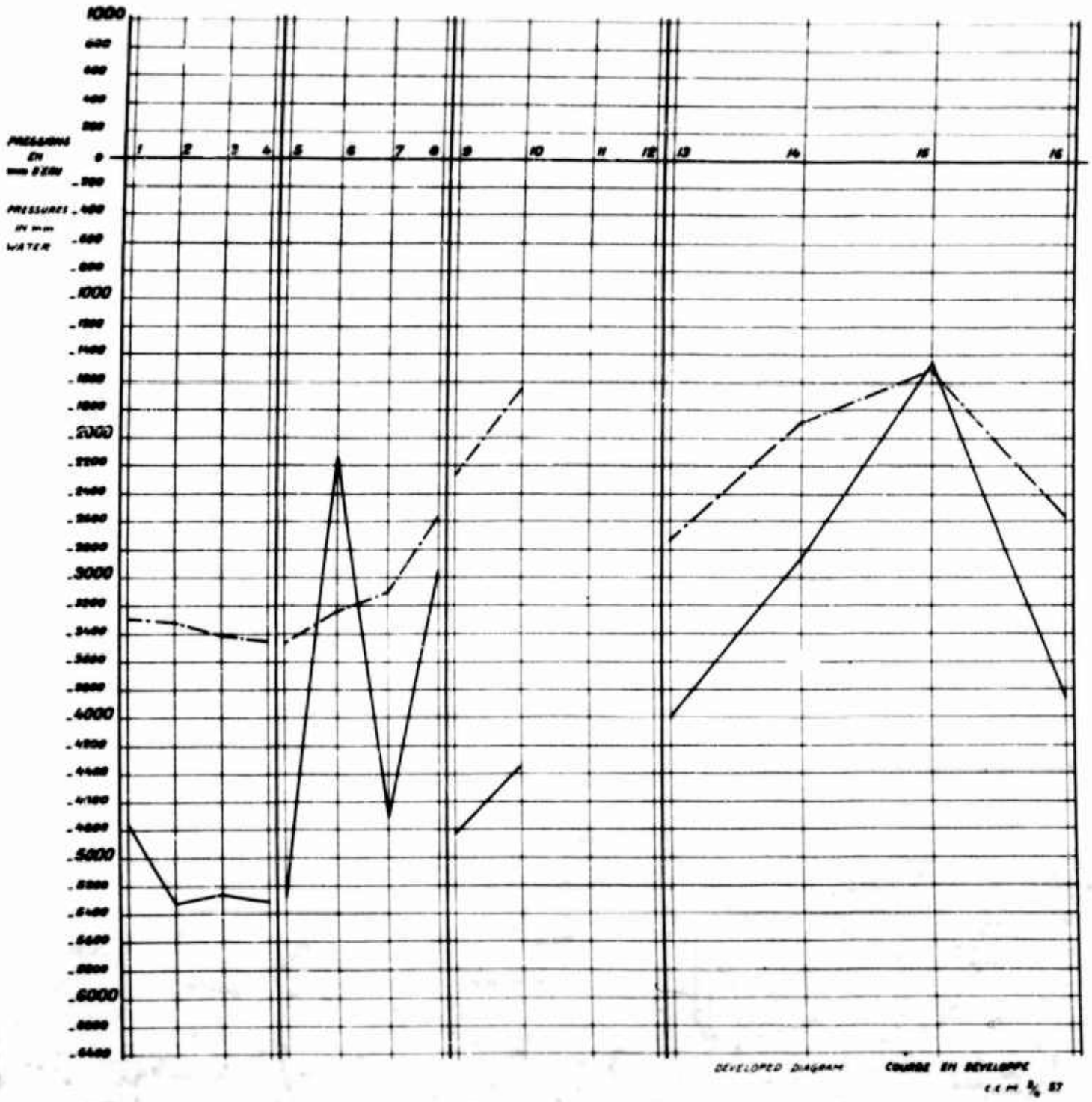
BAROMETRIC PRESSURE — PRESS. IN BAROMETRIQUE 770 mm/Hg

AMBIENT TEMPERATURE — TEMPERATURE AMBIANTE 17° C

RELATIVE HUMIDITY — HUMIDITE RELATIVE 90 %

PRESSURE IN NOZZLE CHAMBER AND PRIMARY AIR

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	1 kg/cm² (0,560 g/s)
	—·—·—	0,5 kg/cm² (0,415 g/s)
	– – – –	
	·····	
	———	
	— – —	



DEVELOPED DIAGRAM — COURBE EN DEVELOPPE

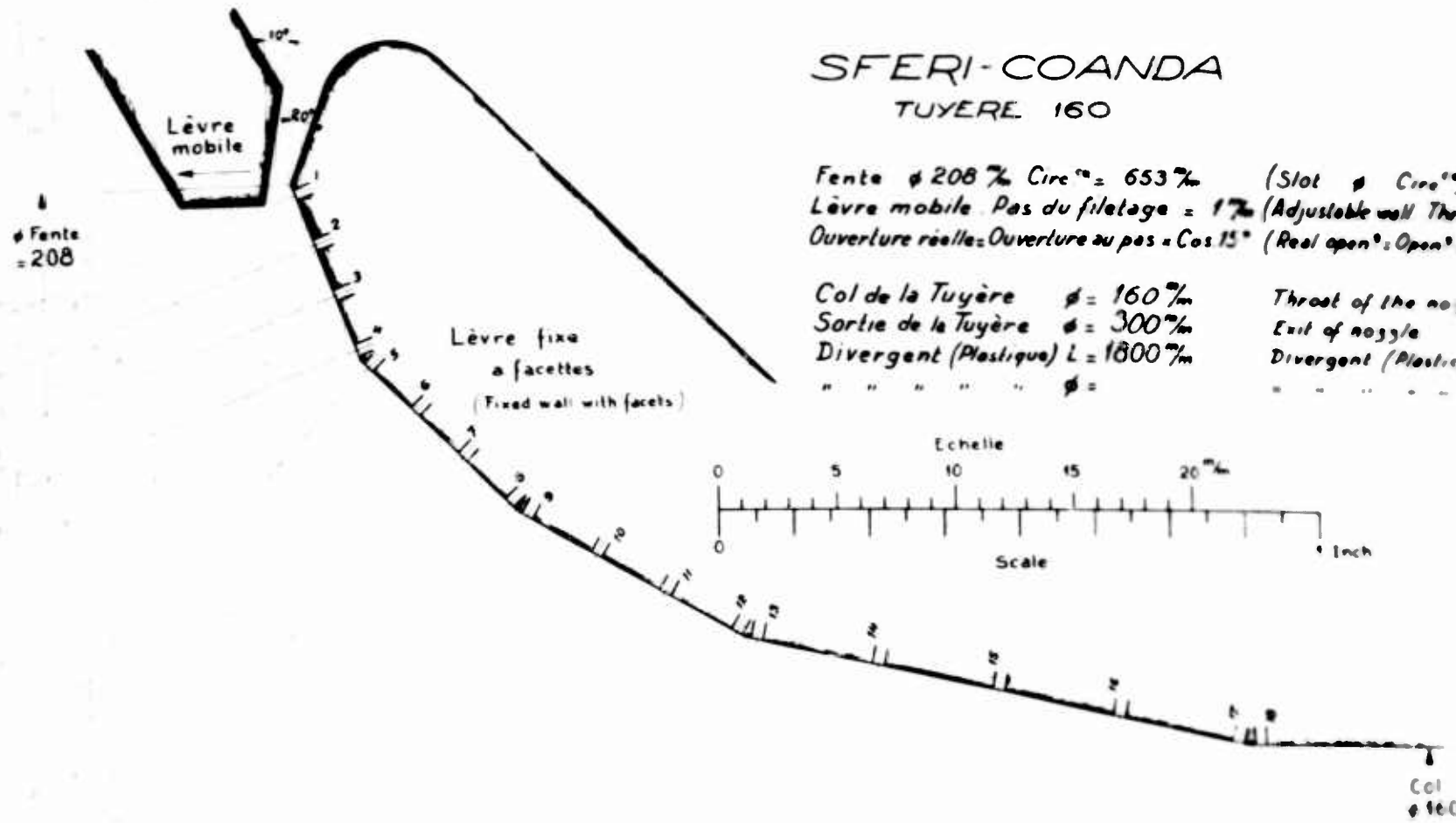
C.E.M. 57

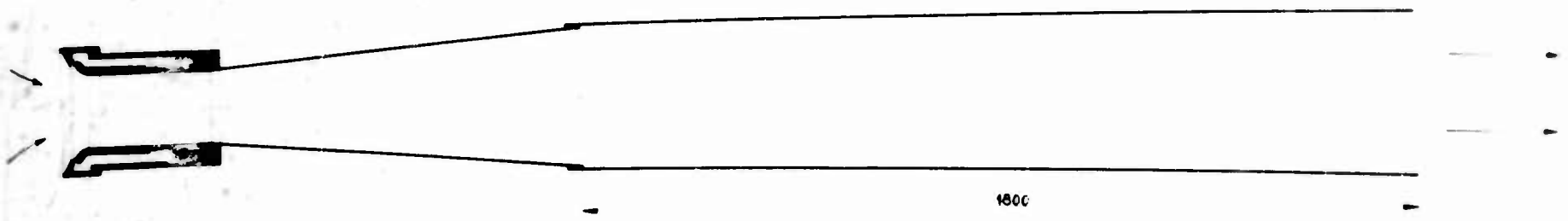
SFERI-COANDA

TUYERE 160

Fente ϕ 208 ‰ Circ^ce = 653 ‰ (Slot ϕ Circ^ce)
Lèvre mobile Pas du filetage = 1 ‰ (Adjustable wall Thread pitch)
Ouverture réelle = Ouverture au pas × Cos 15° (Real open^g = Open^g of pitch × Cos 15°)

Col de la Tuyère	ϕ = 160 ‰	Throat of the noggle
Sortie de la Tuyère	ϕ = 300 ‰	Exit of noggle
Divergent (Plastique)	L = 1800 ‰	Divergent (Plastic)
" " " " "	ϕ =	" " " "





SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 160

OPENING BY PITCH mm	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	1	2	3,1	4	1	2	3	4	1	2	3	4	0,5	1	1,5	2	3
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	9,4	9,8	9,6	9,8	9	9,2	8,9	8,4	9,5	8,7	8,3	8	8,4	8,7	8,8	8,8	8,2
TEMPERATURE EXIT °C	9,5	11,2	11,1	10,3	10,7	10,9	10,6	10,3	10,2	10,5	10,9	11,1	10,3	11,5	11,2	11,7	11,7
VELOCITY EXIT m/s	11,7	18,5	25,8	28,2	21,1	29,2	34	42,7	25,2	37,3	42,4	46,4	23,1	30,2	36,4	40,8	47,8
PRIMARY AIR kg/s	≈0,03	0,076	0,116	0,154	0,111	0,180	0,241	0,310	0,175	0,279	0,366	0,467	0,175	0,283	0,301	0,371	0,504
TOTAL AIR kg/s	1,010	1,730	2,420	2,640	1,975	2,710	3,190	4,010	2,360	3,500	3,980	4,340	2,160	2,830	3,390	3,985	4,480
AIR INDUCTION RATIO	≈33,6	22,8	20,9	17,2	17,8	15	13,2	12,9	13,5	12,6	10,9	9,3	18,3	12,2	11,3	10,6	8,9
TRACTION kg	1,340	3,230	5,580	7,500	3,680	7,510	10,980	14,800	6,04	11,510	16,180	20,200	4,720	7,940	9,670	15,160	18,90
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	8,6	9,2	9,7	9,8	10	10,1	10,2	10,4	10,2	10,2	10,4	10,8	10,8	11	11,4	11,4	11,8
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	85	84	83	83	83	82	82	82	79	79	79	79	79	79	79	78	77

OPENING BY PITCH mm	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,5	1	1,5	2	0,5	1	1,5	0,5	1	1,5	0,5
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	8,2	9,4	9,6	9,7	9,6	9,7	9,1	8,8	8,8	7,2	7,6
TEMPERATURE EXIT °C	11,9	12	13,3	13,3	13	12,2	12,7	13,4	13,7	14	13,6
VELOCITY EXIT m/s	26,1	38,3	38,5	45	31,4	40,8	49,2	38,2	45,2	51,4	43,4
PRIMARY AIR kg/s	0,223	0,302	0,376	0,480	0,341	0,471	0,601	0,435	0,588	0,770	0,720
TOTAL AIR kg/s	2,440	3,120	3,590	4,200	2,920	3,780	4,570	3,550	4,170	4,770	4,030
AIR INDUCTION RATIO	10,9	10,3	9,6	8,7	8,6	8,1	7,6	8,2	7,1	6,2	5,6
TRACTION kg	6,18	10,248	14,578	17,900	9,190	14,640	20,07	12,42	18,34	23,670	17,42
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	12,1	12,2	12,5	12,8	12,8	12,1	12,1	13,8	14	14,3	14,3
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	64

CCM 3/4 57

SFERI·COANDA

Tuyère 160

Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function of pressure

Débit primaire
Primary Air flow
Kg/sec

1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1

20
15
10
5

3
Op.9
2
1.5
1
0.8
0.6
0.4
0.2

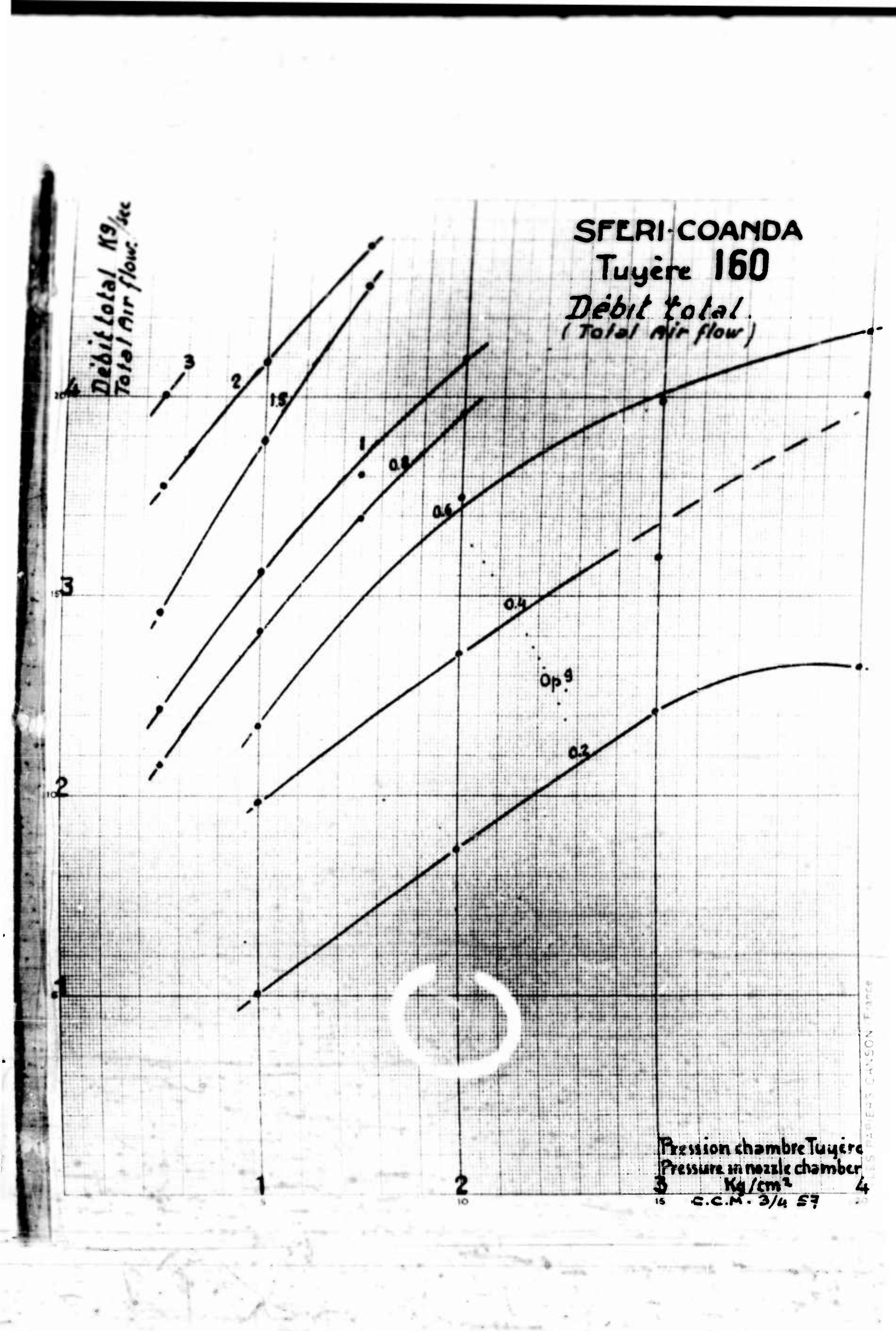
Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
Kg/cm²

1 2 3 4
5 10 15 20

C.C.M 3/4 67

LES PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA
Tuyère 160



UNCLASSIFIED

AD 204074

Armed Services Technical Information Agency

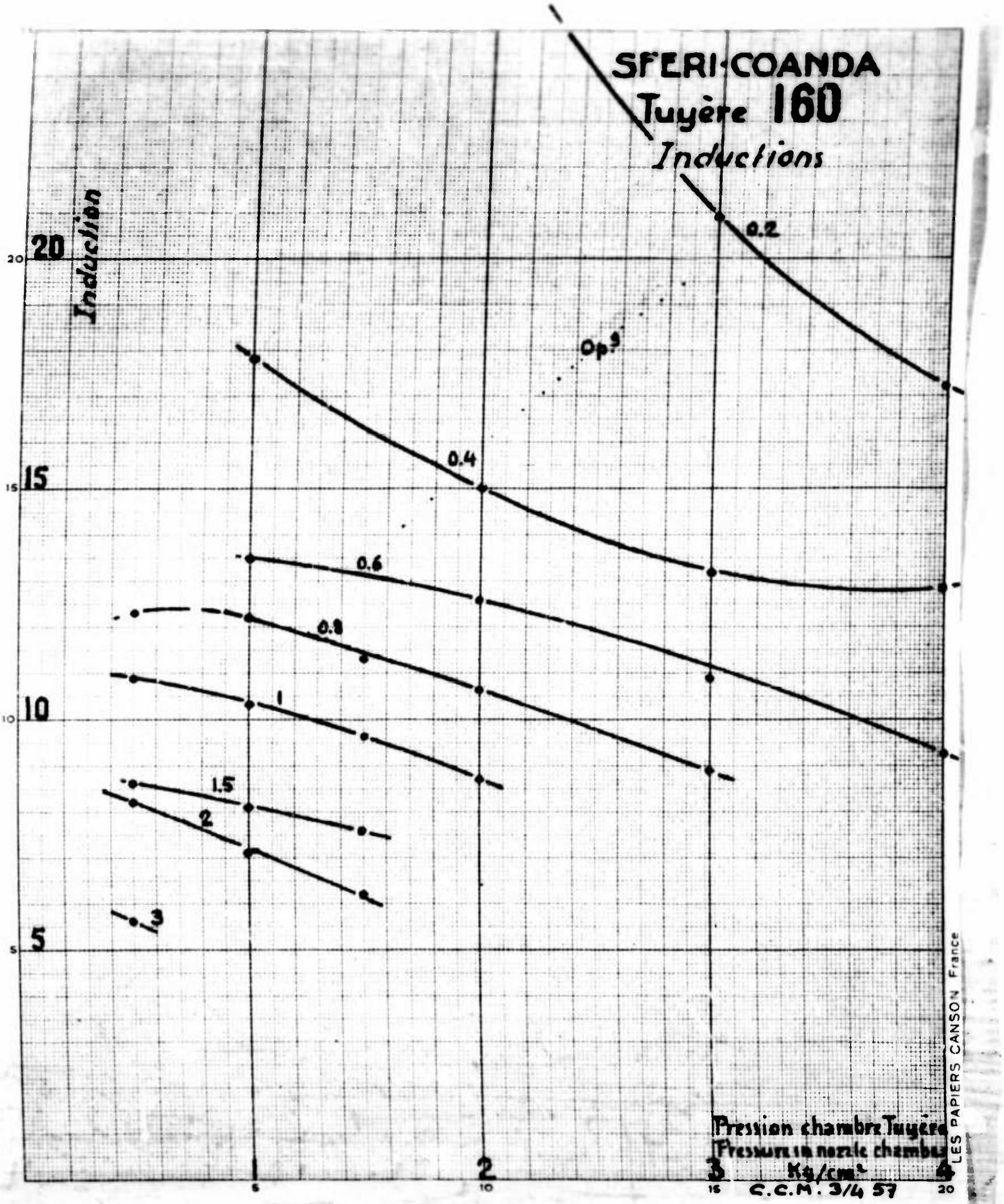
ARLINGTON HALL STATION
ARLINGTON 12 VIRGINIA

FOR
MICRO-CARD
CONTROL ONLY

2 OF 5

NOTICE: WHEN GOVERNMENT OR OTHER DRAWINGS, SPECIFICATIONS OR OTHER DATA ARE USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN IN CONNECTION WITH A DEFINITELY RELATED GOVERNMENT PROCUREMENT OPERATION, THE U. S. GOVERNMENT THEREBY INCURS NO RESPONSIBILITY, NOR ANY OBLIGATION WHATSOEVER; AND THE FACT THAT THE GOVERNMENT MAY HAVE FORMULATED, FURNISHED, OR IN ANY WAY SUPPLIED THE SAID DRAWINGS, SPECIFICATIONS, OR OTHER DATA IS NOT TO BE REGARDED BY IMPLICATION OR OTHERWISE AS IN ANY MANNER LICENSING THE HOLDER OR ANY OTHER PERSON OR CORPORATION, OR CONVEYING ANY RIGHTS OR PERMISSION TO MANUFACTURE, USE OR SELL ANY PATENTED INVENTION THAT MAY IN ANY WAY BE RELATED THERETO.

UNCLASSIFIED

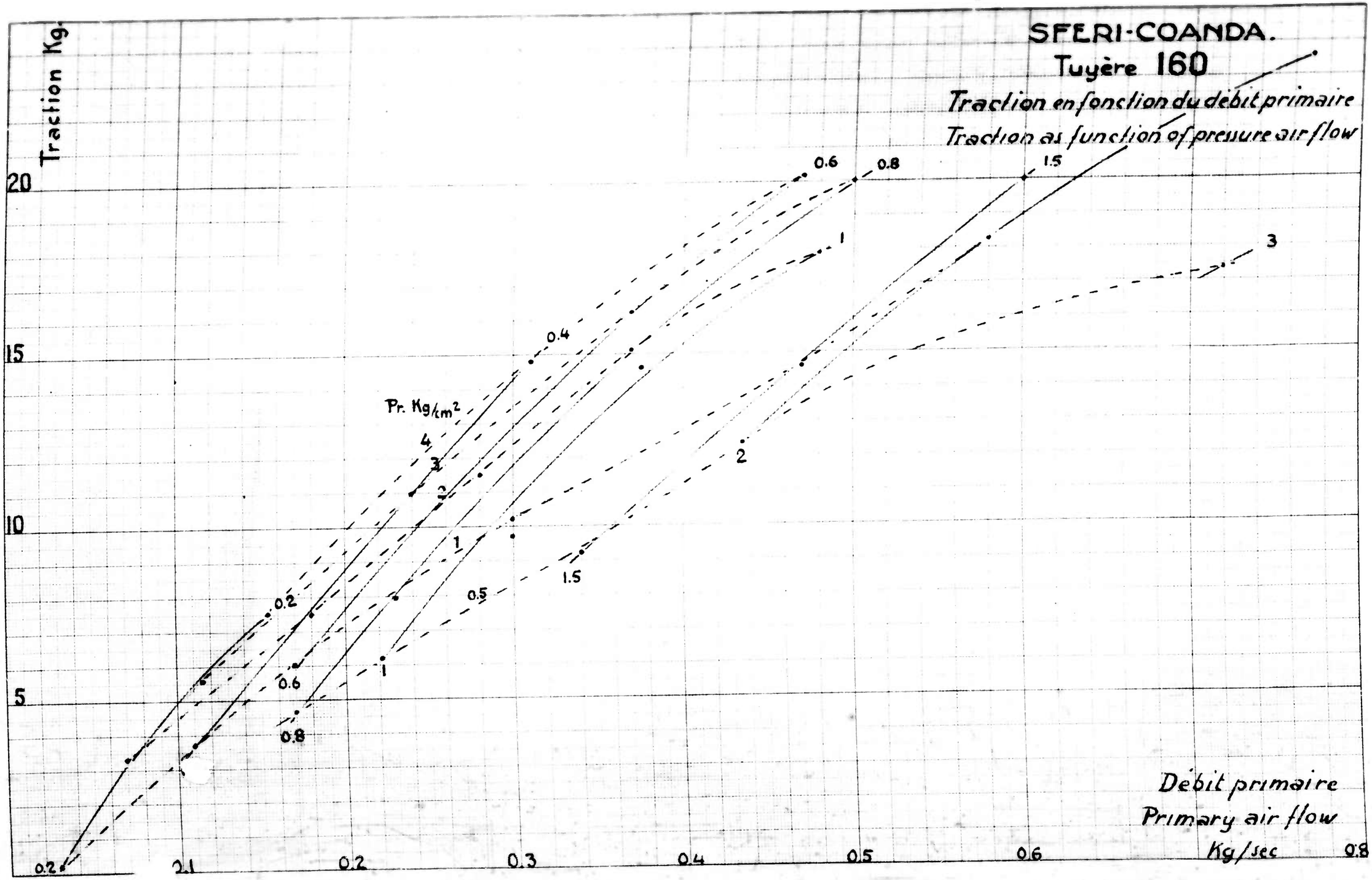

SFERI-COANDA
Tuyère 160
Inductions
Induction
20
15
10
5
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.5
2
3
Op.3
Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
Kg/cm²
C.C.M. 3/4 57
LES PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA.

Tuyère 160

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE 160

OUVERTURE AU PAS 3,2 mm

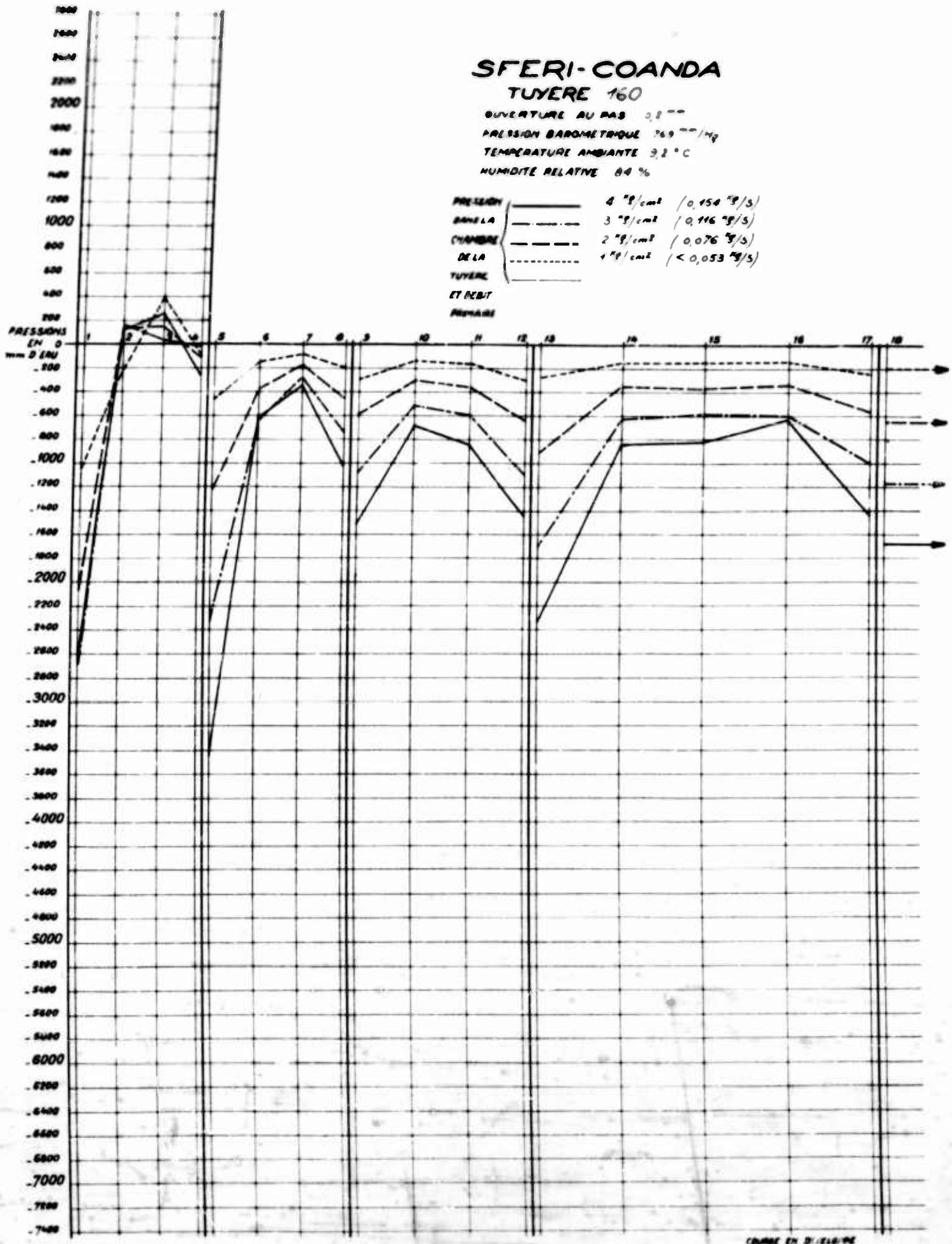
PRESSION BAROMETRIQUE 769 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 9,2 °C

HUMIDITE RELATIVE 84 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

4 "g/cm²	(0,154 "g/s)	———
3 "g/cm²	(0,116 "g/s)	— · — · —
2 "g/cm²	(0,076 "g/s)	— — —
1 "g/cm²	(< 0,053 "g/s)	· · · · · ·



COURBE EN DIABLOTINE

SFERI-COANDA

TUYERE 160

OUVERTURE AU BAS 0,4 mm

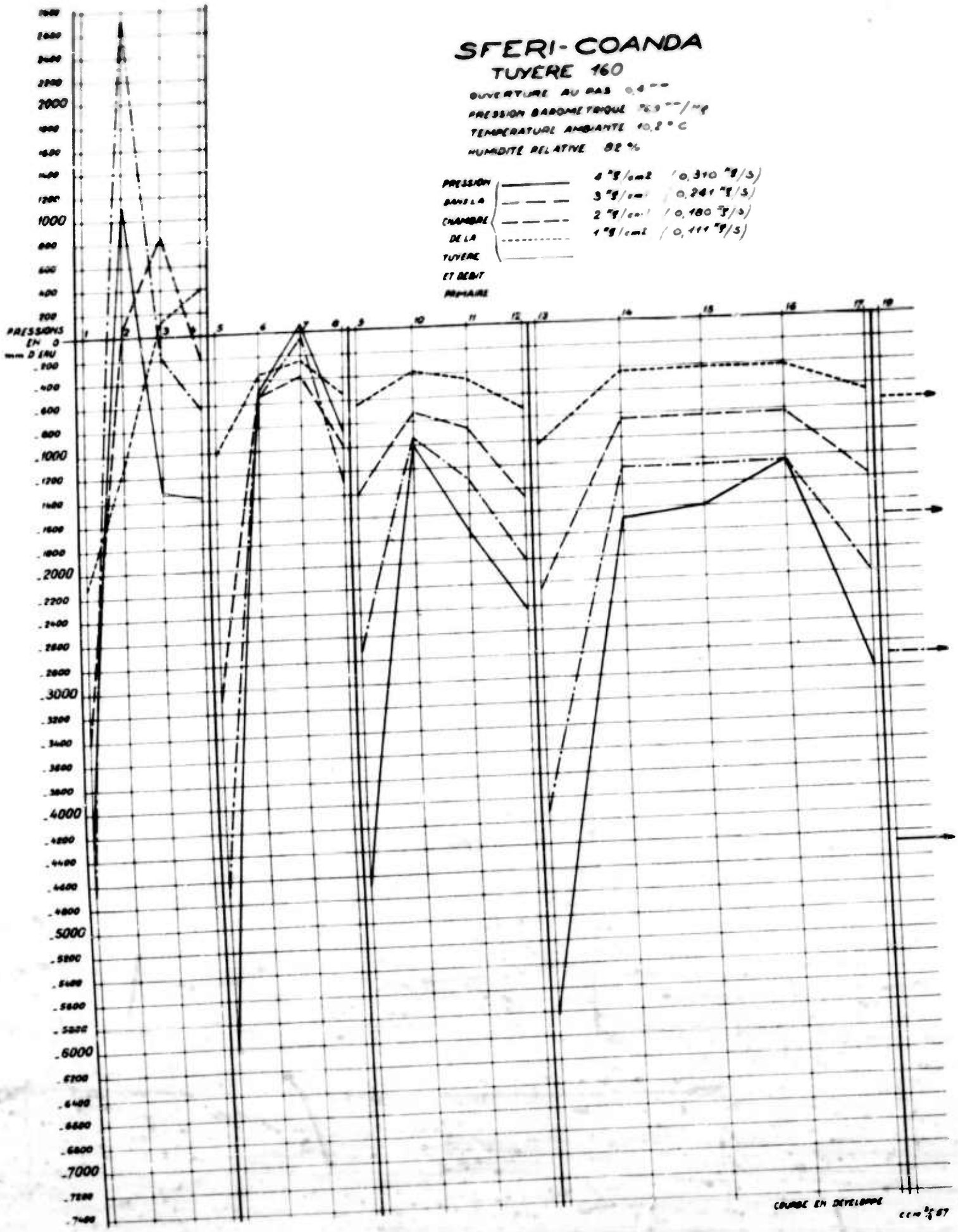
PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 10,2 °C

HUMIDITE RELATIVE 82 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

- 4 kg/cm2 / 0,310 kg/s
- 3 kg/cm2 / 0,241 kg/s
- 2 kg/cm2 / 0,180 kg/s
- 1 kg/cm2 / 0,111 kg/s



COURBE EN DEVELOPPE

cc = 5/8 87

SFERI-COANDA

TUYERE 160

OUVERTURE AU GAZ 0

PRESSION BAROMETRIQUE

TEMPERATURE AMBIANTE

HUMIDITE RELATIVE 79 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PROPANE

- 4 kg/cm² (0,467 kg/s)
- 3 kg/cm² (0,366 kg/s)
- 2 kg/cm² (0,278 kg/s)
- 1 kg/cm² (0,175 kg/s)

PRESSIONS EN G mm D'EAU

COURBE EN DEVELOPPE

SFERI-COANDA

TUYERE 160

OUVERTURE AU RAB 0,5 mm

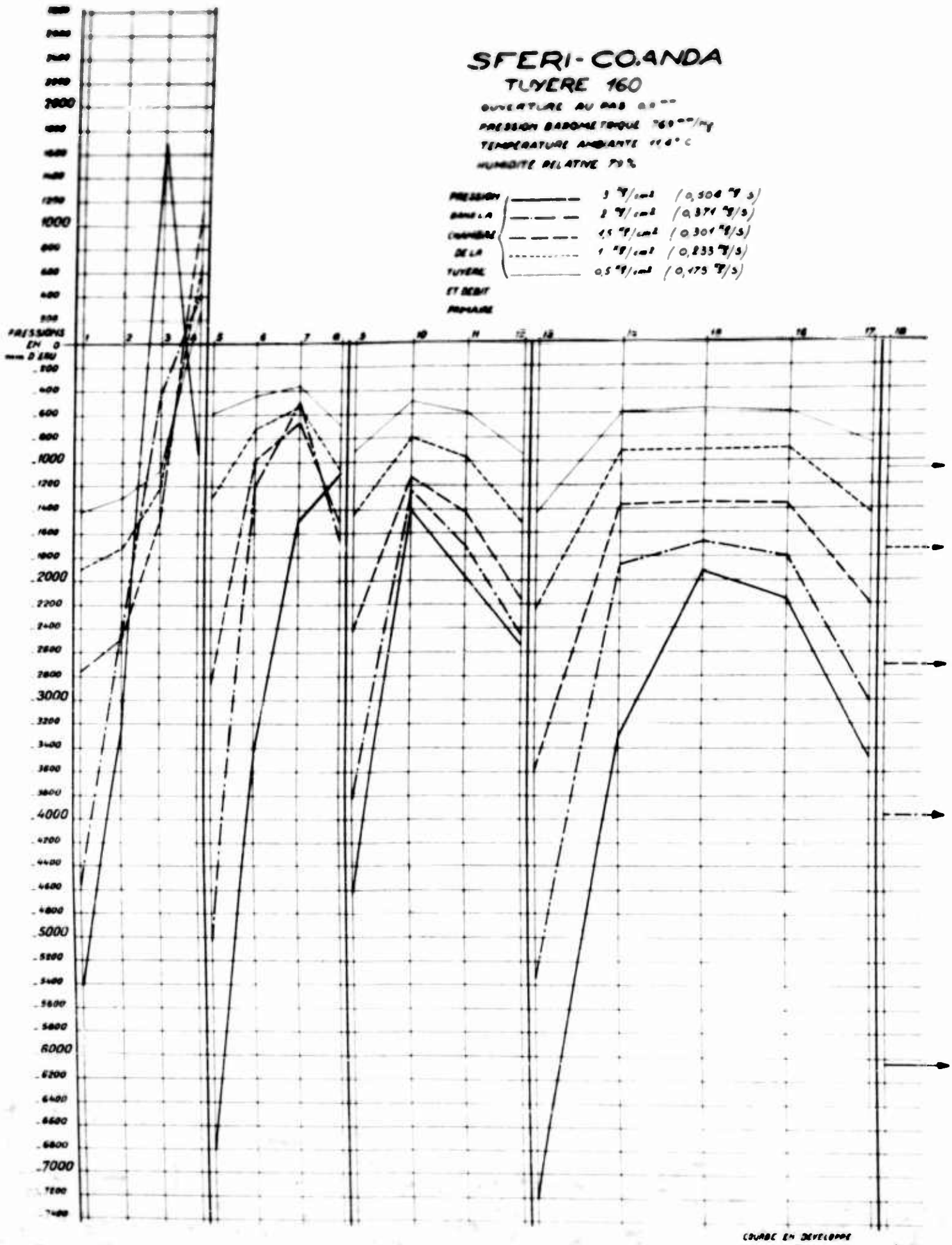
PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 17,4° C

HUMIDITE RELATIVE 79 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PROPULSE

———	3 kg/cm²	(0,504 kg/s)
—·—	2 kg/cm²	(0,371 kg/s)
— — —	1,5 kg/cm²	(0,301 kg/s)
·····	1 kg/cm²	(0,233 kg/s)
———	0,5 kg/cm²	(0,175 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

CC n° 0,87

STERI-COANDA

TUYERE 160

OUVERTURE AU PKD 4 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 15,5 °C

HUMIDITE RELATIVE 73,5 %

PRESSION DE LA TUYERE ET DEBIT D'AIR

——— 2 kg/cm² (0,480 kg/s)

—·—·— 1,5 kg/cm² (0,376 kg/s)

— — — 1 kg/cm² (0,302 kg/s)

····· 0,5 kg/cm² (0,223 kg/s)

PRESSION EN mm D'EAU

1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

COURBE EN DEVELOPPE

cm²/s 57

SFERI-COANDA

TUYERE 160

OUVERTURE AU PAS 0,5 mm

PRESSION BAROMETRIQUE [illegible] mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 12,5 °C

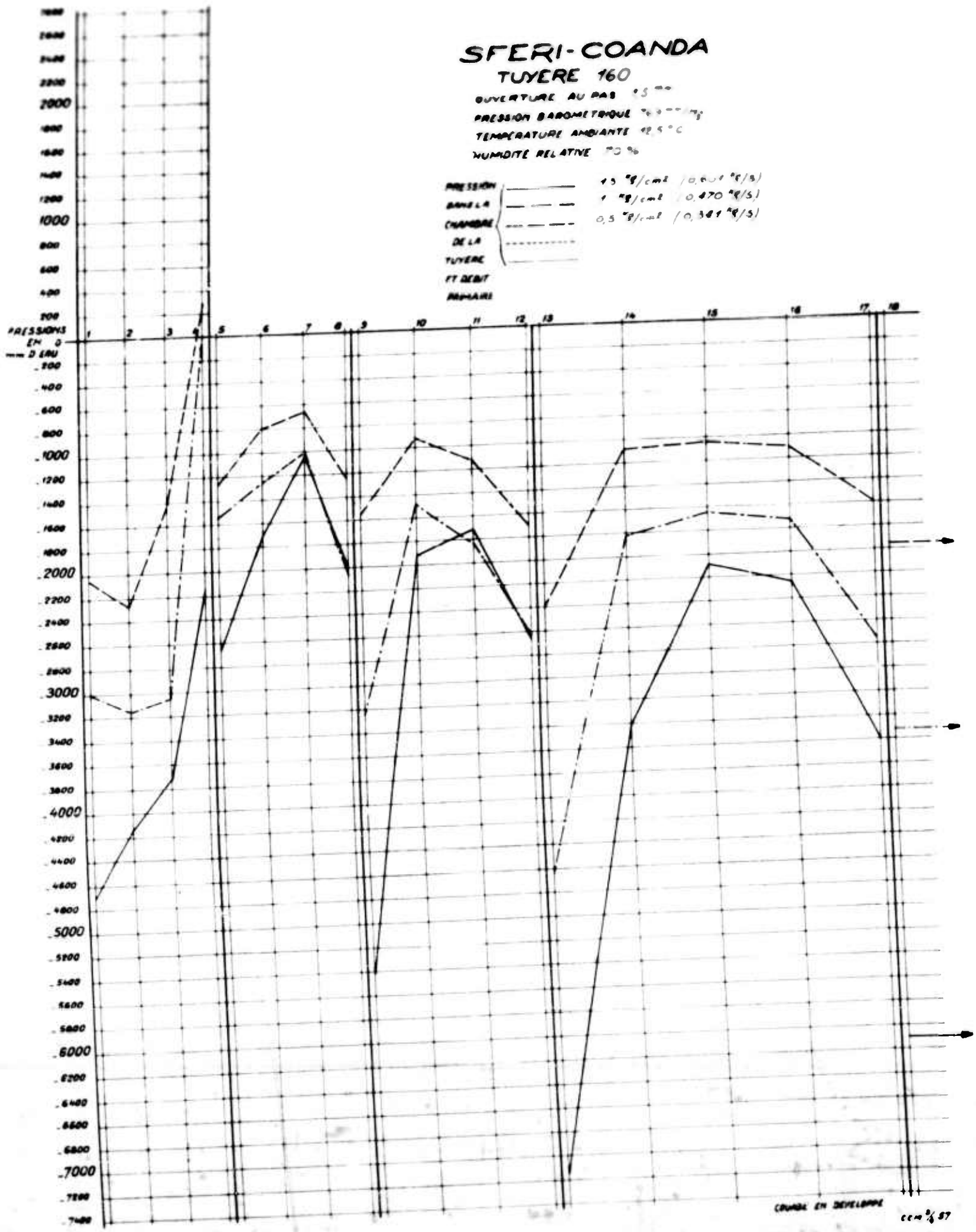
HUMIDITE RELATIVE 70 %

PRESSION DE LA CHAMBRE DE LA TUYERE ——— 1,5 kg/cm² (0,601 kg/s)

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE — — — 1 kg/cm² (0,470 kg/s)

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE — — — — 0,5 kg/cm² (0,341 kg/s)

PT DEBIT PRIMAIRE



SFERI-COANDA

TUYERE 160

OUVERTURE AU RAS 2 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 769 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18° C

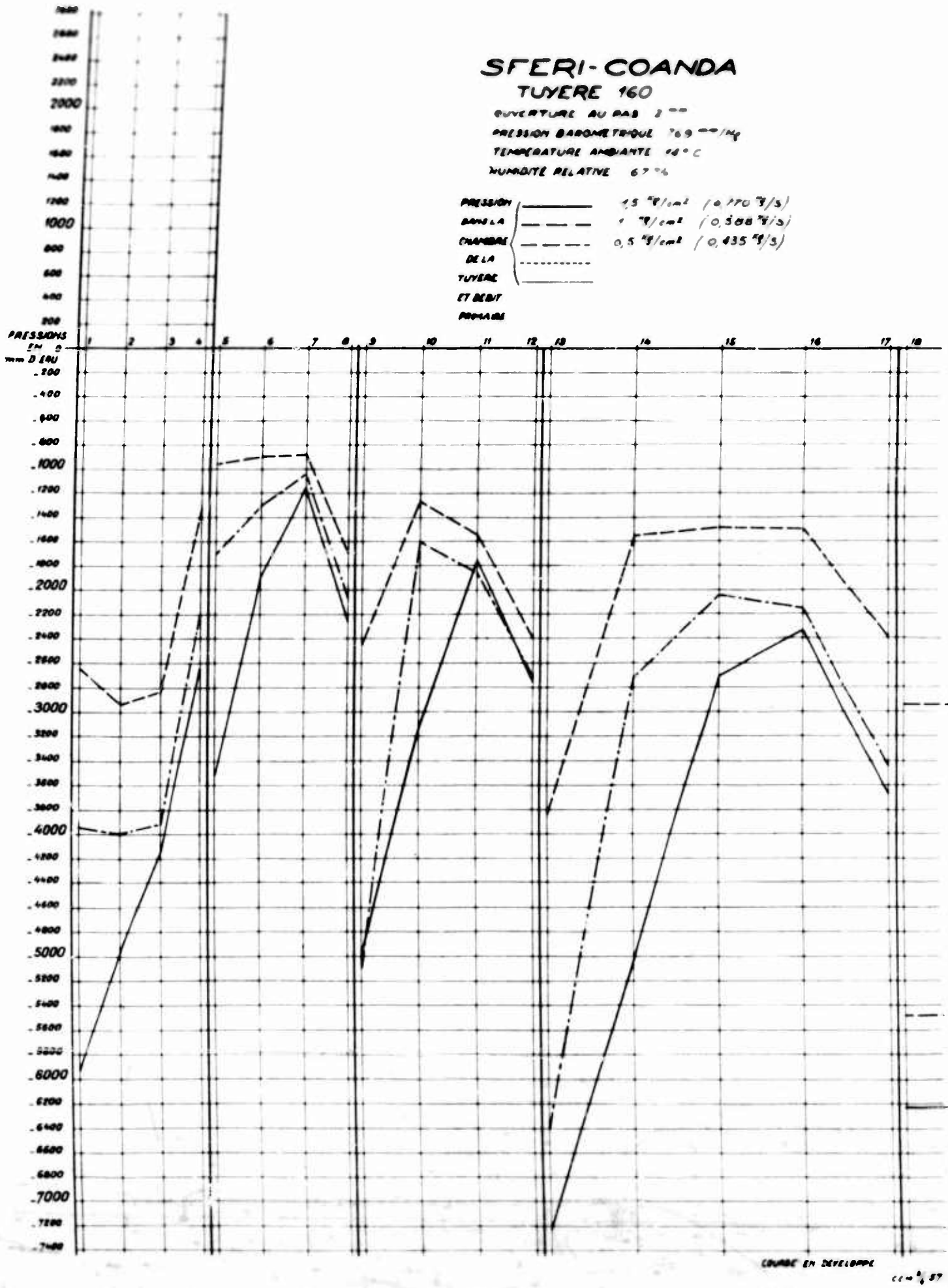
HUMIDITE RELATIVE 67 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PROPULSE

——— 1,5 kg/cm² (0,770 kg/s)

— — — 1 kg/cm² (0,588 kg/s)

— — — — 0,5 kg/cm² (0,435 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

cc = 0,57

SFERI-COANDA

TUYERE 160

OUVERTURE AU PAS

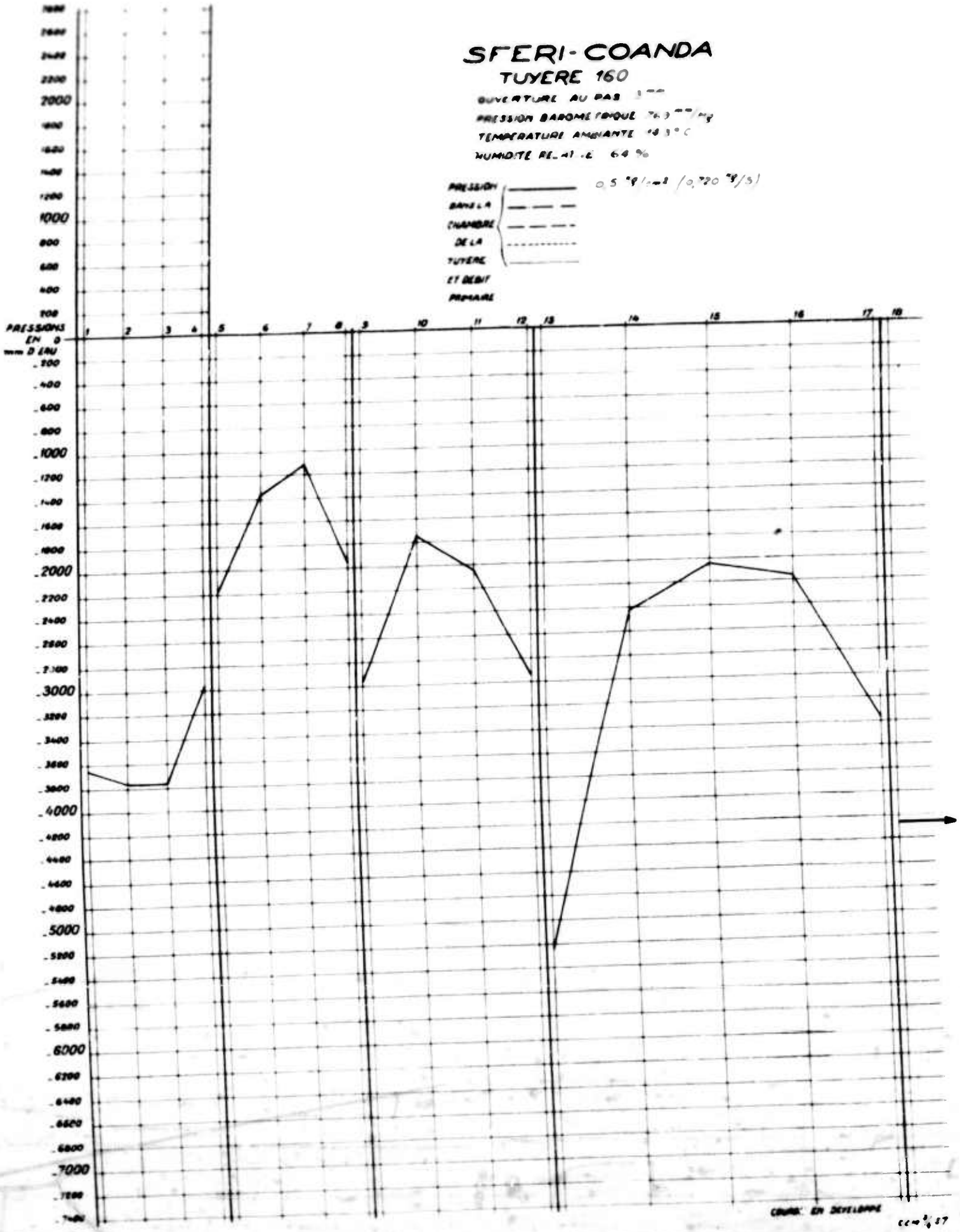
PRESSION BAROMETRIQUE

TEMPERATURE AMBIANTE

HUMIDITE RELATIVE 64 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

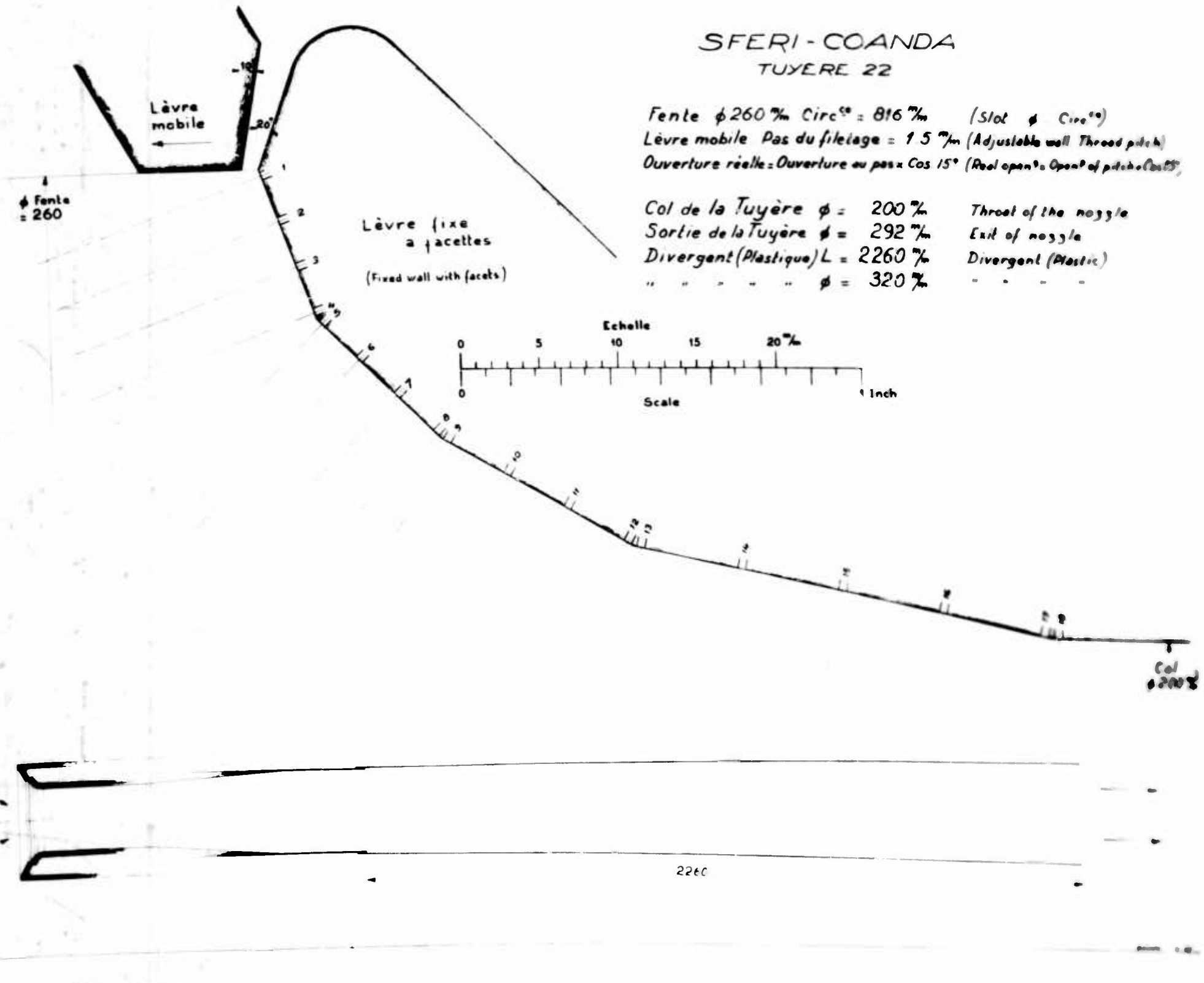
0,5 °g/cm² / 0,720 °g/s



SFERI - COANDA
TUYERE 22

Fente ϕ 260 m/m Circ^{ce} = 816 m/m (Slot ϕ Circ^{ce})
Lèvre mobile Pas du filetage = 1,5 m/m (Adjustable wall Thread pitch)
Ouverture réelle = Ouverture au pas x Cos 15° (Real opening = Opening at pitch x Cos 15°)

Col de la Tuyère ϕ =	200 m/m	Throat of the nozzle
Sortie de la Tuyère ϕ =	292 m/m	Exit of nozzle
Divergent (Plastique) L =	2260 m/m	Divergent (Plastic)
" " " " " ϕ =	320 m/m	" " " "



SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 22

OPENING BY PITCH mm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	0,5	1	2	3
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	10,7	10,7	11	11	11,2	11,3	11,3	11,3	11,3	11,5	11,5	12,2	20,4	20,4	18,8	20,5	20,3	20,1	20,0	—
TEMPERATURE EXIT °C	10,8	11,3	11,7	11,9	12,3	12,5	12,3	12,2	12,8	12,5	13	13,1	20,3	20,3	21,7	20,6	20	20,9	20,9	—
VELOCITY EXIT m/s	11,5	17,3	20	23	16,3	22,4	28,8	31,2	19,7	27,2	33,7	37,5	21,2	30,2	34,5	41,5	22,4	31,9	43	49,8
PRIMARY AIR kg/s	≃0,03	0,081	0,113	0,153	0,084	0,139	0,186	0,234	0,121	0,192	0,258	0,317	0,116	0,180	0,238	0,291	0,168	0,199	0,313	0,446
TOTAL AIR kg/s	1,150	1,728	1,985	2,280	1,625	2,220	2,860	3,110	1,950	2,700	3,350	3,720	2,05	2,9[illegible]	3,320	4	2,160	3,000	4,140	4,810
AIR INDUCTION RATIO	≃ 38	21,3	17,5	14,9	19,3	16	15,4	13,3	16,1	14,1	13	11,7	17,6	16,2	13,95	13,75	12,8	15,5	13,2	10,8
TRACTION Kg	1,340	3,01	4,38	5,6	2,49	5,31	7,38	9,4	3,84	7,21	10,58	14,8	4,34	8,01	11,48	15,8	4,52	7,64	15,31	22,85
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	767	767	767	767	767	767	767	767
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	12	11,8	11,6	11,4	12,8	12,6	12,4	12,2	13,6	13,4	13,2	13	21,5	21,5	21,2	21,4	20,8	21,0	21,7	21,6
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	73	74	74	74	78	70	71	73	68	69	69	69	80	80	80	81	74	80	80	80

OPENING BY PITCH mm	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	3
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	4	0,3	0,5	1	2	3	0,1	0,3	0,5	1	2	0,1	0,3	0,5	1	1,5	0,1	0,3	0,5	0,1
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	—	20,3	20,2	—	18,8	19,4	20,1	20,2	19,9	19,4	—	20,3	19,5	19,8	18,9	18,7	19,2	18,3	18,3	18
TEMPERATURE EXIT °C	—	19,5	20,4	—	20,6	21,7	19,9	20,3	20,9	20,7	—	19,8	20,4	20,4	20,1	19,3	21	20,4	20,3	20
VELOCITY EXIT m/s	56,2	22,3	29,3	40	51,7	60	14,9	26	32,6	44	66,5	18,1	29,7	36,2	48,8	56,3	21	33,2	42,7	54,9
PRIMARY AIR kg/s	0,576	0,194	0,254	0,333	0,518	0,723	0,153	0,265	0,339	0,430	1,07	0,196	0,323	0,409	0,563	0,773	0,270	0,458	0,598	0,870
TOTAL AIR kg/s	5,42	2,14	2,82	3,86	5	5,77	1,44	2,585	3,12	4,23	6,4	1,74	2,86	3,48	4,7	5,48	2,83	3,2	4,12	5,5
AIR INDUCTION RATIO	9,4	11,1	11,1	11,6	9,6	8	9,4	9,5	9,3	9,8	6	8,9	8,9	8,5	8,4	7	7,5	7,1	6,9	5,9
TRACTION Kg	28,84	4,51	7,42	13,435	23,81	32,15	2	6,21	7,82	16,74	≃39,1	2,8	7,81	12,03	20,04	26,67	3,7	10,51	15,92	6,0
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	21,4	20,7	21,2	21,2	21,7	21,8	21,3	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,3	21,1
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	80	75	75	75	78	80	76	76	75	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	76

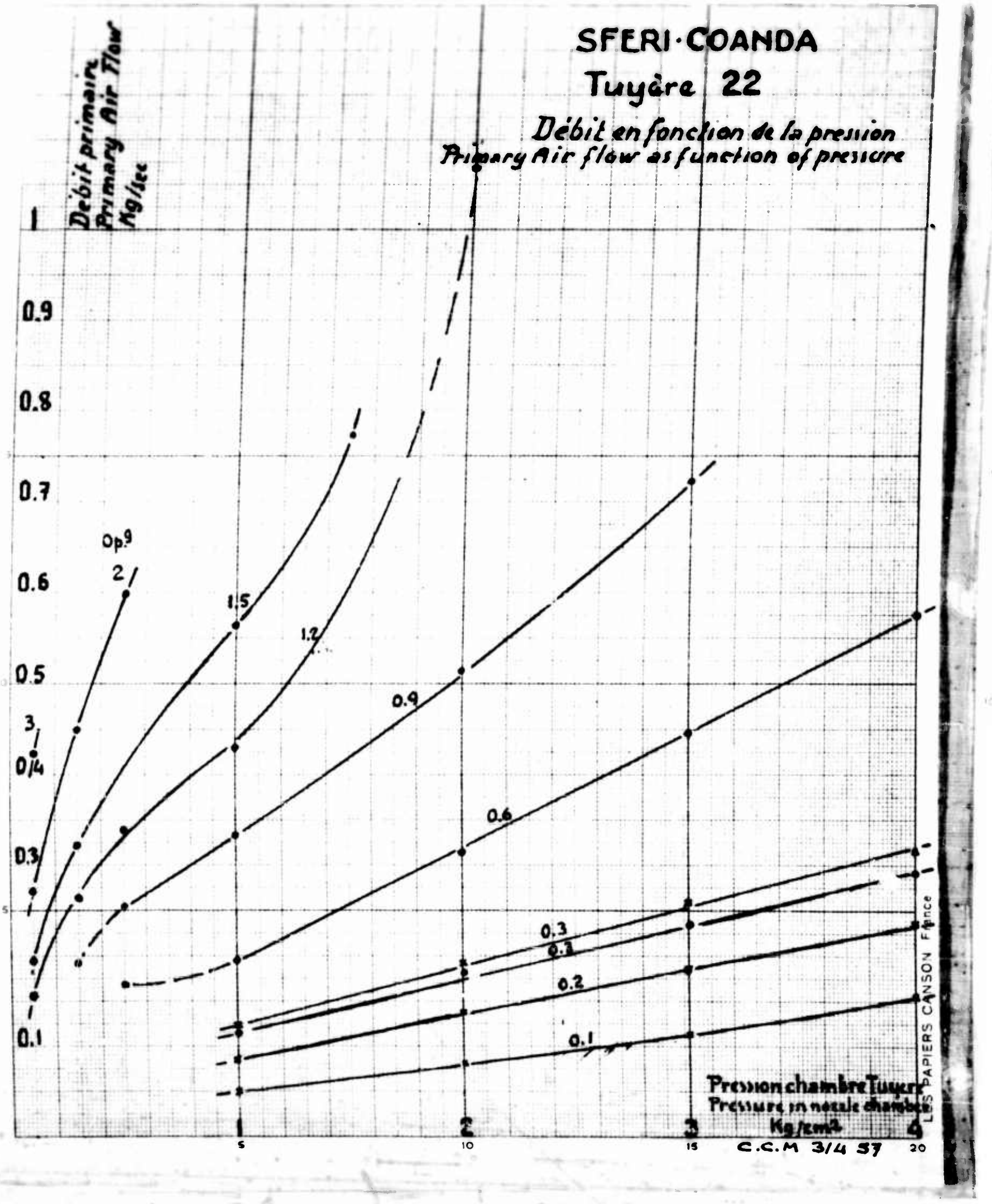
CCM 3/4 57

SFERI·COANDA

Tuyère 22

Débit en fonction de la pression

Primary Air flow as function of pressure



C.C.M 3/4 57

SFERI-COANDA

Tuyère 22.

Débit total.

Total Air flow

Débit total. Kg/sec
Total Air flow.

4
3
2
1

2
1.5
1.2
0.9
0.6
0.3
0.3
0.2
0.1

Op.9

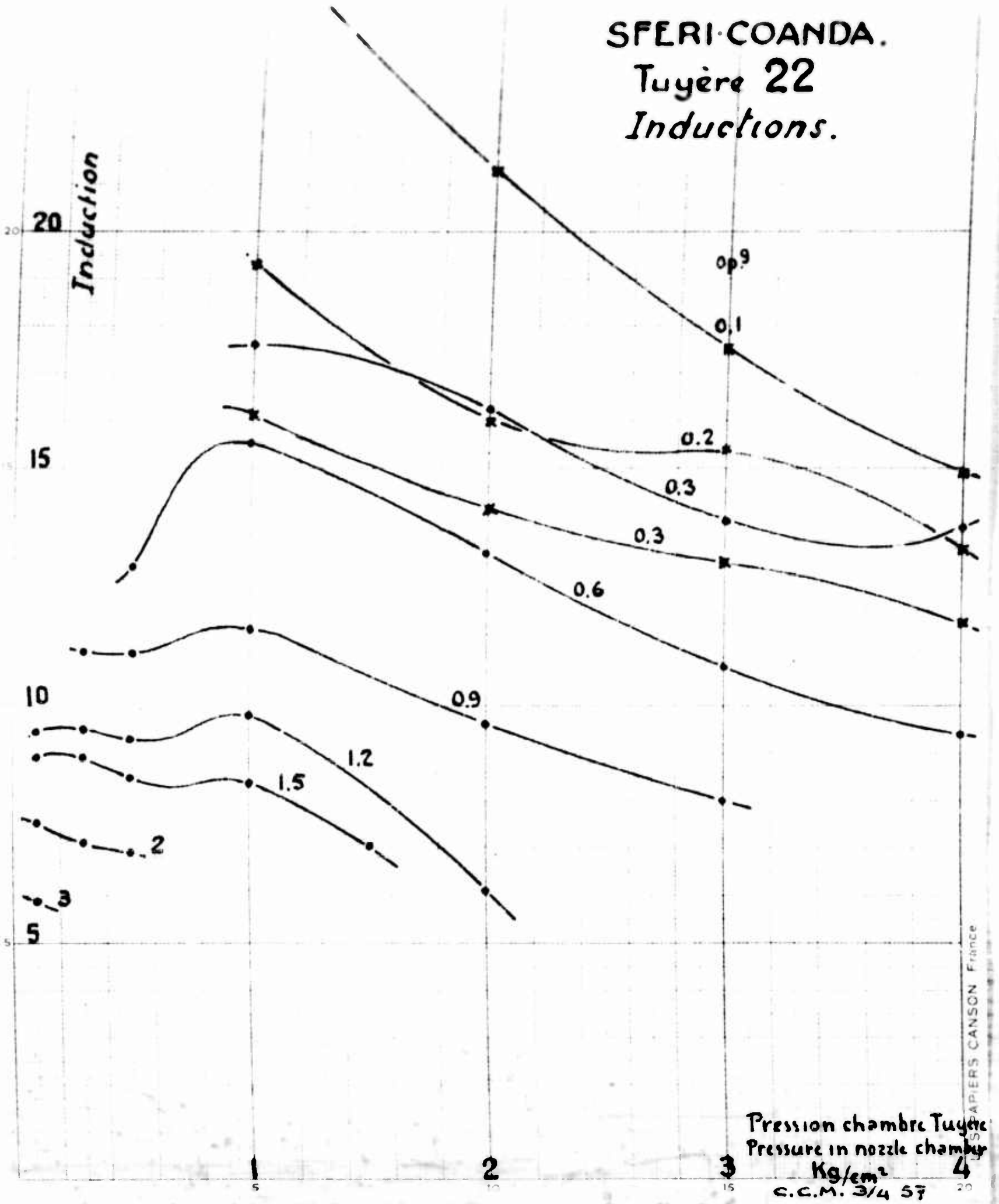
Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
Kg/cm²

1 2 3 4

c.c.M. 3/4 57

PAPIERS CANSON FRANCE

SFERI·COANDA.
Tuyère 22
Inductions.

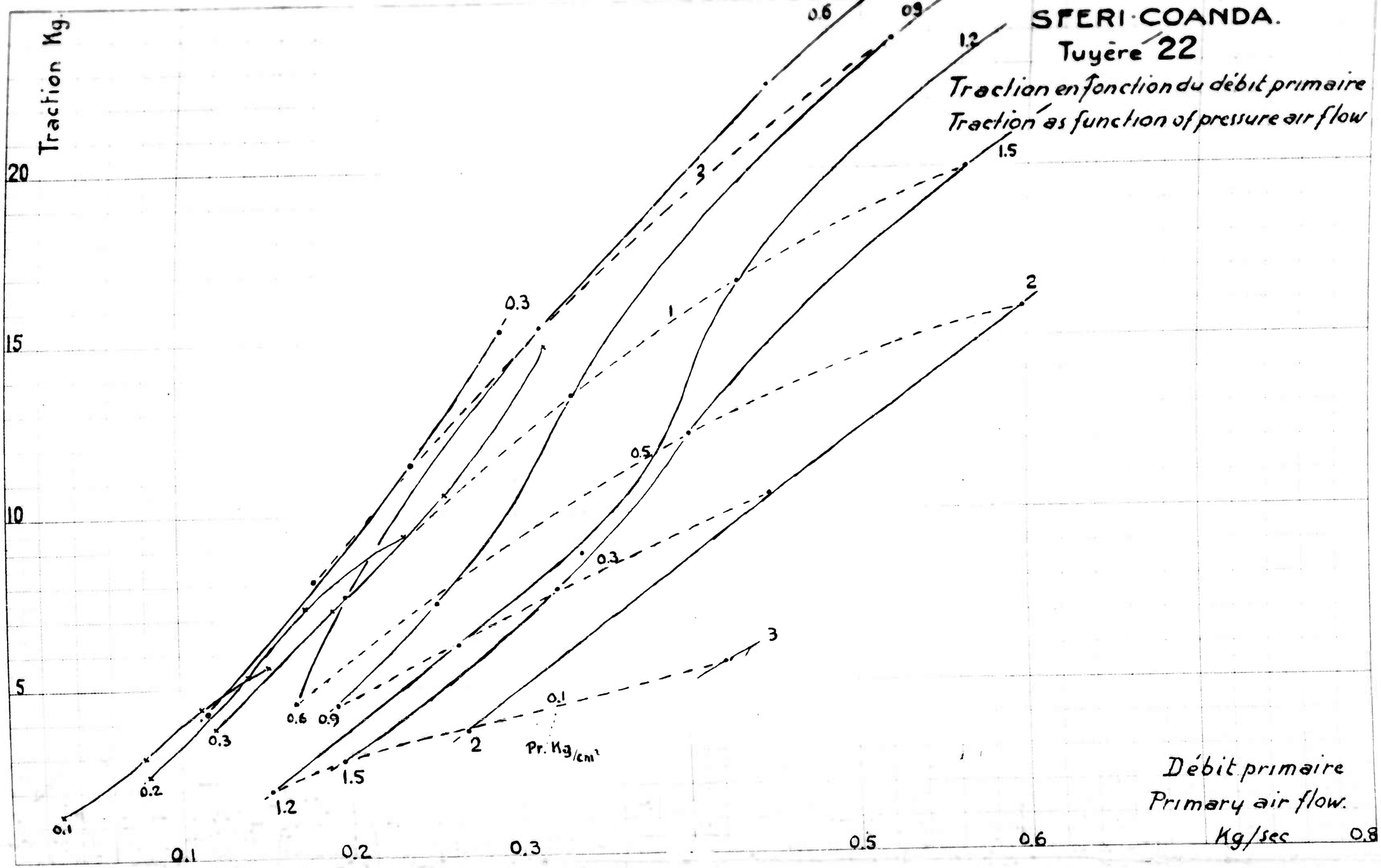


SFERI-COANDA.

Tuyère 22

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE 28

OUVERTURE AU RAS 8,1 mm

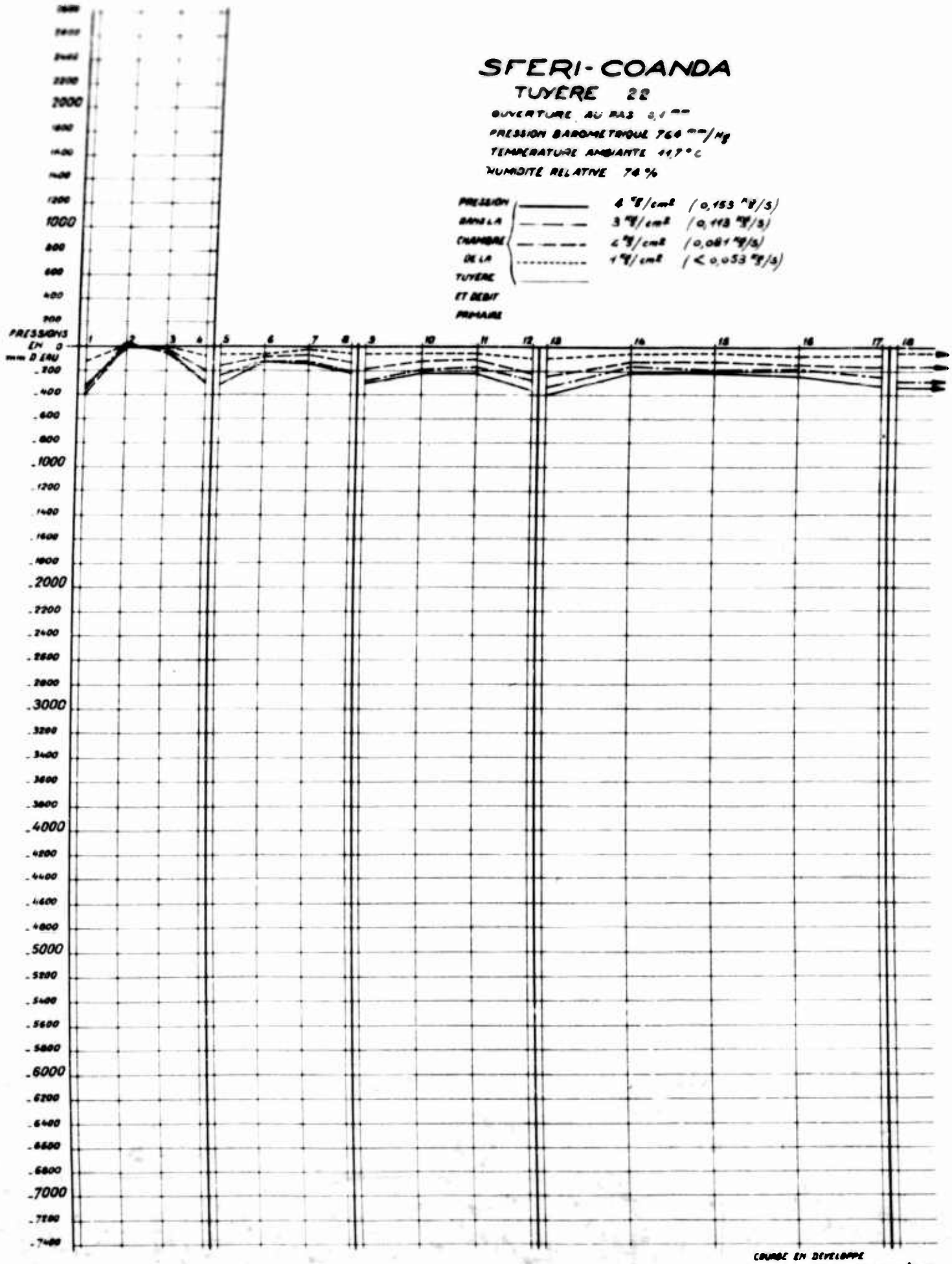
PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 11,7 °C

HUMIDITE RELATIVE 74 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	4 °B/cm²	(0,153 °B/s)
— — —	3 °B/cm²	(0,113 °B/s)
— — — —	2 °B/cm²	(0,081 °B/s)
----------	1 °B/cm²	(< 0,053 °B/s)
———		



COURBE EN DEVELOPPE

Ce n° 5/57

SFERI-COANDA

TUYERE 22

OUVERTURE AU PAS 0,2 mm

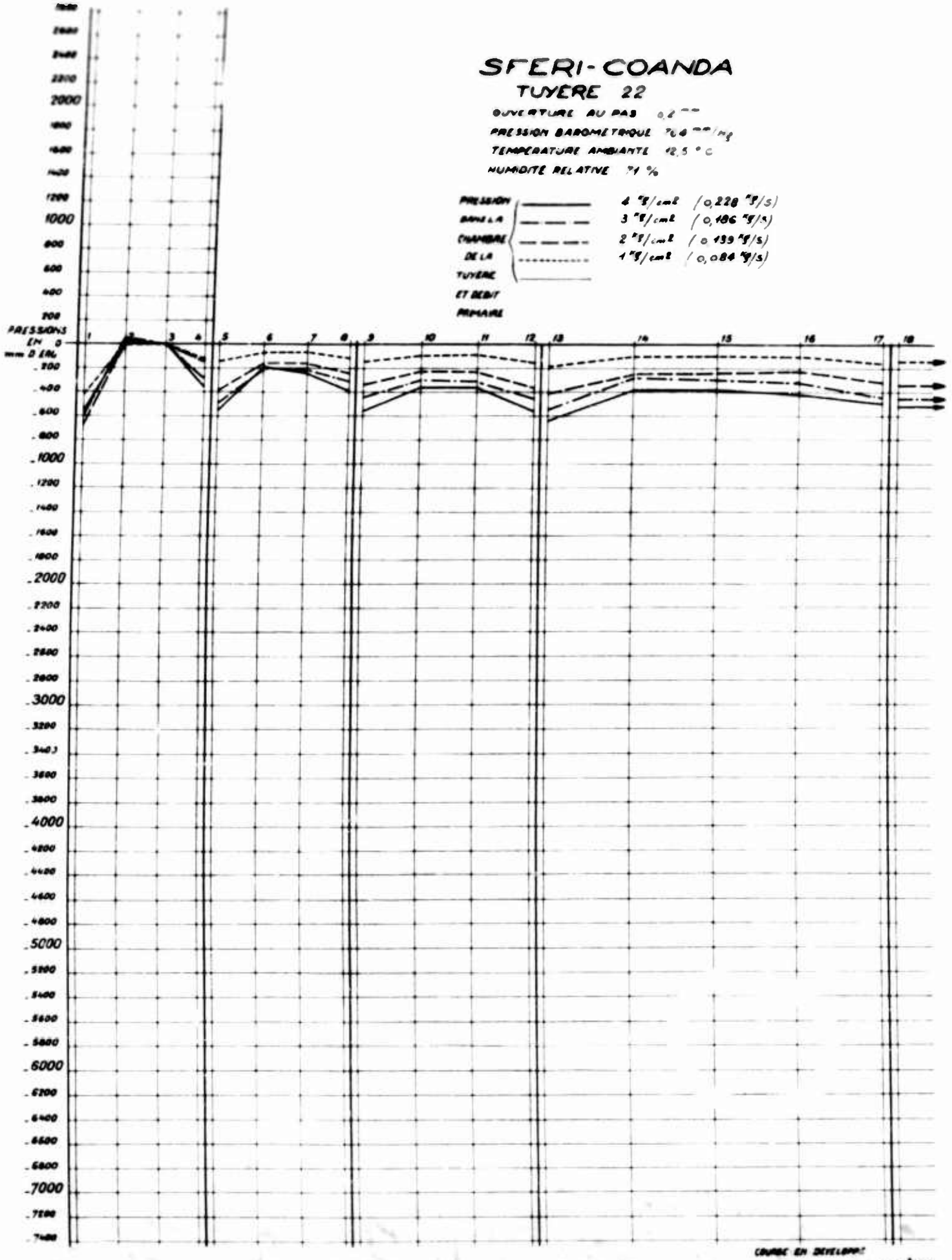
PRESSION BAROMETRIQUE 704 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 12,5 °C

HUMIDITE RELATIVE 71 %

PRESSION DE LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

- 4 kg/cm² (0,228 kg/s)
- 3 kg/cm² (0,186 kg/s)
- 2 kg/cm² (0,139 kg/s)
- 1 kg/cm² (0,084 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 5/4 57

SFERI-COANDA

TUYERE 22

OUVERTURE AU MAS 0,5 mm

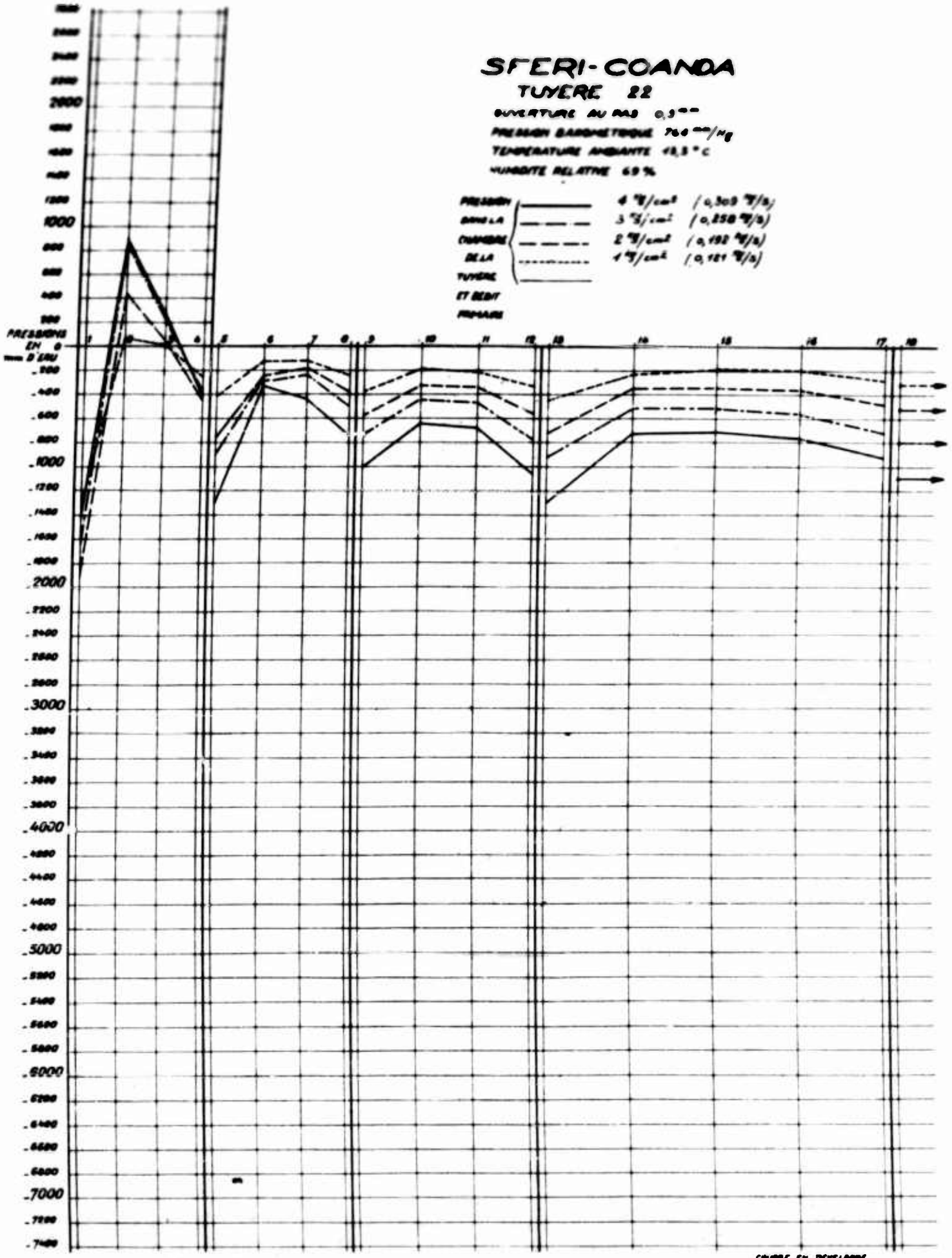
PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18,5 °C

HUMIDITE RELATIVE 69 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	4 kg/cm²	(0,309 kg/s)
— — —	3 kg/cm²	(0,258 kg/s)
— — — —	2 kg/cm²	(0,192 kg/s)
.....	1 kg/cm²	(0,121 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

cc = 5/4 87

SFERI-COANDA

TUYERE 22

OUVERTURE AU BAS 0,3 mm

PRESSION BAROMETRIQUE [illegible] mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 21,5 °C

HUMIDITE RELATIVE 80 %

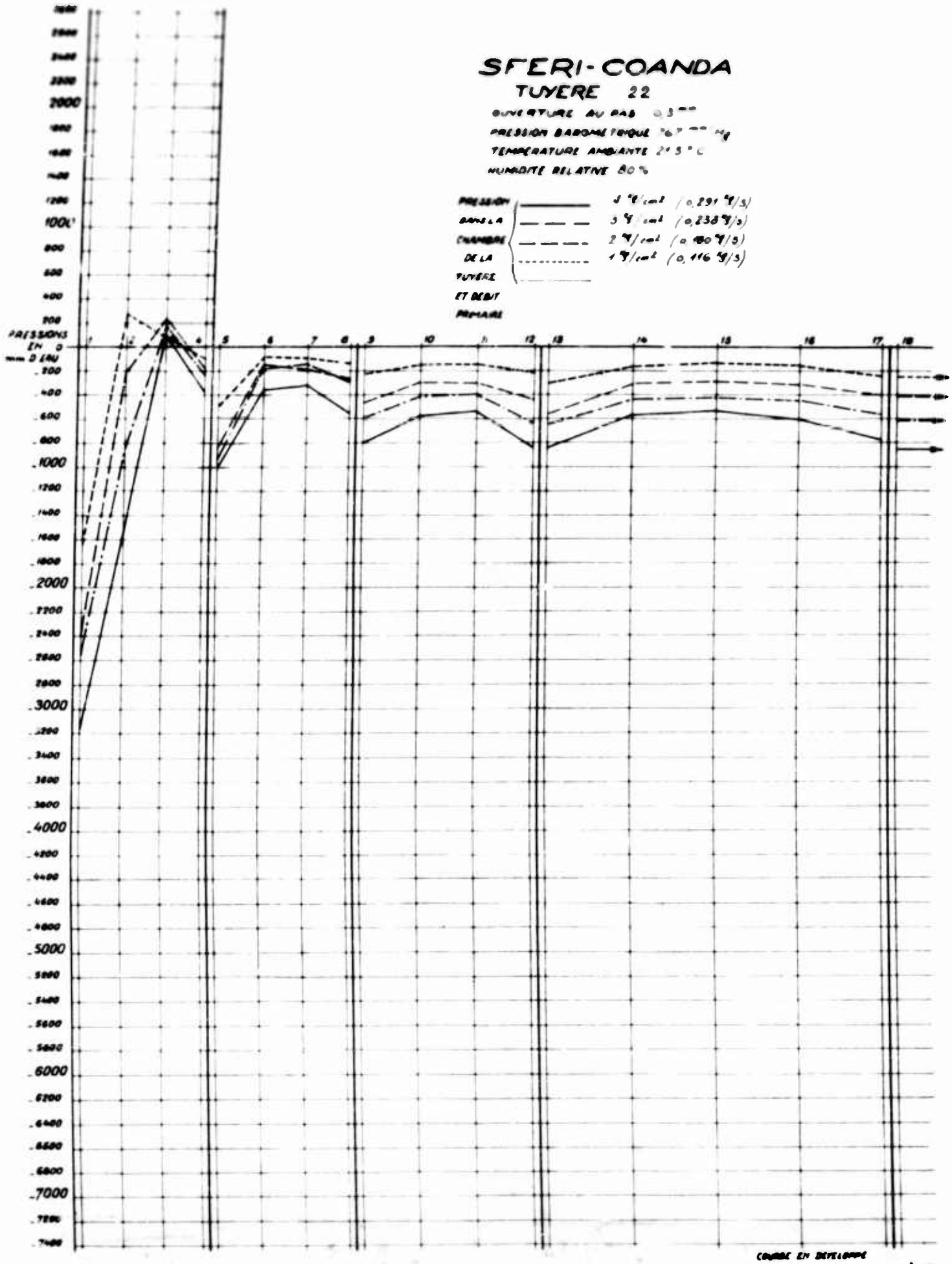
PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

——— 4 g/cm² (0,291 g/s)

— — — 3 g/cm² (0,238 g/s)

— — — — 2 g/cm² (0,180 g/s)

..... 1 g/cm² (0,116 g/s)



COURBE EN DEVELOPPE

ccm 5/4 67

SFERI-COANDA

TUYERE 22

OUVERTURE AU DAB 0,6 mm

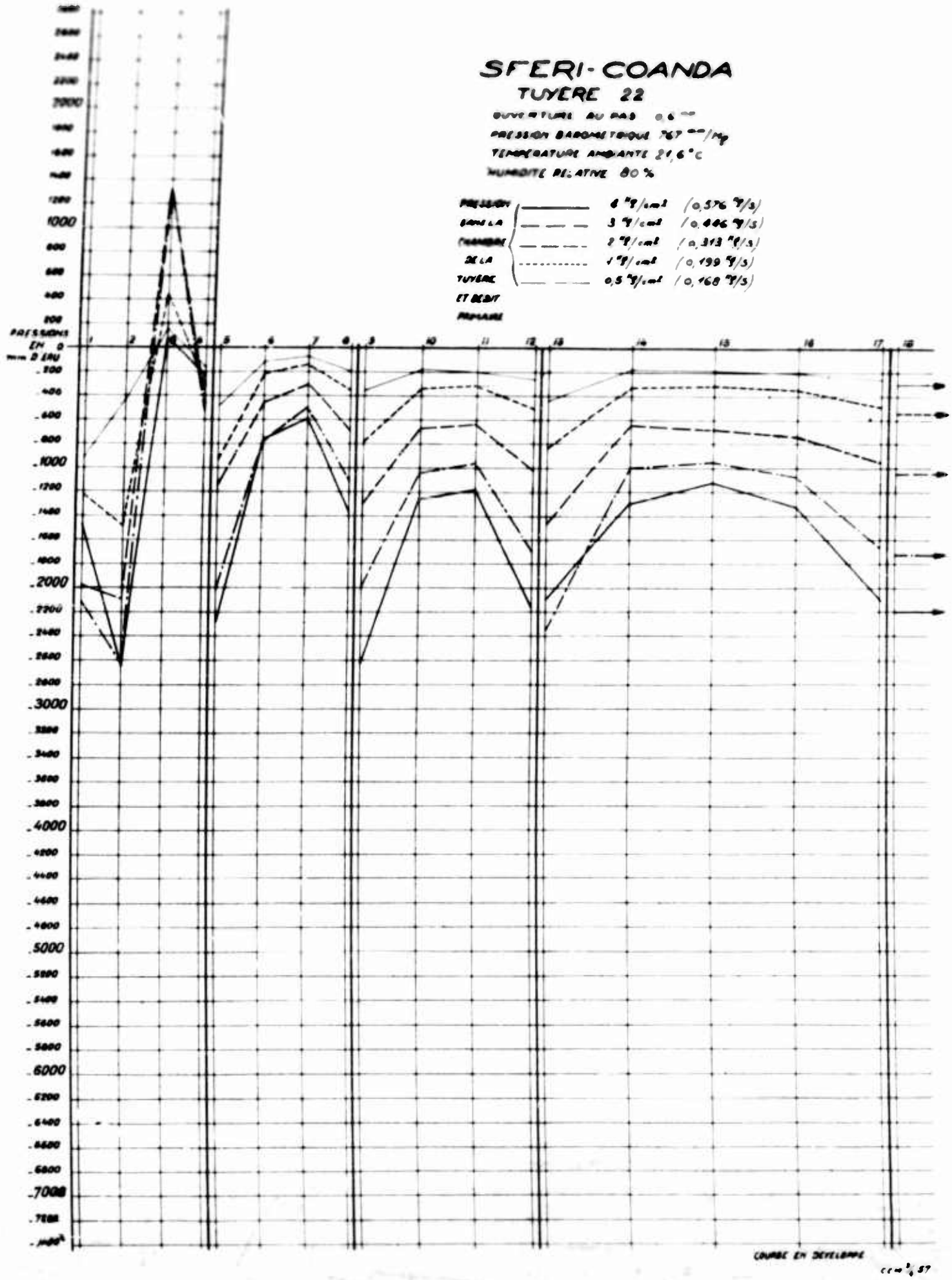
PRESSION BAROMETRIQUE 767 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 21,6 °C

HUMIDITE RELATIVE 80 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PROPULSIF

———	6 g/cm² (0,576 g/s)
— — —	3 g/cm² (0,406 g/s)
— — — —	2 g/cm² (0,313 g/s)
----------	1 g/cm² (0,199 g/s)
— — — —	0,5 g/cm² (0,168 g/s)



COURBE EN DEVELOPPE

ccm 57

SFERI-COANDA

TUYERE 22

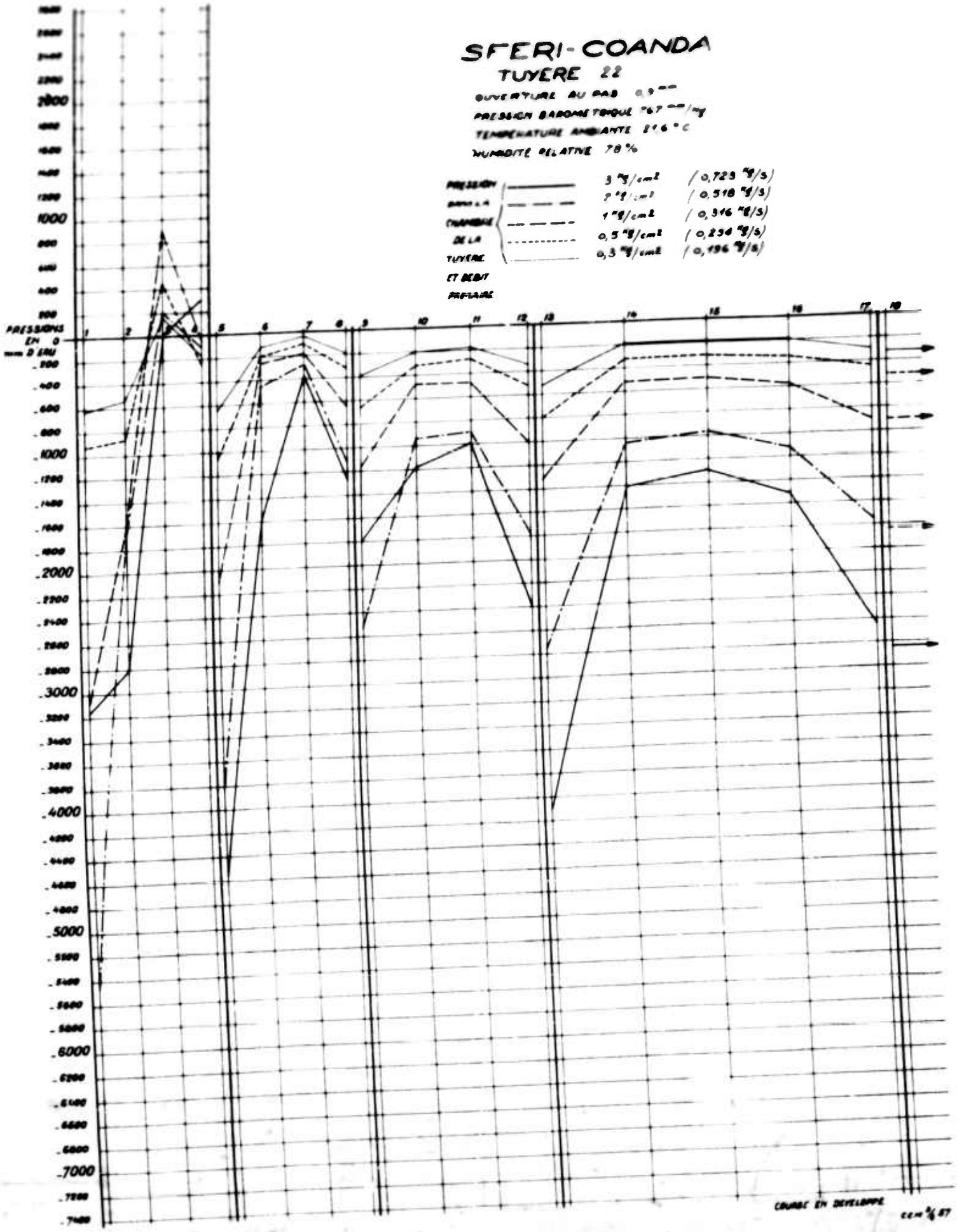
OUVERTURE AU PAS 0,9 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 967 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 21,6 °C

HUMIDITE RELATIVE 78 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRELEVE	———	3 kg/cm²	(0,723 kg/s)
	— — —	2 kg/cm²	(0,518 kg/s)
	— — — —	1 kg/cm²	(0,316 kg/s)
	----------	0,5 kg/cm²	(0,234 kg/s)
	———	0,3 kg/cm²	(0,196 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

c.e.m 67

SFERI-COANDA

TUYERE 22

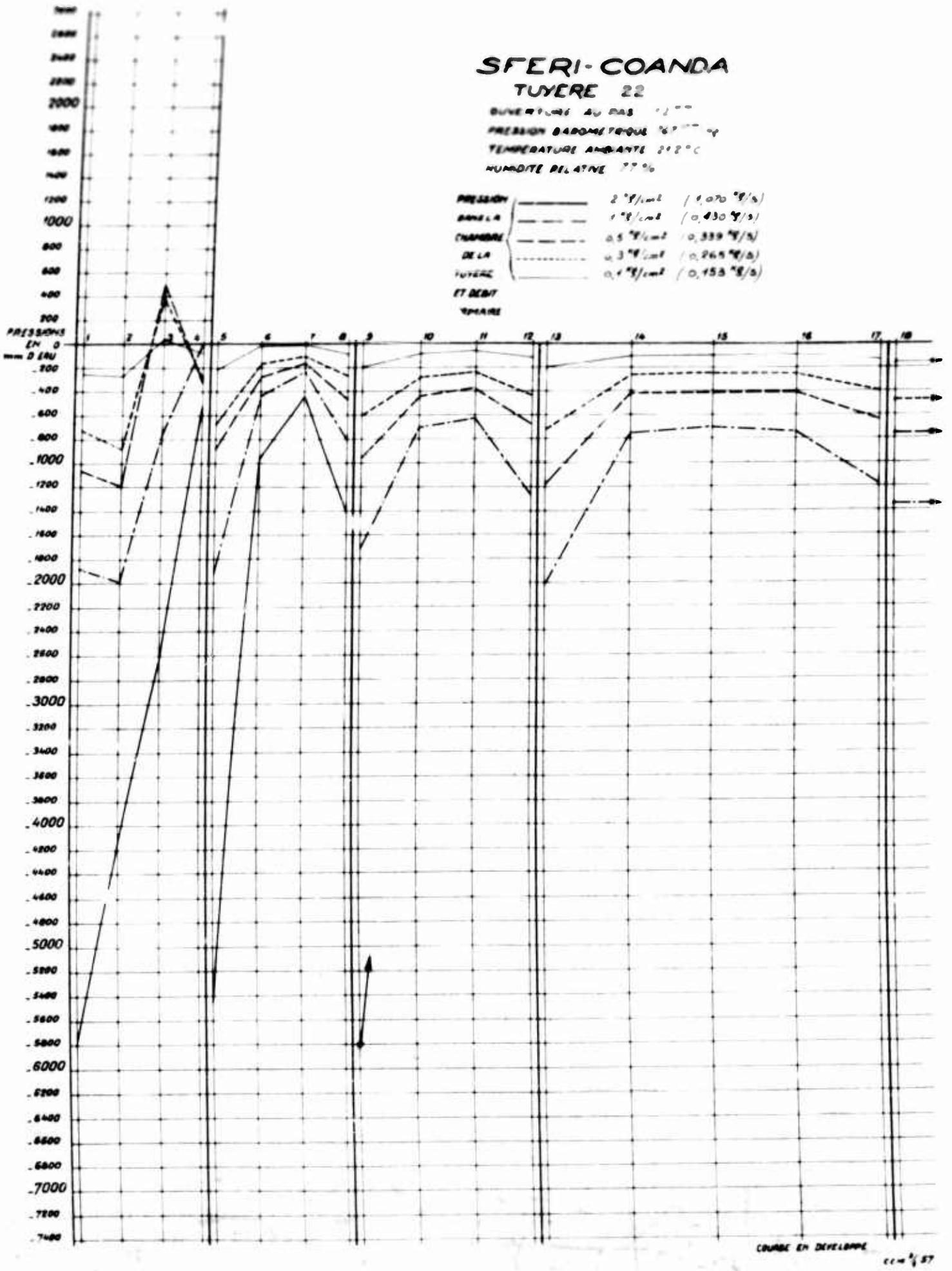
SOUFFLERIE AU BAS

PRESSION BAROMETRIQUE

TEMPERATURE AMBIANTE 20.2°C

HUMIDITE RELATIVE

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT D'AIR	2 g/cm²	(1,070 g/s)
	1 g/cm²	(0,430 g/s)
	0,5 g/cm²	(0,339 g/s)
	0,3 g/cm²	(0,245 g/s)
	0,1 g/cm²	(0,155 g/s)



COURBE EN DEVELOPPE

cc = 5/4 57

SFERI-COANDA

TUYERE 22

OUVERTURE AU PAS 1,5 mm

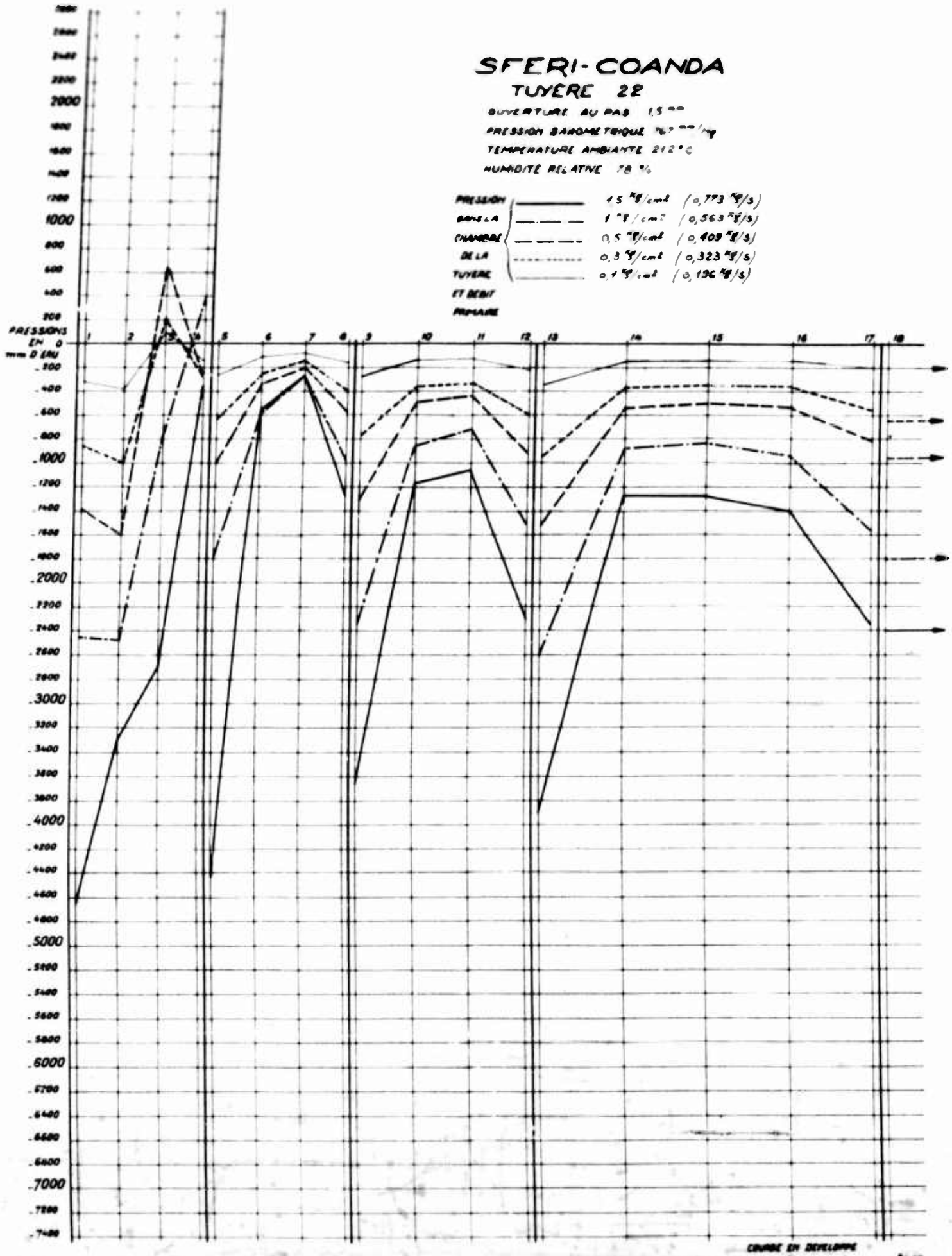
PRESSION BAROMETRIQUE 767 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 21,2 °C

HUMIDITE RELATIVE 78 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	1,5 kg/cm²	(0,773 kg/s)
— — —	1 kg/cm²	(0,563 kg/s)
— — — —	0,5 kg/cm²	(0,409 kg/s)
.....	0,3 kg/cm²	(0,323 kg/s)
———	0,1 kg/cm²	(0,196 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

SFERI-COANDA

TUYERE 22

OUVERTURE AU PAS

PRESSION BAROMETRIQUE

TEMPERATURE AMBIANTE °C

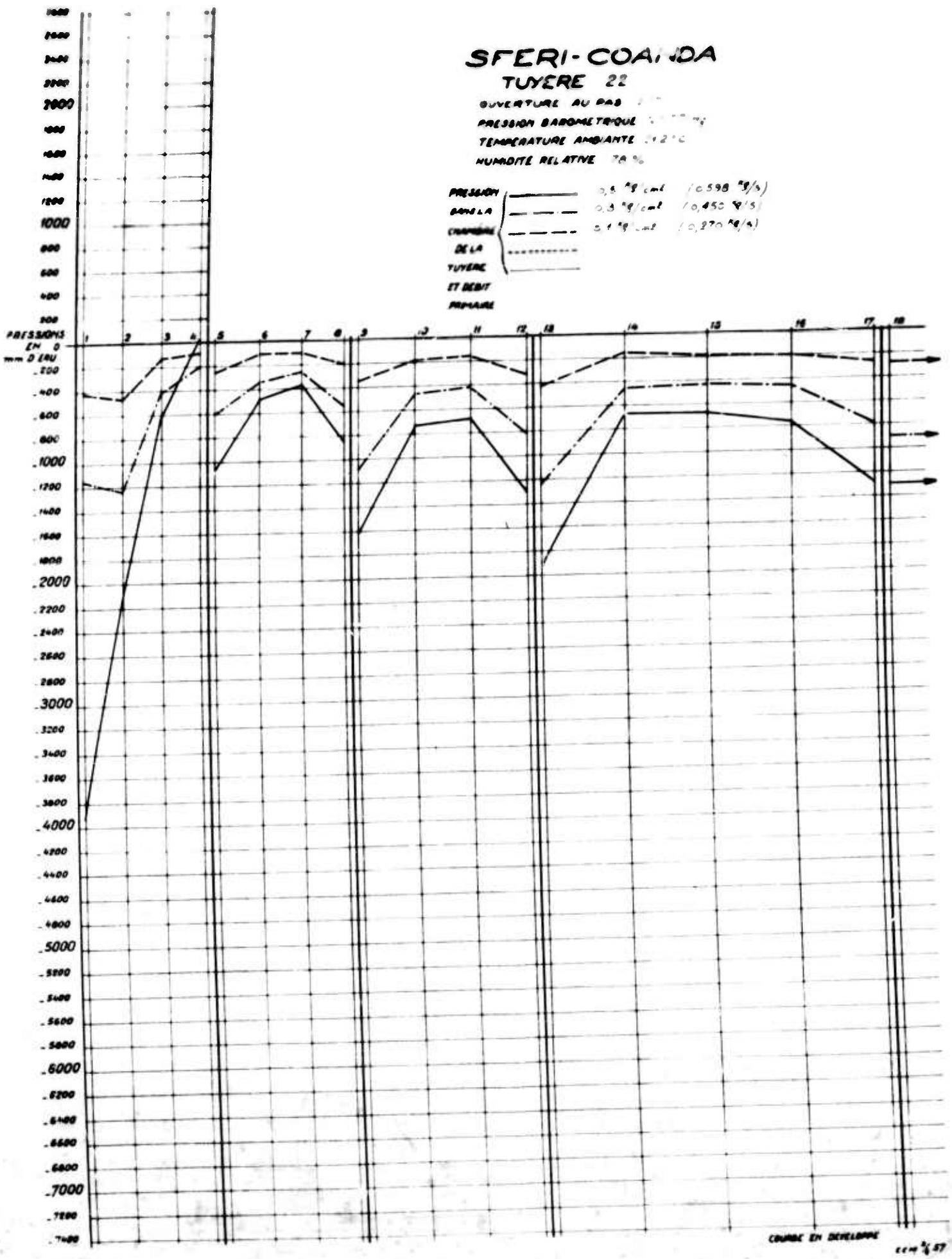
HUMIDITE RELATIVE %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

— 0,6 kg/cm² (0,598 kg/s)

— — — 0,3 kg/cm² (0,450 kg/s)

— — — 0,1 kg/cm² (0,270 kg/s)



COURBE EN ENVELOPPE

cc m 57

SFERI-COANDA

TUYERE 22

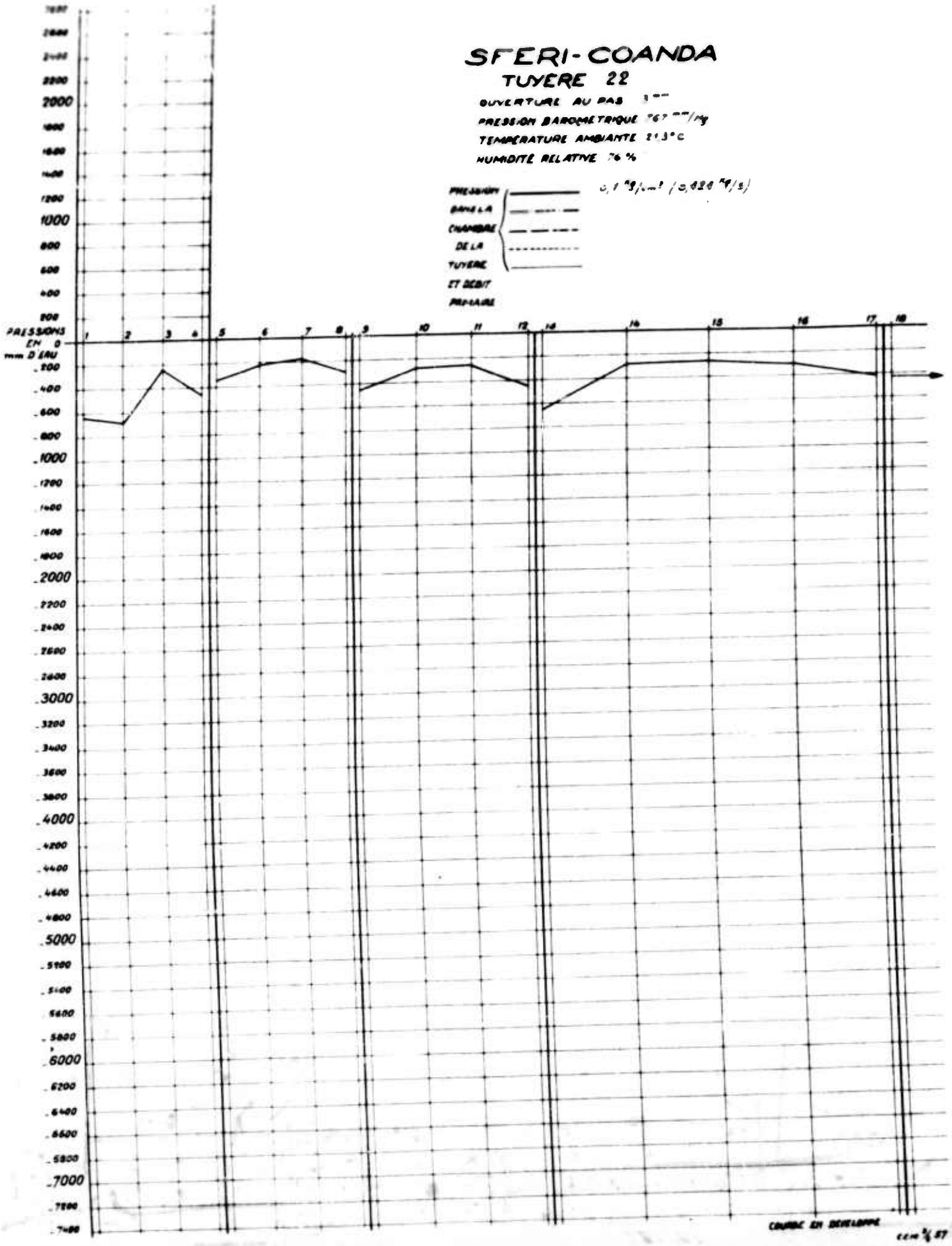
OUVERTURE AU PAS 3 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 967 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 21,3°C

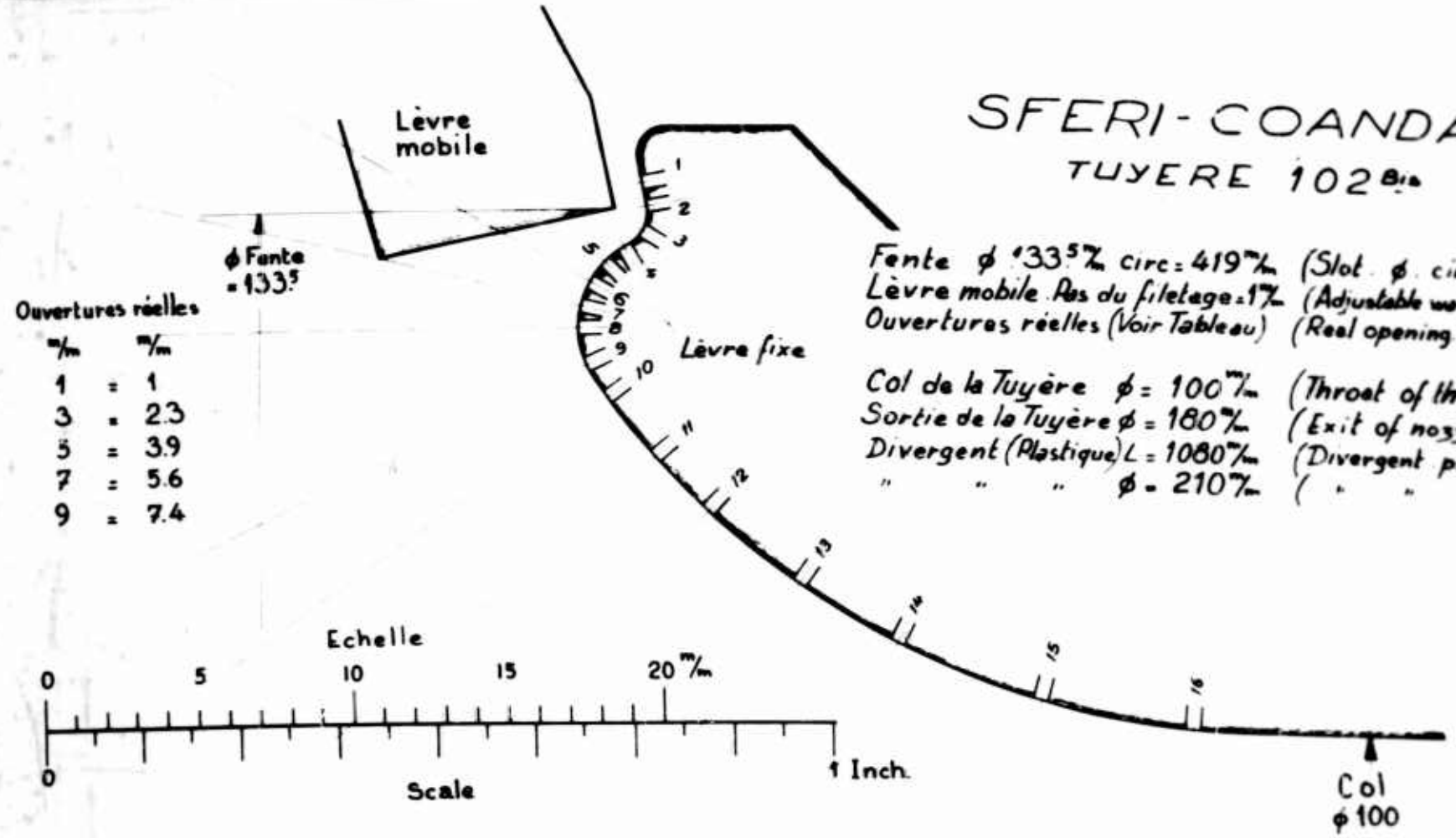
HUMIDITE RELATIVE 76 %

PRESSION DE LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE — 0,1 kg/cm² (0,826 kg/s)



SFERI - COANDA

TUYERE 102 Bis

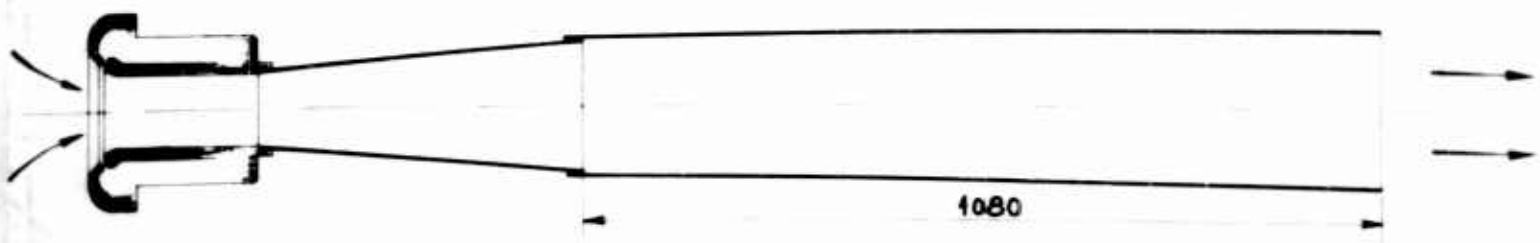


Fente ϕ 133.5 m/m circ = 419 m/m (Slot ϕ circ^ce)
Lèvre mobile Pas du filetage = 1 m/m (Adjustable wall Thread pitch)
Ouvertures réelles (Voir Tableau) (Real opening see table)

Col de la Tuyère ϕ = 100 m/m (Throat of the nozzle)
Sortie de la Tuyère ϕ = 180 m/m (Exit of nozzle)
Divergent (Plastique) L = 1080 m/m (Divergent plastic)
" " " ϕ = 210 m/m (" " ")

Ouvertures réelles

m/m		m/m
1	=	1
3	=	2.3
5	=	3.9
7	=	5.6
9	=	7.4

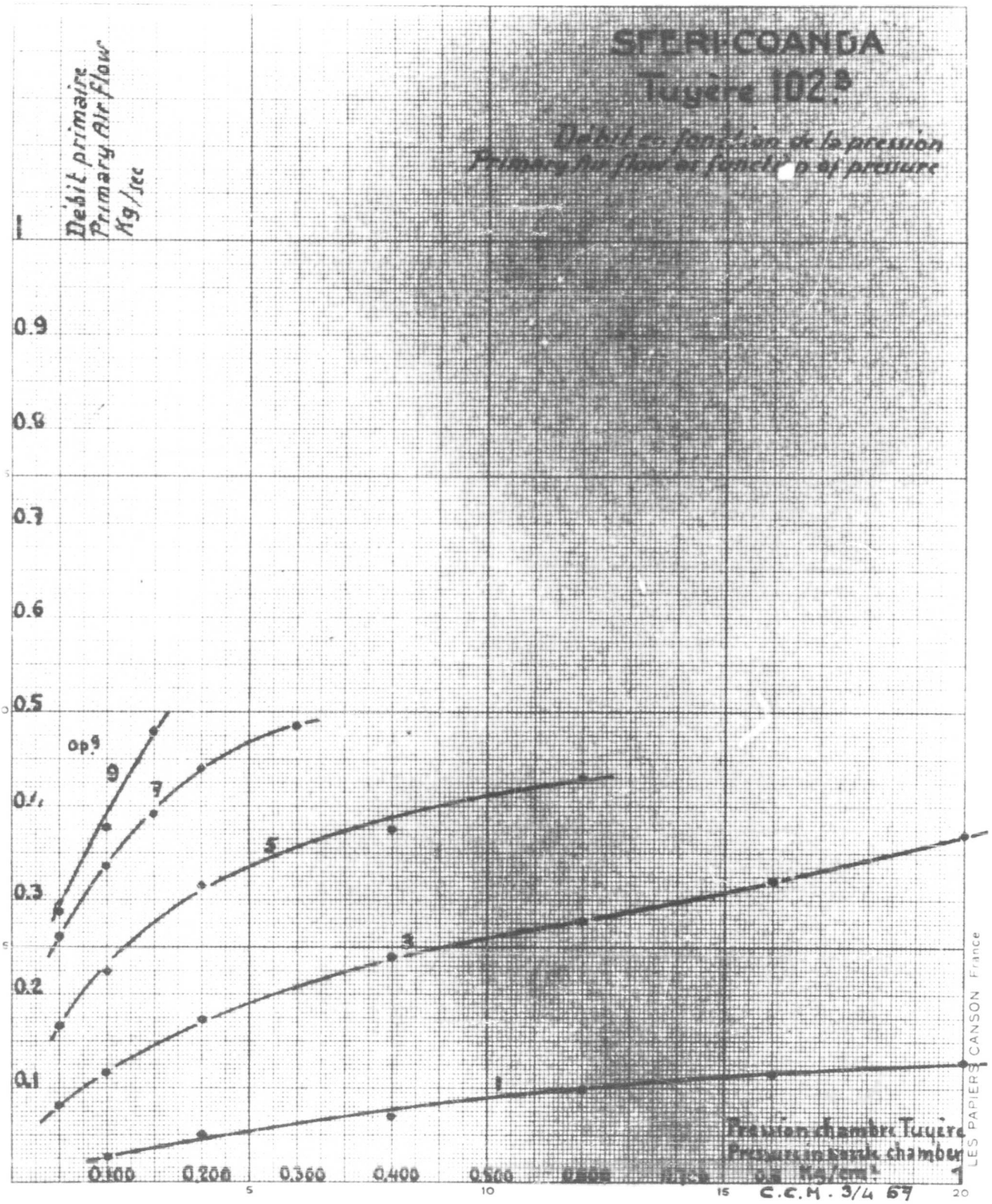


SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 102 BIS

OPENING BY PITCH mm	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,250	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	13,1	16,1	16,9	16,6	17,5	18,1	17,8	13,7	13,7	17	17,1	17,1	12,3	11,4
TEMPERATURE EXIT °C	15,9	18,2	20,1	19,3	17,4	17,4	18,4	15,8	16	17,5	18,2	18,2	13,5	13,5
VELOCITY EXIT m/s	12,4	15,5	21	25	29,8	33,3	35,6	13,7	20,1	28,2	37,9	42,7	43	42,8
PRIMARY AIR kg/s	≃0,025	≃0,05	0,071	0,100	0,117	0,128	0,140	0,079	0,115	0,173	0,241	0,276	0,326	0,372
TOTAL AIR kg/s	0,525	0,636	0,870	1,045	1,255	1,400	1,490	0,576	0,850	1,180	1,595	1,800	1,830	1,820
AIR INDUCTION RATIO	≃ 21	12,7	12,3	10,4	10,7	10,9	10,6	7,3	7,4	6,8	6,6	6,5	5,6	4,9
TRACTION kg	0,500	1,100	2,110	2,915	3,925	4,435	5,050	0,800	1,500	4,900	5,210	6,515	7,325	7,935
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	767	769	769	769	769	769	769	767	767	769	769	769	767	767
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	16	18,6	19	19	19	19	19	16,4	16,3	18,8	18,8	18,4	13,8	13,8
ATMOSPHERIC NUMIDITY %	97	83	84	84	82	82	82	96	96	82	82	82	97	98

OPENING BY PITCH mm	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	9	9	9
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,05	0,1	0,150	0,2	0,3	0,05	0,1	0,150
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	11,3	11,1	11,7	11,9	9,1	11,4	11,1	10,2	7,9	7,7	11,7	9,4	8,4
TEMPERATURE EXIT °C	13,4	13,4	12,4	11,8	13	12,8	13,2	13,6	13,6	13,6	14,5	14	14
VELOCITY EXIT m/s	18,4	25,8	34,2	40,8	44,5	20,9	27,6	34,3	38,6	42,5	19,4	29	33
PRIMARY AIR kg/s	0,165	0,224	0,315	0,373	0,430	0,260	0,338	0,394	0,440	0,485	0,285	0,374	0,482
TOTAL AIR kg/s	0,785	1,110	1,470	1,750	1,910	0,895	1,180	1,460	1,650	1,820	0,835	1,236	1,400
AIR INDUCTION RATIO	4,8	4,9	4,7	4,7	4,4	3,4	3,5	3,7	3,8	3,8	2,9	3,3	2,9
TRACTION kg	1,4	2,4	4,7	6,105	6,91	1,7	3,2	4,2	5,4	6,805	1,9	3,2	4,2
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767	767
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	14,1	14	13,8	13,9	13,9	14,1	14,4	14,7	15	15,4	15,6	15,6	15,7
ATMOSPHERIC NUMIDITY %	98	98	98	98	98	98	99	99	99	99	98	98	98

CCM 3/4 57


SERICOANDA
Tuyère 102.3
Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function of pressure
Débit primaire
Primary Air flow
Kg/sec
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
Op.9
9
7
5
3
1
0.100
0.200
0.300
0.400
0.500
5
10
15
20
Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
C.C.M. 3/4 67
LES PAPIERS CANSON France

SFERI COANDA

Tuyère 102.B

Débit total
Total Air flow

Débit total Kg/sec
Total Air flow

4

3

2

1

op.9

7

5

3

1

0.100 0.200 0.300 0.400 0.500 0.600 0.700 0.8 Kg/cm²

Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber

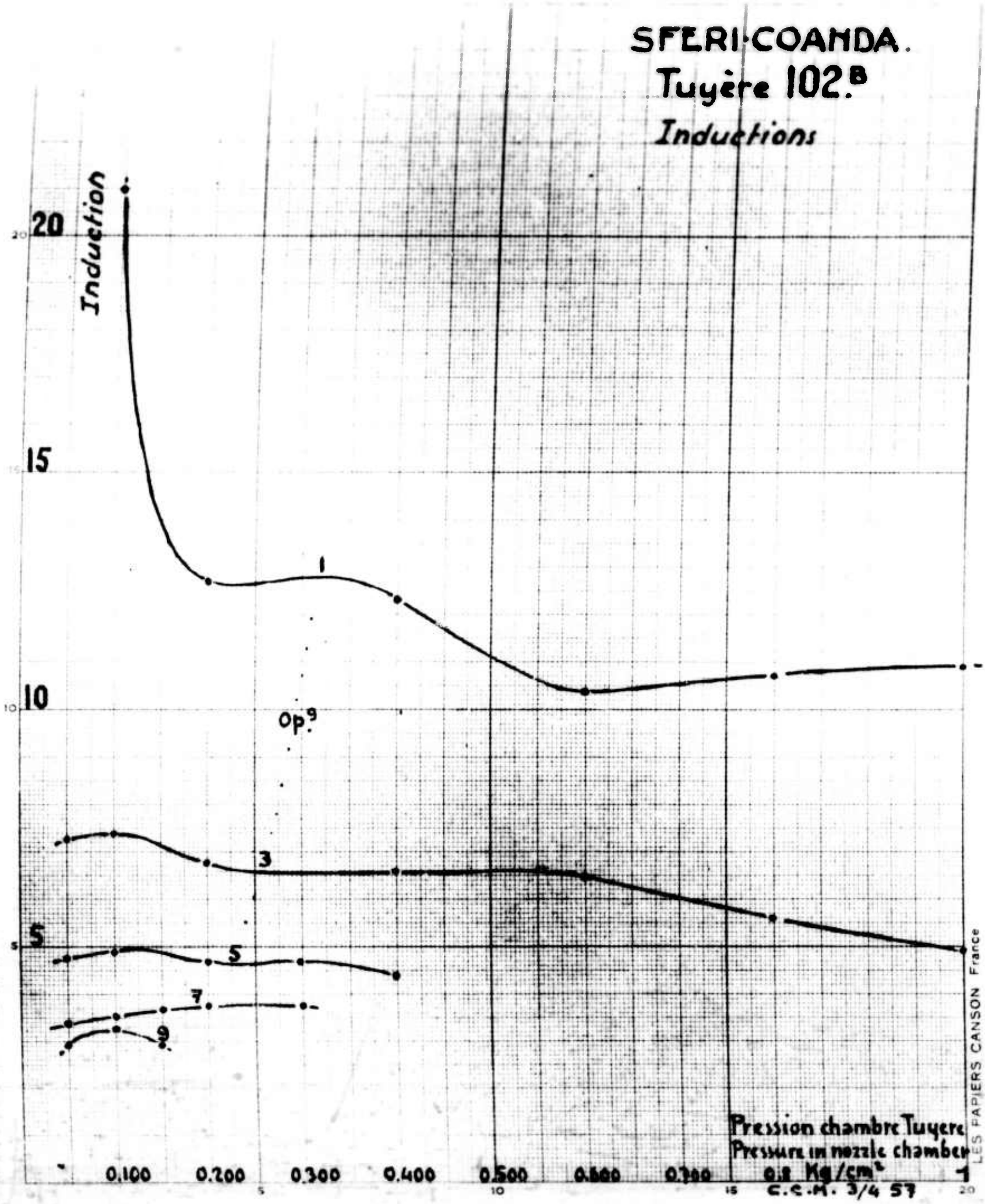
C.C.M. 3/4 57

PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA.

Tuyère 102.B

Inductions

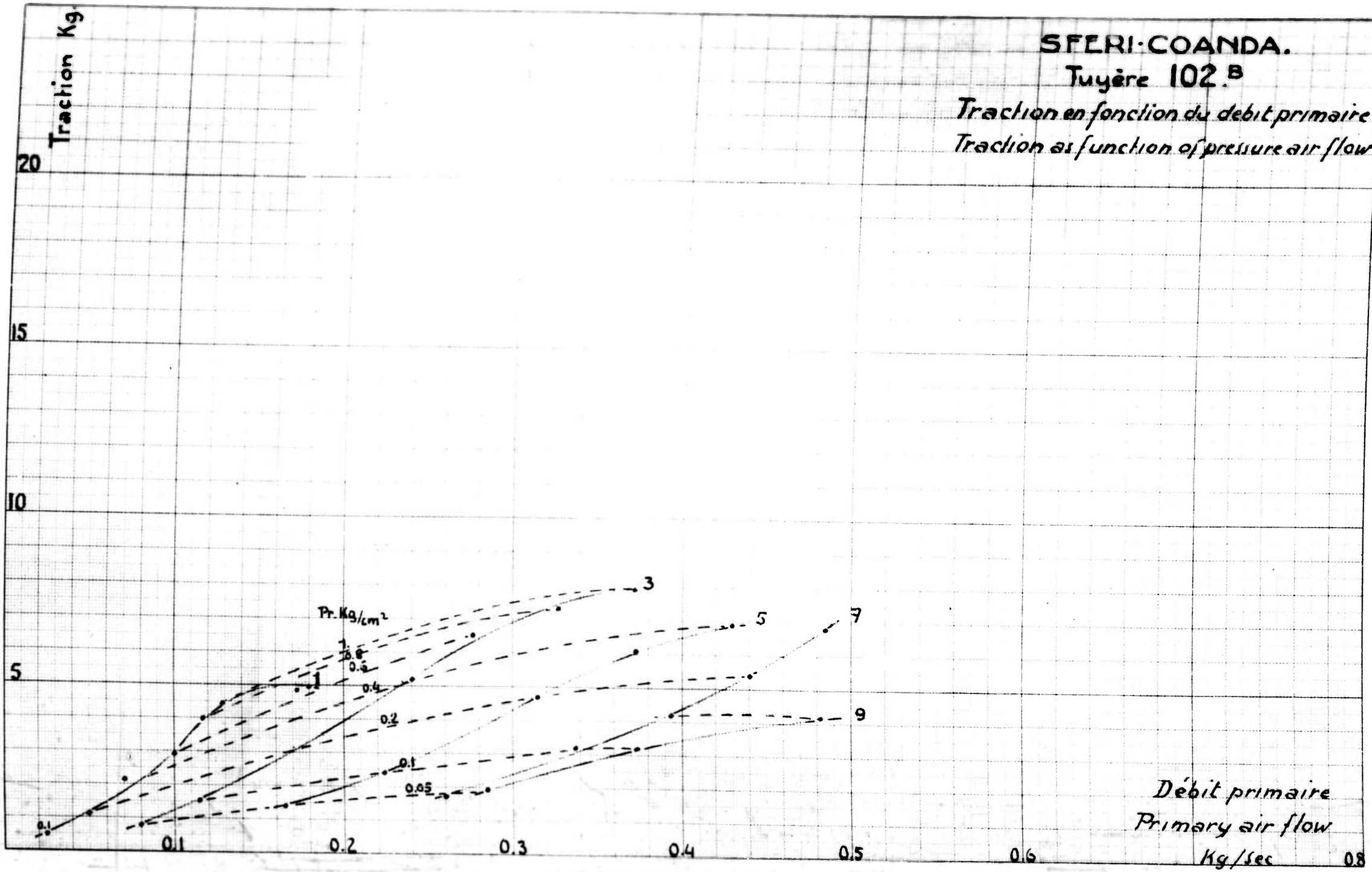


SFERI·COANDA.

Tuyère 102.B

Traction en fonction du debit primaire

Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE 102 [illegible]

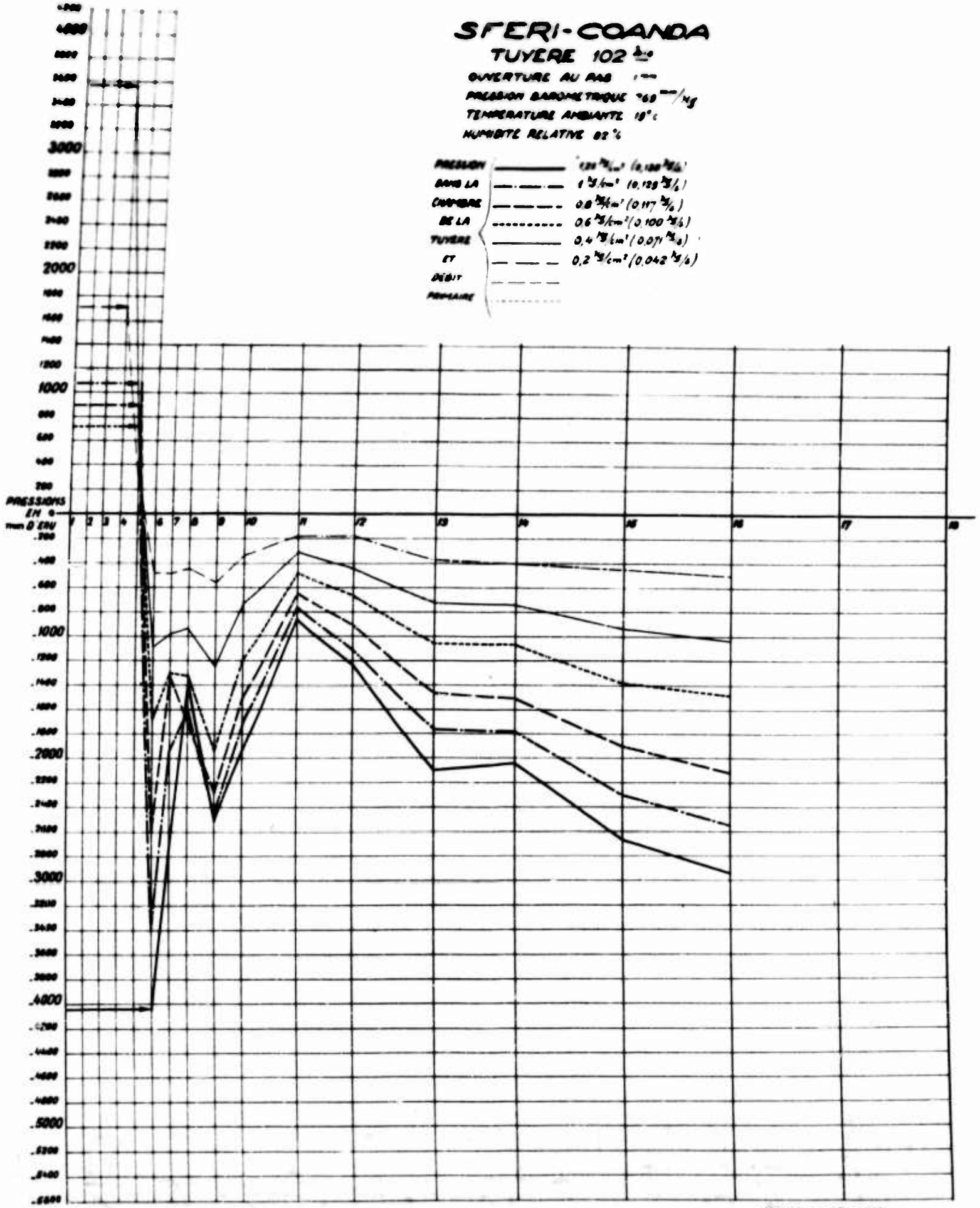
OUVERTURE AU RAS [illegible]

PRESSION BAROMETRIQUE [illegible] mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18°c

HUMIDITE RELATIVE 82 %

PRESSION	———	[illegible] kg/cm² (0,128 kg/l)
DANS LA	—·—·—	1 kg/cm² (0,128 kg/l)
CHAMBRE	— — —	0,8 kg/cm² (0,117 kg/l)
DE LA	·····	0,6 kg/cm² (0,100 kg/l)
TUYERE	———	0,4 kg/cm² (0,071 kg/l)
ET	— — —	0,2 kg/cm² (0,042 kg/l)
DEBIT	— — — —	
PRIMAIRE	·····	



COURBE EN REVILLOIRE

cm kg m

SFERI-COANDA

TUYERE 102 $\frac{Ø}{mm}$

OUVERTURE AU RAS 3 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 767 mm/Hg

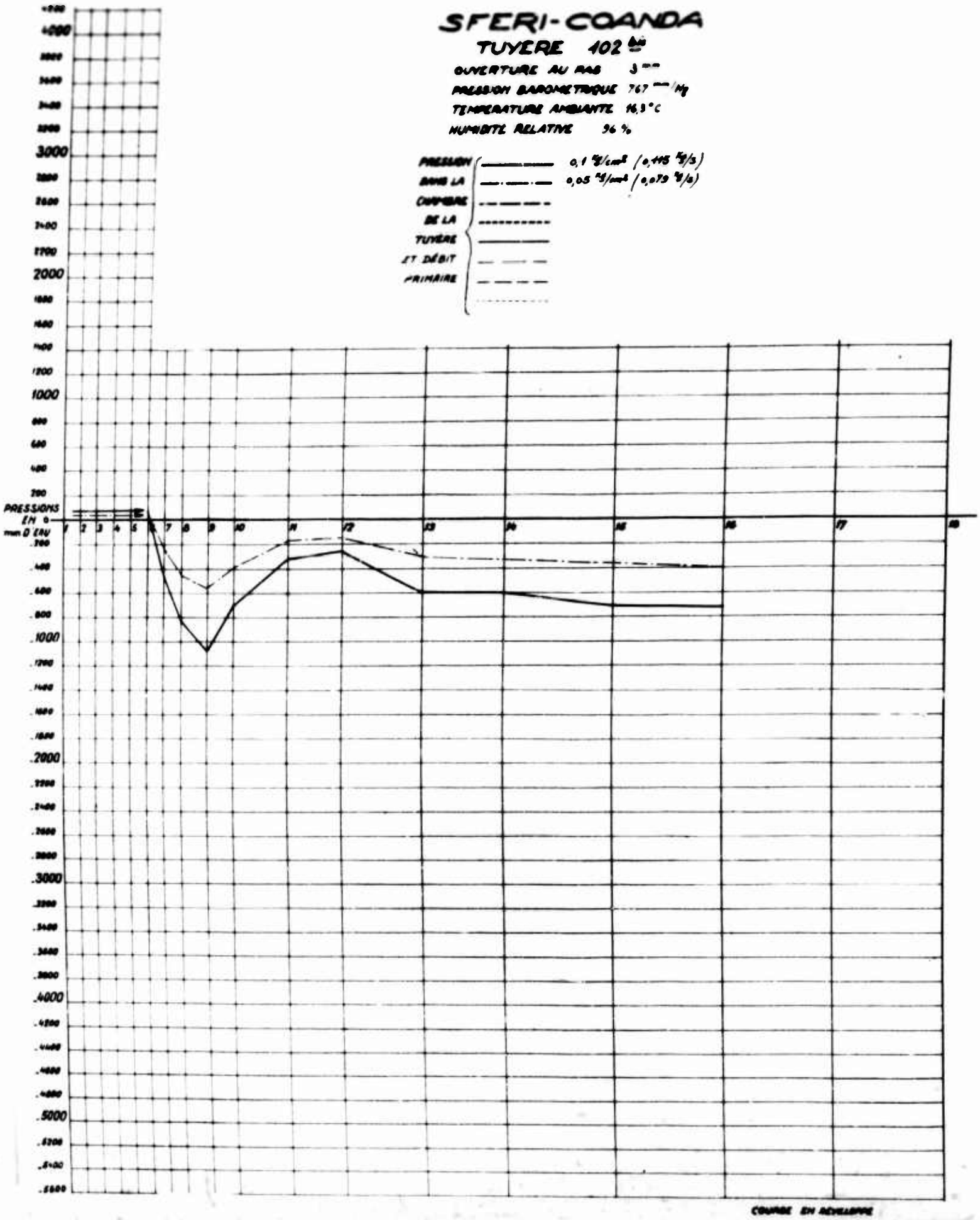
TEMPERATURE AMBIANTE 16,3 °C

HUMIDITE RELATIVE 96 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DÉBIT PRIMAIRE

——— 0,1 kg/cm² (0,115 kg/s)

—·—·— 0,05 kg/cm² (0,079 kg/s)



COURBE EN ENVELOPPE

CCM 5/6 77

SFERI-COANDA

TUYERE 102 mm

OUVERTURE AU RAS 3 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 19,7 °C

HUMIDITE RELATIVE 32 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DÉBIT PRIMAIRE

——— 0,6 kg/cm² (0,276 kg/s)

— · — — 0,4 kg/cm² (0,241 kg/s)

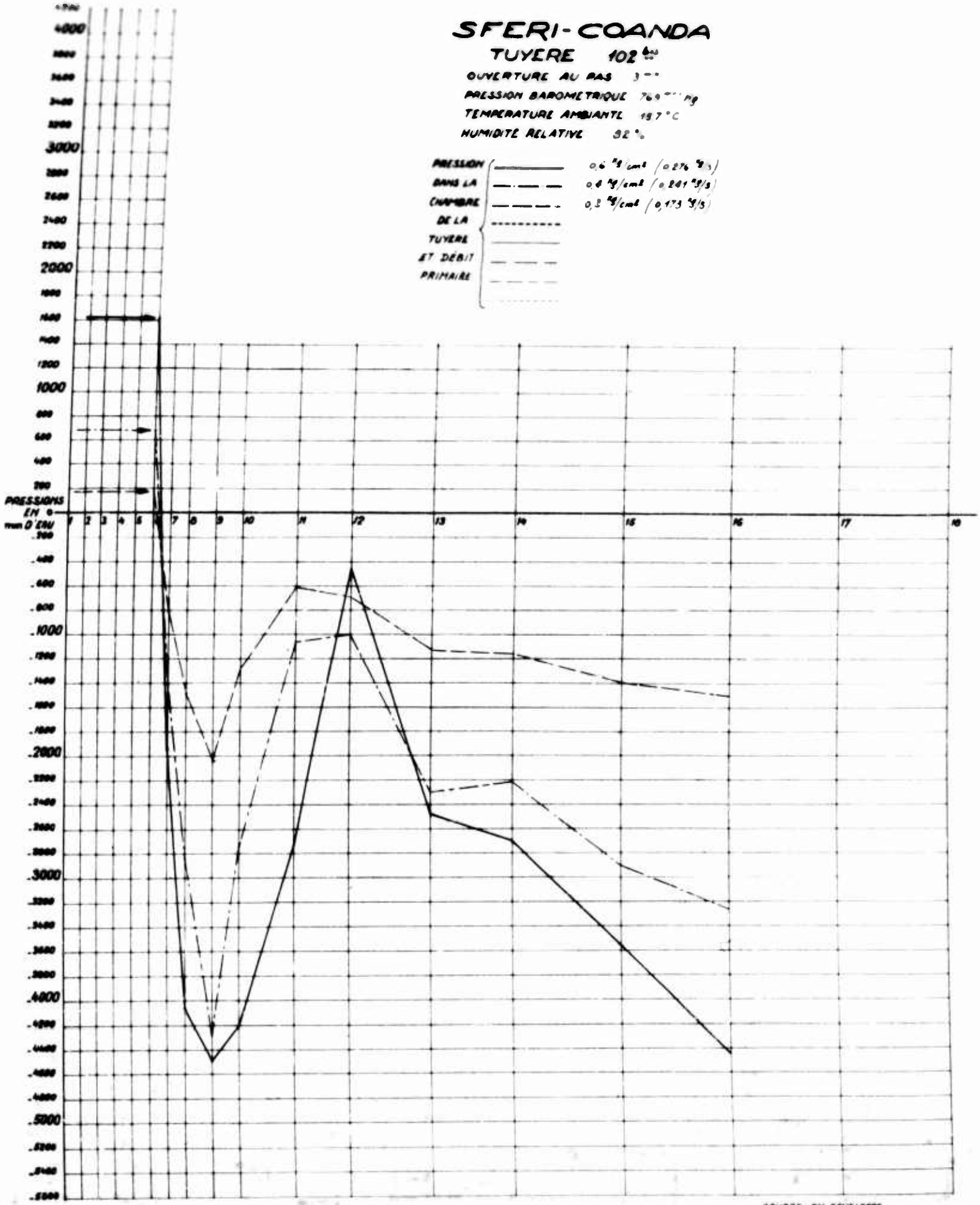
— — — · 0,2 kg/cm² (0,173 kg/s)

————

— — —

– – – –

. . . . .



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 3/4 67

SFERI-COANDA

TUYERE 102 D=

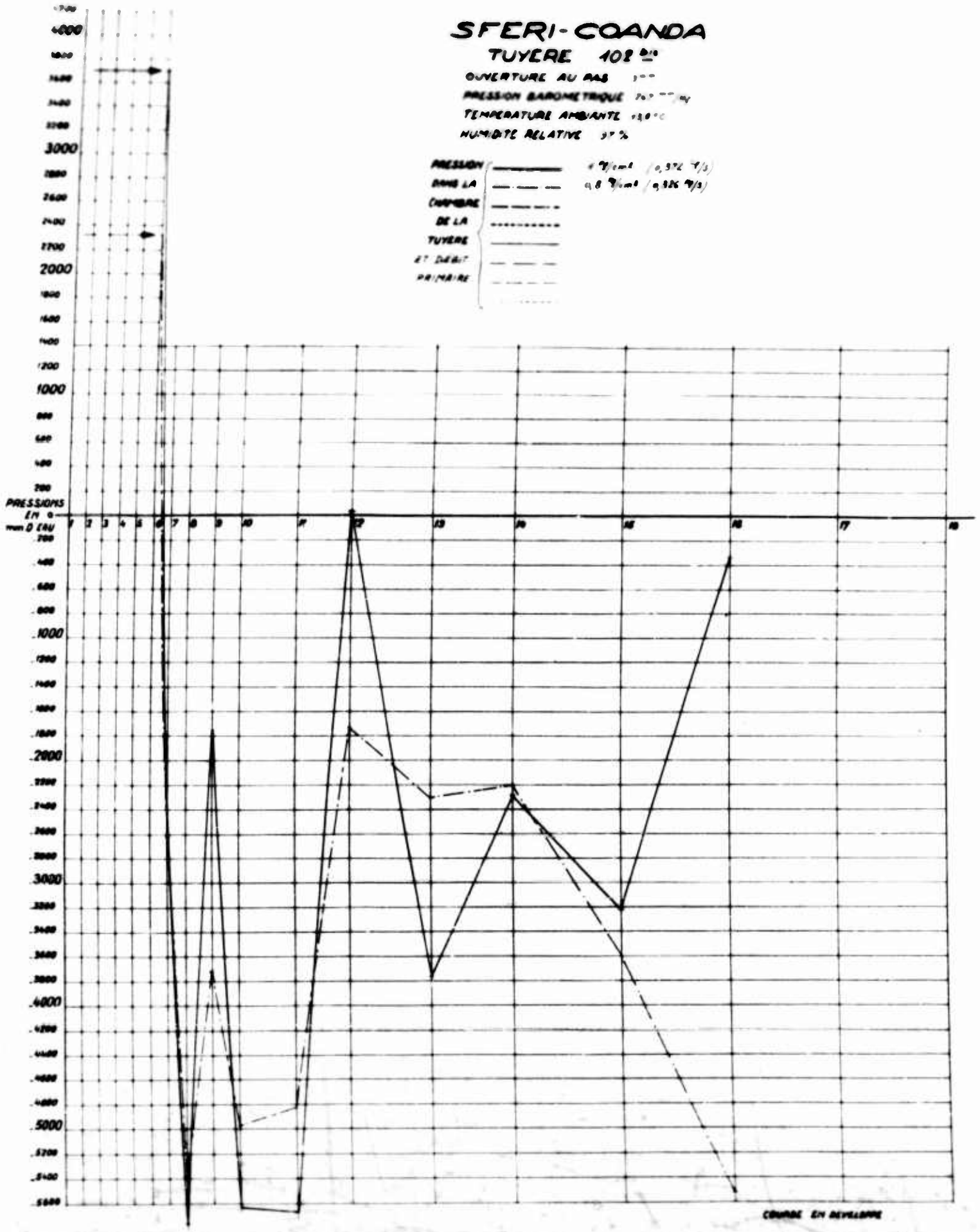
OUVERTURE AU RAS

PRESSION BAROMETRIQUE

TEMPERATURE AMBIANTE

HUMIDITE RELATIVE

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE



SFERI-COANDA

TUYERE 102 ⌀

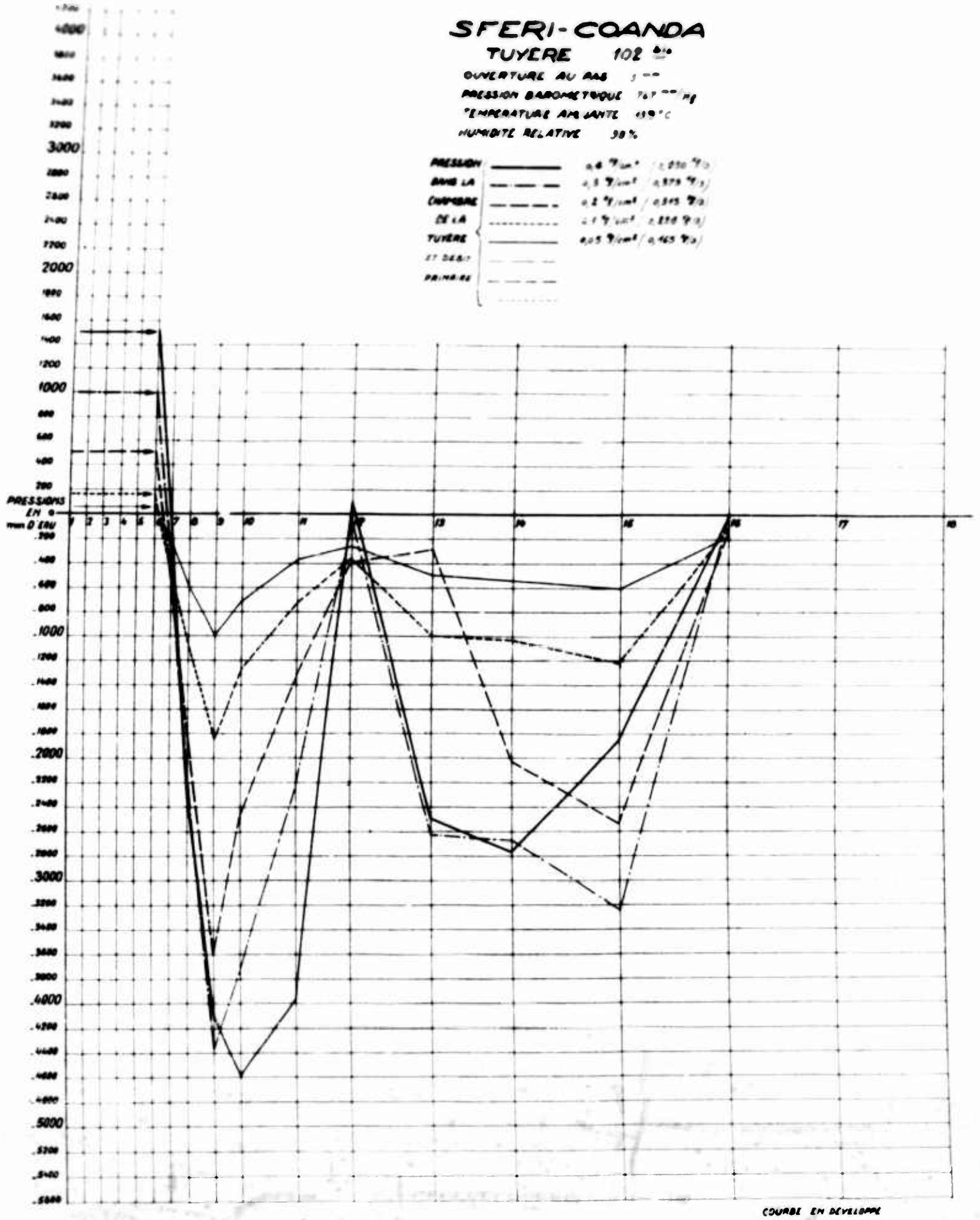
OUVERTURE AU RAS 5 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 767 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 19°C

HUMIDITE RELATIVE 98 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE	———	0,6 g/cm² (6000 g/l)
	— — —	0,5 g/cm² (5000 g/l)
	— — — —	0,2 g/cm² (2000 g/l)
	- - - -	0,1 g/cm² (1000 g/l)
	———	0,05 g/cm² (500 g/l)
ET DEBIT PRIMAIRE	— — —	
	— — — —	
	- - - -	



COURBE EN DEVELOPPE

CC = 1/10 87

SFERI-COANDA

TUYERE 402 ⌀

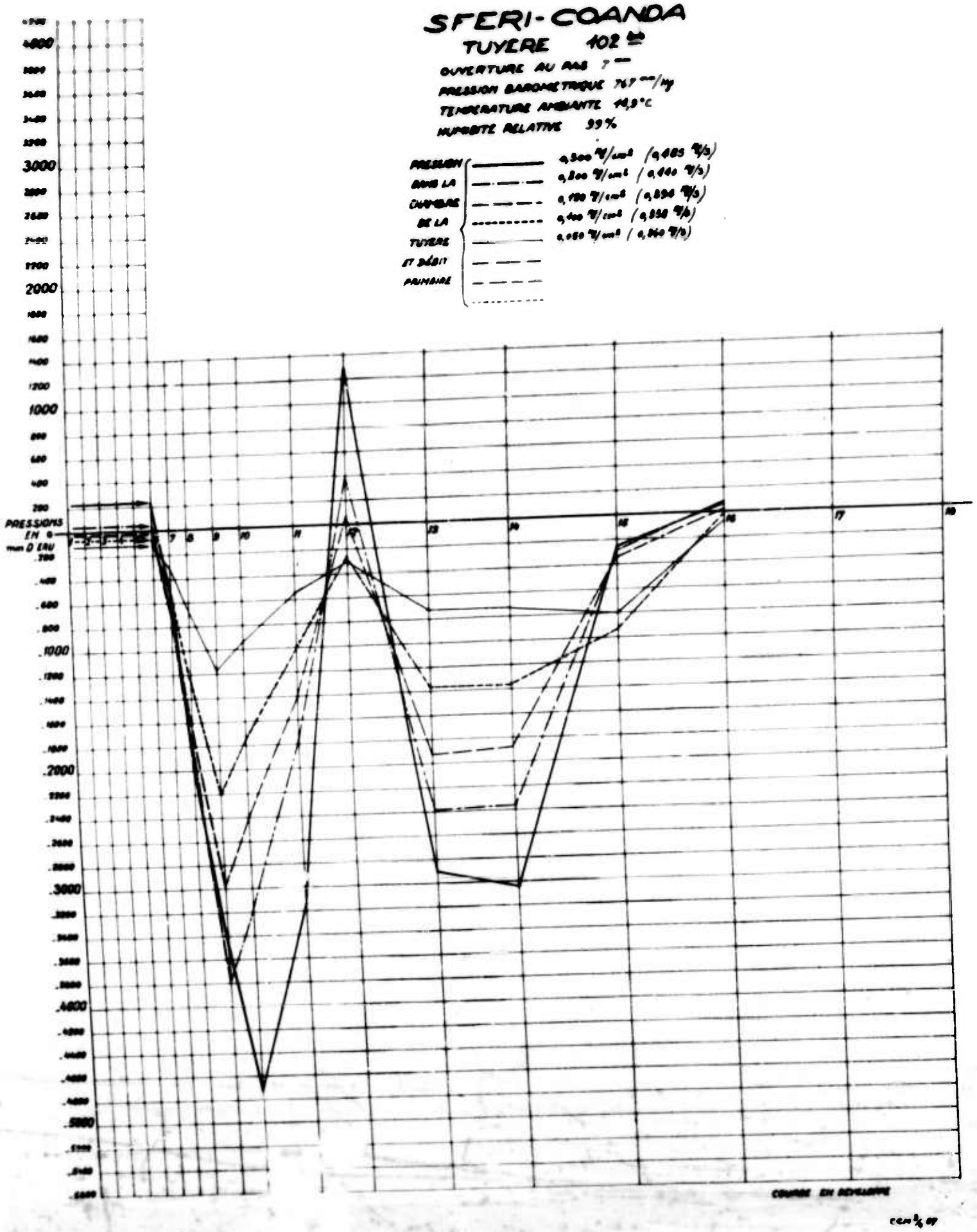
OUVERTURE AU RAS ? —

PRESSION BAROMETRIQUE 767 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 14,5°C

HUMIDITE RELATIVE 99 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DÉBIT PRIMAIRE	——	0,500 Kg/cm² (0,485 Kg/s)
	— · — · —	0,300 Kg/cm² (0,440 Kg/s)
	— — — —	0,150 Kg/cm² (0,396 Kg/s)
	----------	0,100 Kg/cm² (0,350 Kg/s)
	——	0,050 Kg/cm² (0,260 Kg/s)
	— — —	
	— — — —	



cm³/s air

SFERI-COANDA

TUYERE 102 b

OUVERTURE AU RAS 9 mm

PRESSION BAROMETRIQUE [illegible] mg

TEMPERATURE AMBIANTE 15,6 °C

HUMIDITE RELATIVE 93 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

——— 0,150 °/cm² (0,482 °/₀)

— · — · — 0,100 °/cm² (0,374 °/₀)

— · — · — · 0,050 °/cm² (0,805 °/₀)

---------- [illegible]

———— [illegible]

— — — [illegible]

— — — — [illegible]

PRESSIONS EN G/mm D'EAU

3000 2000 1000 400 200 0 .200 .400 .600 .1000 .2000 .3000 .4000 .5000

9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

COURBE EN DEVELOPPE

CCM³, 69

SFERI-COANDA

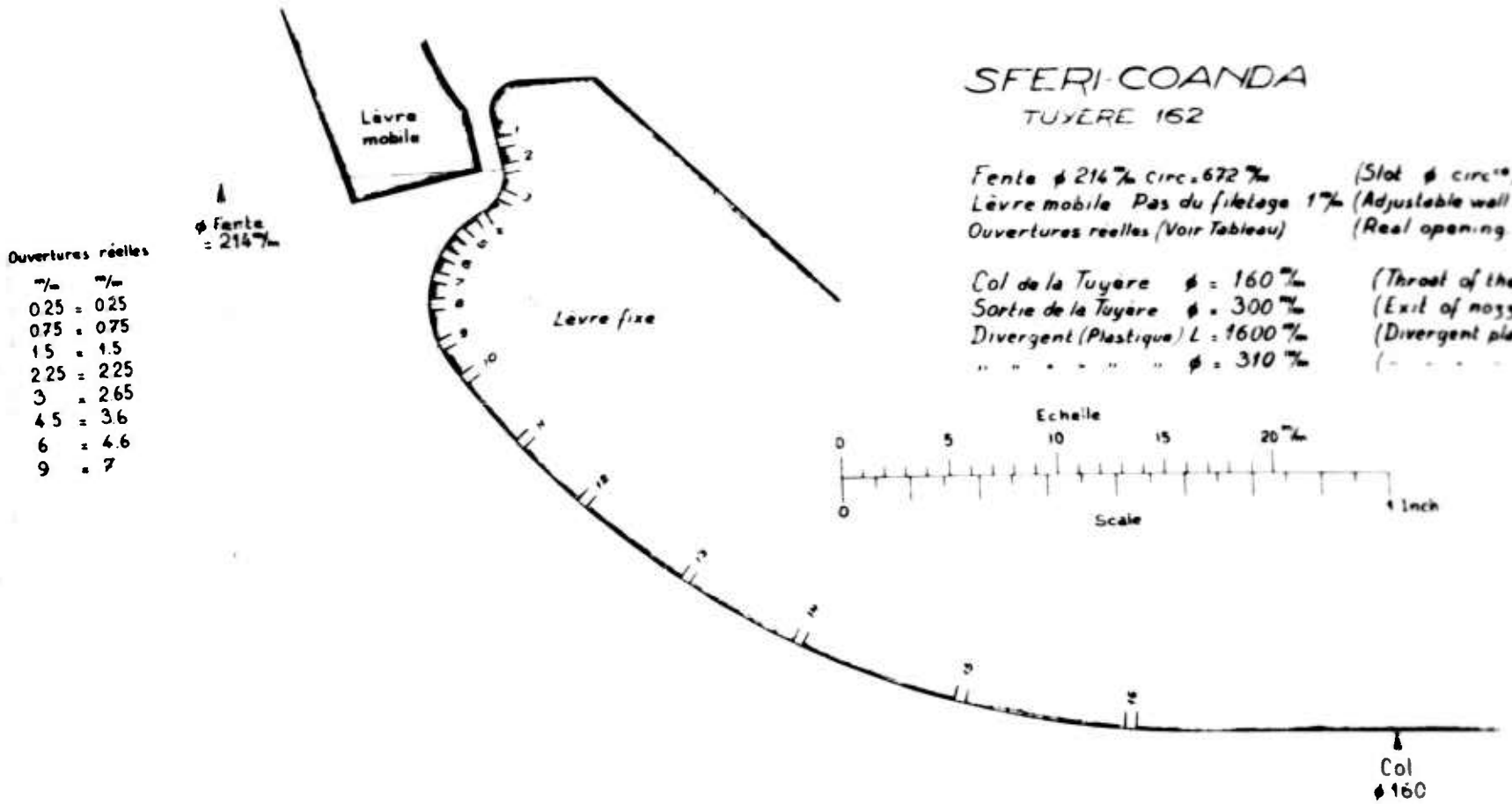
TUYERE 162

Fente ϕ 214 m/m circ. 672 m/m (Slot ϕ circ^ce)
Lèvre mobile Pas du filetage 1 m/m (Adjustable wall Thread pitch)
Ouvertures reelles (Voir Tableau) (Real opening see table)

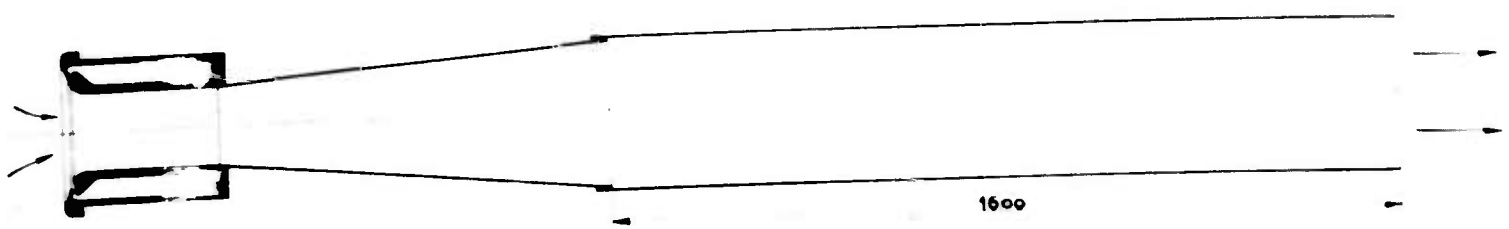
Col de la Tuyère ϕ = 160 m/m (Throat of the nozzle)
Sortie de la Tuyère ϕ = 300 m/m (Exit of nozzle)
Divergent (Plastique) L = 1600 m/m (Divergent plastic)
" " " " " ϕ = 310 m/m (- - - - -)

Ouvertures réelles

m/m		m/m
0.25	=	0.25
0.75	=	0.75
1.5	=	1.5
2.25	=	2.25
3	=	2.65
4.5	=	3.6
6	=	4.6
9	=	7



Echelle
0 5 10 15 20 m/m
0
Scale
1 Inch

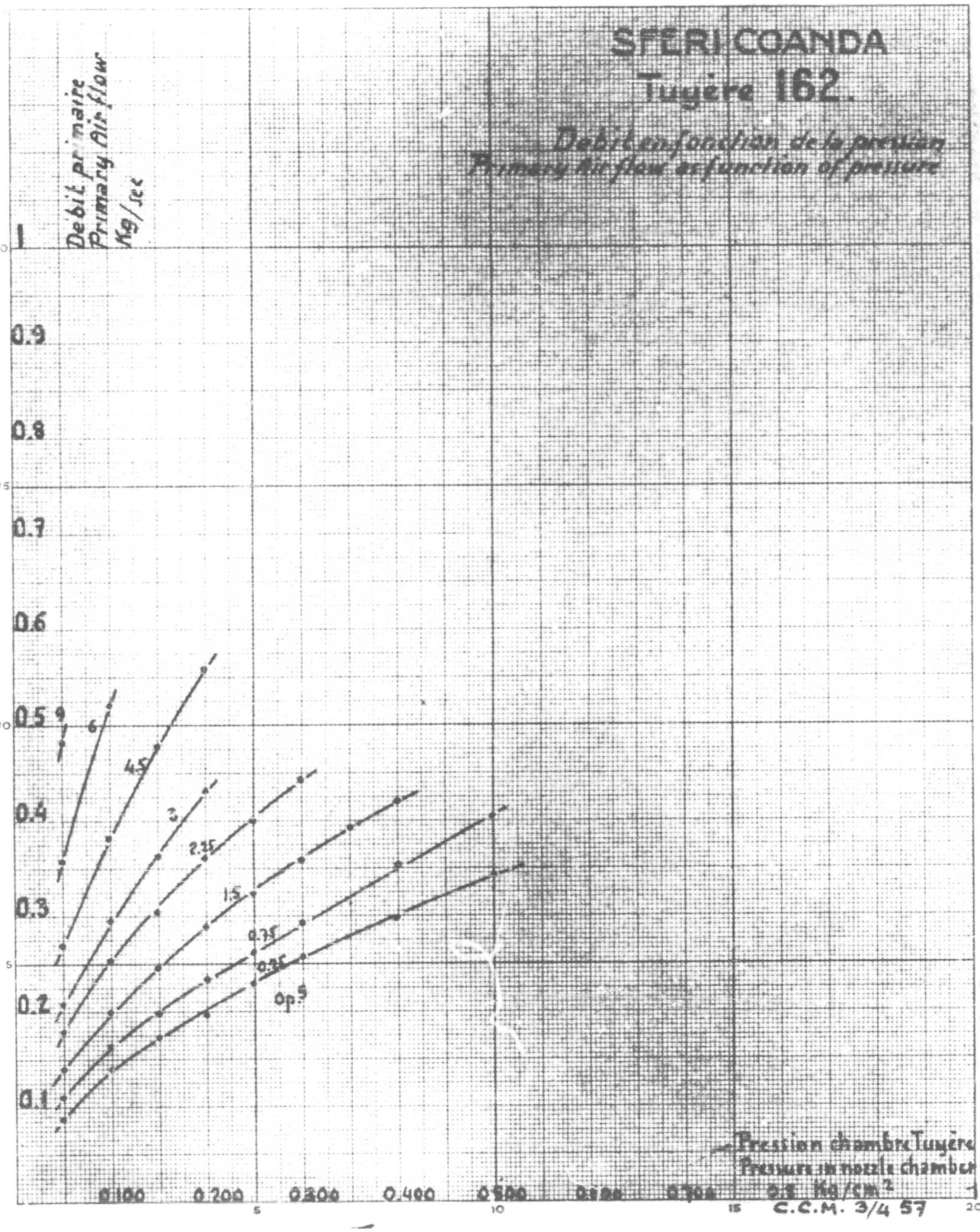


SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 162

OPENING BY PITCH mm	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	1,5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,05	0,1	0,15	0,2
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	12,6	12,7	13	12,7	13,3	13,5	13,4	13	12,9	14,1	12,9	14,5	14,6	14,7	13,9	13,3	15,3	15,4	15,3	15,7
TEMPERATURE EXIT °C	14	14,2	14,7	15	15	15,6	15,7	15,9	15,6	15,7	16	15,8	16,3	17,1	17,2	17,7	16,6	16,9	17,1	17,4
VELOCITY EXIT m/s	10	15,2	18	20,7	24,6	25,6	30,7	35,5	11,3	16,1	18	24	26,6	30,3	34	38,4	12,5	18	22,8	25,4
PRIMARY AIR kg/s	0,086	0,139	0,173	0,195	0,230	0,257	0,299	0,341	0,110	0,163	0,199	0,236	0,262	0,294	0,352	0,405	0,142	0,200	0,247	0,289
TOTAL AIR kg/s	0,930	1,420	1,660	1,905	2,280	2,360	2,830	3,270	1,045	1,490	1,650	2,200	2,450	2,760	3,100	3,500	1,145	1,645	2,000	2,370
AIR INDUCTION RATIO	10,8	10,2	9,6	9,8	9,9	9,2	9,5	9,6	9,5	9,1	8,3	9,3	9,3	9,4	8,8	8,6	8,1	8,2	8,4	8
TRACTION kg	0,900	2	3,1	4,1	5,205	6,305	8,410	10,335	1,1	2,3	3,5	4,7	5,905	7,205	9,518	12,045	1,400	2,800	4,300	5,890
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	14,8	15,1	15,4	15,7	16	16,4	16,6	10,7	17,1	17,2	17,3	17,4	17,4	17,5	17,7	17,6	17,8	18	18,1	18,2
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	83	82	82	81	81	80	79	78	77	77	77	77	77	76	76	76	75	74	73	72

OPENING BY PITCH mm	1,5	1,5	1,5	1,5	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	3	3	3	3	4,5	4,5	4,5	4,5	6	6
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,25	0,3	0,35	0,4	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,05	0,1	0,15	0,2	0,05	0,1	0,15	0,2	0,05	0,1
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	15,7	15,8	15	15,1	17	17	16,8	16	19,5	18,4	20,2	19,6	19,6	18,4	20,2	19,3	18,2	18,5	19,8	17,4
TEMPERATURE EXIT °C	17,2	17,8	18	18,5	18	17,5	18,1	18,5	20,9	21,2	20,1	20,1	20,7	20,6	20,1	20,2	20,8	20,7	20,8	20,8
VELOCITY EXIT m/s	29	33,2	33,9	35,4	14,9	20,1	25	26,8	33	32,7	15,6	22,5	28,7	31,4	18,2	24	28	32,8	19,2	24,5
PRIMARY AIR kg/s	0,324	0,360	0,394	0,420	0,179	0,252	0,304	0,362	0,400	0,446	0,208	0,296	0,366	0,436	0,270	0,382	0,488	0,568	0,359	0,522
TOTAL AIR kg/s	2,654	3,040	3,080	3,238	1,358	1,830	2,280	2,430	3	2,968	1,610	2,040	2,578	2,840	1,640	2,170	2,538	2,868	1,735	2,609
AIR INDUCTION RATIO	8,2	8,4	7,8	7,7	7,6	7,3	7,5	6,7	7,5	6,6	6,8	6,9	7	6,5	6,1	5,7	5,3	5,3	4,8	4,6
TRACTION kg	7,205	8,705	10,205	11,610	1,750	3,608	5,100	7	8,605	10,205	2	4,200	6,300	8,108	2,600	5,100	7,300	9,500	3	6,260
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	775	775	775	775	775	775	775	775	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773	773
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	18,4	18,6	18,4	18,8	19,2	19,2	19,2	19,2	21,5	21,6	21,6	21,6	21,7	21,8	21,9	21,9	22	22	22	22
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	72	71	70	70	69	68	68	68	58	58	57	57	57	56	55	54	54	53	53	52

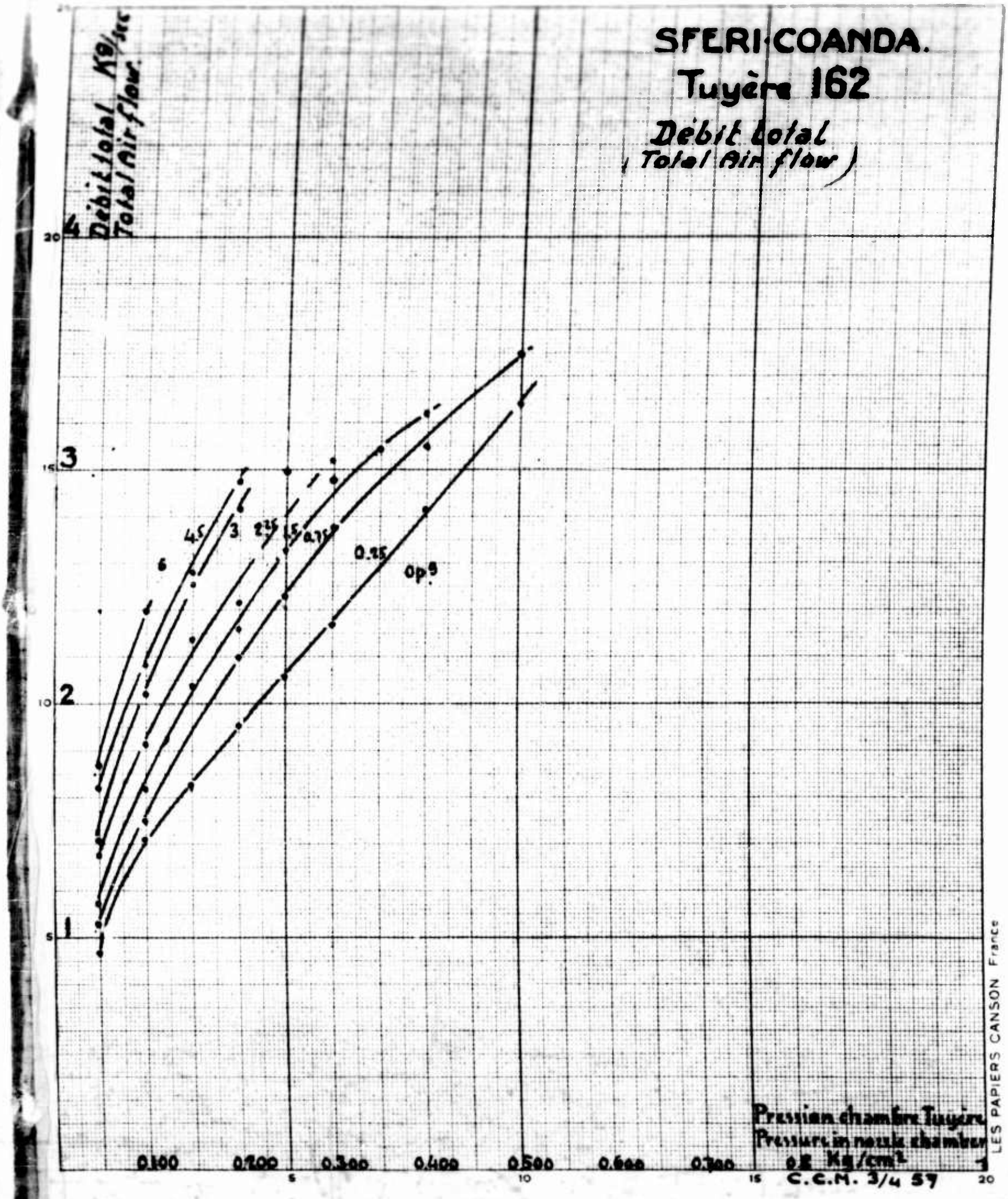
CCM 3/4 57


SFERI COANDA
Tuyère 162.
Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function of pressure
Débit primaire
Primary Air flow
Kg/sec
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
9
6
4.5
3
2.25
1.5
0.75
0.25
Op.S
0.100
0.200
0.300
0.400
0.500
0.600
0.700
0.8 Kg/cm²
Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
C.C.M. 3/4 57
LES PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA.

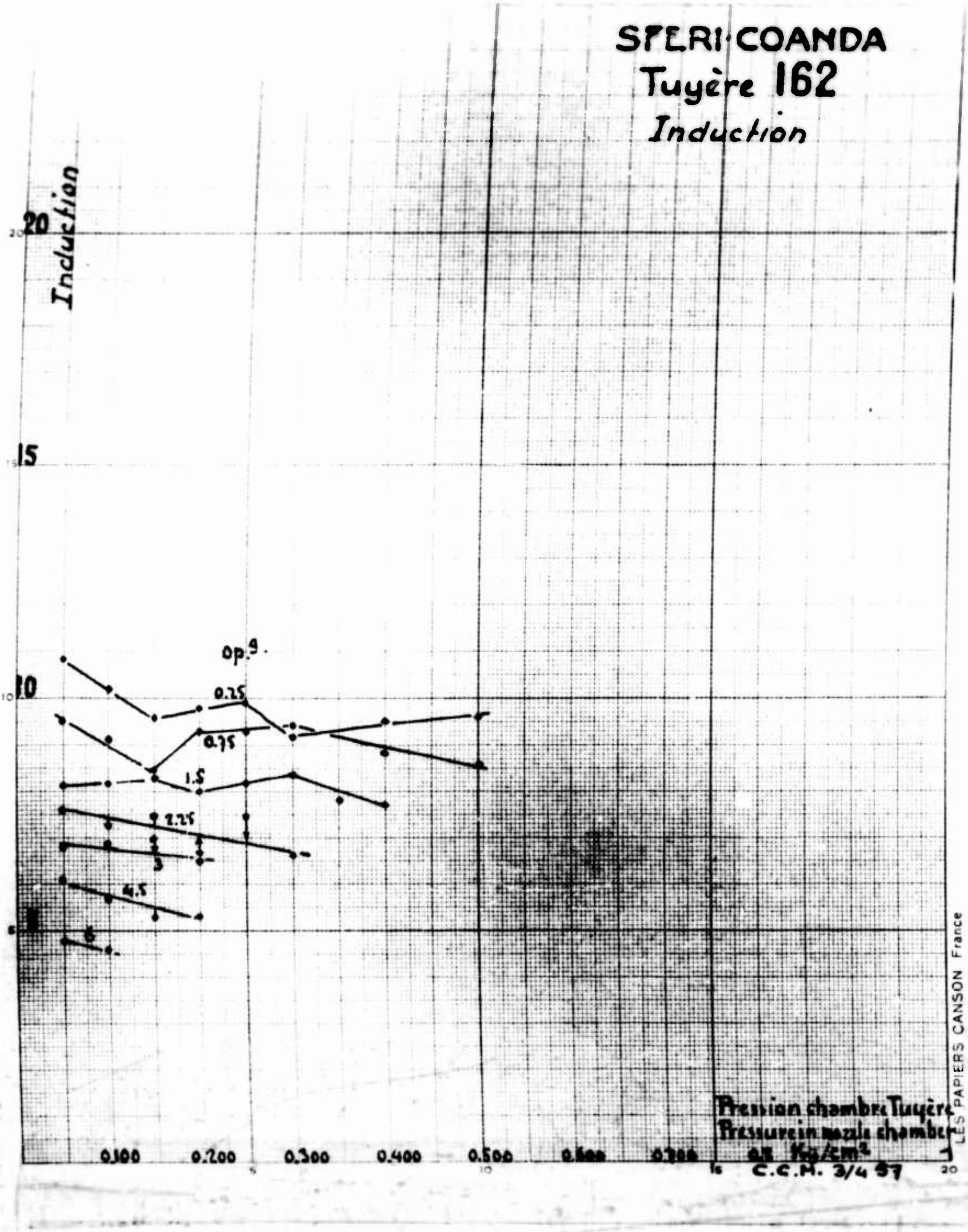
Tuyère 162

Débit total
(Total Air flow)



LES PAPIERS CANSON France
LES PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA
Tuyère 162
Induction



C.C.M. 3/4 57

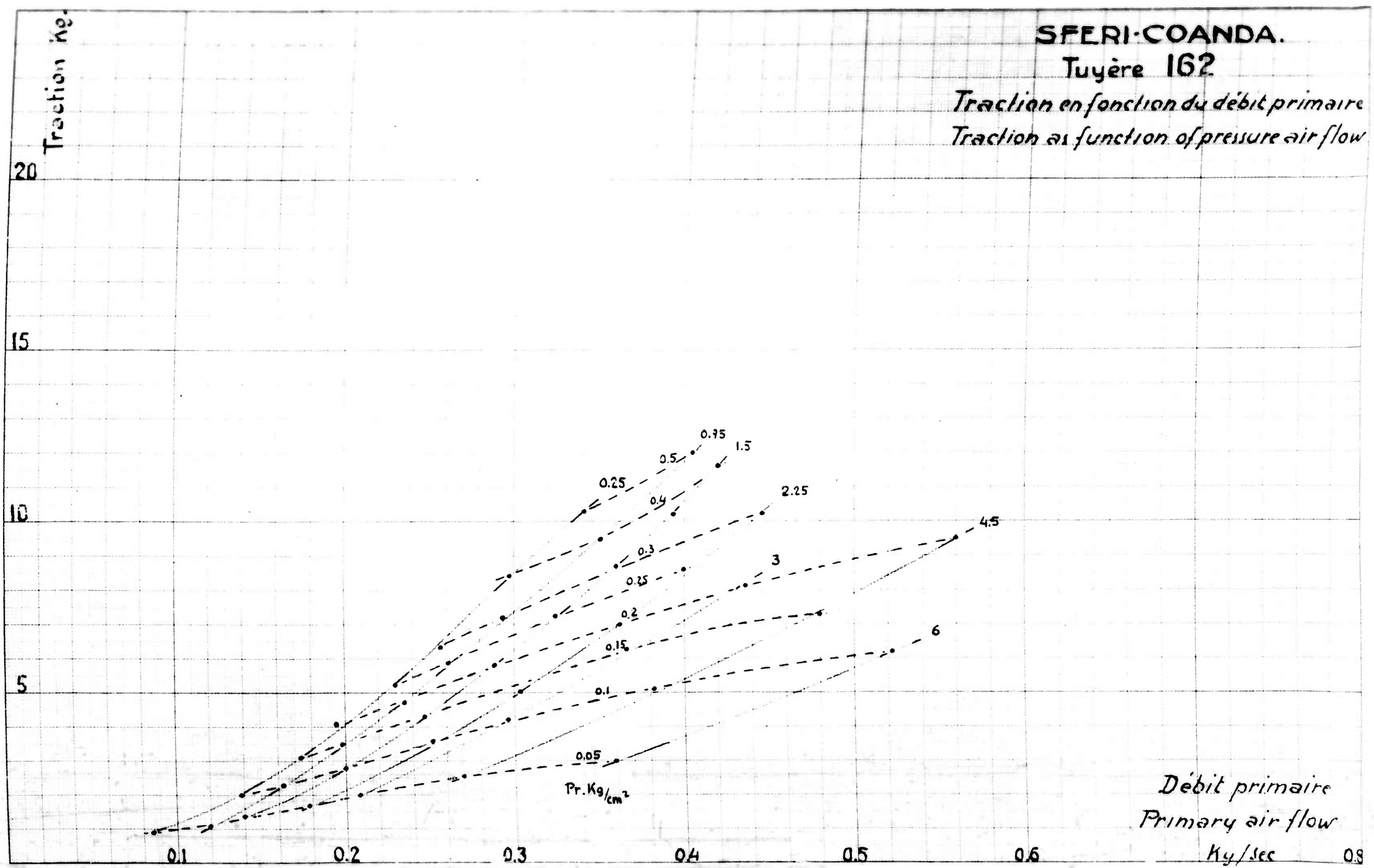
LES PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA.

Tuyère 162

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow



UNCLASSIFIED

AD 204074

Armed Services Technical Information Agency

ARLINGTON HALL STATION
ARLINGTON 12 VIRGINIA

FOR
MICRO-CARD
CONTROL ONLY

3 OF 5

NOTICE: WHEN GOVERNMENT OR OTHER DRAWINGS, SPECIFICATIONS OR OTHER DATA ARE USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN IN CONNECTION WITH A DEFINITELY RELATED GOVERNMENT PROCUREMENT OPERATION, THE U. S. GOVERNMENT THEREBY INCURS NO RESPONSIBILITY, NOR ANY OBLIGATION WHATSOEVER; AND THE FACT THAT THE GOVERNMENT MAY HAVE FORMULATED, FURNISHED, OR IN ANY WAY SUPPLIED THE SAID DRAWINGS, SPECIFICATIONS, OR OTHER DATA IS NOT TO BE REGARDED BY IMPLICATION OR OTHERWISE AS IN ANY MANNER LICENSING THE HOLDER OR ANY OTHER PERSON OR CORPORATION, OR CONVEYING ANY RIGHTS OR PERMISSION TO MANUFACTURE, USE OR SELL ANY PATENTED INVENTION THAT MAY IN ANY WAY BE RELATED THERETO.

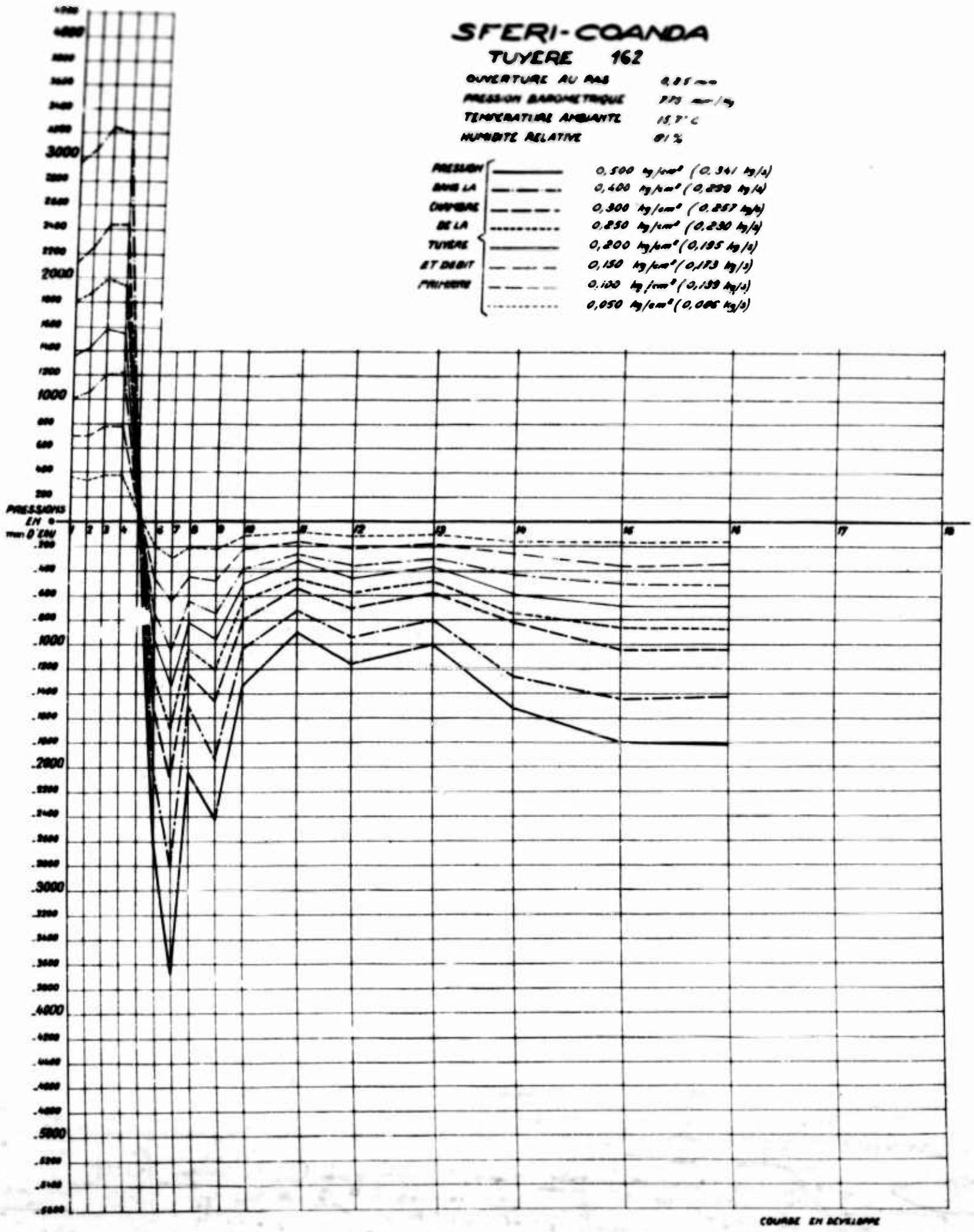
UNCLASSIFIED

SFERI-COANDA

TUYERE 162

OUVERTURE AU PAS	0,85 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	773 mm/Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	15,7°C
HUMIDITE RELATIVE	91 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRISE EN	———	0,500 kg/cm² (0,341 kg/s)
	— · — · —	0,400 kg/cm² (0,298 kg/s)
	— — — ·	0,300 kg/cm² (0,257 kg/s)
	· · · · · ·	0,250 kg/cm² (0,230 kg/s)
	———	0,200 kg/cm² (0,195 kg/s)
	— — —	0,150 kg/cm² (0,173 kg/s)
	— — — —	0,100 kg/cm² (0,139 kg/s)
	· · · · · ·	0,050 kg/cm² (0,085 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

SFERI-COANDA

TUYERE 162

OUVERTURE AU PAS 0,75 mm

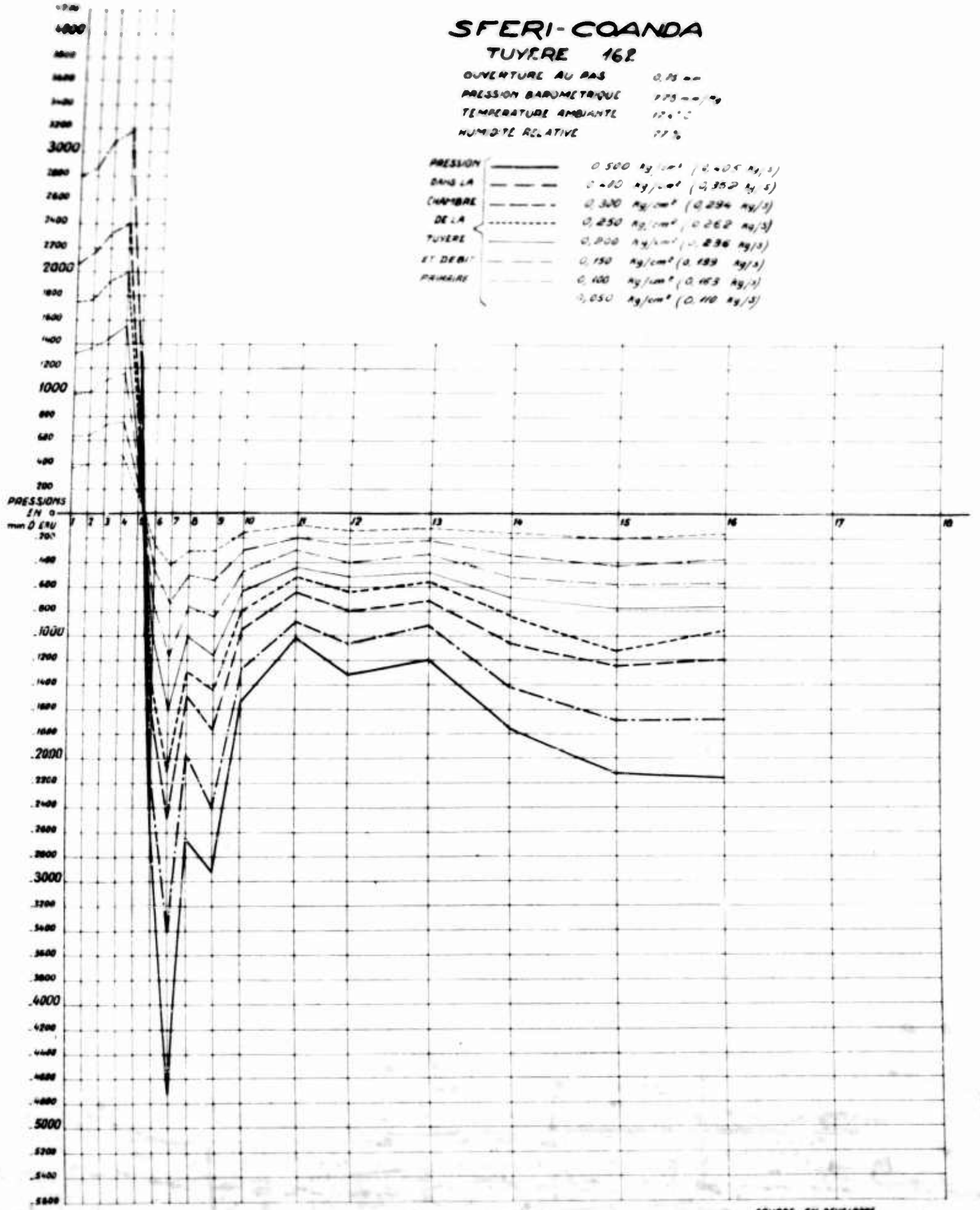
PRESSION BAROMETRIQUE 735 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 17,5 °C

HUMIDITE RELATIVE 77 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

0,500 kg/cm² (0,485 kg/s)
0,400 kg/cm² (0,352 kg/s)
0,300 kg/cm² (0,294 kg/s)
0,250 kg/cm² (0,262 kg/s)
0,200 kg/cm² (0,236 kg/s)
0,150 kg/cm² (0,199 kg/s)
0,100 kg/cm² (0,163 kg/s)
0,050 kg/cm² (0,110 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

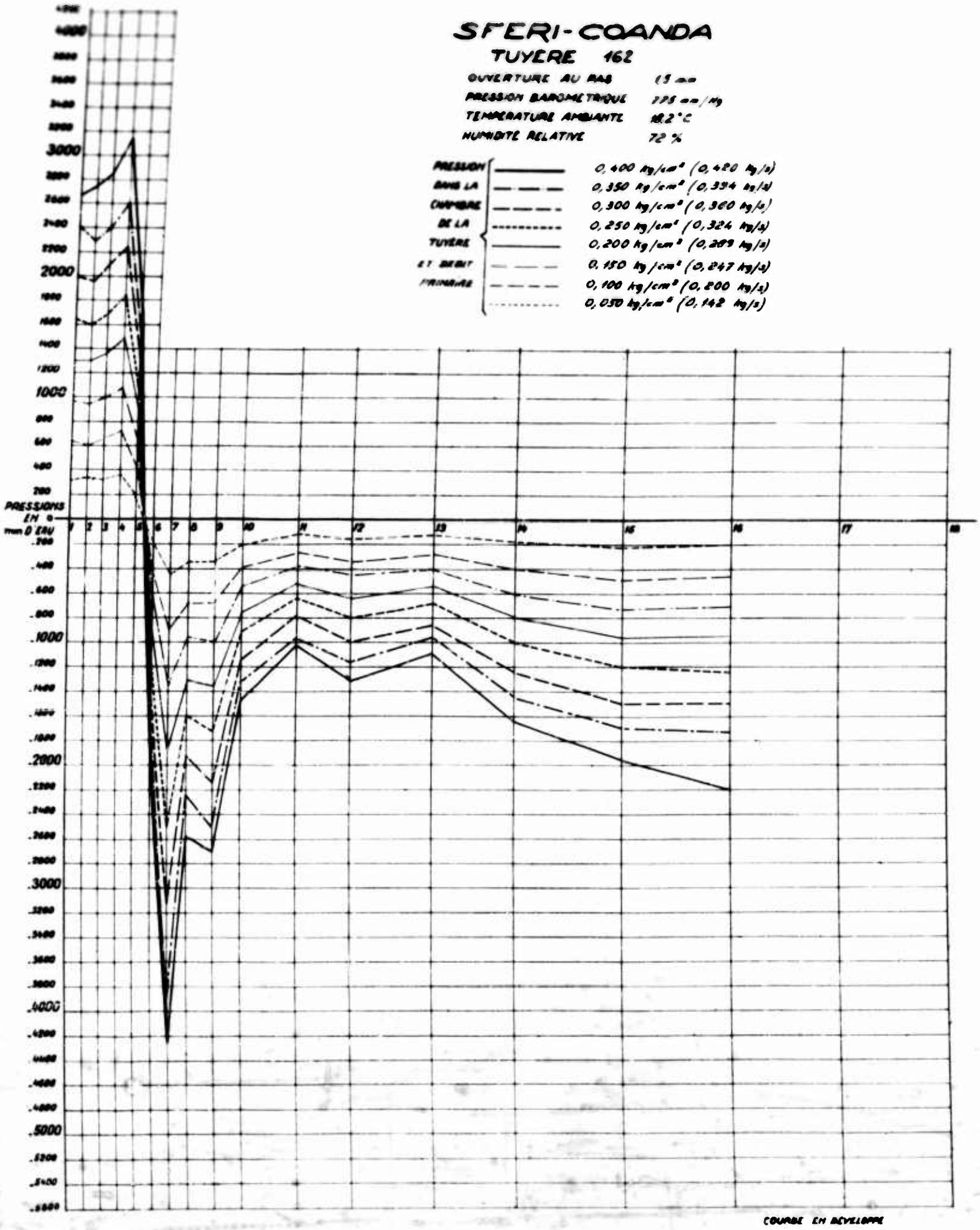
CCM 5/6 67

SFERI-COANDA

TUYERE 162

OUVERTURE AU RAS	13 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	775 mm/Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	18.2°C
HUMIDITE RELATIVE	72 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT FRONTAL	———	0,400 kg/cm² (0,420 kg/s)
	— — —	0,350 kg/cm² (0,334 kg/s)
	— — — —	0,300 kg/cm² (0,360 kg/s)
	----------	0,250 kg/cm² (0,324 kg/s)
	———	0,200 kg/cm² (0,269 kg/s)
	— — —	0,150 kg/cm² (0,247 kg/s)
	— — — —	0,100 kg/cm² (0,200 kg/s)
	----------	0,050 kg/cm² (0,142 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

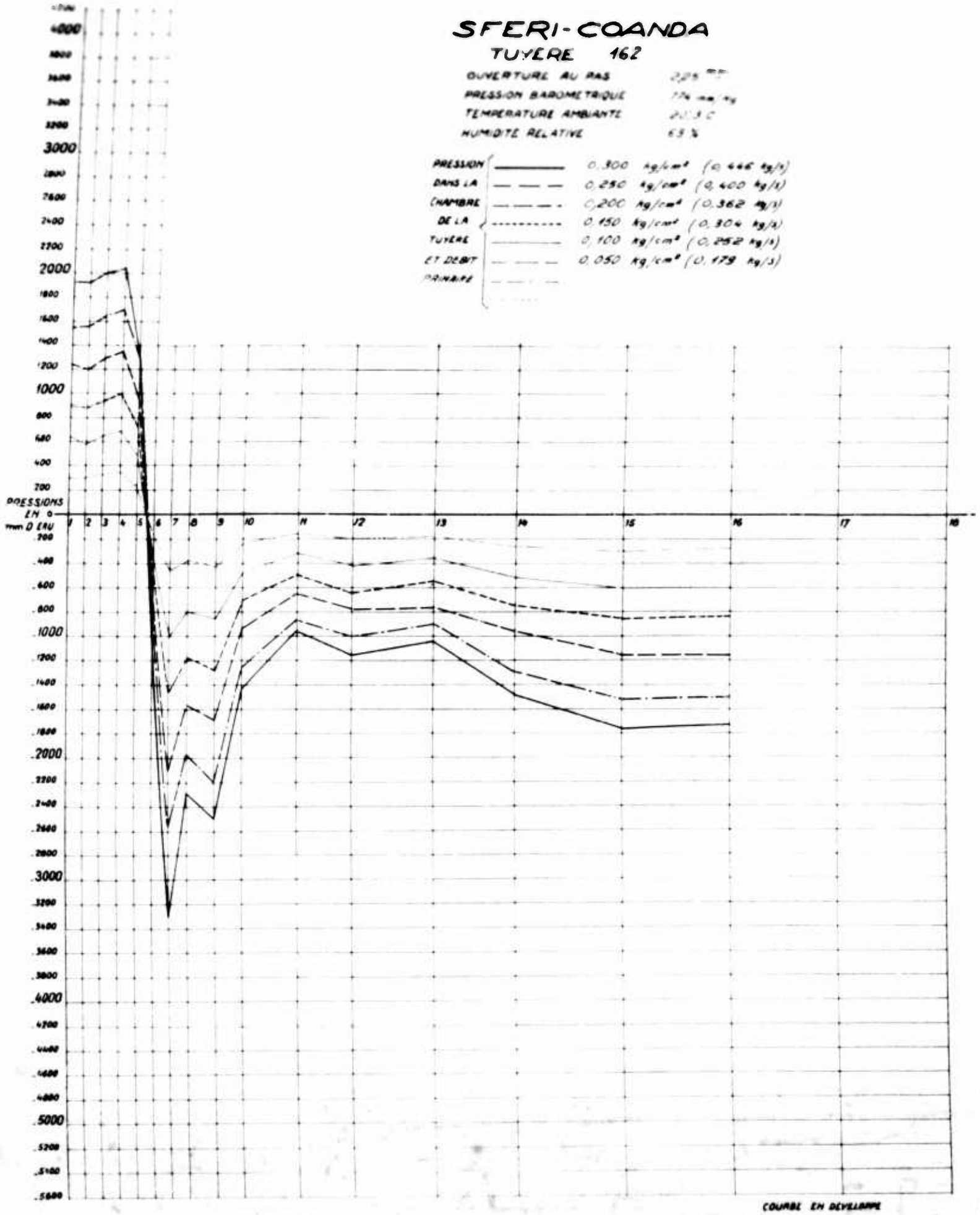
CCM 1/4 87

SFERI-COANDA

TUYERE 162

OUVERTURE AU RAS	2,25 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	774 mm Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	20,3 C
HUMIDITE RELATIVE	63 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	0,300 kg/cm² (0,446 kg/s)
	— — —	0,250 kg/cm² (0,400 kg/s)
	— — — ·	0,200 kg/cm² (0,362 kg/s)
	----------	0,150 kg/cm² (0,304 kg/s)
	———	0,100 kg/cm² (0,252 kg/s)
	— — —	0,050 kg/cm² (0,179 kg/s)
	— — — —	
	·····	



COURBE EN DEVELOPPE

CCM³/₄ ET

SFERI-COANDA

TUYERE 162

OUVERTURE AU GAS 3 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 713 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 21,7°C

HUMIDITE RELATIVE 51 %

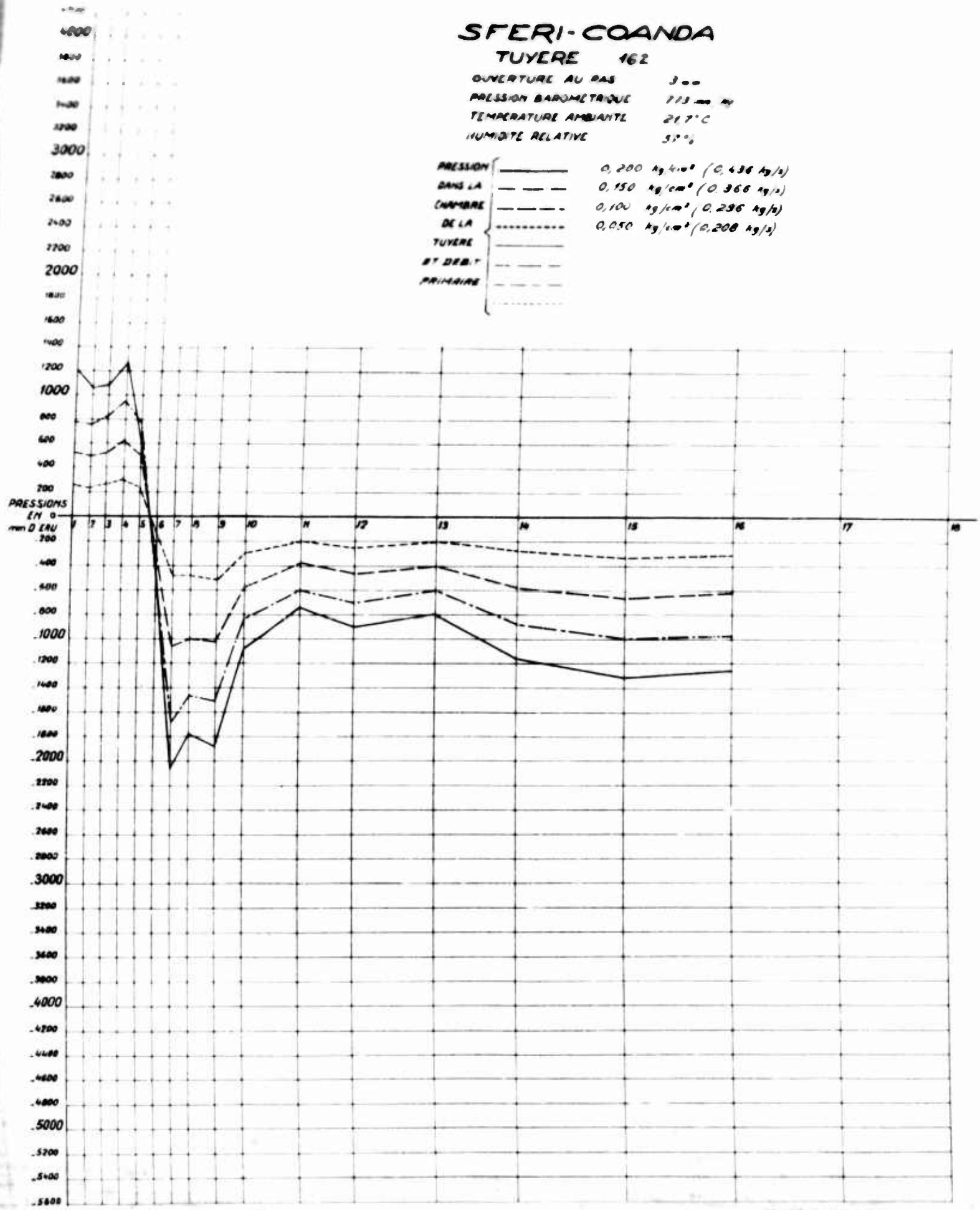
PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

——— 0,200 kg/cm² (0,436 kg/s)

— — — 0,150 kg/cm² (0,366 kg/s)

— — — - 0,100 kg/cm² (0,296 kg/s)

---------- 0,050 kg/cm² (0,208 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 87

SFERI-COANDA

TUYERE 162

OUVERTURE AU PAS 4,5 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 773 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 22° C

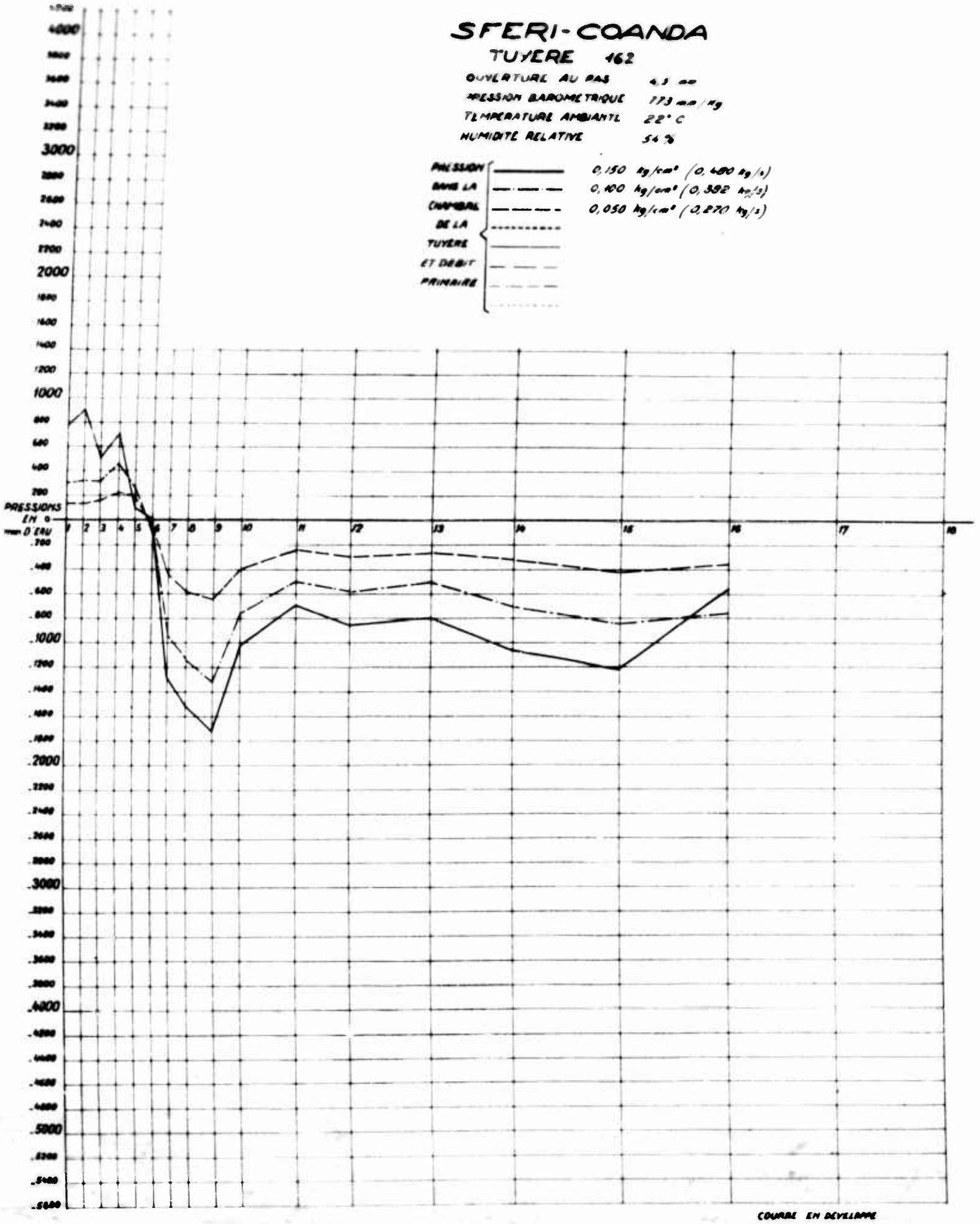
HUMIDITE RELATIVE 54 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

0,150 kg/cm² (0,480 kg/s)

0,100 kg/cm² (0,392 kg/s)

0,050 kg/cm² (0,270 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 3/4 07

SFERI-COANDA

TUYERE 162

OUVERTURE AU PAS 0 mm

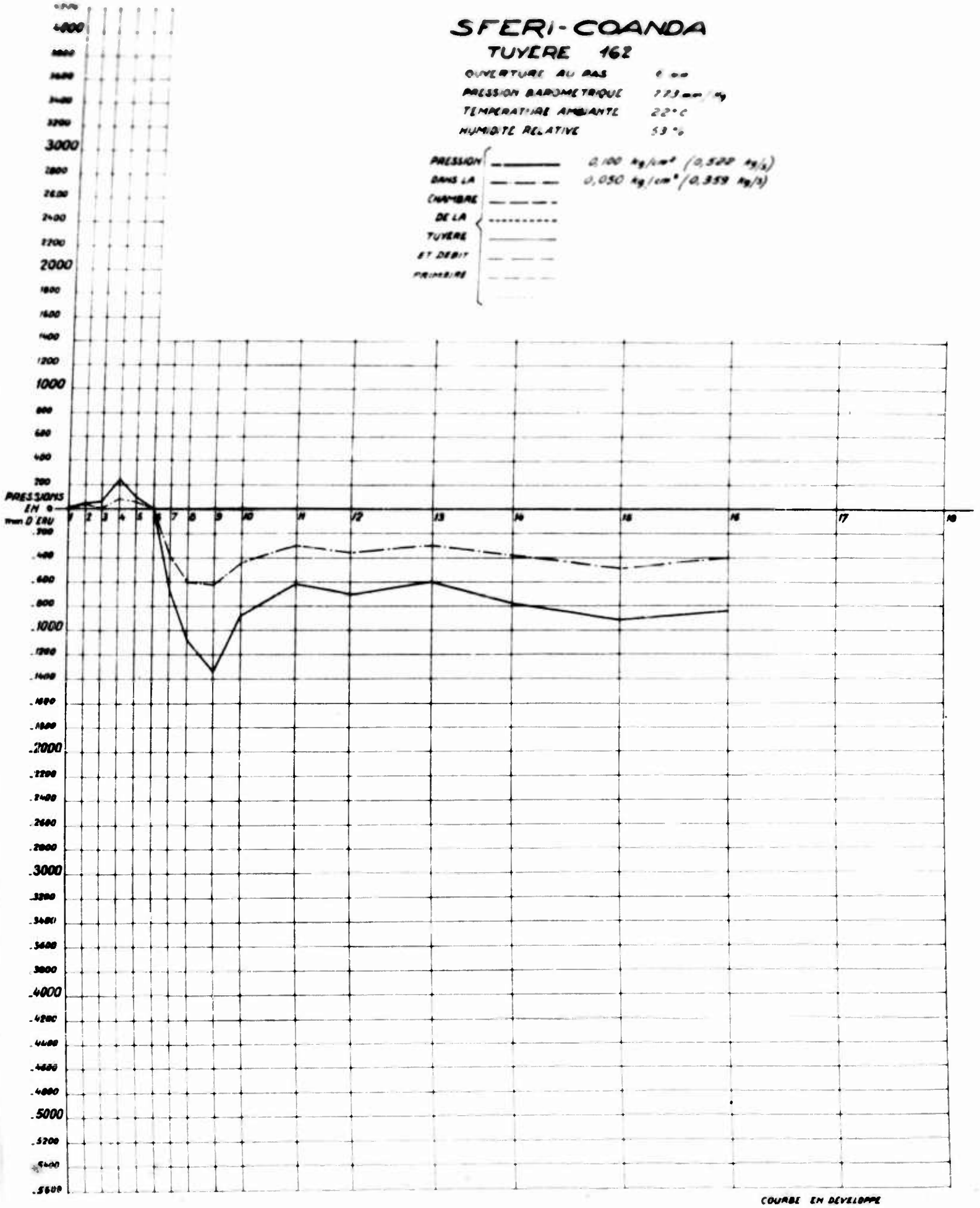
PRESSION BAROMETRIQUE 727 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 22° C

HUMIDITE RELATIVE 53 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE — 2,100 kg/cm² (0,529 kg/l)

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE — 0,050 kg/cm² (0,359 kg/l)



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 5/6 67

SFERI-COANDA

TUYERE 162

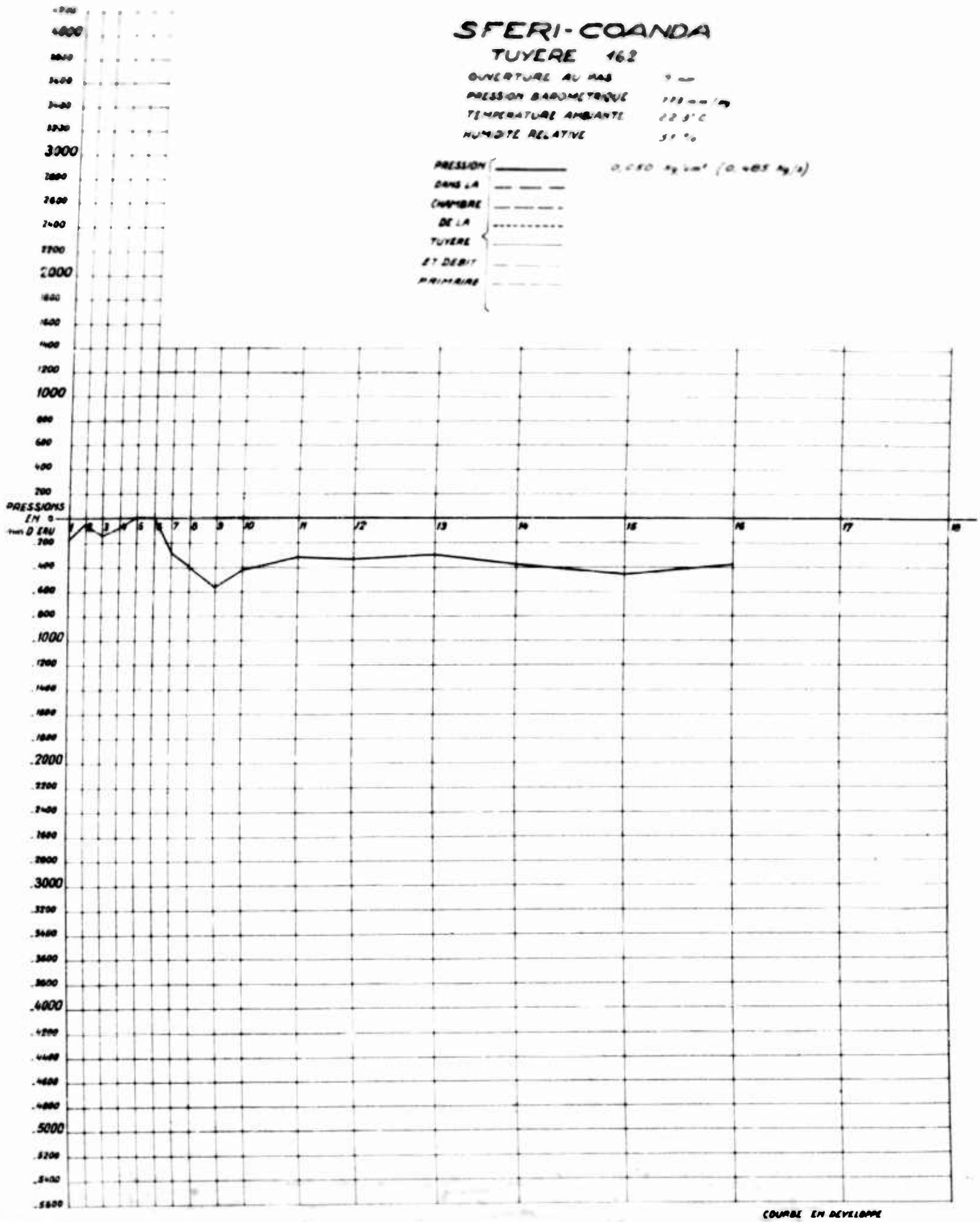
OUVERTURE AU MAS 9 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 718 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 22 9° C

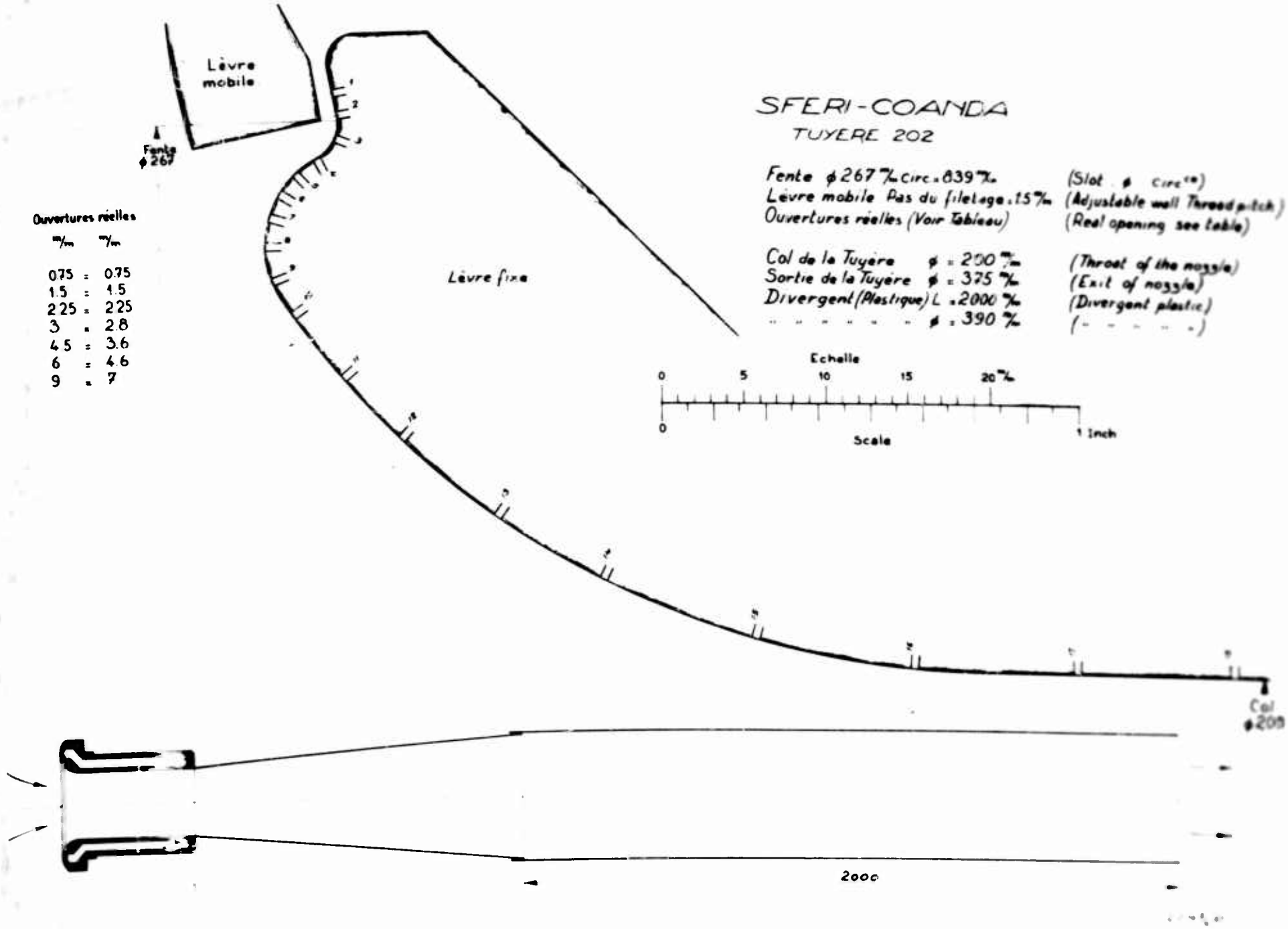
HUMIDITE RELATIVE 51 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE — 0,650 kg/cm² (0,685 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

CCM³/6 87



Ouvertures réelles

m/m		m/m
0.75	=	0.75
1.5	=	1.5
2.25	=	2.25
3	=	2.8
4.5	=	3.6
6	=	4.6
9	=	7

SFERI-COANDA

TUYERE 202

Fente ϕ 267 ‰ Circ. 839 ‰	(Slot ϕ Circ.)
Lèvre mobile Pas du filetage 1.5 ‰	(Adjustable wall Thread pitch)
Ouvertures réelles (Voir Tableau)	(Real opening see table)
Col de la Tuyère ϕ = 200 ‰	(Throat of the nozzle)
Sortie de la Tuyère ϕ = 375 ‰	(Exit of nozzle)
Divergent (Plastique) L = 2000 ‰	(Divergent plastic)
" " " " " " ϕ = 390 ‰	(" " " " ")

Echelle

0 5 10 15 20 ‰

0 Scale 1 Inch

SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 202

OPENING BY PITCH mm	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	17,7	17,7	17,7	17,5	17,1	17,4	16,5	17,2	16,5	16,9	17,1	16,8	16,6	17,7	16,6	15,8	16,6
TEMPERATURE EXIT °C	16,9	16,9	16,9	16,7	17	16,7	17,3	16,4	17,2	16,7	17,2	17,3	17,5	17,3	17,7	17,6	17,6
VELOCITY EXIT m/s	6,75	10	10,8	14,5	15,6	17,1	18,9	21,9	24,9	10,6	14	17	19,8	22,3	24,2	27,4	29,2
PRIMARY AIR kg/s	0,078	0,116	0,157	0,183	0,205	0,225	0,255	0,280	0,356	0,146	0,204	0,246	0,288	0,330	0,367	0,410	0,448
TOTAL AIR kg/s	0,980	1,452	1,567	2,100	2,260	2,480	2,740	3,180	3,620	1,545	2,040	2,480	2,870	3,230	3,510	3,920	4,240
AIR INDUCTION RATIO	12,5	12,5	10	11,5	11	11	10,8	11,3	10,2	10,6	10	10,1	9,9	9,8	9,6	9,6	9,5
TRACTION kg	0,600	1,300	1,900	2,500	3,105	3,805	5,010	6,215	7,825	1,200	2,600	4	5,060	6,805	7,305	8,805	10,410
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	775	775	776	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	17,2	17,2	17,3	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18	18	18,1	18
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	79	79	79	78	78	78	77	76	75	75	75	75	75	75	75	74	74

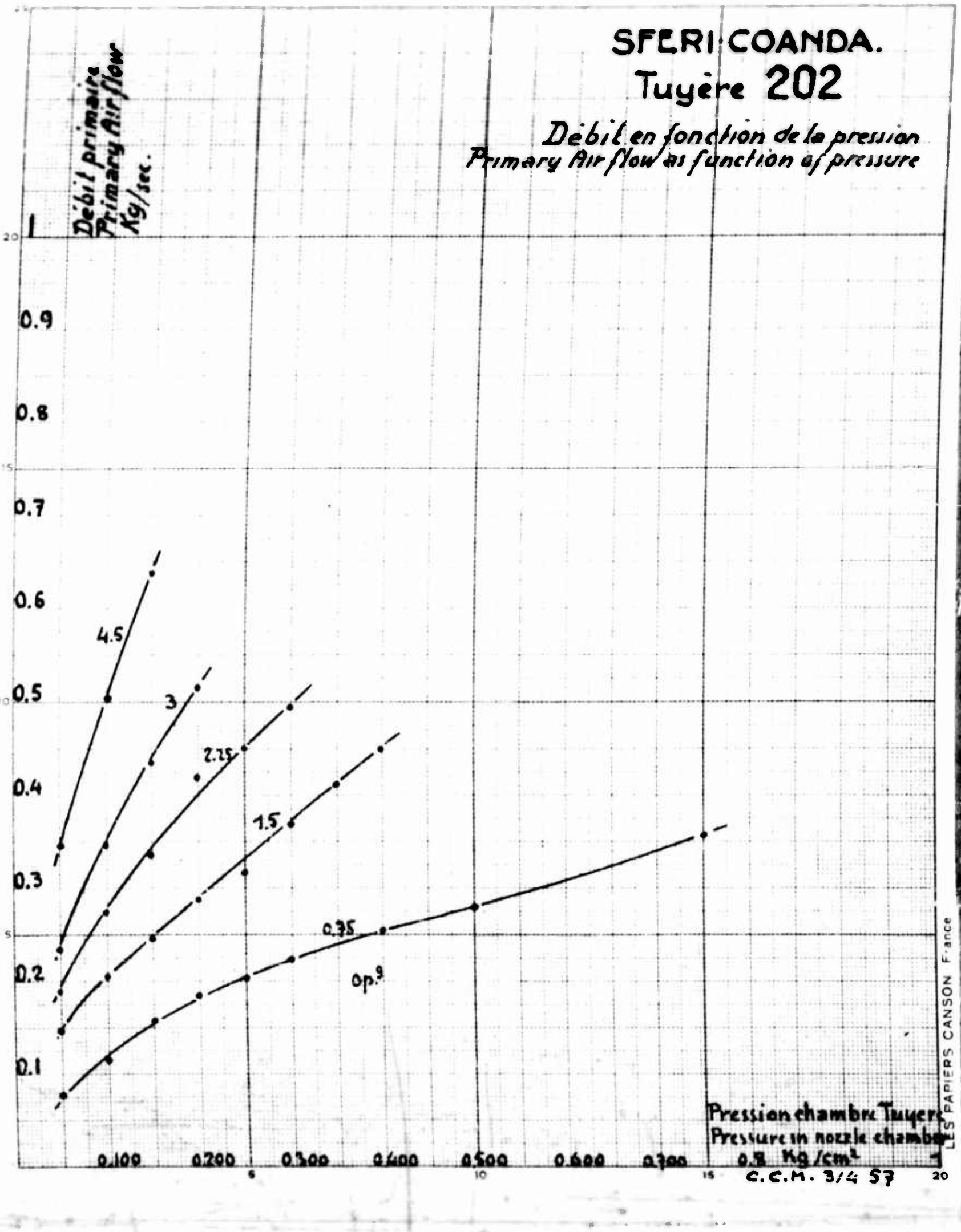
OPENING BY PITCH mm	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	3	3	3	3	4,5	4,5	4,5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,05	0,1	0,15	0,2	0,05	0,1	0,15
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	16,9	16,8	16,3	19,4	19,4	14,8	17,1	17,1	16,4	16,9	17,3	15,1	14,9
TEMPERATURE EXIT °C	16,8	17,6	17,6	17,9	17,6	17,6	17,4	17,3	17,5	17,5	17,7	17,5	17,1
VELOCITY EXIT m/s	11,5	16,2	19,7	22,4	26,5	30,2	12,7	17,9	23,4	27,2	15,9	22,4	28,2
PRIMARY AIR kg/s	0,189	0,273	0,336	0,420	0,450	0,495	0,257	0,348	0,435	0,515	0,345	0,502	0,638
TOTAL AIR kg/s	1,680	2,350	2,860	3,240	3,840	4,400	1,850	2,600	3,400	3,840	2,305	3,250	4,080
AIR INDUCTION RATIO	8,8	8,6	8,5	7,7	8,5	8,9	7,8	7,5	7,8	7,6	6,7	6,5	6,4
TRACTION kg	1,6	3,4	5,2	7,2	9,205	11,205	2	4,4	7,2	9,6	3	6,8	9,8
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	18	18	18	18	18	18,2	18,3	18,3	18,3	18,2	18,2	18,3	18,2
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	74	74	73	73	73	72	72	72	72	72	73	74	74

CCM 3/4 57

SFERI-COANDA.

Tuyère 202

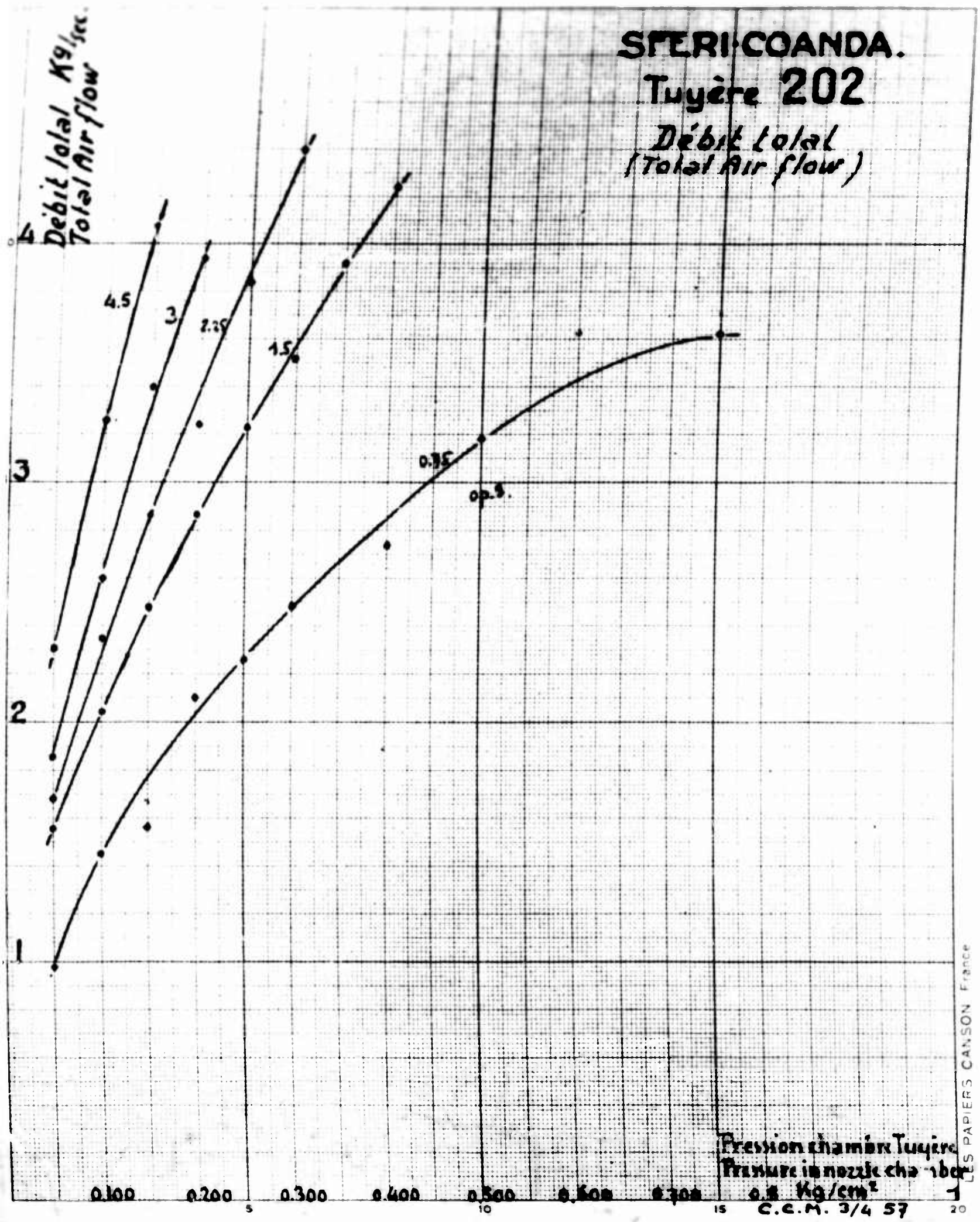
Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function of pressure



SFERI-COANDA.

Tuyère 202

Débit total
(Total Air flow)

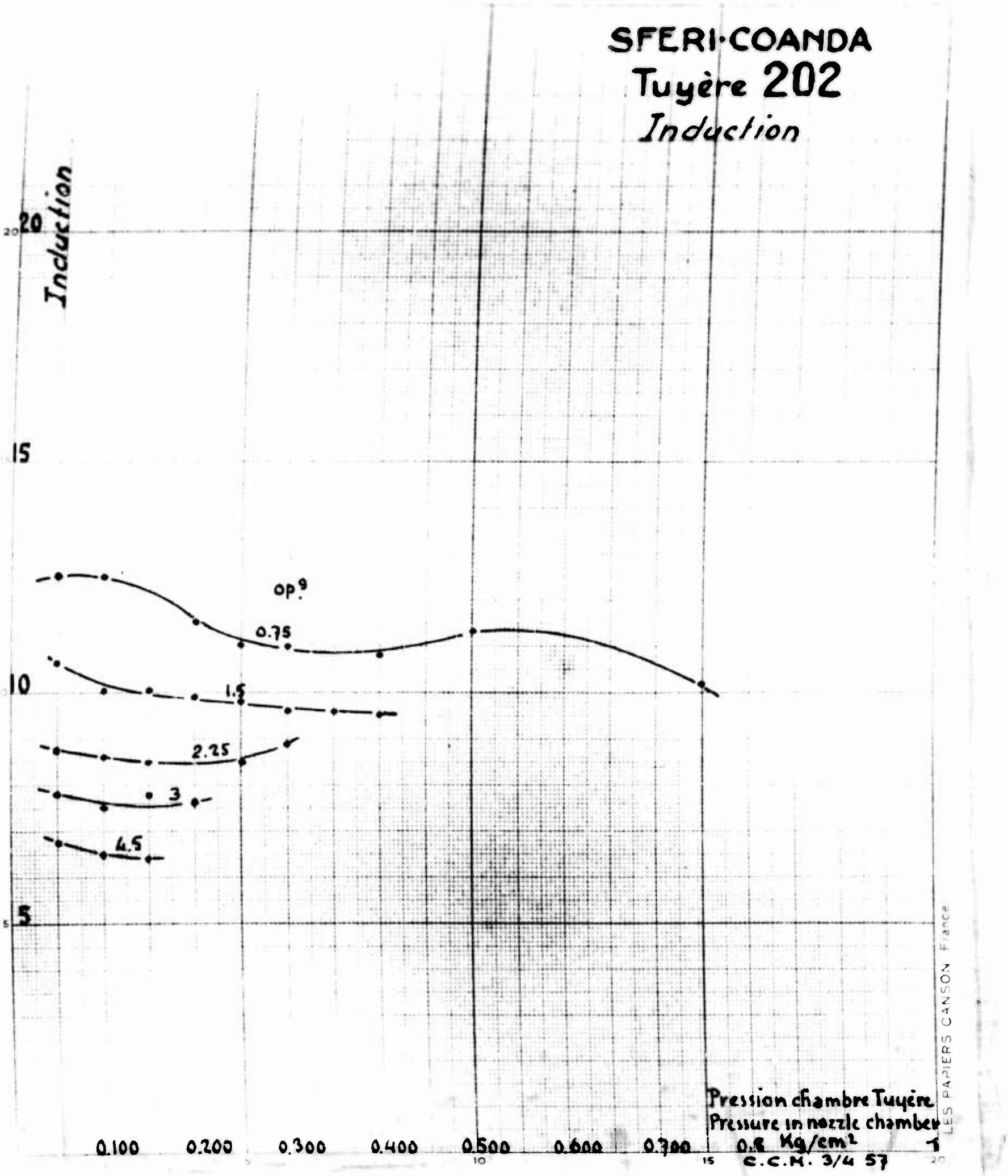


LES PAPIERS CANSON France

SFERI·COANDA

Tuyère 202

Induction

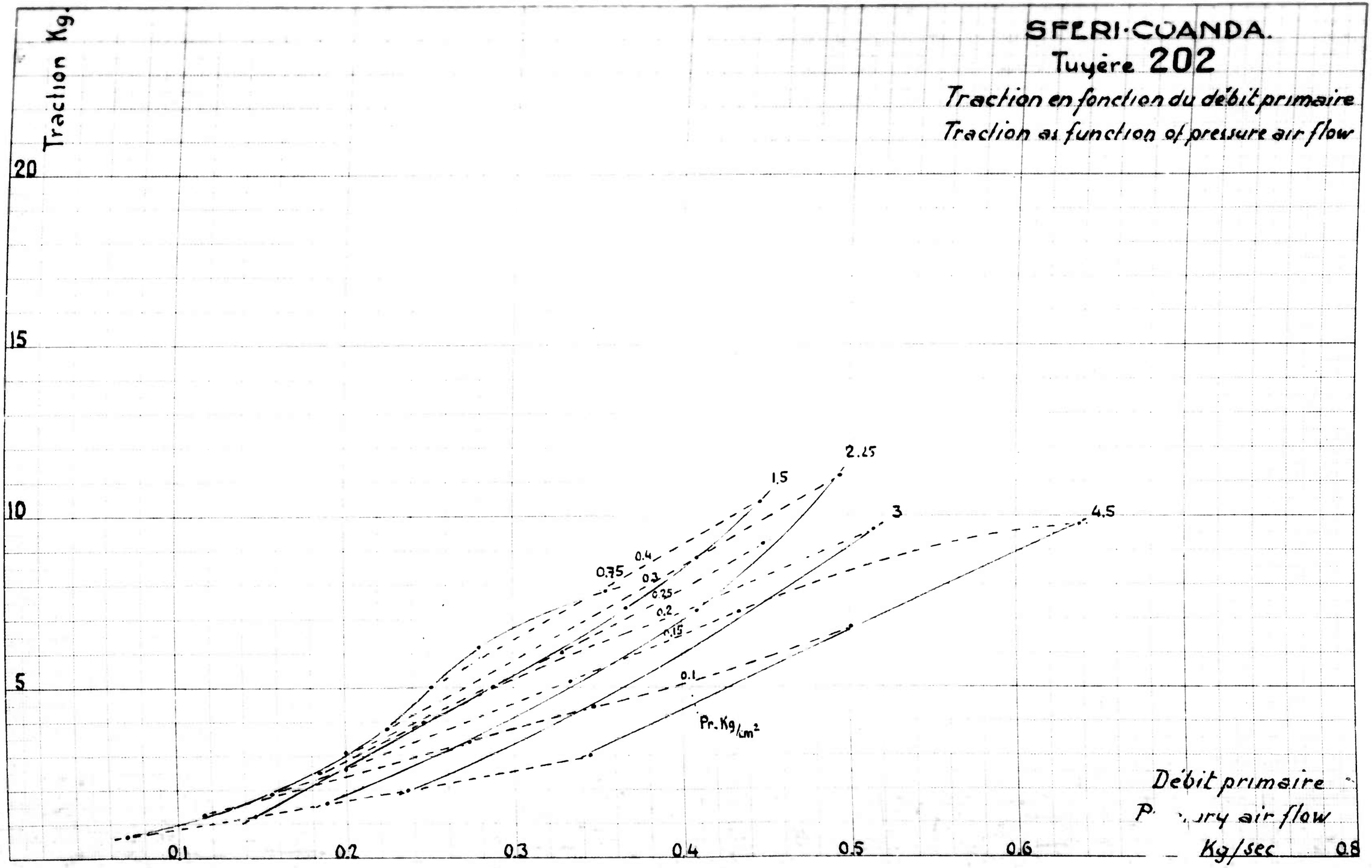


SFERI-CUANDA.

Tuyère 202

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE 202

OUVERTURE AU PAS 0,75 mm

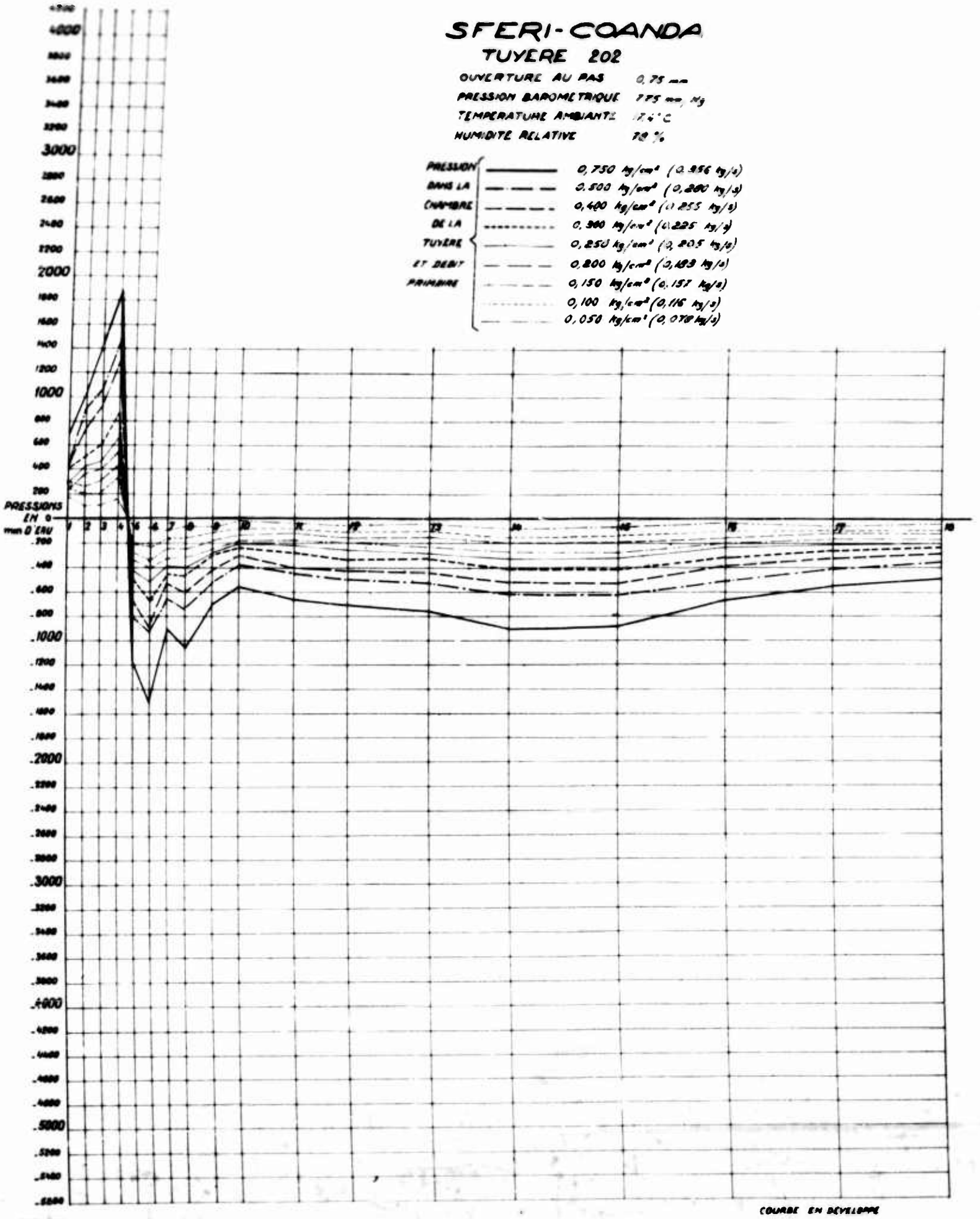
PRESSION BAROMETRIQUE 775 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 17,4°C

HUMIDITE RELATIVE 70 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

- 0,750 kg/cm² (0,956 kg/s)
- 0,500 kg/cm² (0,800 kg/s)
- 0,400 kg/cm² (0,255 kg/s)
- 0,300 kg/cm² (0,225 kg/s)
- 0,250 kg/cm² (0,205 kg/s)
- 0,200 kg/cm² (0,183 kg/s)
- 0,150 kg/cm² (0,157 kg/s)
- 0,100 kg/cm² (0,116 kg/s)
- 0,050 kg/cm² (0,078 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

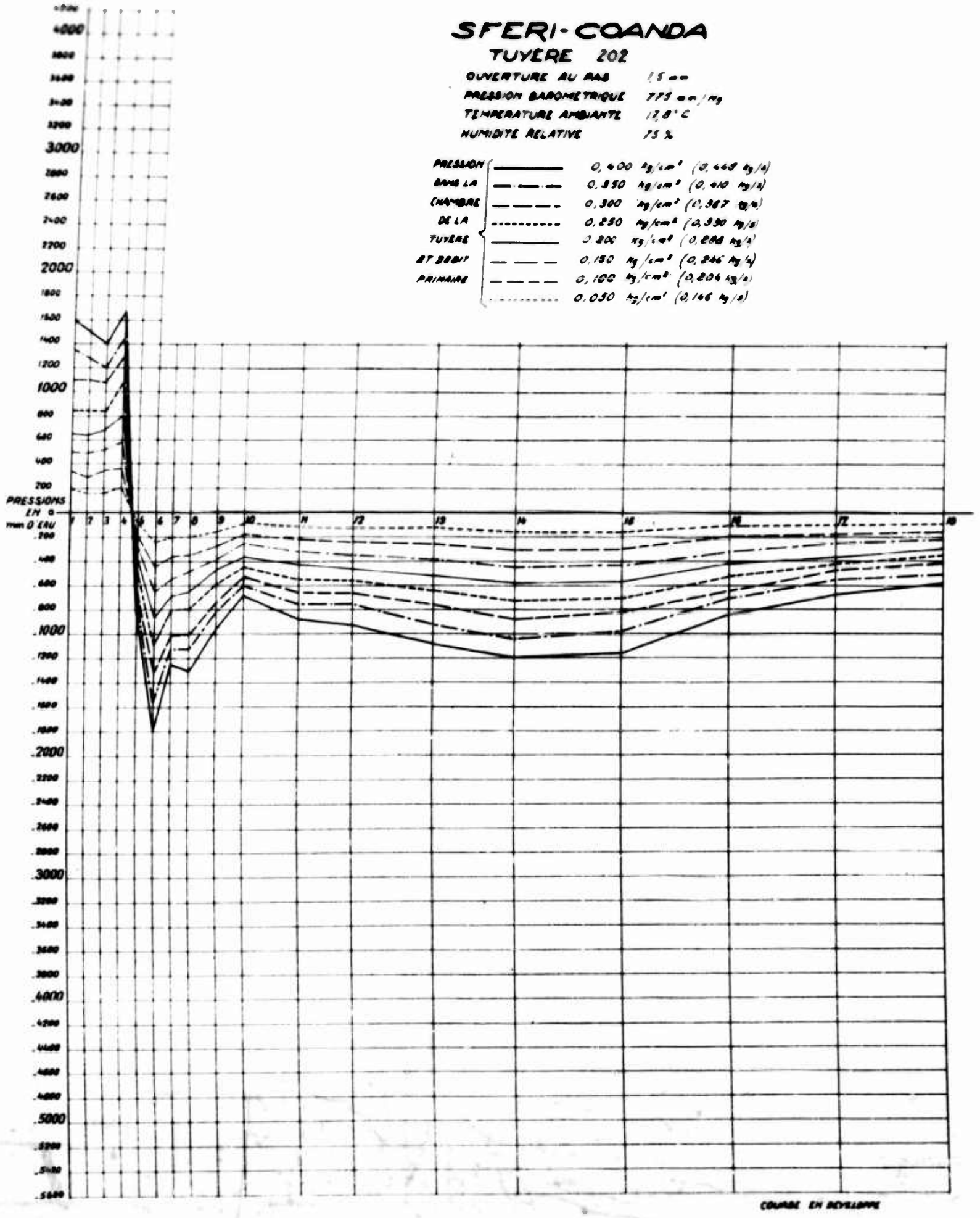
ctm 1/6 07

SFERI-COANDA

TUYERE 202

OUVERTURE AU RAS	1,5 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	775 mm/Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	12,6° C
HUMIDITE RELATIVE	75 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	0,400 kg/cm² (0,468 kg/s)
	— · — · —	0,350 kg/cm² (0,410 kg/s)
	— — — —	0,300 kg/cm² (0,367 kg/s)
	· · · · · · · · ·	0,250 kg/cm² (0,330 kg/s)
	———	0,200 kg/cm² (0,288 kg/s)
	— — —	0,150 kg/cm² (0,246 kg/s)
	— — — —	0,100 kg/cm² (0,204 kg/s)
	· · · · · · · · ·	0,050 kg/cm² (0,146 kg/s)



COURBE EN REVELOPPE

CCM 5/6 67

SFERI-COANDA

TUYERE 202

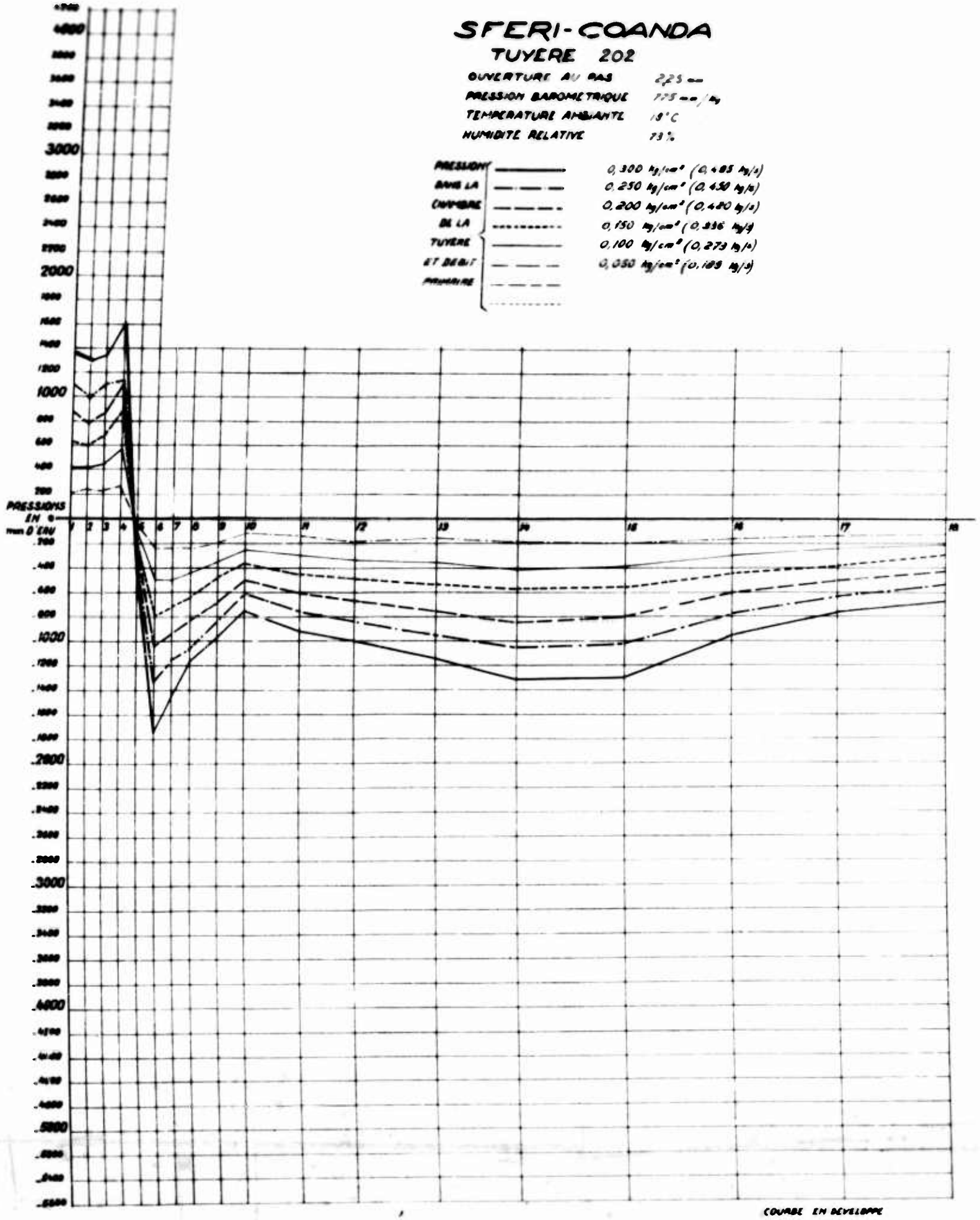
OUVERTURE AU GAS 2,25 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 775 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 19°C

HUMIDITE RELATIVE 73 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	0,300 kg/cm² (0,405 kg/s)
	— — —	0,250 kg/cm² (0,450 kg/s)
	— — — —	0,200 kg/cm² (0,480 kg/s)
	----------	0,150 kg/cm² (0,336 kg/s)
	———	0,100 kg/cm² (0,273 kg/s)
	— — —	0,050 kg/cm² (0,189 kg/s)
	— — — —	



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 1/07

SFERI-COANDA

TUYERE 202

OUVERTURE AU RAS 3 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 775 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18,5°C

HUMIDITE RELATIVE 72 %

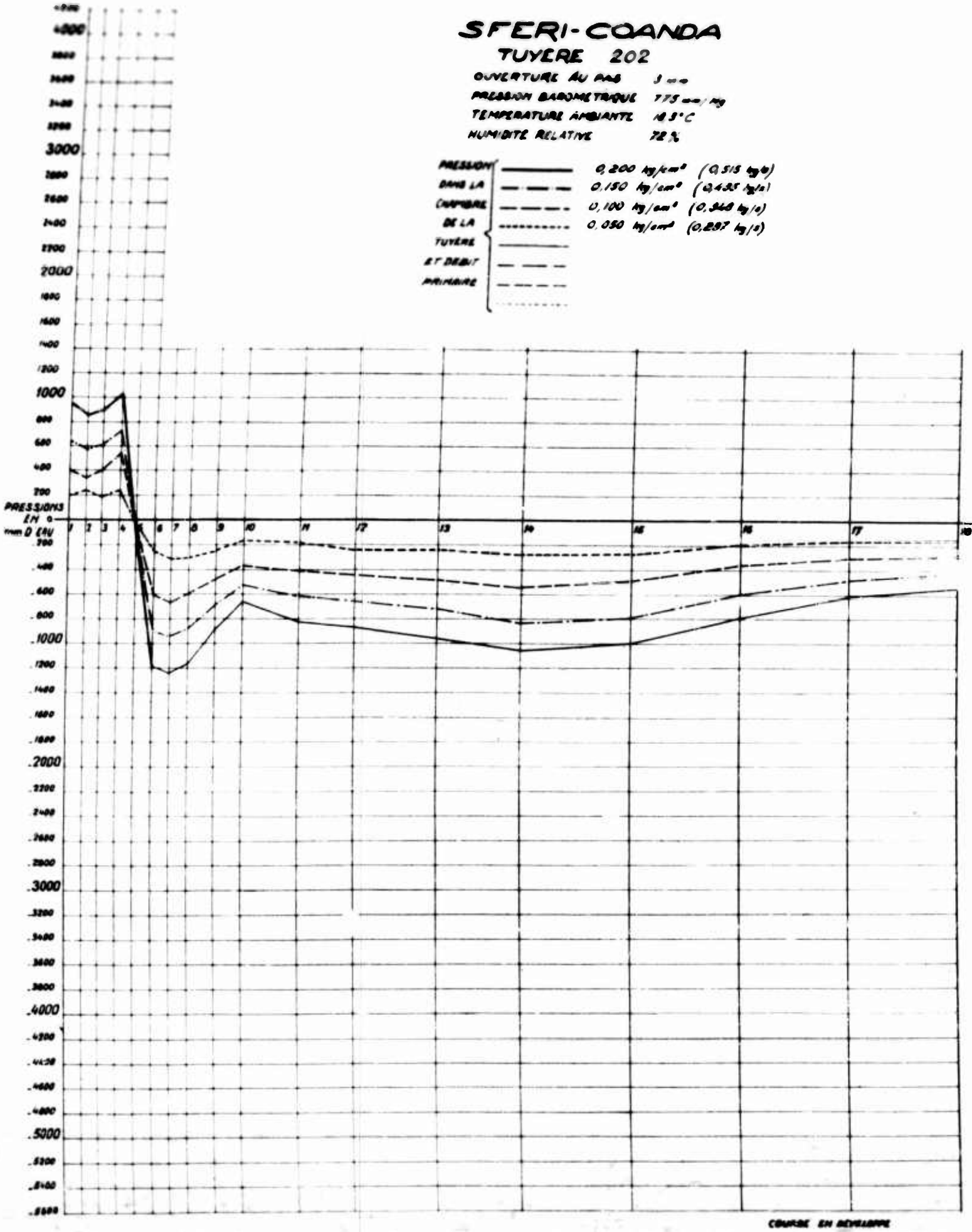
PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

0,200 kg/cm² (0,515 kg/s)

0,150 kg/cm² (0,435 kg/s)

0,100 kg/cm² (0,360 kg/s)

0,050 kg/cm² (0,297 kg/s)



CCM 3/4 67

SFERI-COANDA

TUYERE 202

OUVERTURE AU RAS 4,5 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 775 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18,3°C

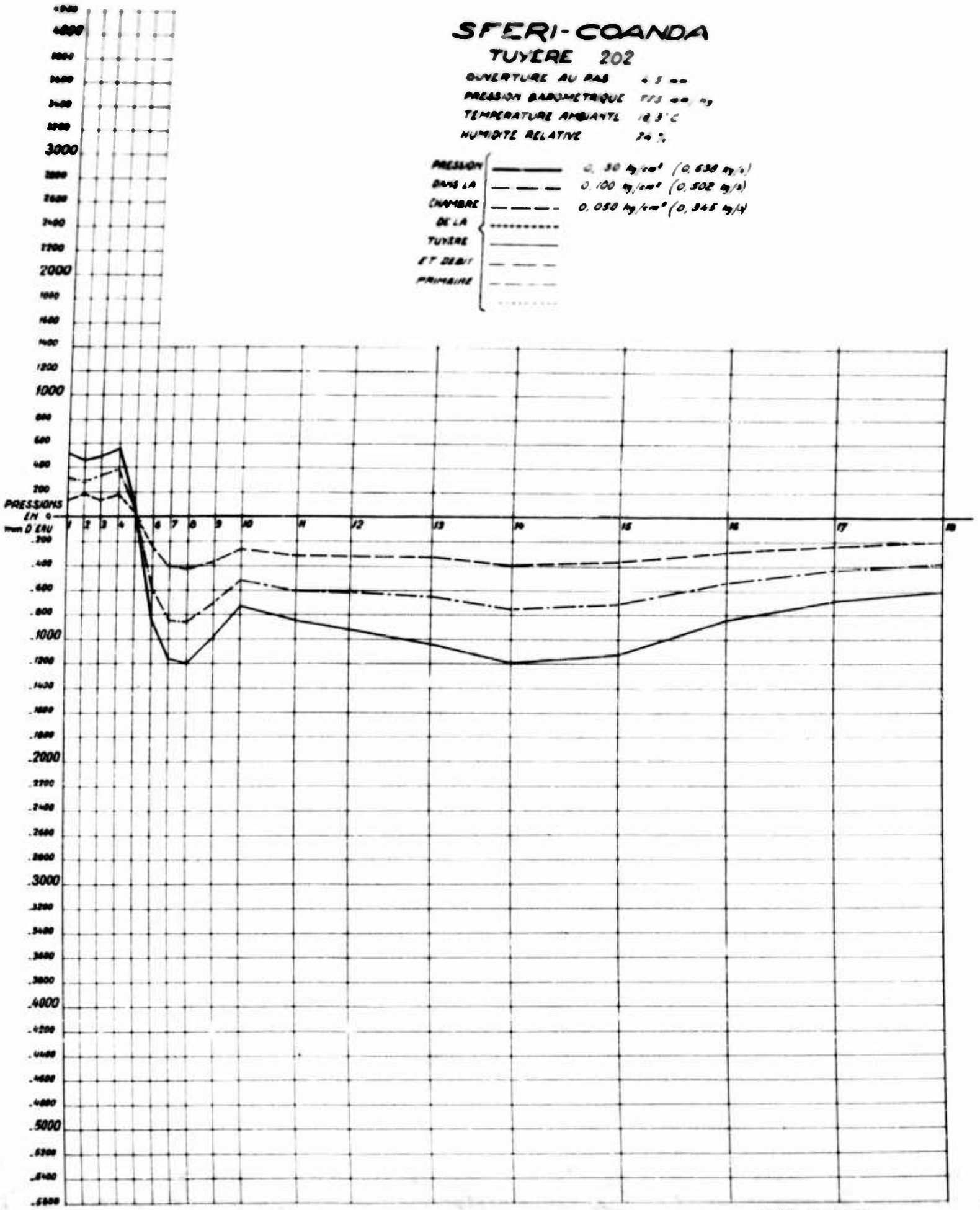
HUMIDITE RELATIVE 74 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

——— 0,30 kg/cm² (0,630 kg/l)

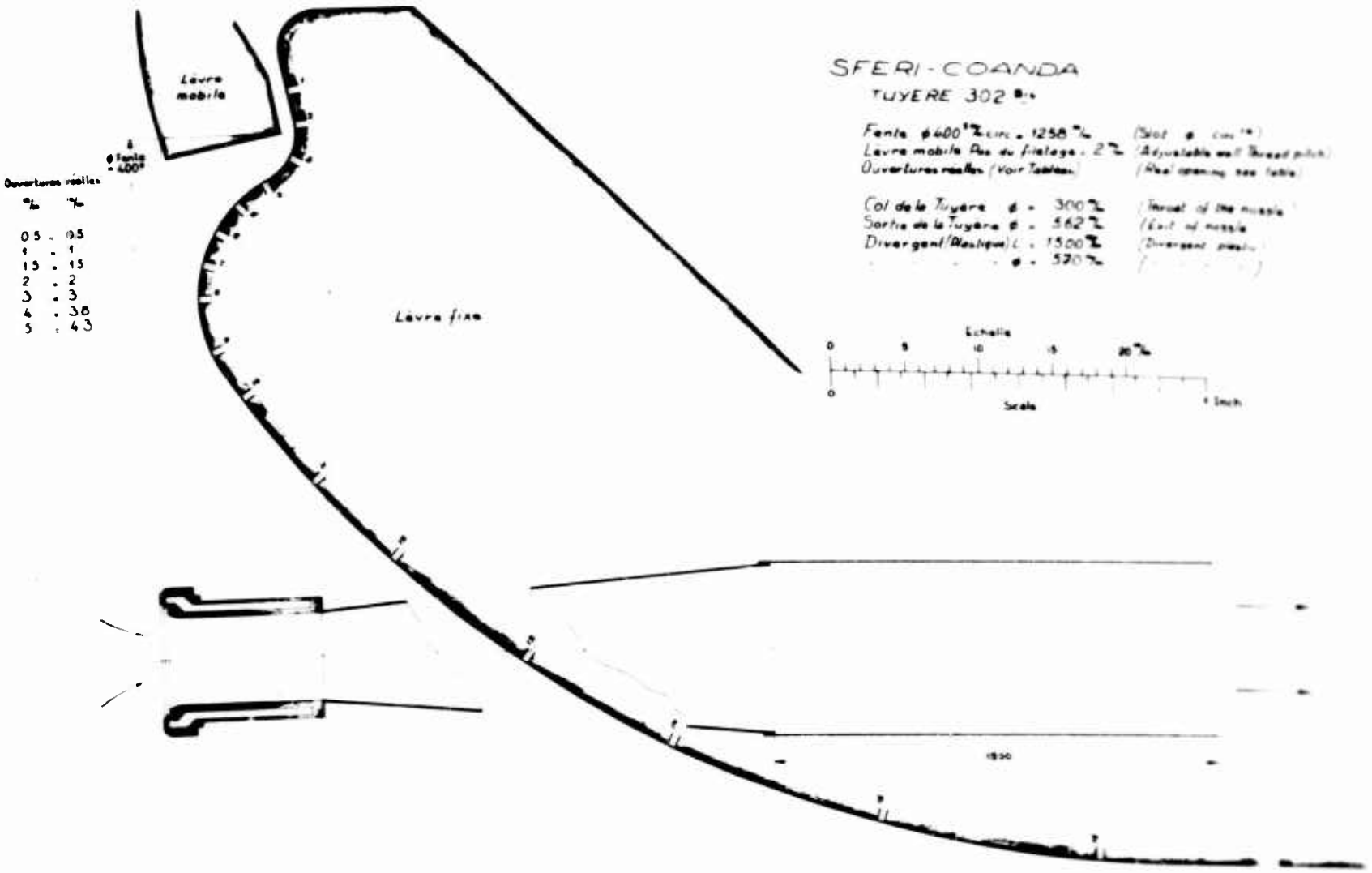
— — — 0,100 kg/cm² (0,502 kg/s)

— — — — 0,050 kg/cm² (0,345 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

CC = 3/4 87



SFERI - COANDA

TUYERE 302 Bis

Fente ϕ 600 % Circ. = 1258 % (Slot ϕ circ %)
Lèvre mobile Pas du filetage : 2 % (Adjustable wall thread pitch)
Ouvertures réelles (Voir Tableau) (Real opening see table)

Col de la Tuyère ϕ = 300 % (Throat of the nozzle)
Sortie de la Tuyère ϕ = 562 % (Exit of nozzle)
Divergent (Réglage) L = 1500 % (Divergent adjust.)
ϕ = 520 % ( )

SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 302 BIS

OPENING BY PITCH mm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	17,8	18,1	18,1	17,9	18,1	17,9	18,4	17,8	17,6	18,2	17,9	17,9	17,5	17,8	17,9	17,5	17,2
TEMPERATURE EXIT °C	17	17,1	16,9	17,1	17,1	17,5	16,9	17,1	17	17	17	17,8	17,3	17	17,7	17,9	17
VELOCITY EXIT m/s	5,7	7,2	8,6	9,3	10,6	12,6	13,8	7,2	9,7	12,3	13,3	14,2	7,6	11,4	13,1	15,4	17,6
PRIMARY AIR kg/s	=0,04	0,071	0,096	0,119	0,134	0,147	0,172	0,102	0,157	0,194	0,228	0,256	0,156	0,220	0,267	0,311	0,364
TOTAL AIR kg/s	1,76	2,23	2,67	2,89	3,27	3,9	4,28	2,21	2,98	3,8	4,1	4,38	2,35	3,52	4,05	4,76	5,45
AIR INDUCTION RATIO	=44	31,4	27,8	24,3	24,4	26,5	24,9	21,7	19	19,6	18	17,1	15,1	16	15,2	15,3	15
TRACTION Kg	0,4	0,8	1,36	2,1	2,705	3,205	4,21	0,8	2	3,08	4,44	5,725	1,4	3,04	4,8	6,48	8,205
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	756	755	755	755	755	755	755
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	18,3	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,6	18,6	18,6	19	19	19	19	19	19
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	60	60	59	59	58	58

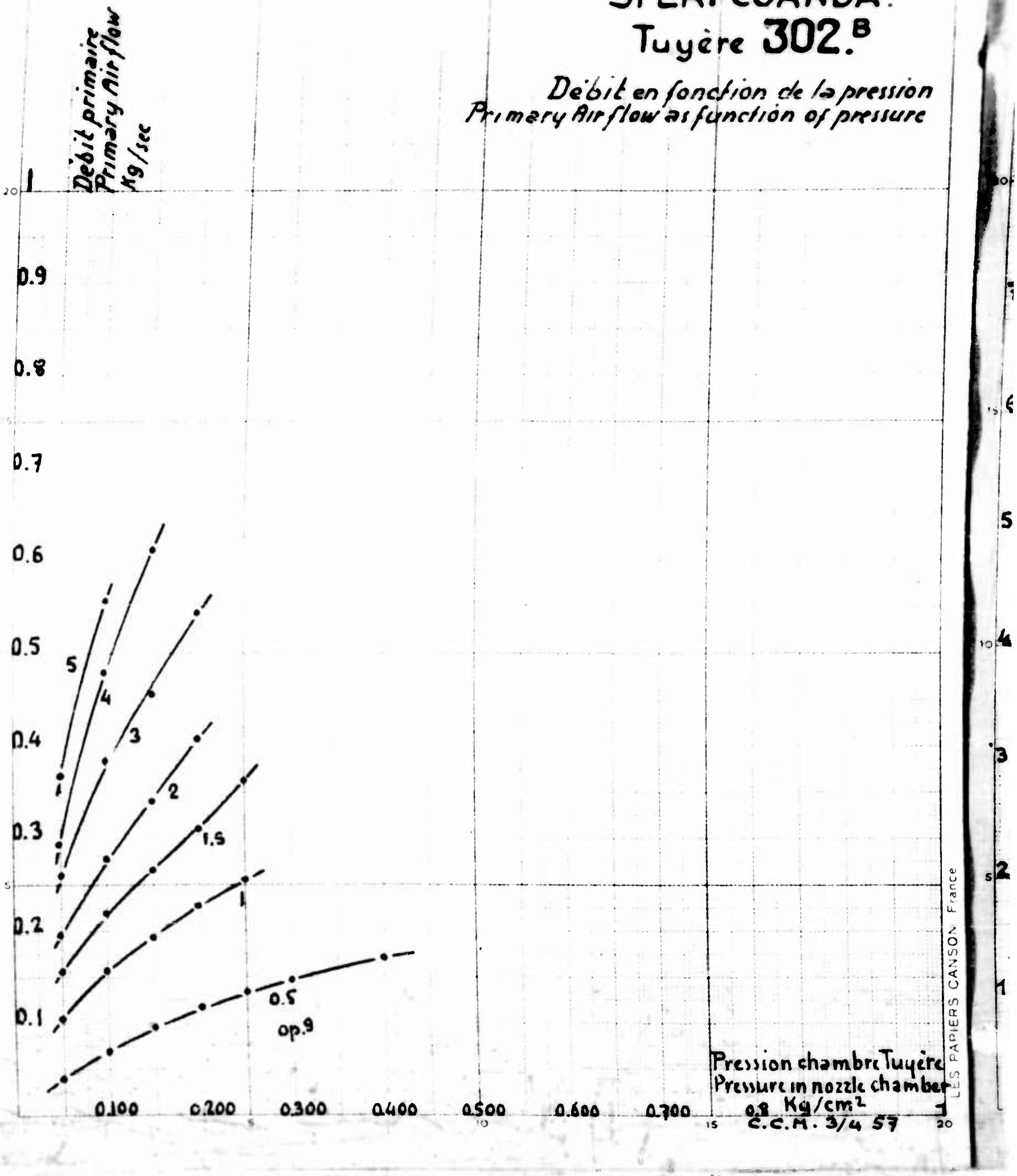
OPENING BY PITCH mm	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,05	0,1	0,15	0,2	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	17,5	17,2	17,1	17,1	17,3	17,1	16,5	16,4	17,3	17,1	16,8	16,7	16,5
TEMPERATURE EXIT °C	17	16,5	17,1	17	16,7	17	17,2	17,5	17,3	18	17,8	17,3	17,3
VELOCITY EXIT m/s	9,9	13,7	17,3	18,5	9,3	14,8	19,4	20,1	10,5	15,6	18,9	12	17,2
PRIMARY AIR kg/s	0,196	0,277	0,341	0,408	0,261	0,386	0,455	0,541	0,294	0,483	0,611	0,367	0,556
TOTAL AIR kg/s	3,05	4,21	5,3	5,7	2,9	4,6	6	6,22	3,25	4,83	5,86	3,71	5,85
AIR INDUCTION RATIO	15,6	15,2	15,6	14	11,1	11,9	13,2	11,5	11	10	9,6	10,1	9,6
TRACTION Kg	2	3,8	5,84	8,6	2,48	5,72	8,7	11,46	3,24	7,2	10,4	3,6	8
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	755	755	755	755	755	755	755	755	755	756	755	755	755
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	19	19	19	19	19	18,9	18,8	18,9	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	58	58	58	58	58	58	58	58	57	57	57	57	57

CCM 3/4 57

SFERI·COANDA.

Tuyère 302.B

Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function of pressure

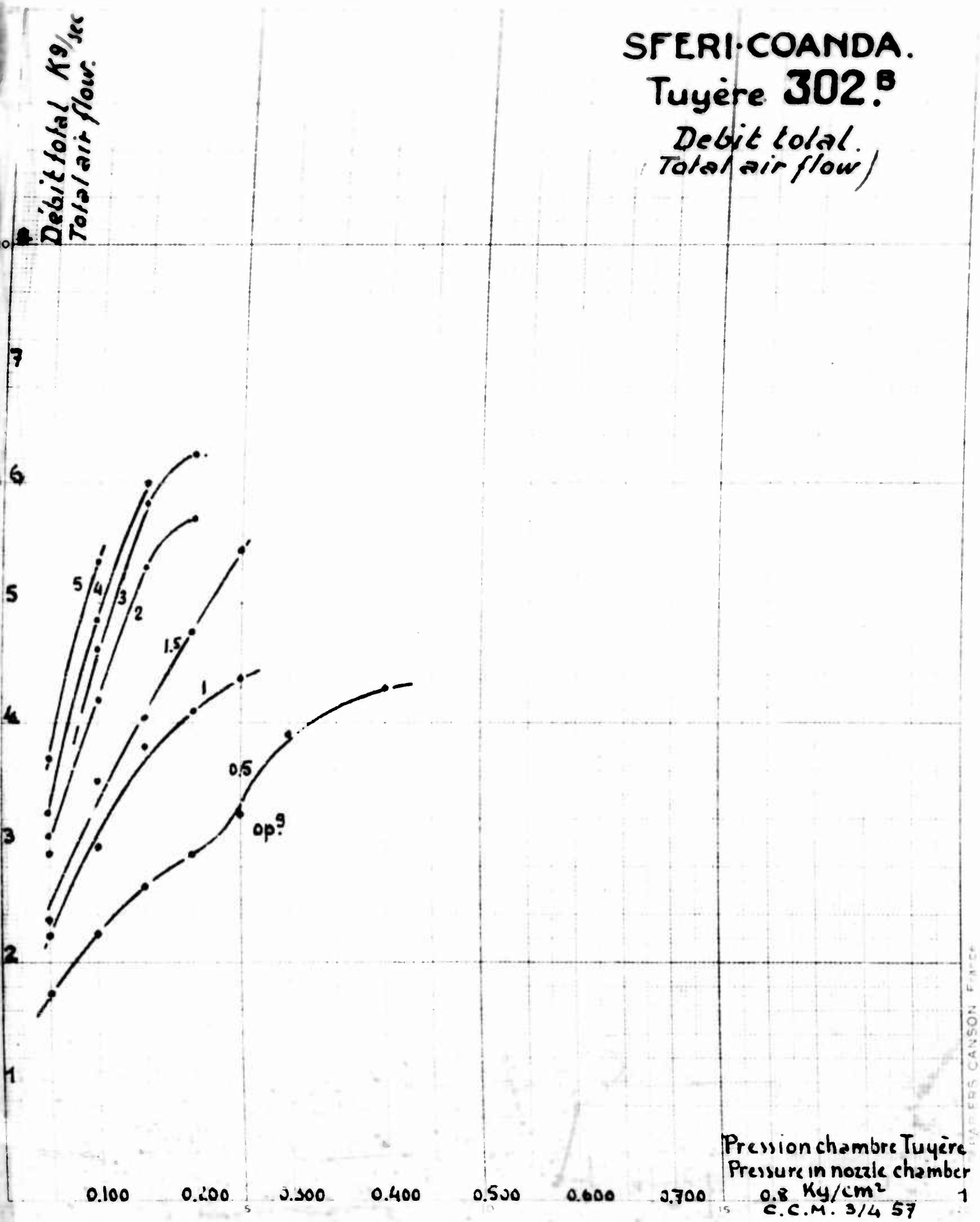


SFERI·COANDA.

Tuyère 302.B

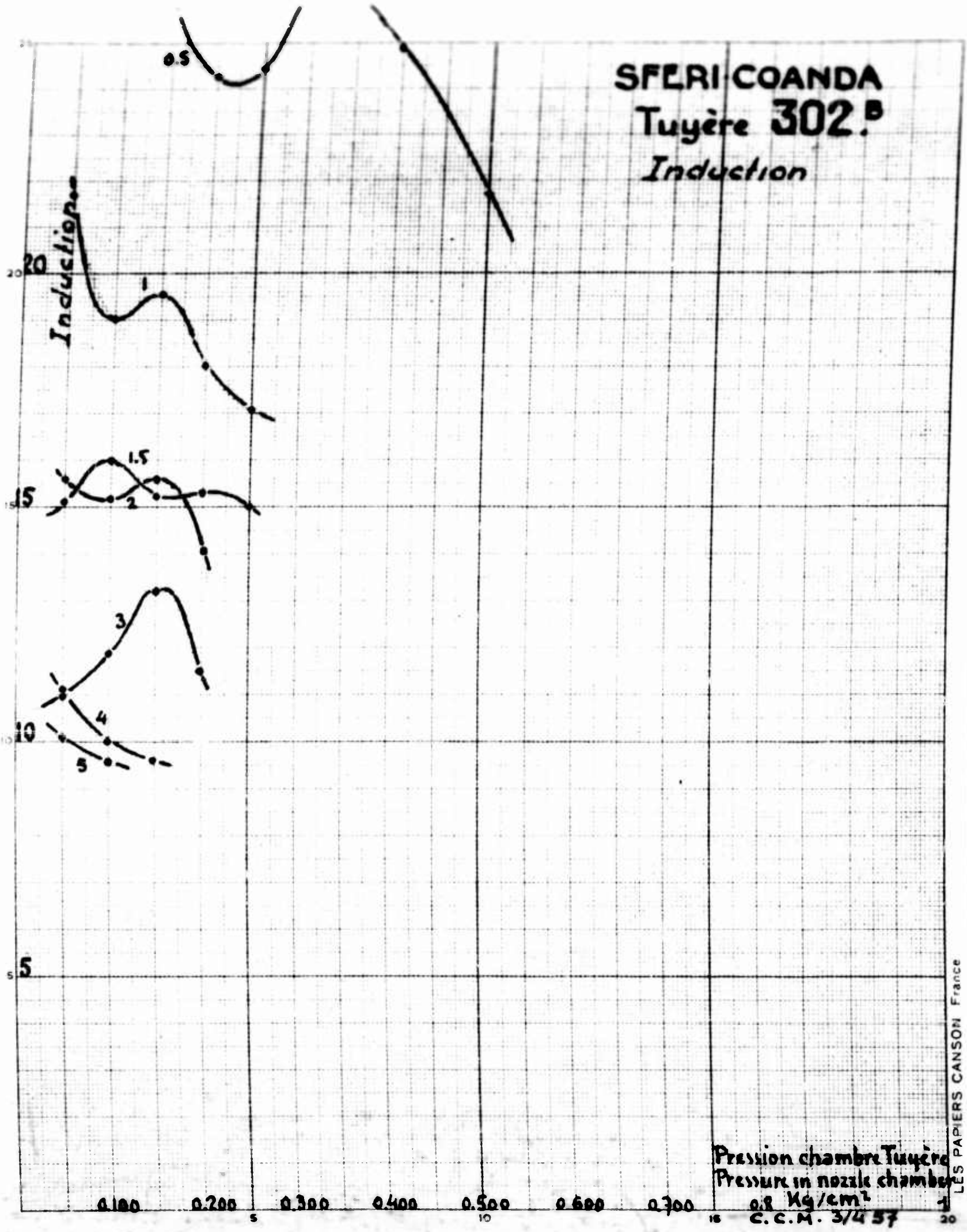
Débit total
Total air flow)

Débit total Kg/sec
Total air flow.



C.C.M. 3/4 57

LES PAPIERS CANSON FRANCE

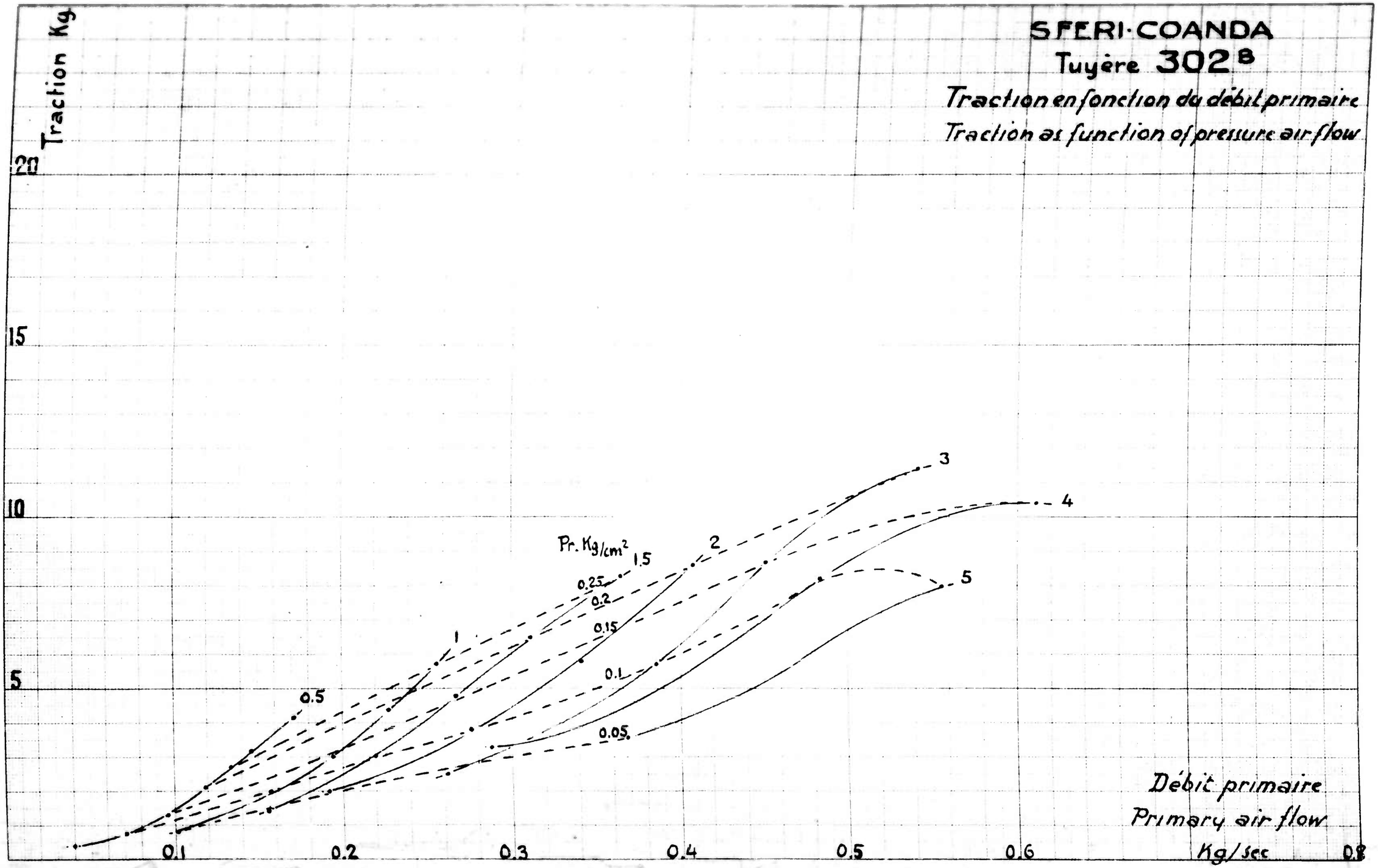

SFERI-COANDA
Tuyère 302.B
Induction
Induction
0.5
1
1.5
2
3
4
5
20
15
10
5
0.100
0.200
0.300
0.400
0.500
0.600
0.700
5
10
15
20
Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
0.8 Kg/cm²
C.C.M. 3/4 57
LES PAPIERS CANSON France

SFERI·COANDA

Tuyère 302 B

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE 302 bis

OUVERTURE AU RAS 0,5 mm

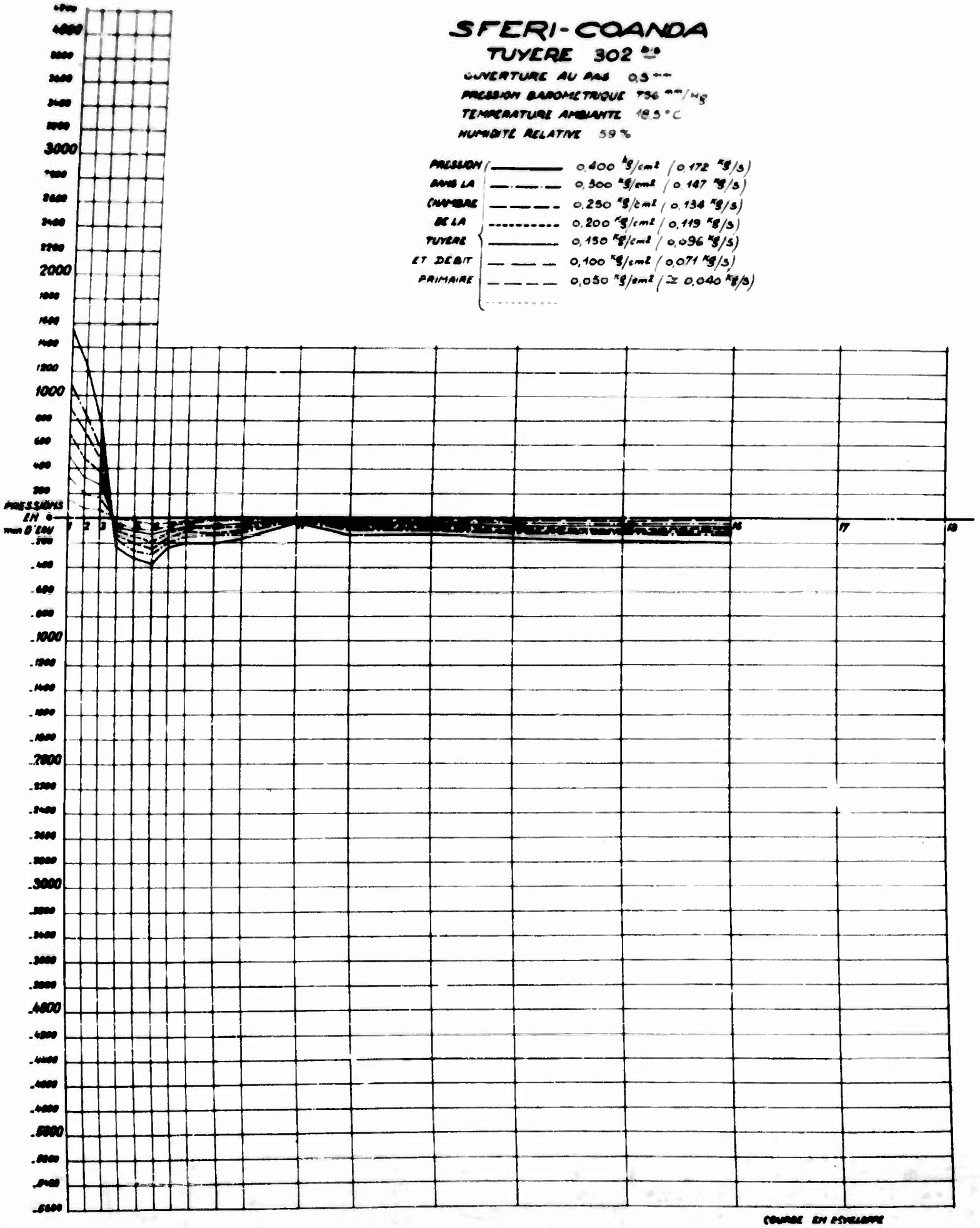
PRESSION BAROMETRIQUE 736 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18,5 °C

HUMIDITE RELATIVE 59 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

- ——— 0,400 kg/cm² (0,172 kg/s)
- —·—·— 0,300 kg/cm² (0,147 kg/s)
- — — — 0,250 kg/cm² (0,134 kg/s)
- ---------- 0,200 kg/cm² (0,119 kg/s)
- ——— 0,150 kg/cm² (0,096 kg/s)
- — — — 0,100 kg/cm² (0,071 kg/s)
- — — — — 0,050 kg/cm² (≃ 0,040 kg/s)



COURBE EN ENVELOPPE

cm²/s

SFERI-COANDA

TUYERE · 302 m/m

OUVERTURE AU RAS 1 m/m

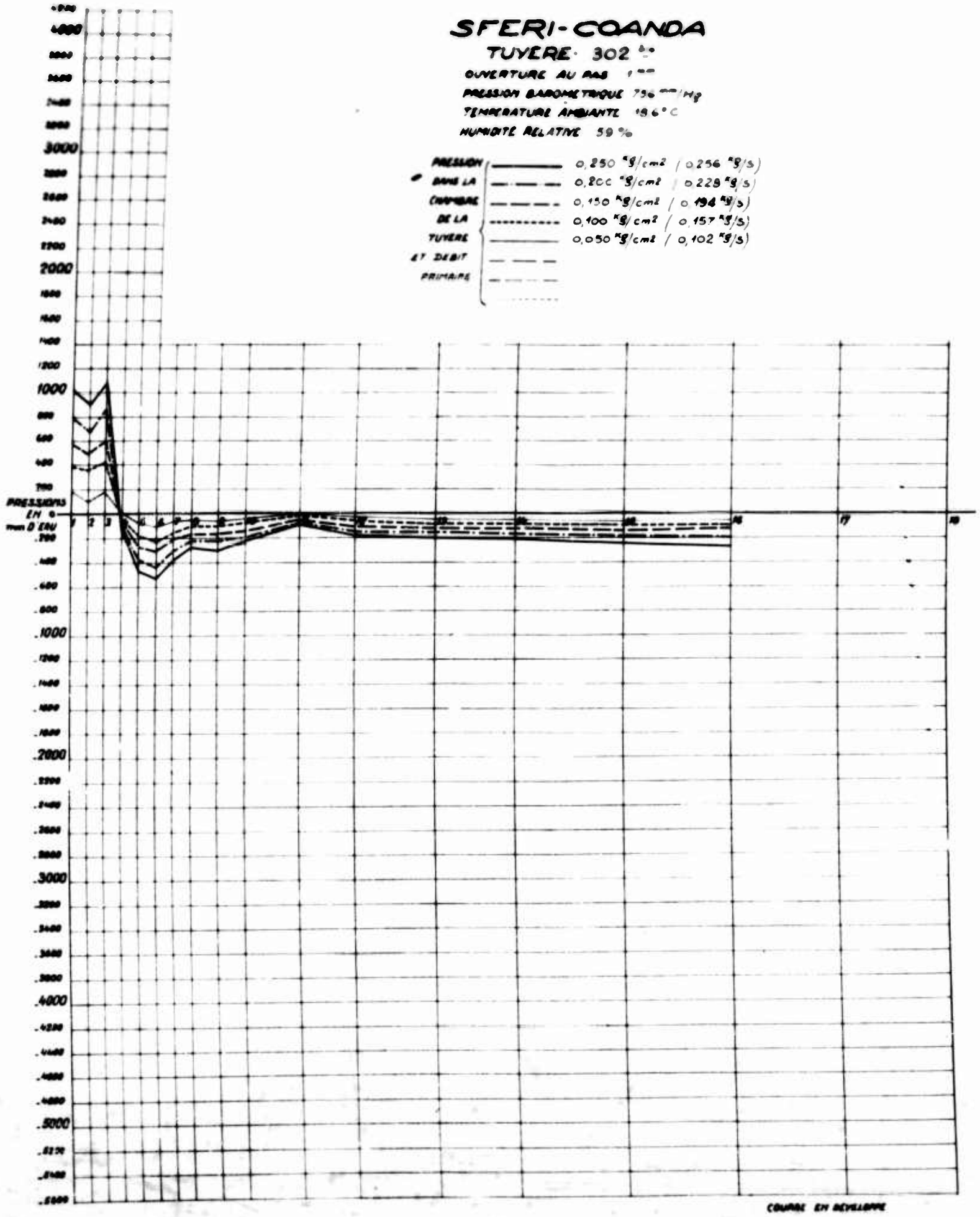
PRESSION BAROMETRIQUE 756 m/m Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 19.6° C

HUMIDITE RELATIVE 59 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	0,250 Kg/cm²	(0,256 Kg/s)
— — —	0,200 Kg/cm²	(0,228 Kg/s)
— — — —	0,150 Kg/cm²	(0,194 Kg/s)
----------	0,100 Kg/cm²	(0,157 Kg/s)
———	0,050 Kg/cm²	(0,102 Kg/s)
— — —		
— — — —		
.....		



COURBE EN ENVELOPPE

CCM 1/4 07

SFERI-COANDA

TUYERE 302 ^{mm}

OUVERTURE AU MAS 1,5 ^{mm}

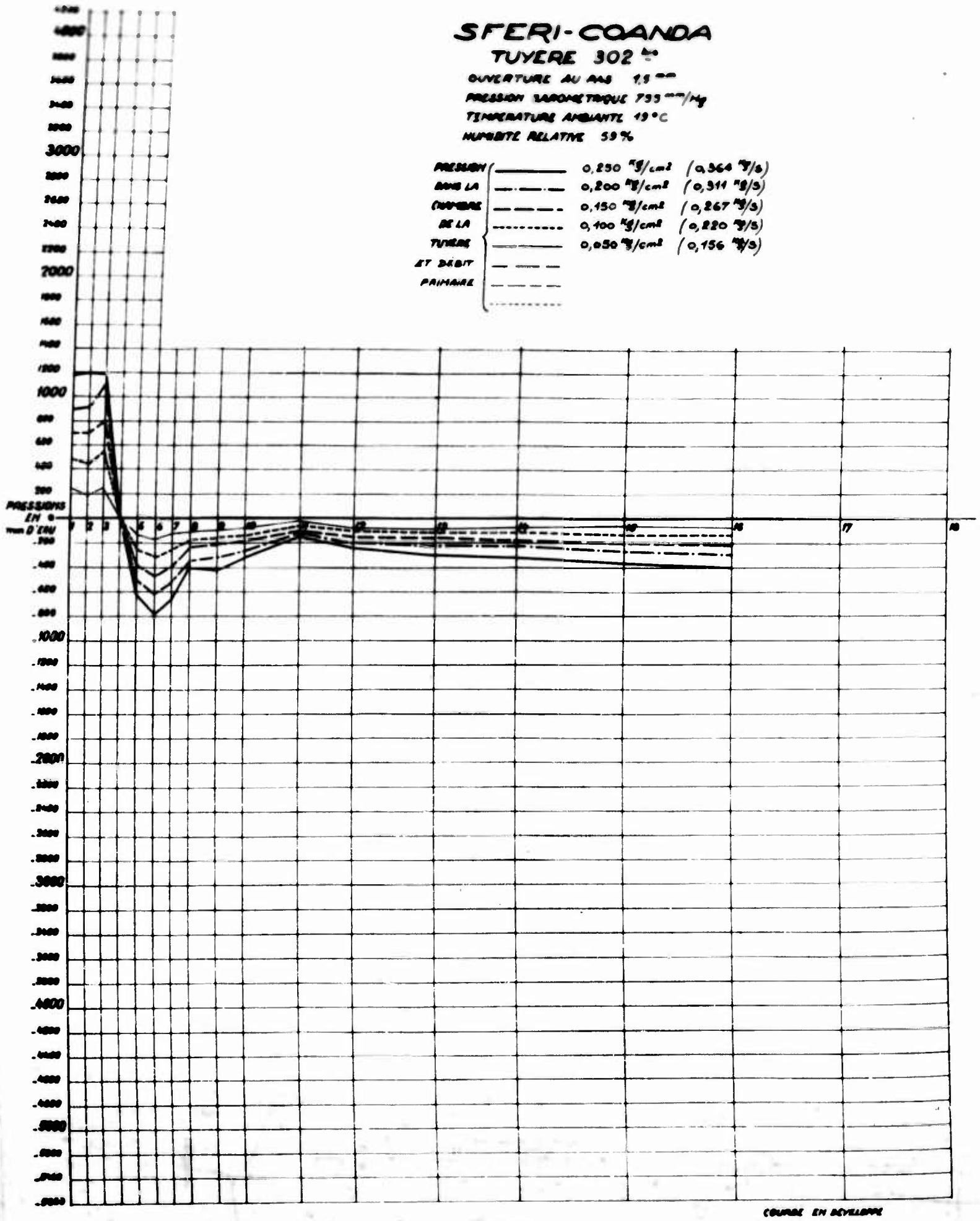
PRESSION BAROMETRIQUE 735 ^{mm}/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 19 °C

HUMIDITE RELATIVE 59 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	0,250 ^{Kg}/cm²	(0,364 ^{Kg}/s)
—·—·—	0,200 ^{Kg}/cm²	(0,311 ^{Kg}/s)
— — —	0,150 ^{Kg}/cm²	(0,267 ^{Kg}/s)
----------	0,100 ^{Kg}/cm²	(0,220 ^{Kg}/s)
———	0,050 ^{Kg}/cm²	(0,156 ^{Kg}/s)
— — —		
— — — —		
·····-·····		



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 3/4 67

SFERI - COANDA

TUYERE 302 m/m

OUVERTURE AU RAS 2 m/m

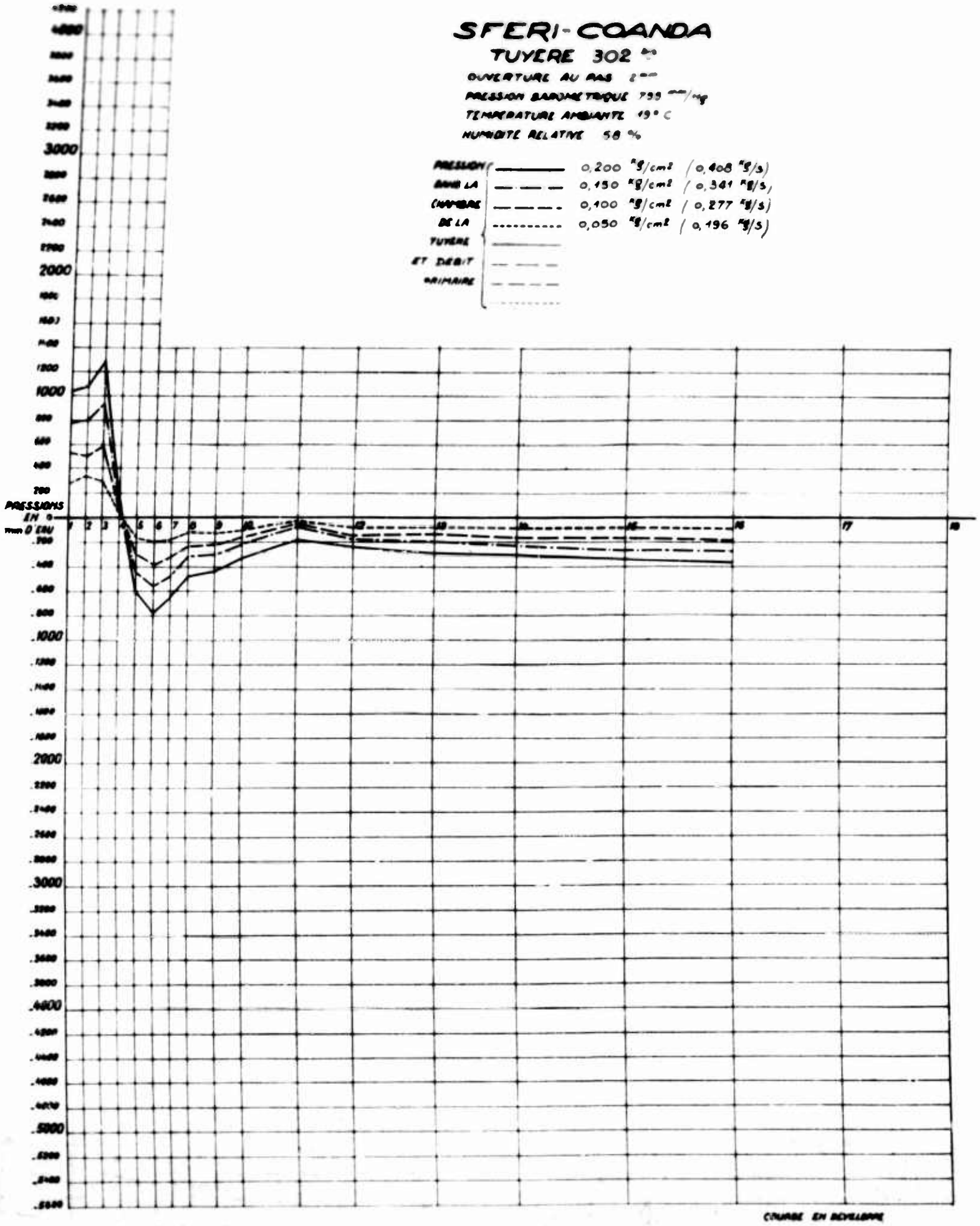
PRESSION BAROMETRIQUE 739 m/m/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 19° C

HUMIDITE RELATIVE 58 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	0,200 Kg/cm²	(0,408 Kg/s)
— — —	0,150 Kg/cm²	(0,341 Kg/s)
— — — —	0,100 Kg/cm²	(0,277 Kg/s)
----------	0,050 Kg/cm²	(0,196 Kg/s)



COURBE EN EQUILIBRE

CCN 1/4 67

SFERI-COANDA

TUYERE 302 ᵐᵐ

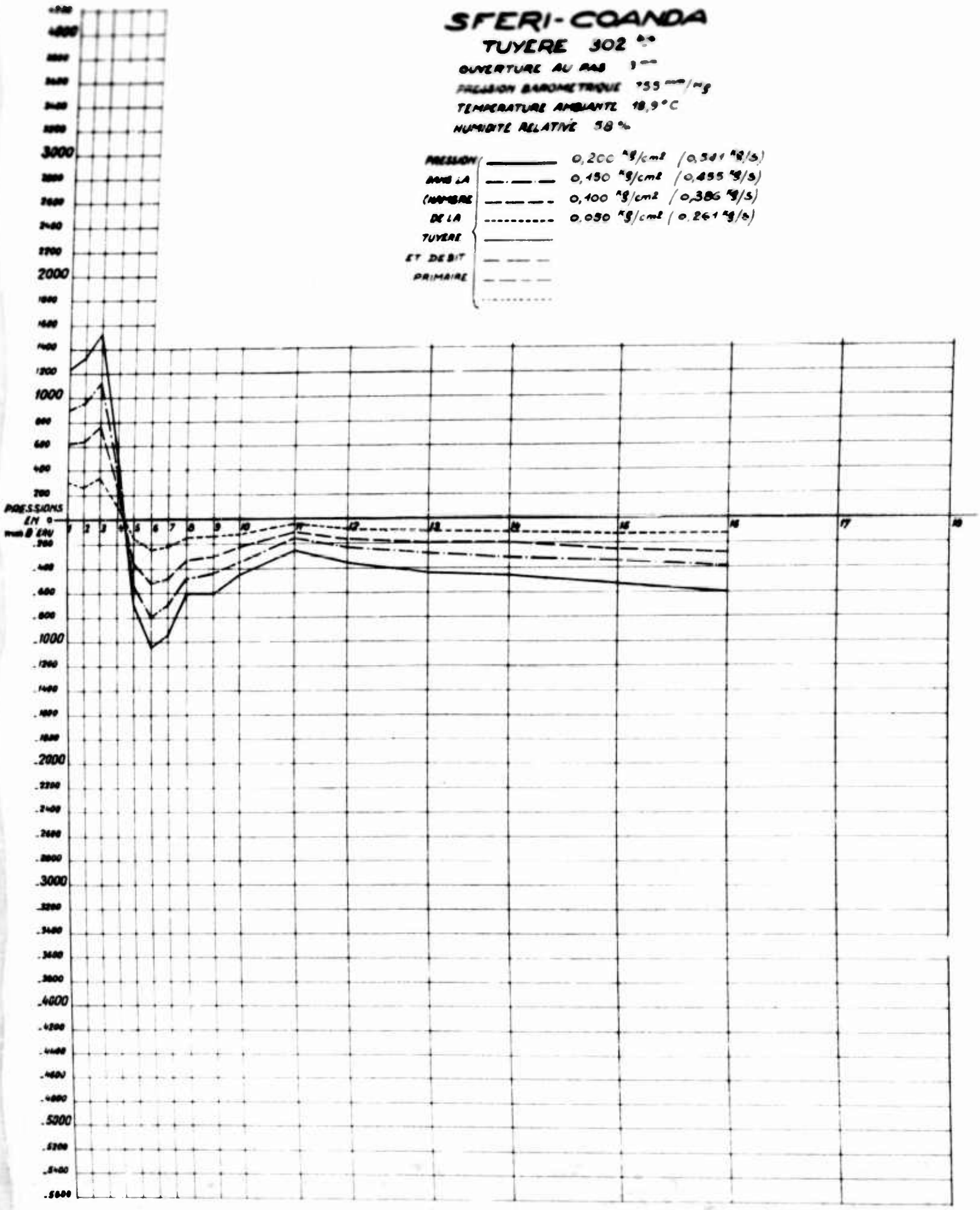
OUVERTURE AU RAS 3 ᵐᵐ

PRESSION BAROMETRIQUE 755 ᵐᵐ/ᵐᵍ

TEMPERATURE AMBIANTE 18,9°C

HUMIDITE RELATIVE 58 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	0,200 ᵏᵍ/cm² (0,541 ᵏᵍ/s)
	—·—·—	0,150 ᵏᵍ/cm² (0,455 ᵏᵍ/s)
	— — — —	0,100 ᵏᵍ/cm² (0,386 ᵏᵍ/s)
	----------	0,050 ᵏᵍ/cm² (0,261 ᵏᵍ/s)



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 3/4 67

SFERI-COANDA

TUYERE 302 [illegible]

OUVERTURE AU PAS [illegible]

PRESSION BAROMETRIQUE [illegible]

TEMPERATURE AMBIANTE 19,9 °C

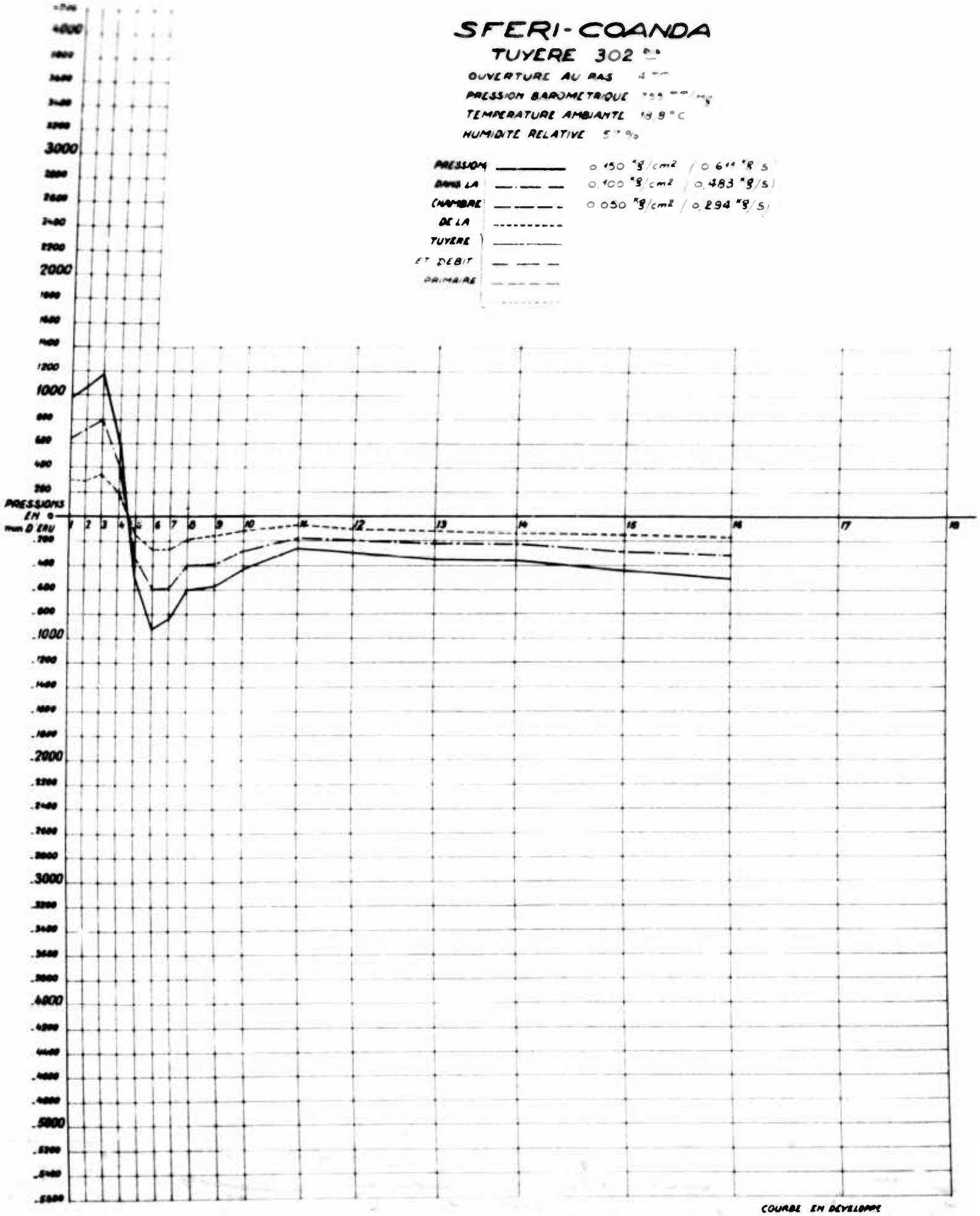
HUMIDITE RELATIVE 5[illegible] %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

——— 0,150 kg/cm² / 0,611 kg/s

— . — — 0,100 kg/cm² / 0,483 kg/s

— — — . 0,050 kg/cm² / 0,294 kg/s



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 3/4 67

SFERI-COANDA

TUYERE 302

OUVERTURE AU PAS 3 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 753 mm/Hg

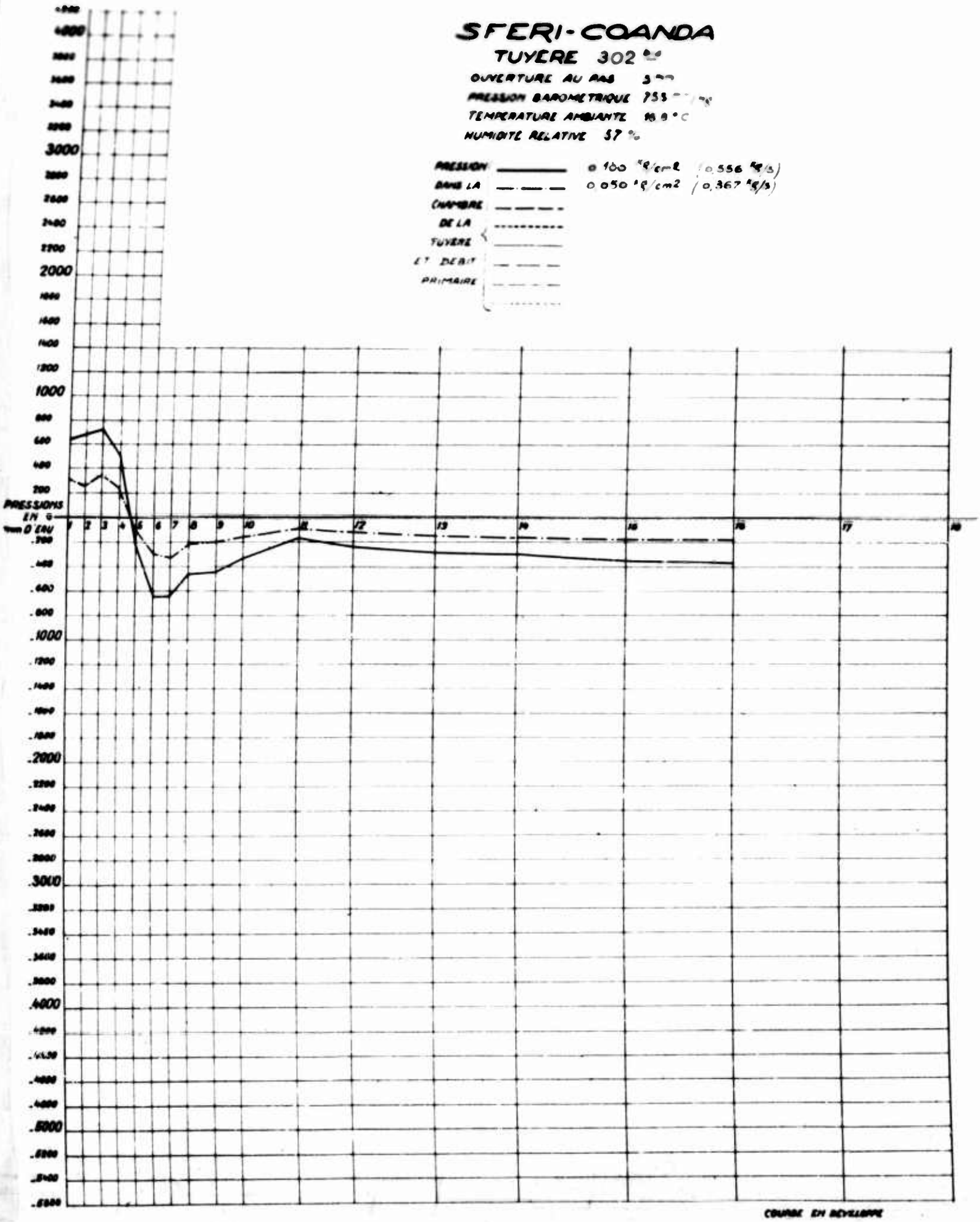
TEMPERATURE AMBIANTE 18.9 °C

HUMIDITE RELATIVE 57 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

0.100 kg/cm2 (0.556 kg/s)

0.050 kg/cm2 (0.367 kg/s)

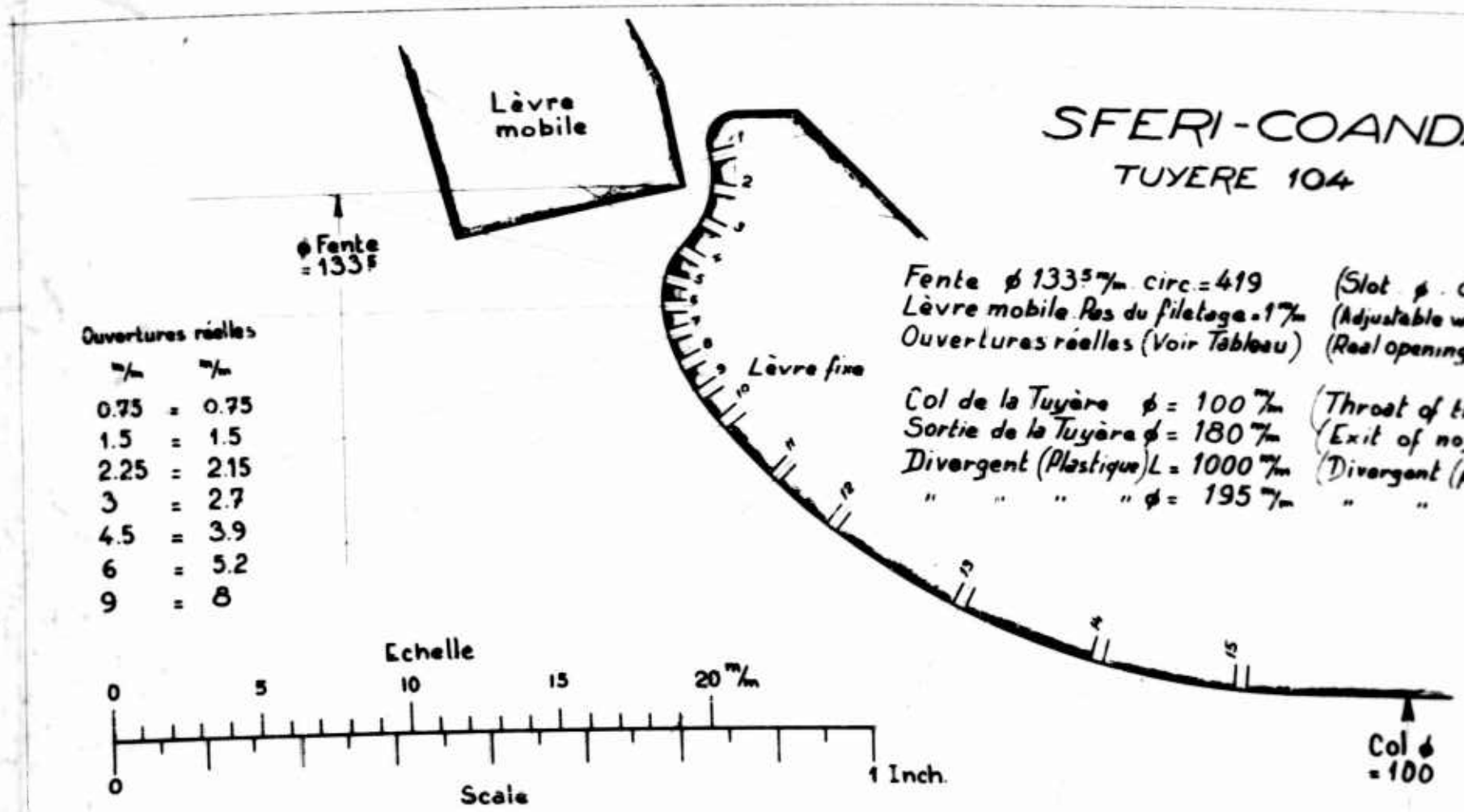


COURBE EN REVELOPPE

CCM 1/5 87

SFERI-COANDA

TUYERE 104

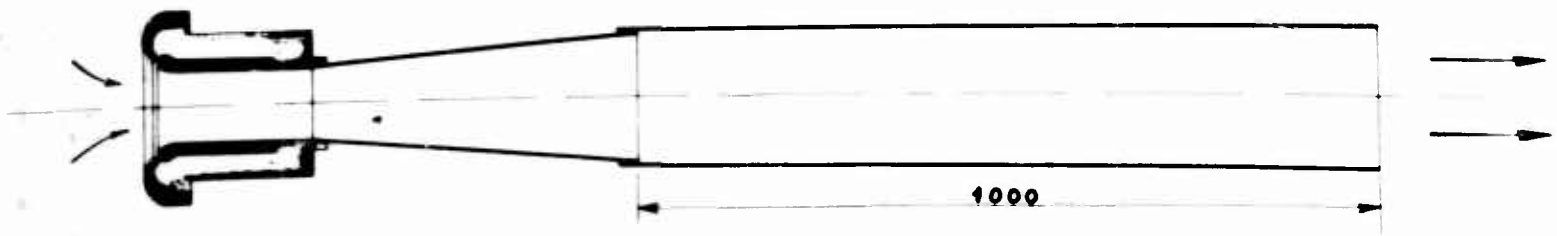


Fente ϕ 133 m/m circ.= 419 (Slot ϕ . circ^ce)
Lèvre mobile Pas du filetage = 1 m/m (Adjustable wall Thread pitch)
Ouvertures réelles (Voir Tableau) (Real opening see table)

Col de la Tuyère ϕ = 100 m/m (Throat of the nozzle)
Sortie de la Tuyère ϕ = 180 m/m (Exit of nozzle)
Divergent (Plastique) L = 1000 m/m (Divergent (plastic)
" " " " ϕ = 195 m/m " " "

Ouvertures réelles

m/m		m/m
0.75	=	0.75
1.5	=	1.5
2.25	=	2.15
3	=	2.7
4.5	=	3.9
6	=	5.2
9	=	8



cc - 5.57

SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 104

OPENING BY PITCH mm	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,1	0,3	0,6	0,8	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	/	/	15,1	14,5	14,7	15	15,6	14,8	15	14,9	14,6	15,3	15,3	15,5	15,4	15,5	15,3
TEMPERATURE EXIT °C	/	/	14,4	16,2	16,2	15,4	15,4	16,4	16,2	15,9	16,5	16	16,2	16,8	17	16,9	17,2
VELOCITY EXIT m/s	/	18,2	31,2	32,3	35,8	16,3	23,3	27,1	33,4	35,9	42,3	19,5	26	32,8	39,6	43,5	47,7
PRIMARY AIR kg/s	<0,02	0,058	0,091	0,108	0,126	0,063	0,100	0,121	0,142	0,157	0,196	0,101	0,145	0,176	0,205	0,231	0,290
TOTAL AIR kg/s	/	0,667	1,140	1,177	1,385	0,597	0,852	0,992	1,220	1,310	1,548	0,712	0,958	1,280	1,440	1,580	1,795
AIR INDUCTION RATIO	/	11,5	12,5	10,9	10,4	9,5	8,5	8,2	8,6	8,3	7,9	7,1	6,7	6,8	7	6,8	6,8
TRACTION Kg	0,600	1,605	3,095	3,935	4,635	1,020	2	2,865	3,810	4,615	6,425	1,720	2,700	3,705	5,110	6,215	8,025
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	16,1	15,4	15,6	15,8	16	16,2	16,3	16,6	16,8	17	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,8	18
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	84	85	85	85	84	83	83	83	83	82	81	81	80	80	80	79	79

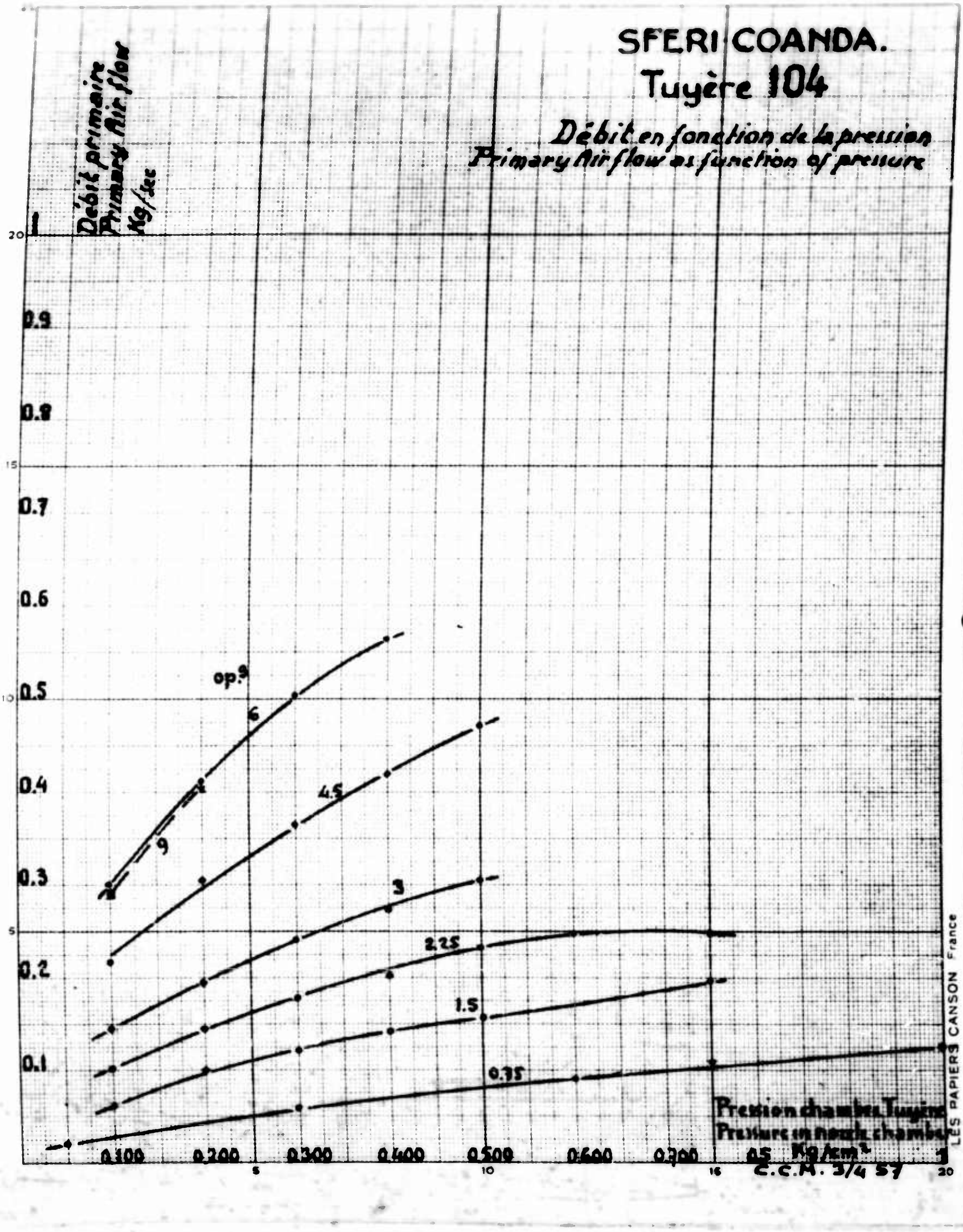
OPENING BY PITCH mm	3	3	3	3	3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	6	6	6	6	9	9
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,05	0,1
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	15,5	15,7	15,3	15,2	15,5	15,8	15,6	15	14,5	14,7	15,8	15,2	15,7	14,4	16,3	15,5
TEMPERATURE EXIT °C	16,6	16,9	17,4	17,4	17,5	16,9	17,1	17,7	17,7	17,8	17,5	17,6	17,6	17,8	17,4	17,5
VELOCITY EXIT m/s	21,9	31,7	39	42,2	48	27,2	38,8	44,8	49,2	54,3	29,9	40	47	54,9	20,4	27,5
PRIMARY AIR kg/s	0,145	0,194	0,241	0,279	0,304	0,218	0,304	0,365	0,420	0,472	0,300	0,413	0,503	0,565	0,297	0,414
TOTAL AIR kg/s	0,795	1,150	1,415	1,530	1,740	0,987	1,408	1,628	1,782	1,965	1,082	1,450	1,710	1,990	0,740	1
AIR INDUCTION RATIO	5,5	5,9	5,9	5,6	5,7	4,5	4,6	4,5	4,2	4,2	3,6	3,5	3,4	3,5	2,5	2,4
TRACTION kg	1,800	3,160	4,805	6,410	7,410	2,320	4,500	5,705	7,910	8,690	2,900	5,300	7,505	8,610	1,400	2,400
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769	769
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	18,2	18,4	18,6	18,8	19	19,2	19,4	19,6	19,8	20	20,1	20,2	20,4	20,6	20,8	21
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	78	77	77	76	76	75	75	74	73	72	71	70	70	69	68	67

CCM 3/4 57

SFERI COANDA.

Tuyère 104

Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function of pressure

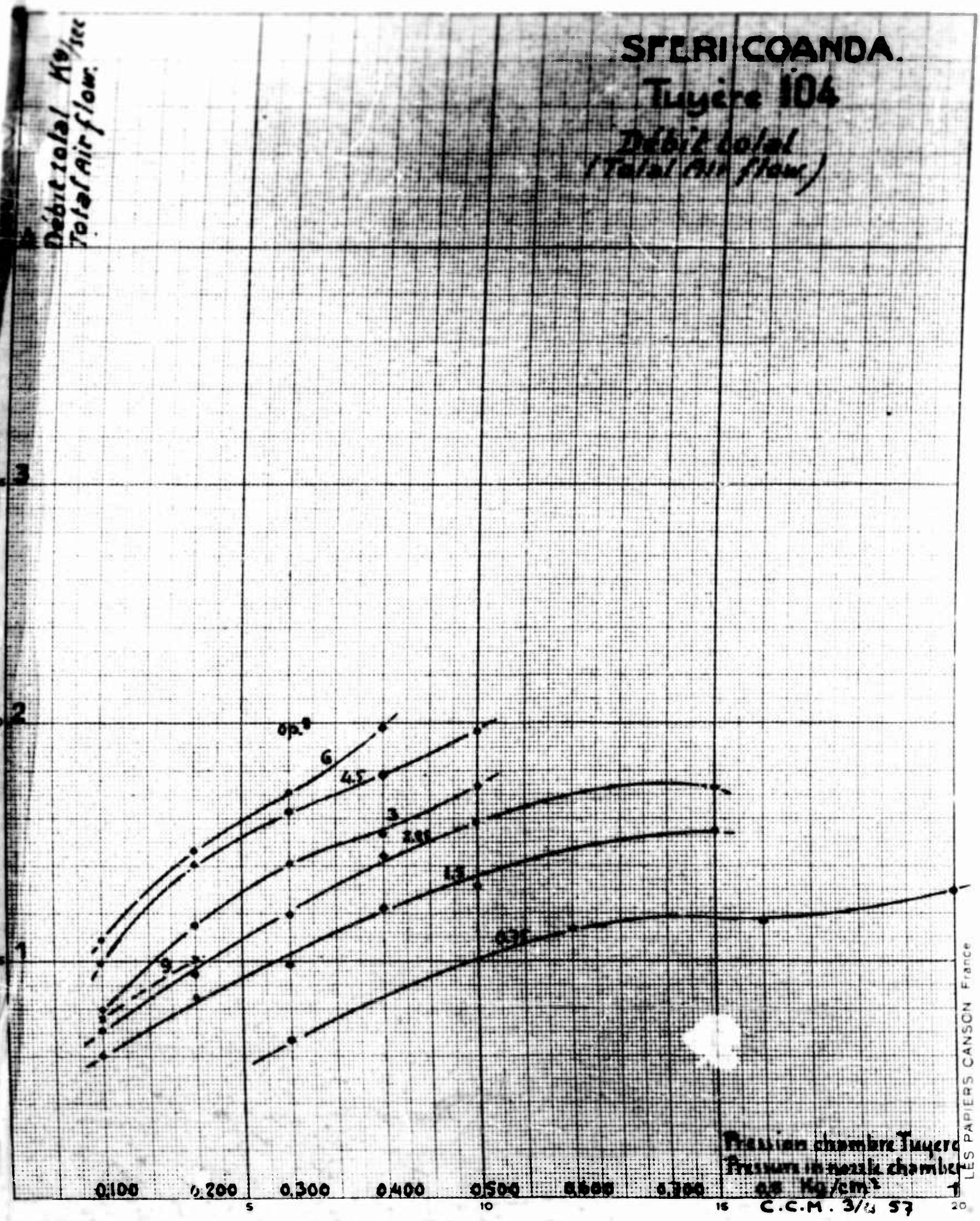


SFERI COANDA.

Tuyère 104

Débit total (Total Air flow)

Débit total Kg/sec
Total Air flow.

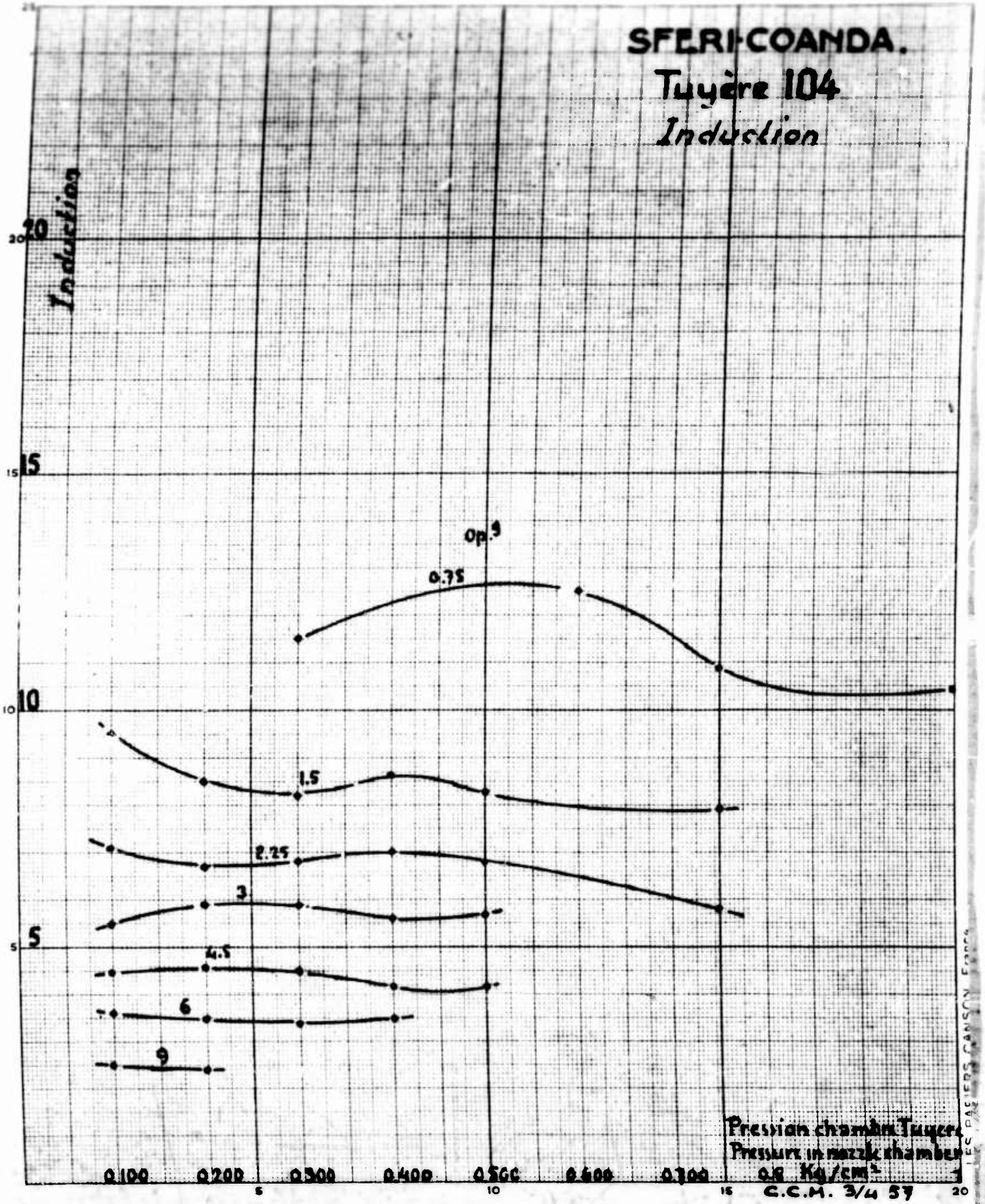


LES PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA.

Tuyère 104

Induction



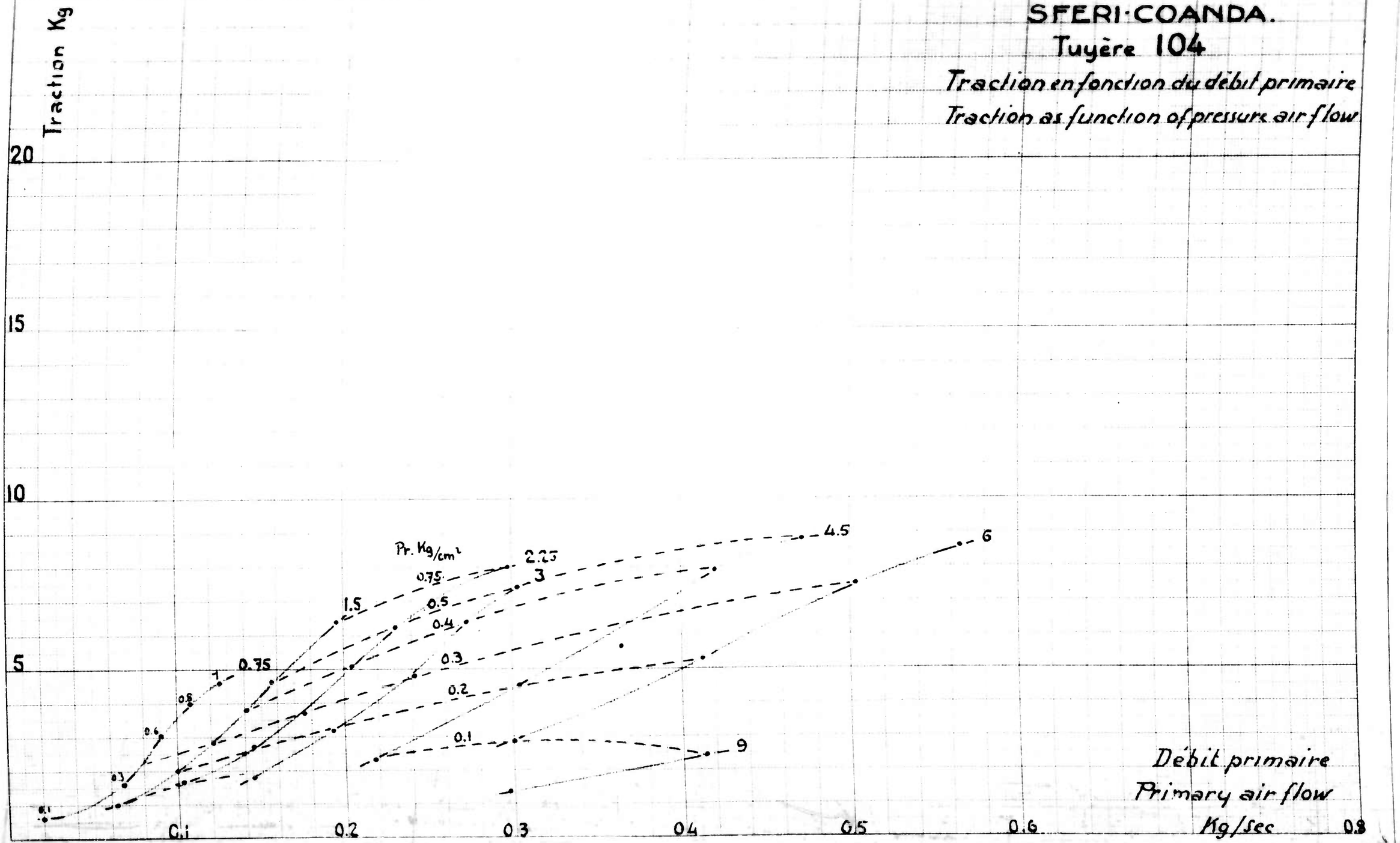
LES PAPIERS CANSON France

SFERI·COANDA.

Tuyère 104

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE 104

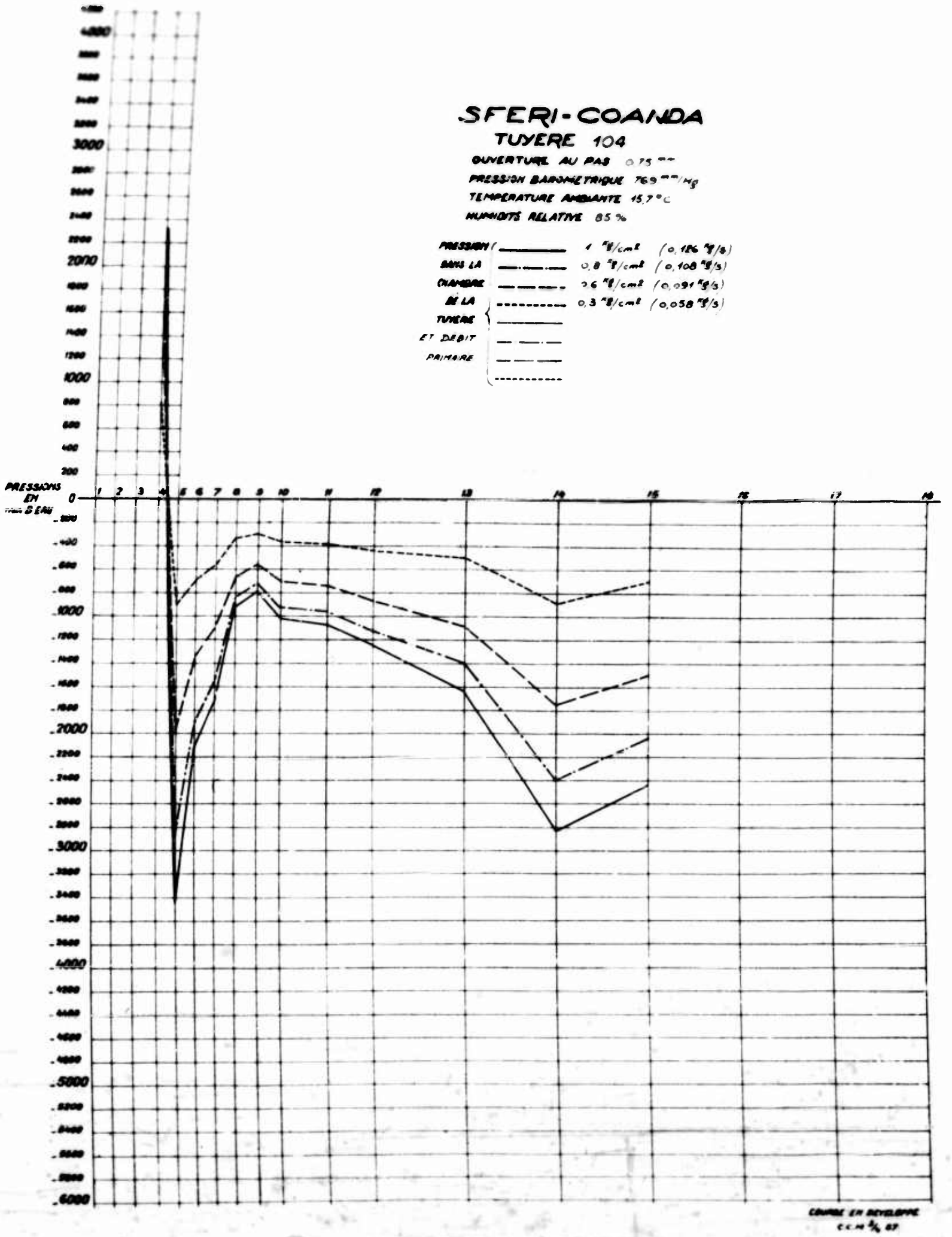
OUVERTURE AU PAS 0,75 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 769 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 15,7 °C

HUMIDITE RELATIVE 85 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	1 kg/cm² (0,126 kg/s)
	—·—·—	0,8 kg/cm² (0,108 kg/s)
	— — —	0,6 kg/cm² (0,091 kg/s)
	----------	0,3 kg/cm² (0,058 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

SFERI-COANDA

TUYERE 104

OUVERTURE AU PAS 15 mm

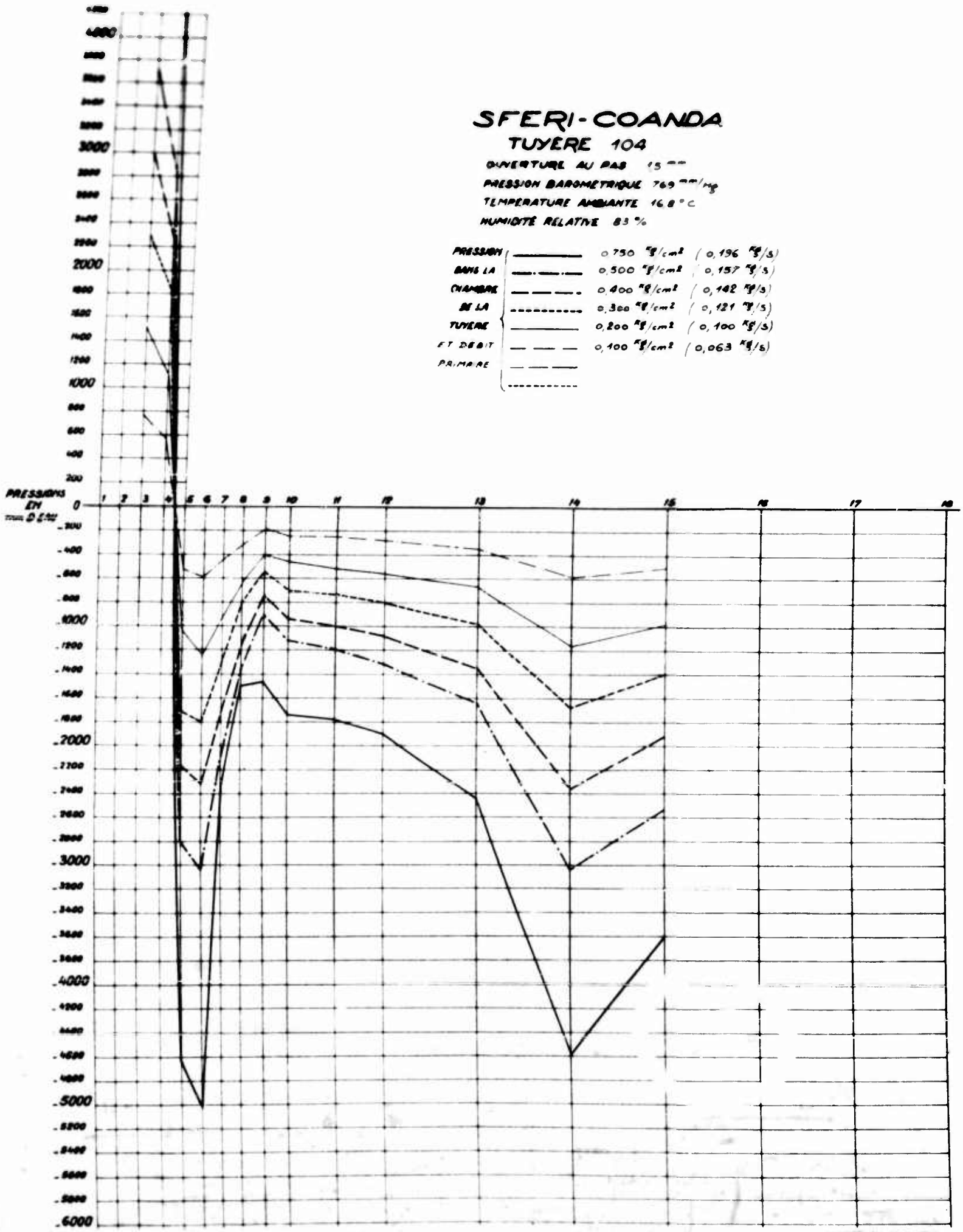
PRESSION BAROMETRIQUE 769 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 16,8 °C

HUMIDITÉ RELATIVE 83 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	0,750 Kg/cm²	(0,196 Kg/s)
—·—·—	0,500 Kg/cm²	(0,157 Kg/s)
— — —	0,400 Kg/cm²	(0,142 Kg/s)
- - - - -	0,300 Kg/cm²	(0,121 Kg/s)
———	0,200 Kg/cm²	(0,100 Kg/s)
— — —	0,100 Kg/cm²	(0,063 Kg/s)
— — —		
- - - - -		



COURBE EN DEVELOPPE
C C M 3/4 67

SFERI - COANDA

TUYERE 104

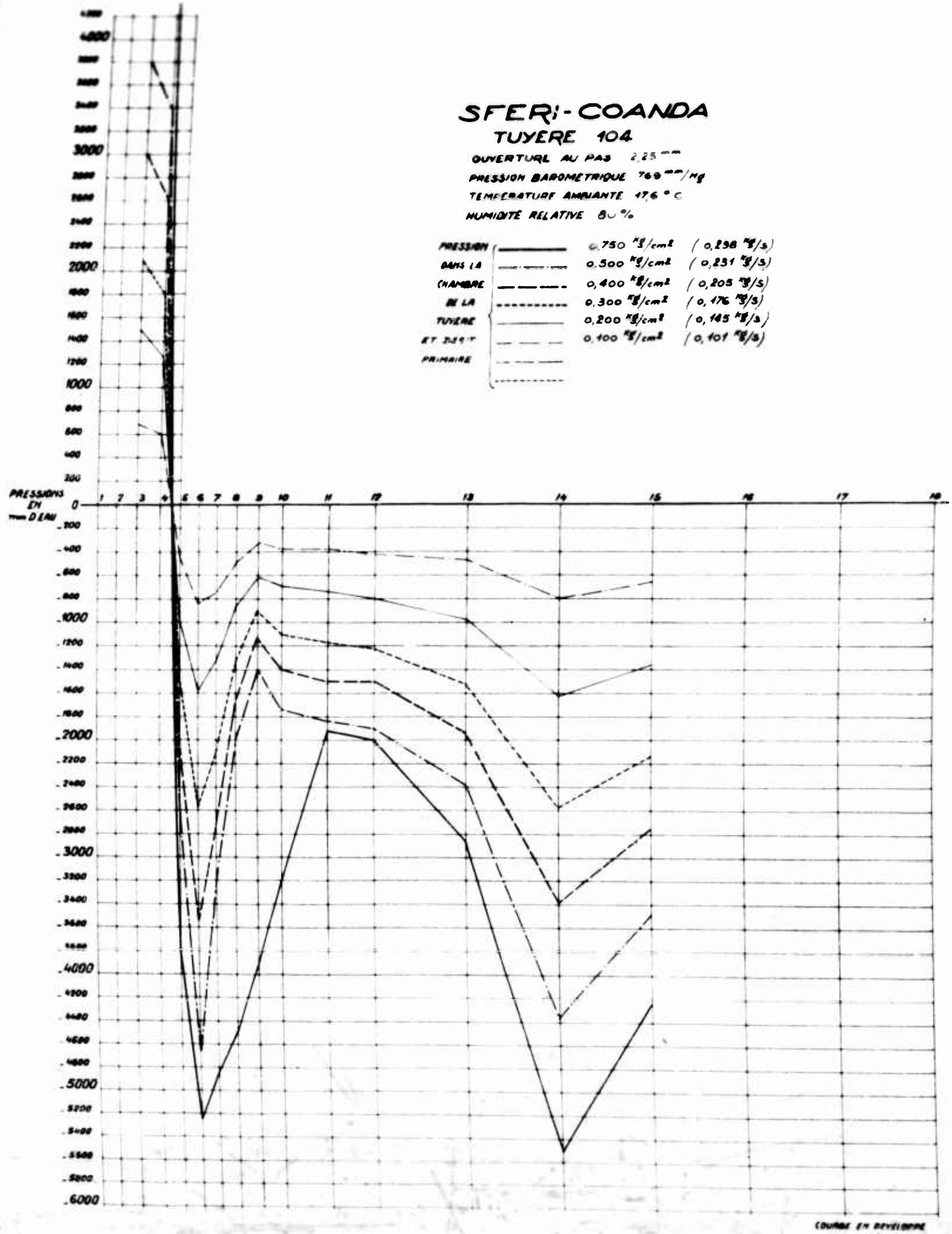
OUVERTURE AU PAS 2,25 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 769 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 17,6 °C

HUMIDITÉ RELATIVE 80 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DANS LE PRIMAIRE	0,750 kg/cm²	(0,298 kg/s)
	0,500 kg/cm²	(0,231 kg/s)
	0,400 kg/cm²	(0,205 kg/s)
	0,300 kg/cm²	(0,176 kg/s)
	0,200 kg/cm²	(0,145 kg/s)
	0,100 kg/cm²	(0,101 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

C. n° 3/4 57

SFERI-COANDA

TUYERE 104

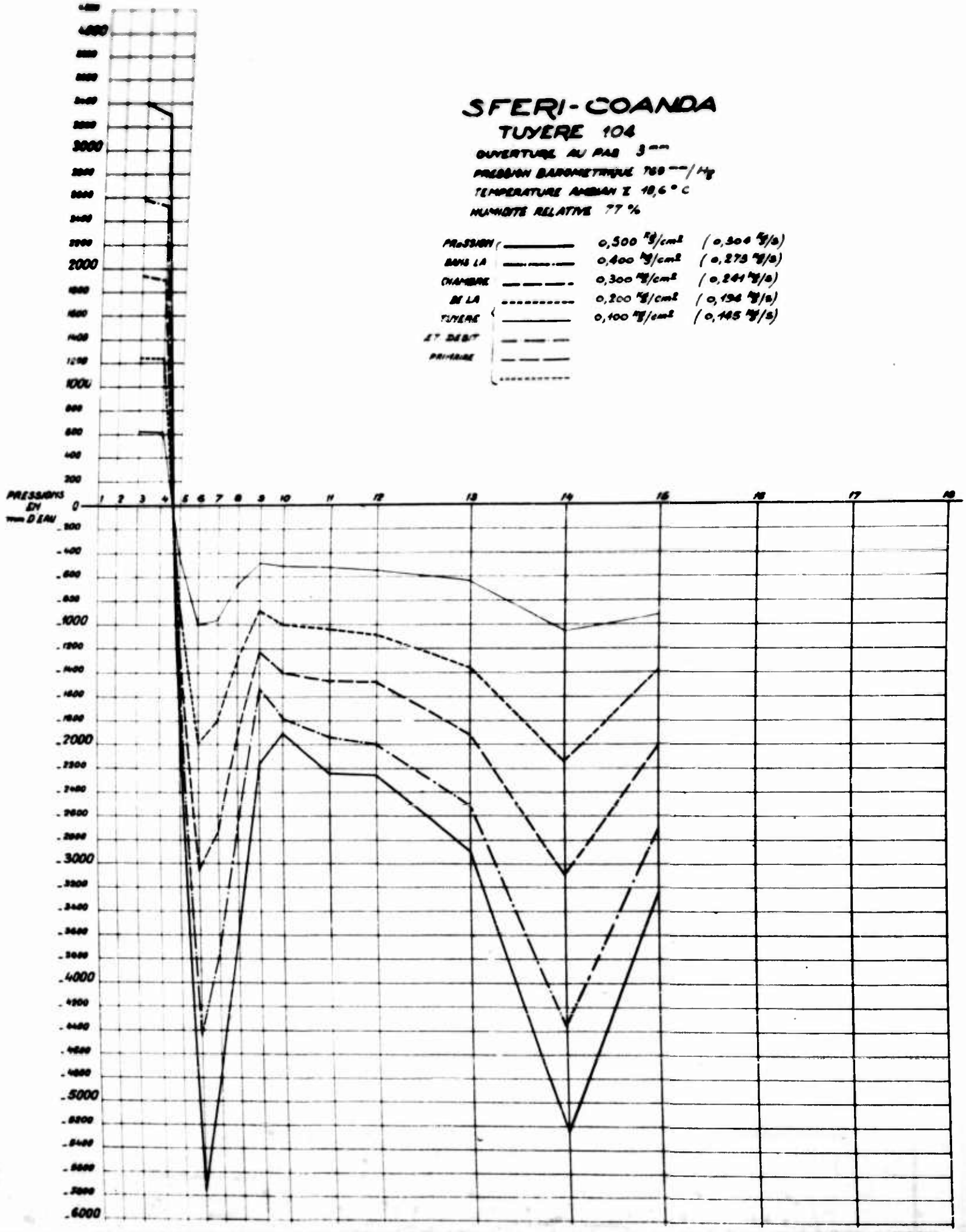
OUVERTURE AU PAS 3 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18,6 °C

HUMIDITE RELATIVE 77 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	0,500 kg/cm²	(0,304 kg/s)
	— · — · —	0,400 kg/cm²	(0,273 kg/s)
	— — — —	0,300 kg/cm²	(0,241 kg/s)
	- - - - -	0,200 kg/cm²	(0,194 kg/s)
	———	0,100 kg/cm²	(0,145 kg/s)
	— — —		
	— — —		
	- - - - -		



COURBE EN DEVELOPPE
C.C.M 3/4 67

SFERI-COANDA

TUYERE 104

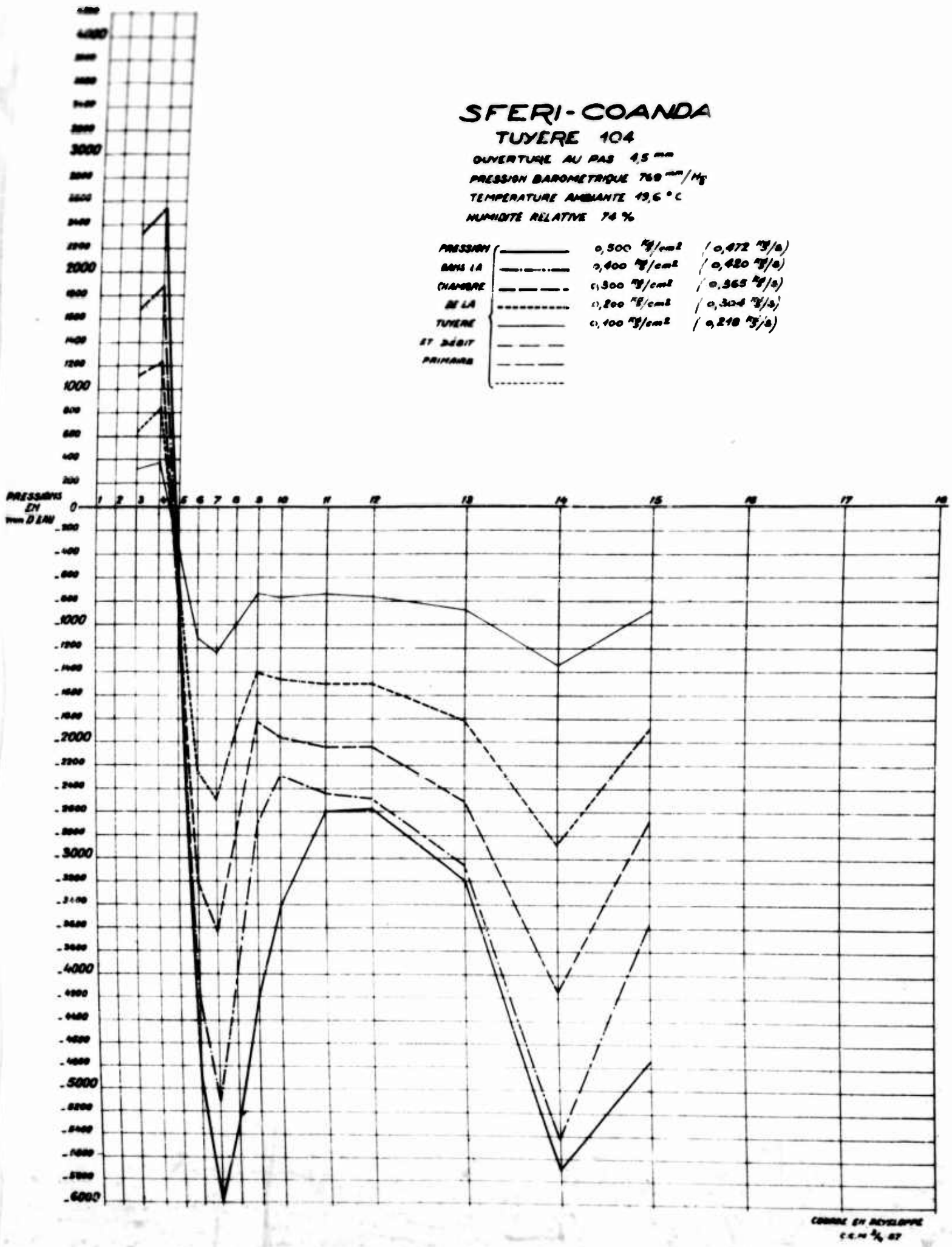
OUVERTURE AU PAS 4,5 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 19,6 °C

HUMIDITE RELATIVE 74 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	0,500 Kg/cm²	(0,472 Nm³/s)
	0,400 Kg/cm²	(0,420 Nm³/s)
	0,300 Kg/cm²	(0,365 Nm³/s)
	0,200 Kg/cm²	(0,304 Nm³/s)
	0,100 Kg/cm²	(0,218 Nm³/s)



SFERI-COANDA

TUYERE 104

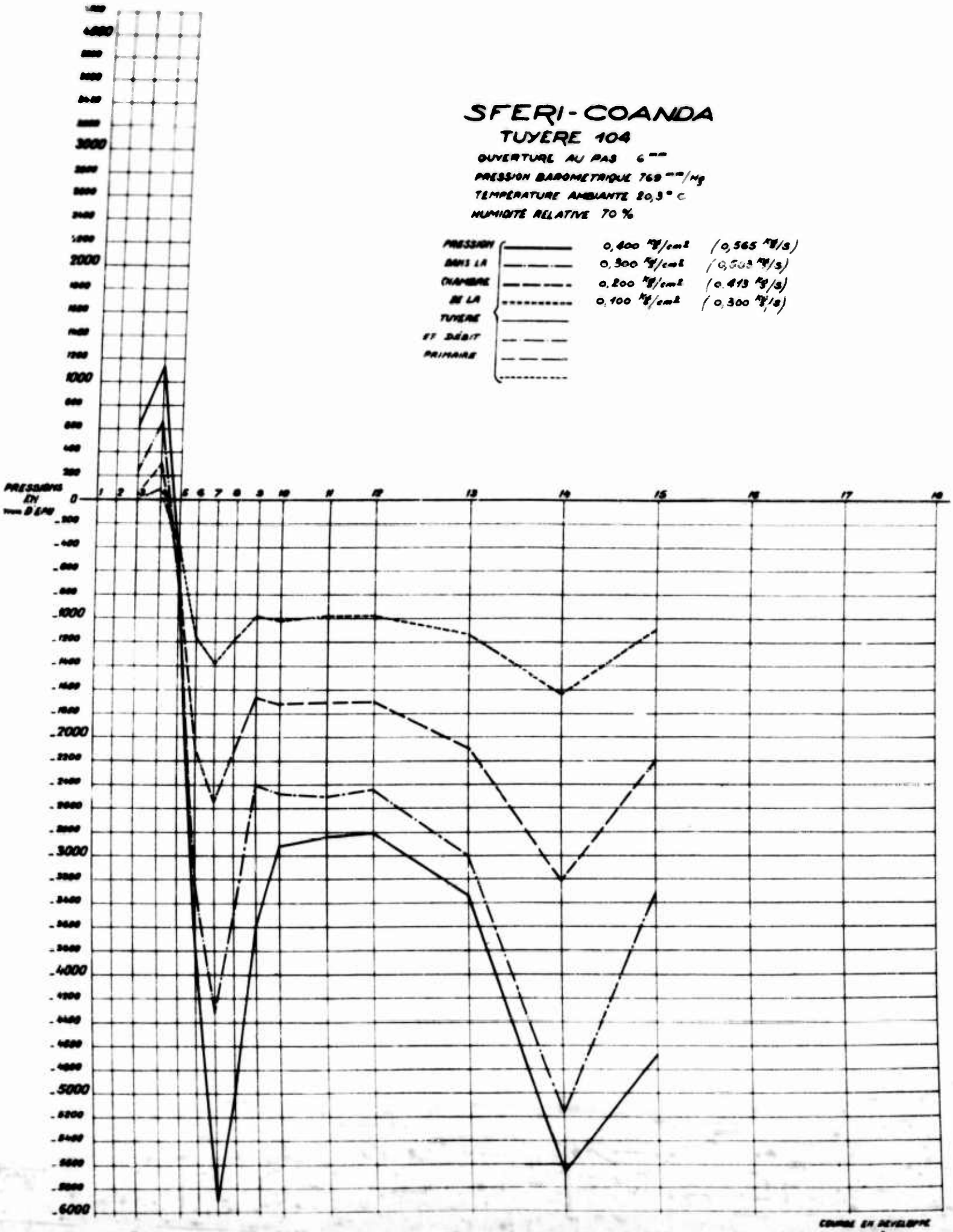
OUVERTURE AU PAS 6 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 769 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 20,3° C

HUMIDITÉ RELATIVE 70 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DÉBIT PRIMAIRE	0,400 Kg/cm²	(0,565 Kg/s)
	0,300 Kg/cm²	(0,503 Kg/s)
	0,200 Kg/cm²	(0,413 Kg/s)
	0,100 Kg/cm²	(0,300 Kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE
C.C.M 5/6 67

SFERI-COANDA

TUYERE 104

OUVERTURE AU PAS 9 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 769 mm/Hg

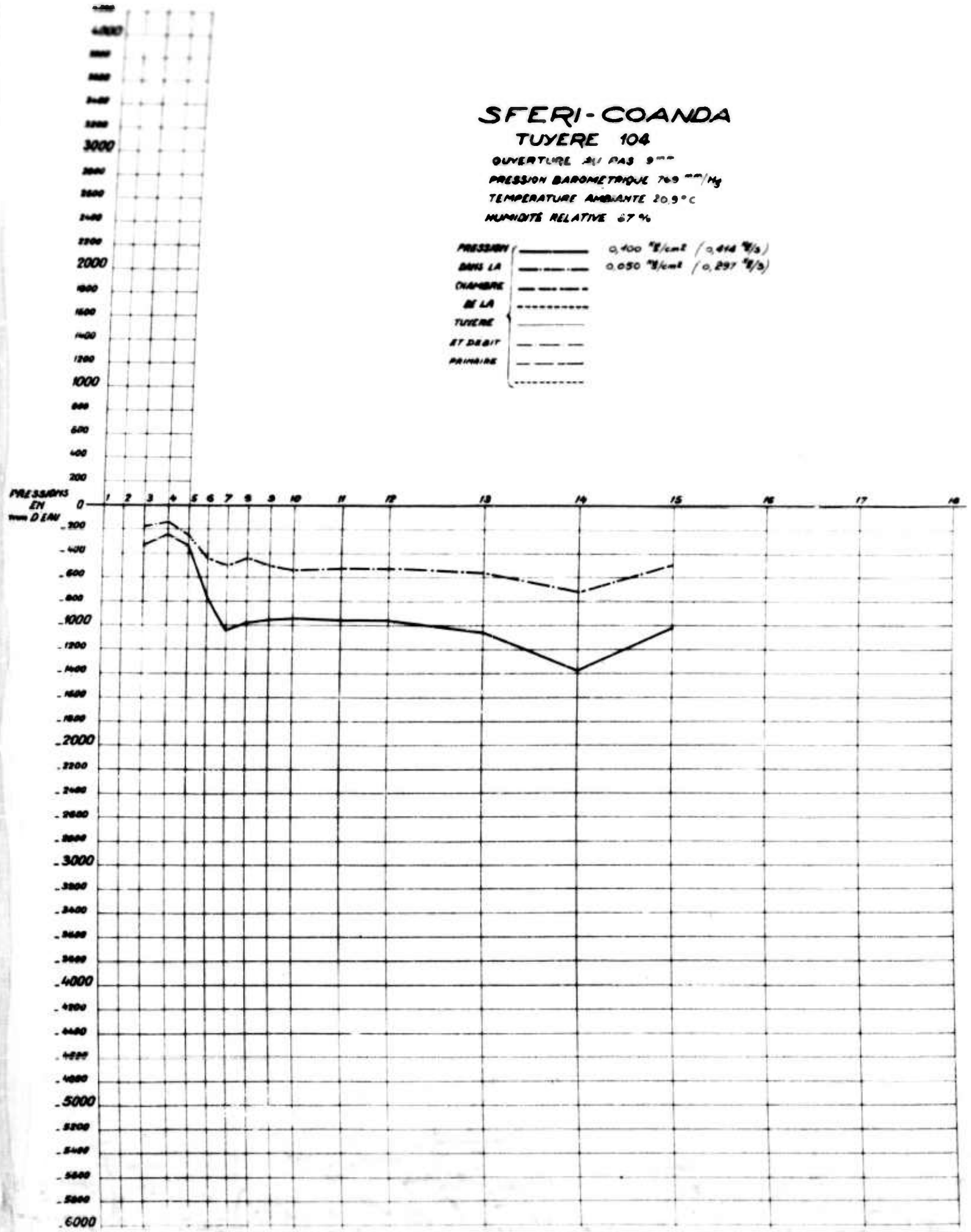
TEMPERATURE AMBIANTE 20,9°C

HUMIDITÉ RELATIVE 67 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

0,400 kg/cm² (0,414 kg/s)

0,050 kg/cm² (0,297 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

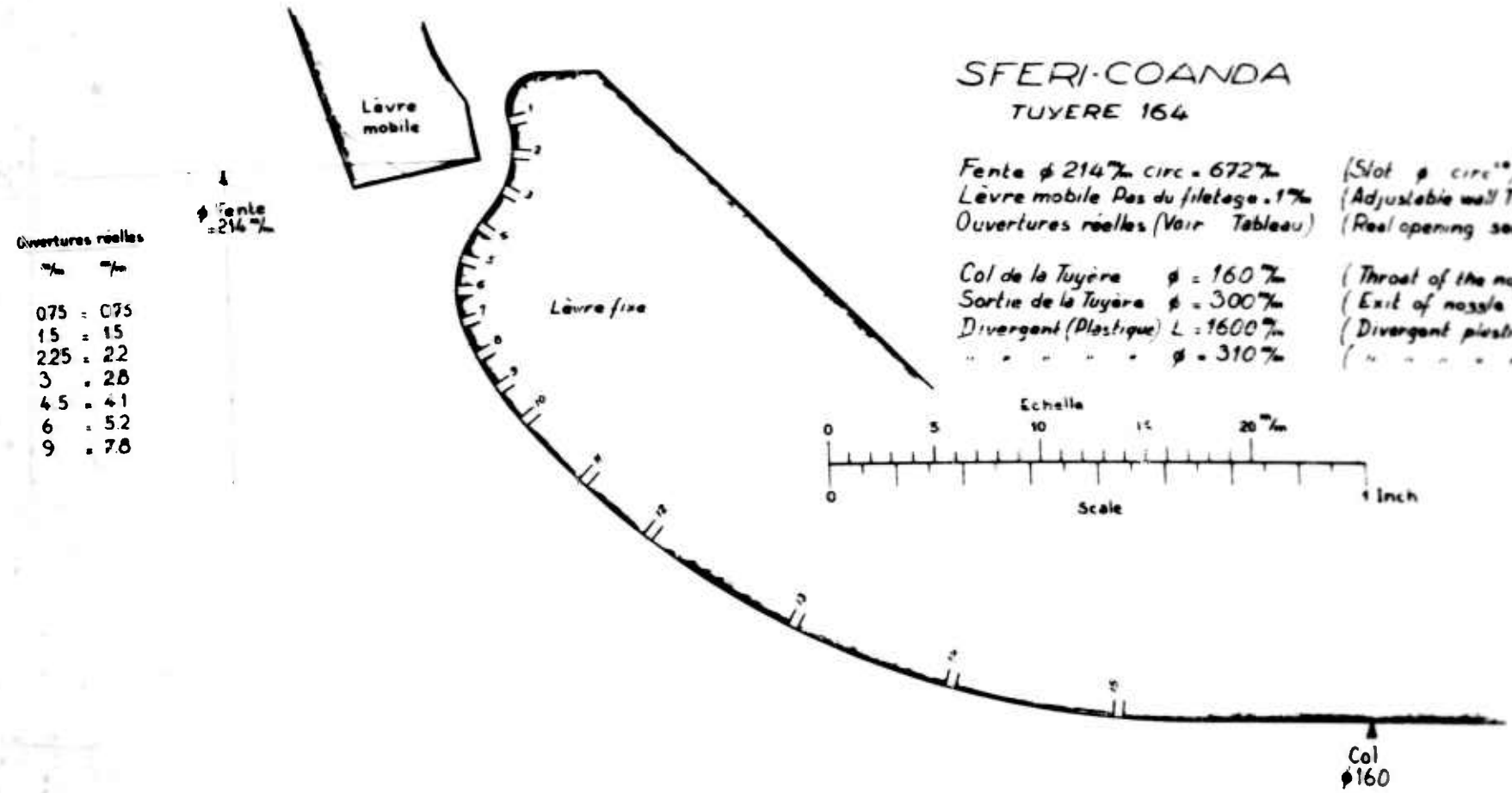
C C M 5/6 87

SFERI-COANDA

TUYERE 164

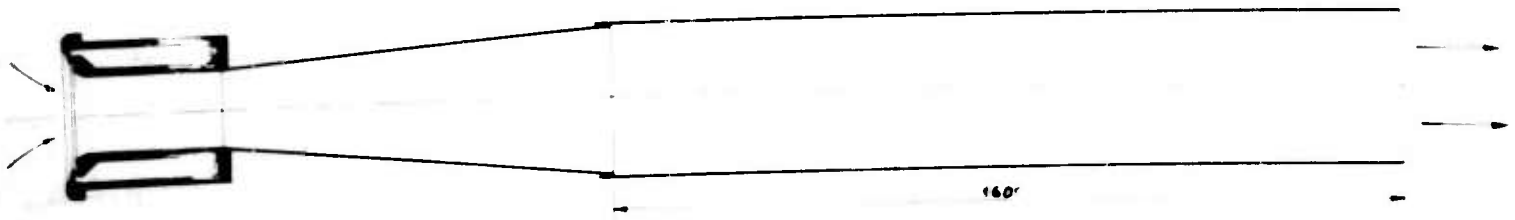
Fente ϕ 214 ‰ circ = 672 ‰ (Slot ϕ circ°)
Lèvre mobile Pas du filetage = 1 ‰ (Adjustable wall Thread pitch)
Ouvertures réelles (Voir Tableau) (Real opening see table)

Col de la Tuyère ϕ = 160 ‰ (Throat of the nozzle)
Sortie de la Tuyère ϕ = 300 ‰ (Exit of nozzle)
Divergent (Plastique) L = 1600 ‰ (Divergent plastic)
" " " " ϕ = 310 ‰ (" " " ")



Ouvertures réelles

‰	‰
075	075
15	15
225	22
3	28
45	41
6	52
9	78



SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 164

OPENING BY PITCH mm	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	14,6	14,8	15,1	15,4	14,6	14,3	14,3	14,9	17,5	17,4	18,3	17,5	18,8	17,5	16,8	16,5	17,2	17,2	16,9	16,8
TEMPERATURE EXIT °C	14,5	14,6	15,1	15,2	15,2	15,1	15,2	15,7	16,2	16,4	16,7	16,8	16,8	16,7	17	16,8	16,7	16,8	16,9	17,1
VELOCITY EXIT m/s	9,8	13,9	17,1	18,9	21,9	24,7	27,8	31,7	11,2	16,8	21,6	/	26	27,9	31,8	12,8	19,1	22,1	26,1	30,7
PRIMARY AIR kg/s	0,076	0,118	0,152	0,168	0,194	0,218	0,257	0,289	0,108	0,157	0,204	0,248	0,267	0,300	0,346	0,141	0,211	0,256	0,298	0,345
TOTAL AIR kg/s	1,170	1,665	2,042	2,255	2,610	2,945	3,310	3,780	1,330	2	2,575	/	3,088	3,280	3,760	1,585	2,260	2,615	3,080	3,630
AIR INDUCTION RATIO	15,4	14	13,4	13,4	13,4	14	12,9	13	12,3	12,7	12,6	/	11,5	10,9	10,9	10,7	10,7	10,2	10,3	10,5
TRACTION Kg	1	1,900	2880	3,800	4,605	5,405	7,210	9,315	1,140	2,450	3,800	4,900	6,205	7,605	9,930	1488	3	4,506	6,200	7,705
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	763	763	763	763	763	763	763	763	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	15,9	15,9	15,9	15,9	16	16,1	16,2	16	17,3	17,5	17,7	17,9	18,1	18,1	18,1	18,2	18,2	18,3	18,3	18,4
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	56	56	56	56	56	55	55	55	50	49	49	49	49	49	49	48	48	49	49	48

OPENING BY PITCH mm	2,25	3	3	3	3	3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	6	6	6	6	7,5	7,5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,3	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,05	0,1	0,15	0,2	0,05	0,1
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	16,2	17,1	16,8	16,6	16	16,2	16,8	16,5	14,5	14	13,4	17	14,7	15	14,7	15	14
TEMPERATURE EXIT °C	16,8	16,8	16,8	16,9	16,9	16,8	16,8	16,3	16,2	16,6	16,9	17	16,8	16,8	16,7	16,5	16,4
VELOCITY EXIT m/s	32,2	14,4	21,1	25	28	31,2	16,7	23,4	28,1	32,2	36,2	18,4	25,6	30,8	36,2	18,9	27,2
PRIMARY AIR kg/s	0,367	0,184	0,262	0,314	0,367	0,419	0,266	0,366	0,455	0,522	0,600	0,376	0,492	0,618	0,742	0,440	0,655
TOTAL AIR kg/s	3,810	1,702	2,500	2,950	3,300	3,680	1,970	2,770	3,335	3,800	4,280	2,165	3,050	3,640	4,260	2 220	3,205
AIR INDUCTION RATIO	10,4	9,3	9,5	9,4	8	8,8	7,3	7,6	7,3	7,3	7,1	5,8	6,2	5,9	5,7	5	4,9
TRACTION Kg	9,345	1,720	3,900	5,900	7,500	9,305	2,680	5,120	7,500	9,920	12,525	3,640	6,500	9,400	12,650	3,500	7,409
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	761	761
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	18,2	18,2	18,3	18,4	18,6	18,4	18,4	18,5	18,3	18,2	18,4	18,5	18,5	18,6	18,6	18,4	18,2
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	49	48	48	48	48	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	48

CCM 3/4 57

UNCLASSIFIED

AD 204074

Armed Services Technical Information Agency

ARLINGTON HALL STATION
ARLINGTON 12 VIRGINIA

FOR
MICRO-CARD
CONTROL ONLY

4 OF 5

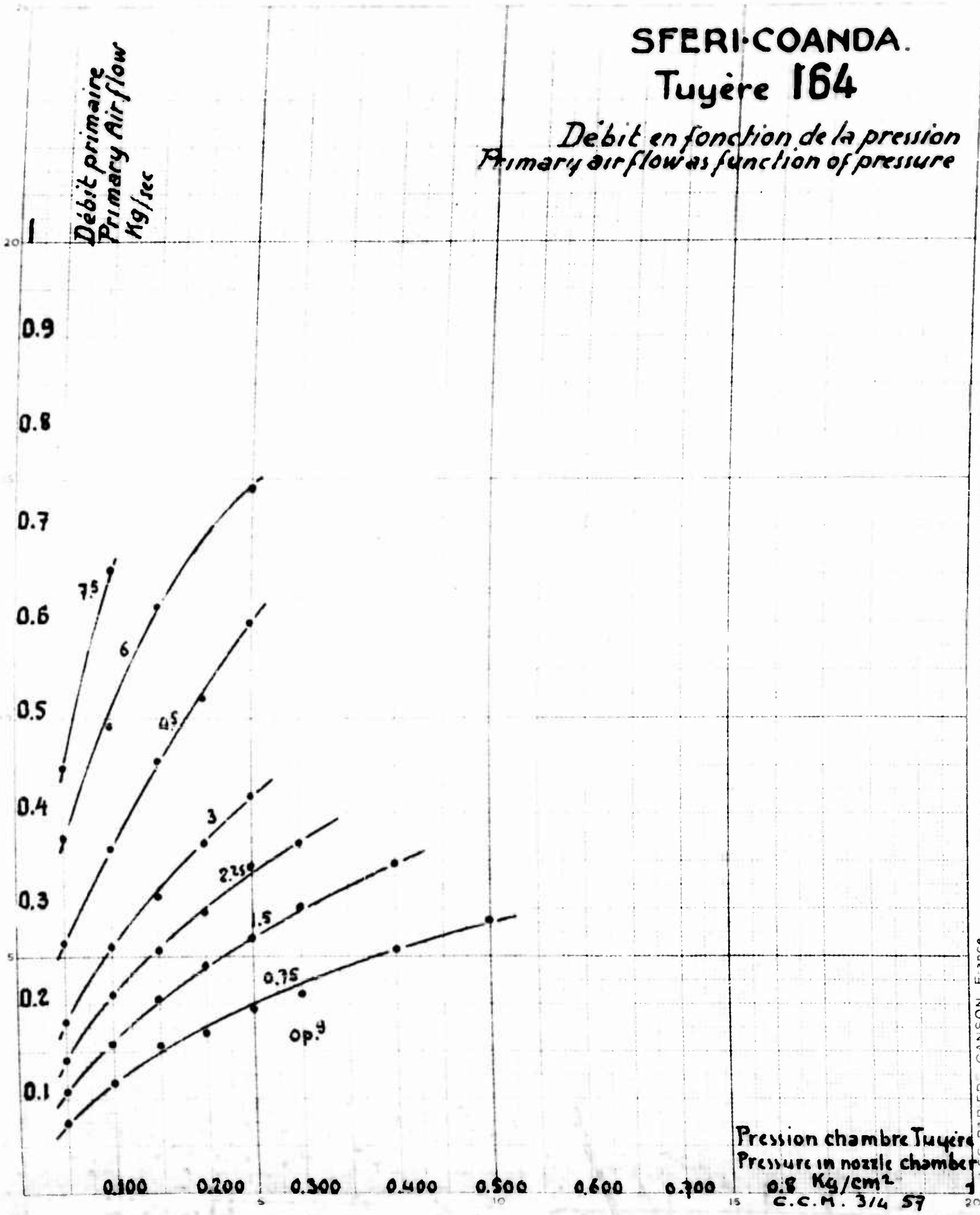
NOTICE: WHEN GOVERNMENT OR OTHER DRAWINGS, SPECIFICATIONS OR OTHER DATA ARE USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN IN CONNECTION WITH A DEFINITELY RELATED GOVERNMENT PROCUREMENT OPERATION, THE U. S. GOVERNMENT THEREBY INCURS NO RESPONSIBILITY, NOR ANY OBLIGATION WHATSOEVER; AND THE FACT THAT THE GOVERNMENT MAY HAVE FORMULATED, FURNISHED, OR IN ANY WAY SUPPLIED THE SAID DRAWINGS, SPECIFICATIONS, OR OTHER DATA IS NOT TO BE REGARDED BY IMPLICATION OR OTHERWISE AS IN ANY MANNER LICENSING THE HOLDER OR ANY OTHER PERSON OR CORPORATION, OR CONVEYING ANY RIGHTS OR PERMISSION TO MANUFACTURE, USE OR SELL ANY PATENTED INVENTION THAT MAY IN ANY WAY BE RELATED THERETO.

UNCLASSIFIED

SFERI·COANDA.

Tuyère 164

Débit en fonction de la pression
Primary air flow as function of pressure



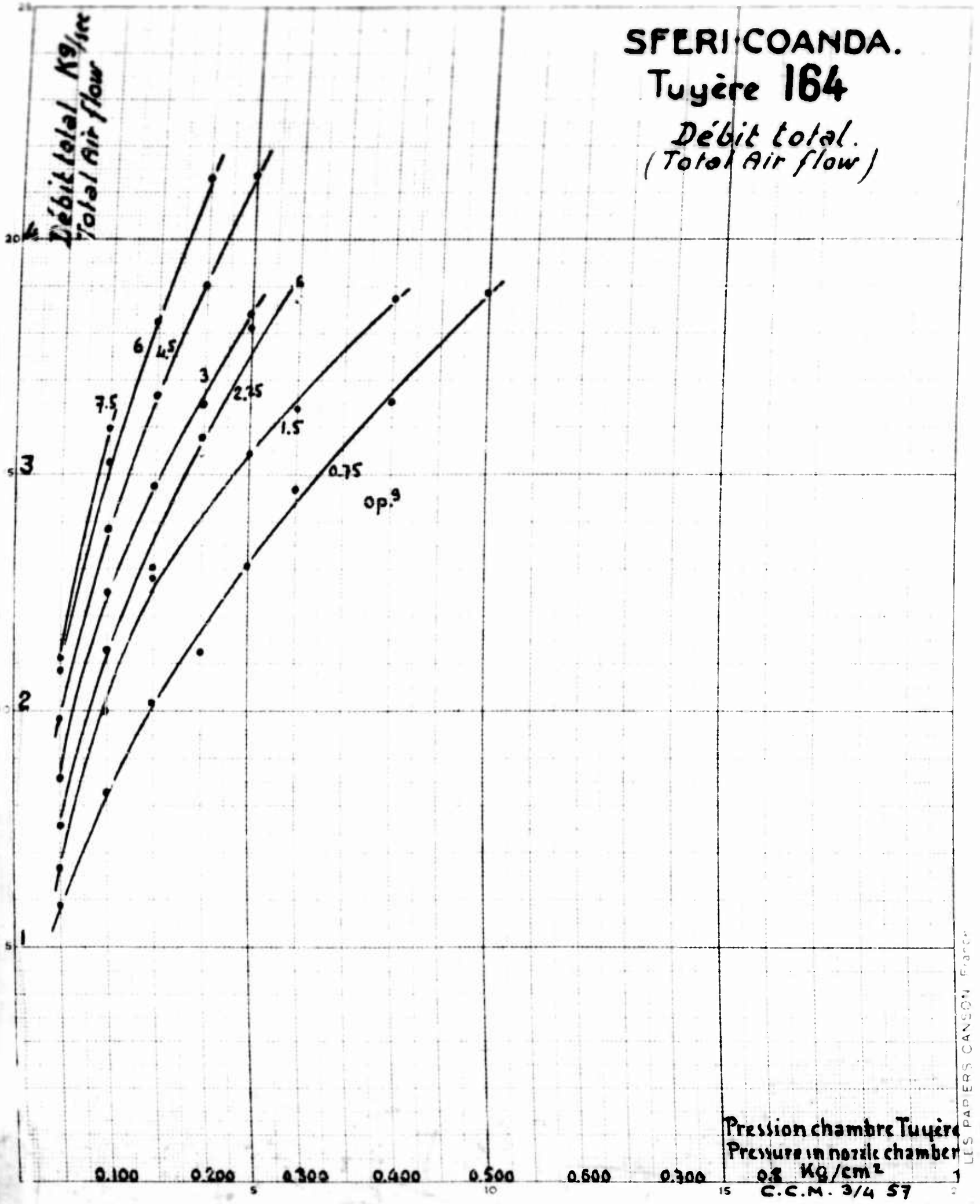
C.C.M. 3/4 57

LES PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA.

Tuyère 164

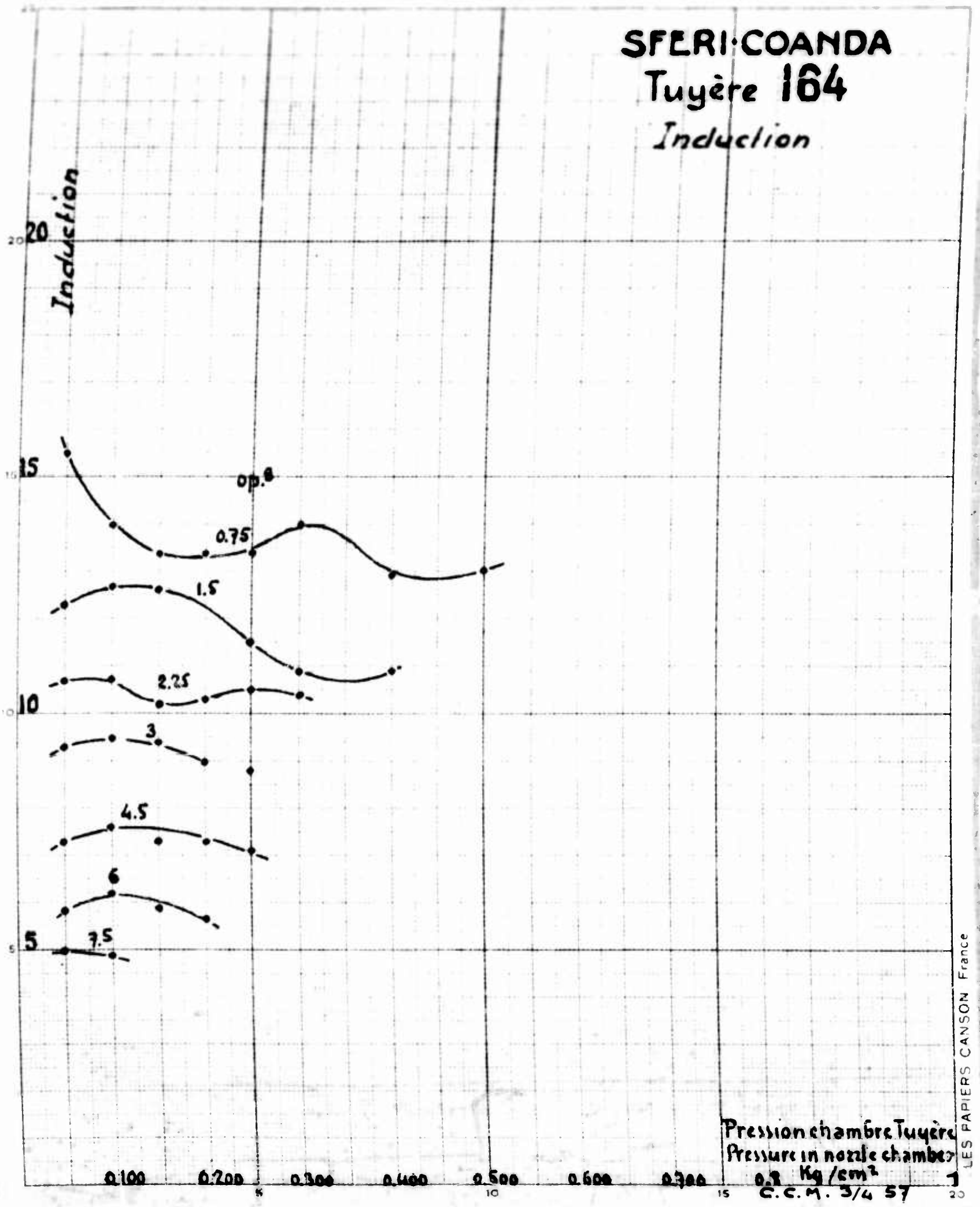
Débit total.
(Total Air flow)



SFERI·COANDA

Tuyère 164

Induction



C.C.M. 3/4 57

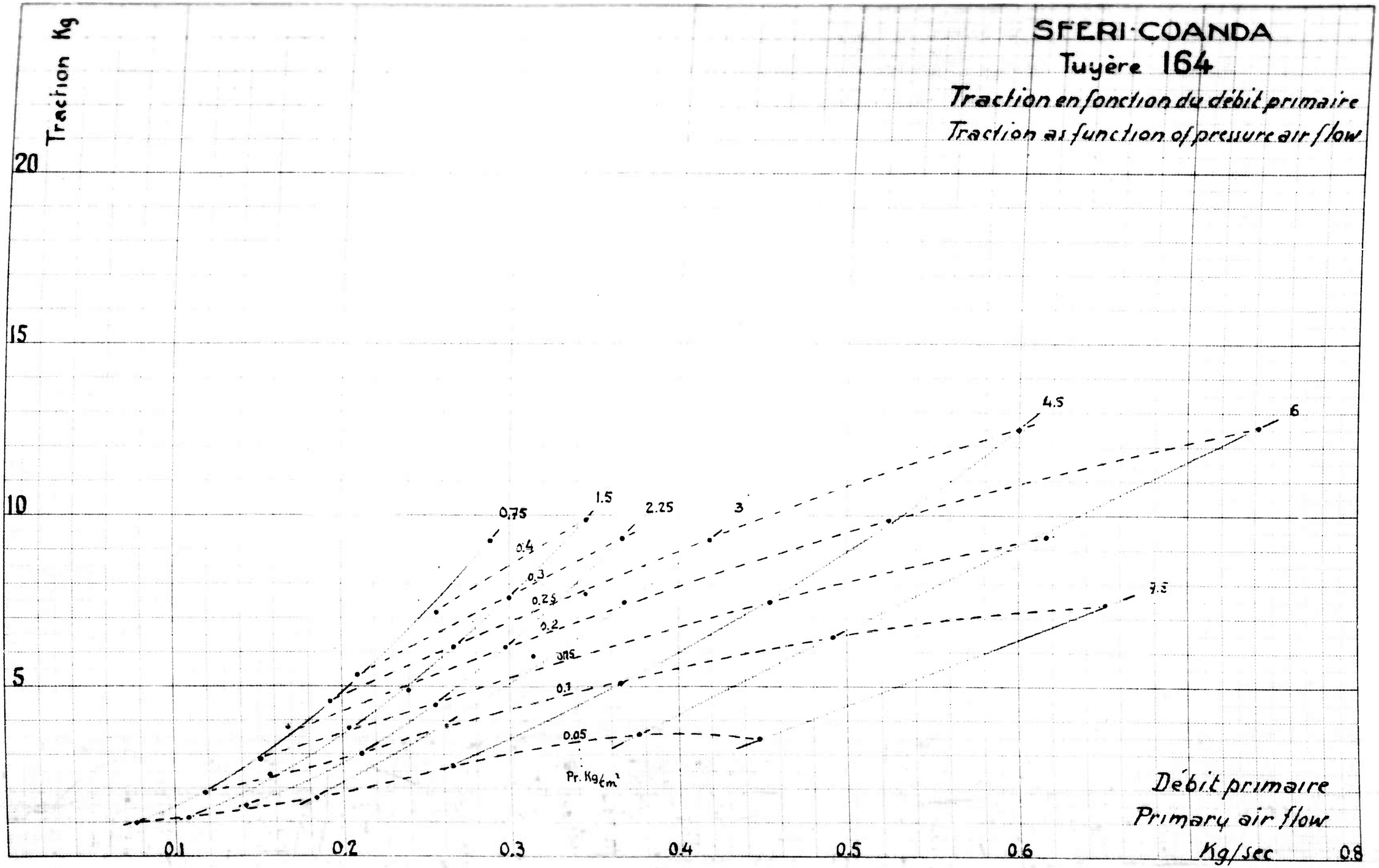
LES PAPIERS CANSON France

SFERI·COANDA

Tuyère 164

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE 164

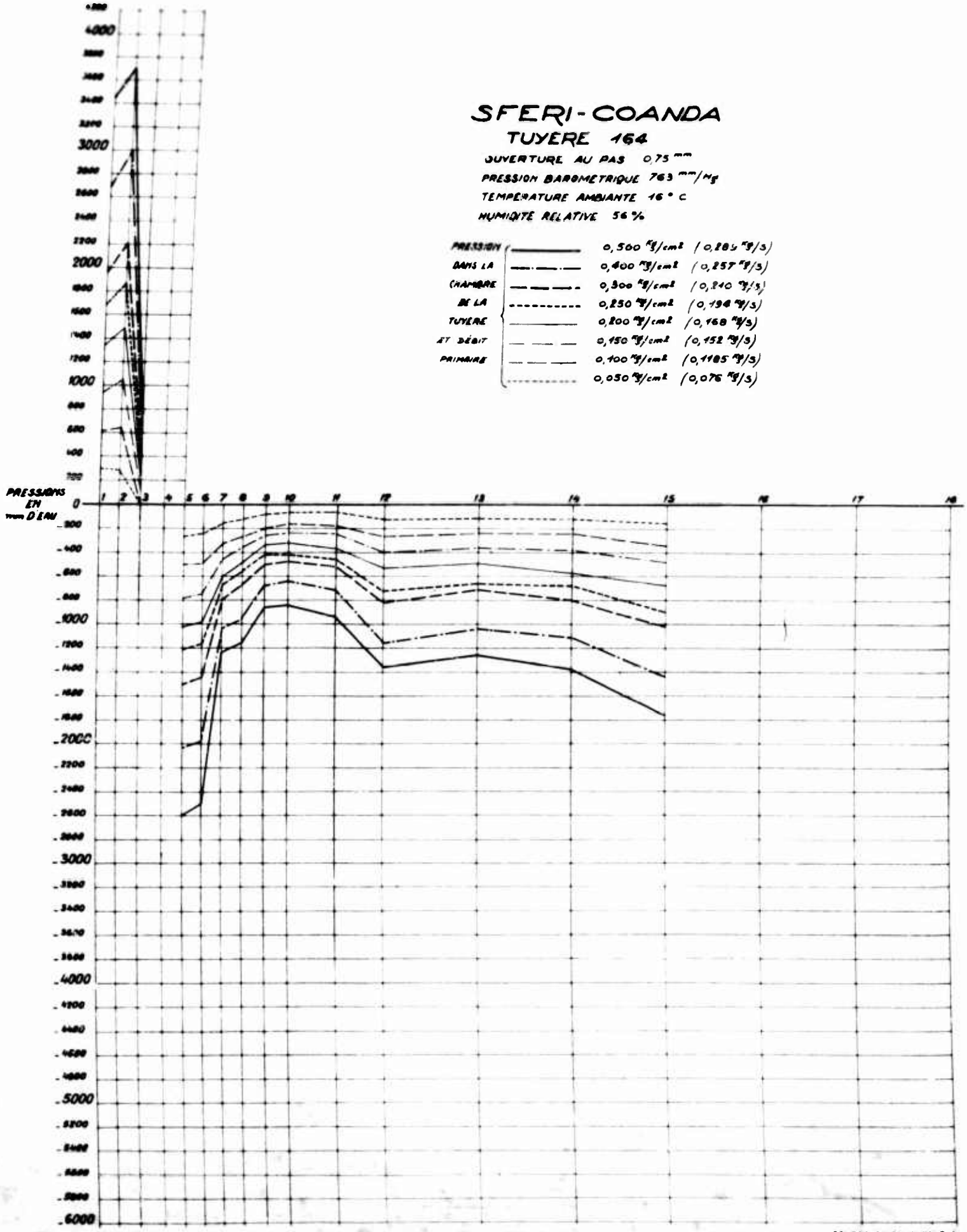
OUVERTURE AU PAS 0,75 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 763 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 16 ° C

HUMIDITE RELATIVE 56 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	0,500 kg/cm²	(0,285 kg/s)
	0,400 kg/cm²	(0,257 kg/s)
	0,300 kg/cm²	(0,240 kg/s)
	0,250 kg/cm²	(0,194 kg/s)
	0,200 kg/cm²	(0,168 kg/s)
	0,150 kg/cm²	(0,152 kg/s)
	0,100 kg/cm²	(0,1185 kg/s)
	0,050 kg/cm²	(0,076 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE
C C M 3/4 67

SFERI-COANDA

TUYERE 464

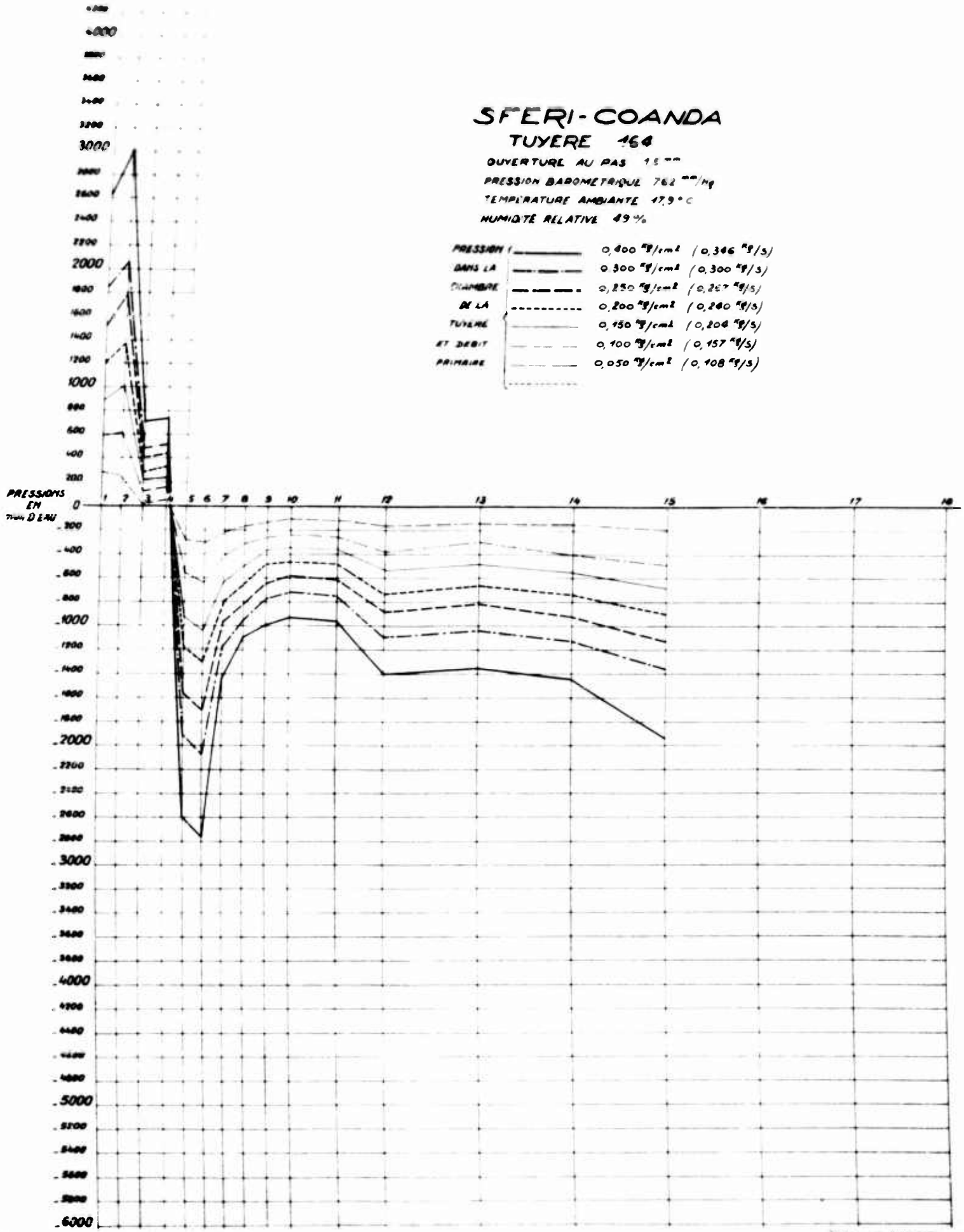
OUVERTURE AU PAS 1,5 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 762 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 17,9 °C

HUMIDITE RELATIVE 49 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	0,400 kg/cm²	(0,346 kg/s)
	0,300 kg/cm²	(0,300 kg/s)
	0,250 kg/cm²	(0,257 kg/s)
	0,200 kg/cm²	(0,240 kg/s)
	0,150 kg/cm²	(0,204 kg/s)
	0,100 kg/cm²	(0,157 kg/s)
	0,050 kg/cm²	(0,108 kg/s)



COUPE EN DEVELOPPE

C.C.M 5/6 67

SFERI-COANDA

TUYERE 164

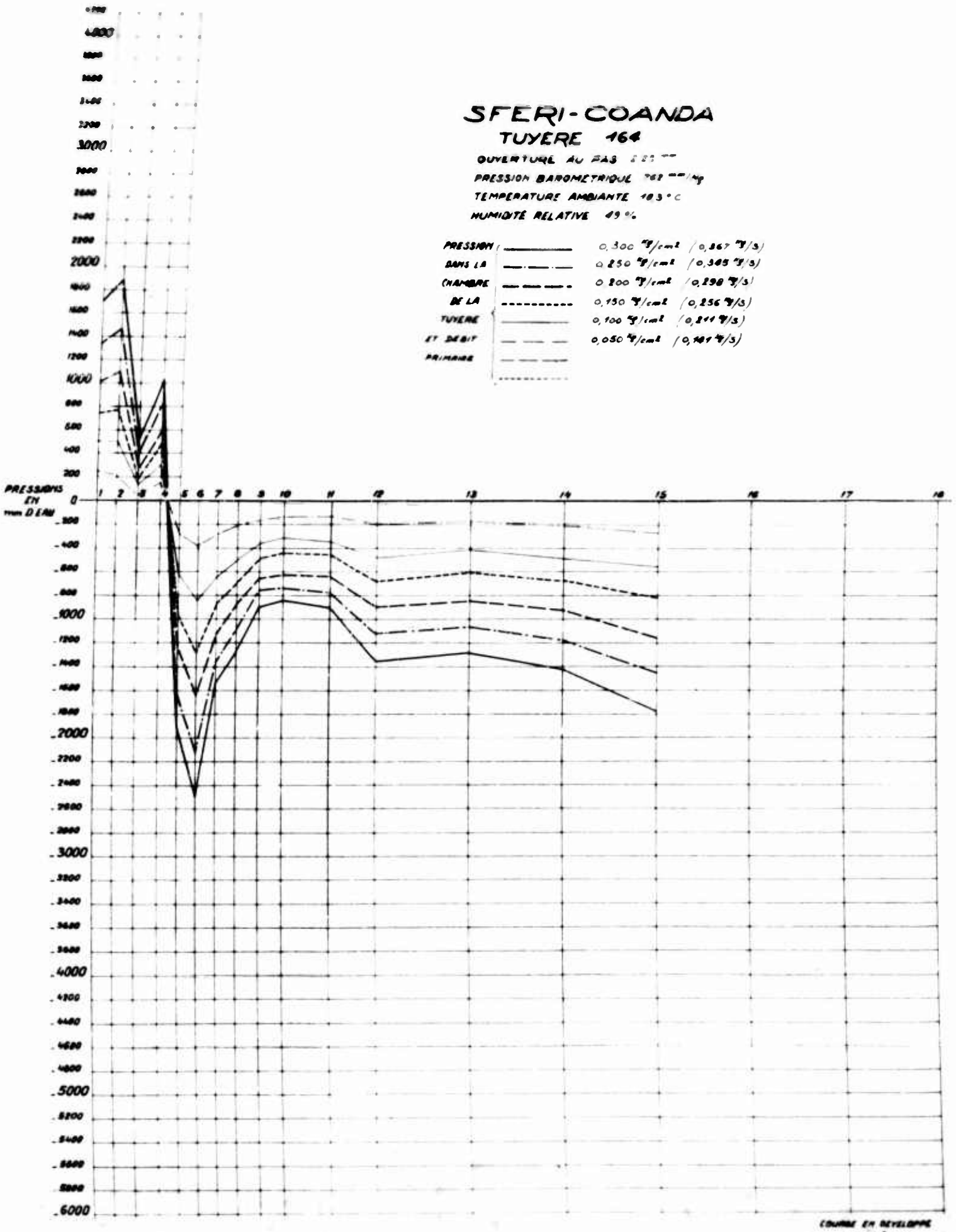
OUVERTURE AU PAS [illegible]

PRESSION BAROMETRIQUE 762 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18,5 °C

HUMIDITÉ RELATIVE 49 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	0,300 kg/cm² (0,367 kg/s)
	— · — · —	0,250 kg/cm² (0,365 kg/s)
	— — — —	0,200 kg/cm² (0,298 kg/s)
	- - - - - -	0,150 kg/cm² (0,256 kg/s)
	———	0,100 kg/cm² (0,211 kg/s)
	— — —	0,050 kg/cm² (0,161 kg/s)
	— — — —	



COURBE EN DEVELOPPE
C.C.M. 3/4 67

SFERI - COANDA

TUYERE 164

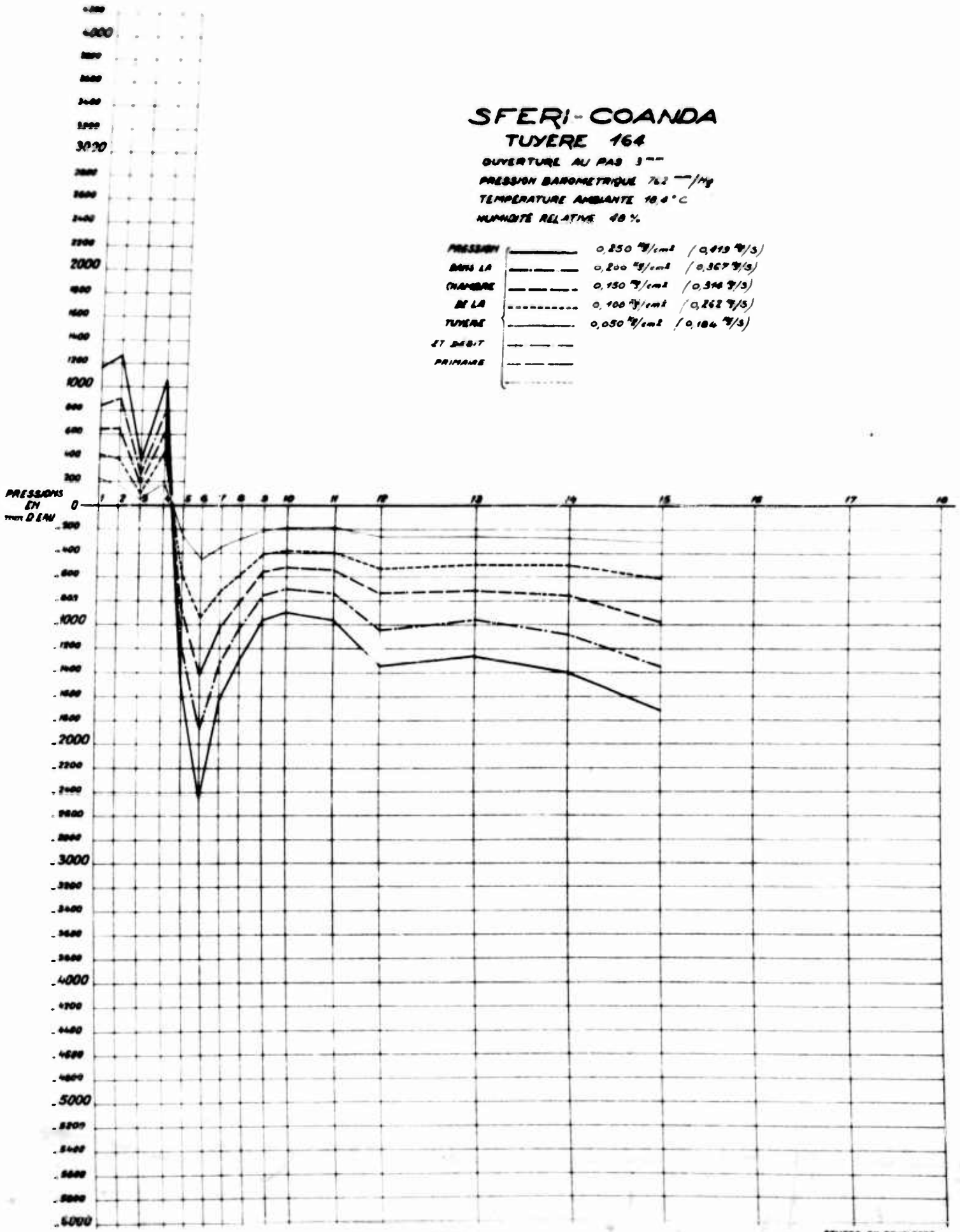
OUVERTURE AU PAS 3 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 762 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 16,4 °C

HUMIDITÉ RELATIVE 48 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	0,250 kg/cm²	(0,419 kg/s)
	0,200 kg/cm²	(0,367 kg/s)
	0,150 kg/cm²	(0,314 kg/s)
	0,100 kg/cm²	(0,262 kg/s)
	0,050 kg/cm²	(0,184 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE
C.C. = 3/10 67

SFERI-COANDA

TUYERE 164

OUVERTURE AU PAS 45 mm

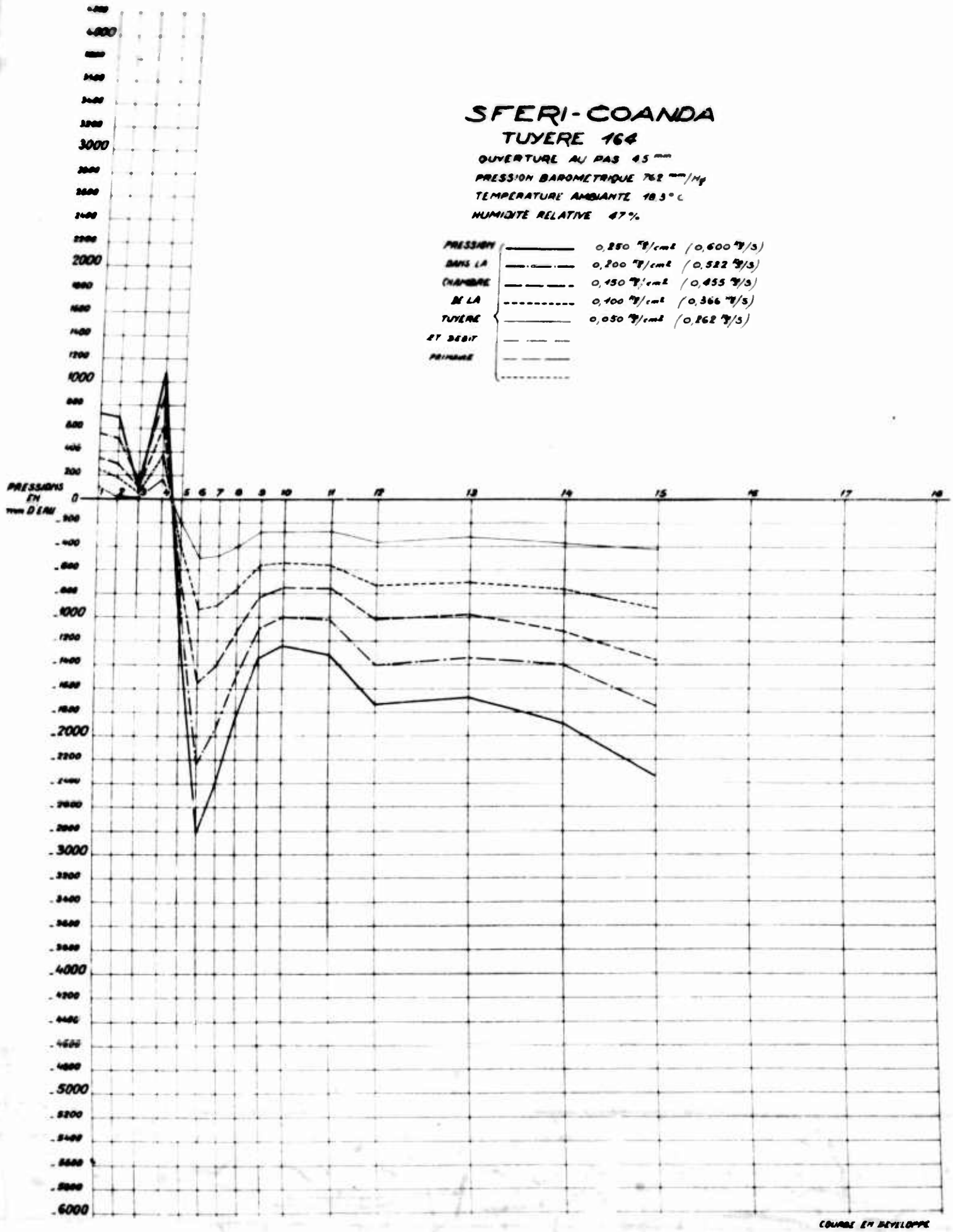
PRESSION BAROMETRIQUE 762 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18,3° C

HUMIDITÉ RELATIVE 47 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

———	0,250 kg/cm² (0,600 kg/s)
—·—·—	0,200 kg/cm² (0,522 kg/s)
— — —	0,150 kg/cm² (0,455 kg/s)
----------	0,100 kg/cm² (0,366 kg/s)
———	0,050 kg/cm² (0,262 kg/s)
— — —	
— — —	



COURBE EN DEVELOPPE

C C M 3/4 67

SFERI-COANDA

TUYERE 164

OUVERTURE AU PAS 6 mm

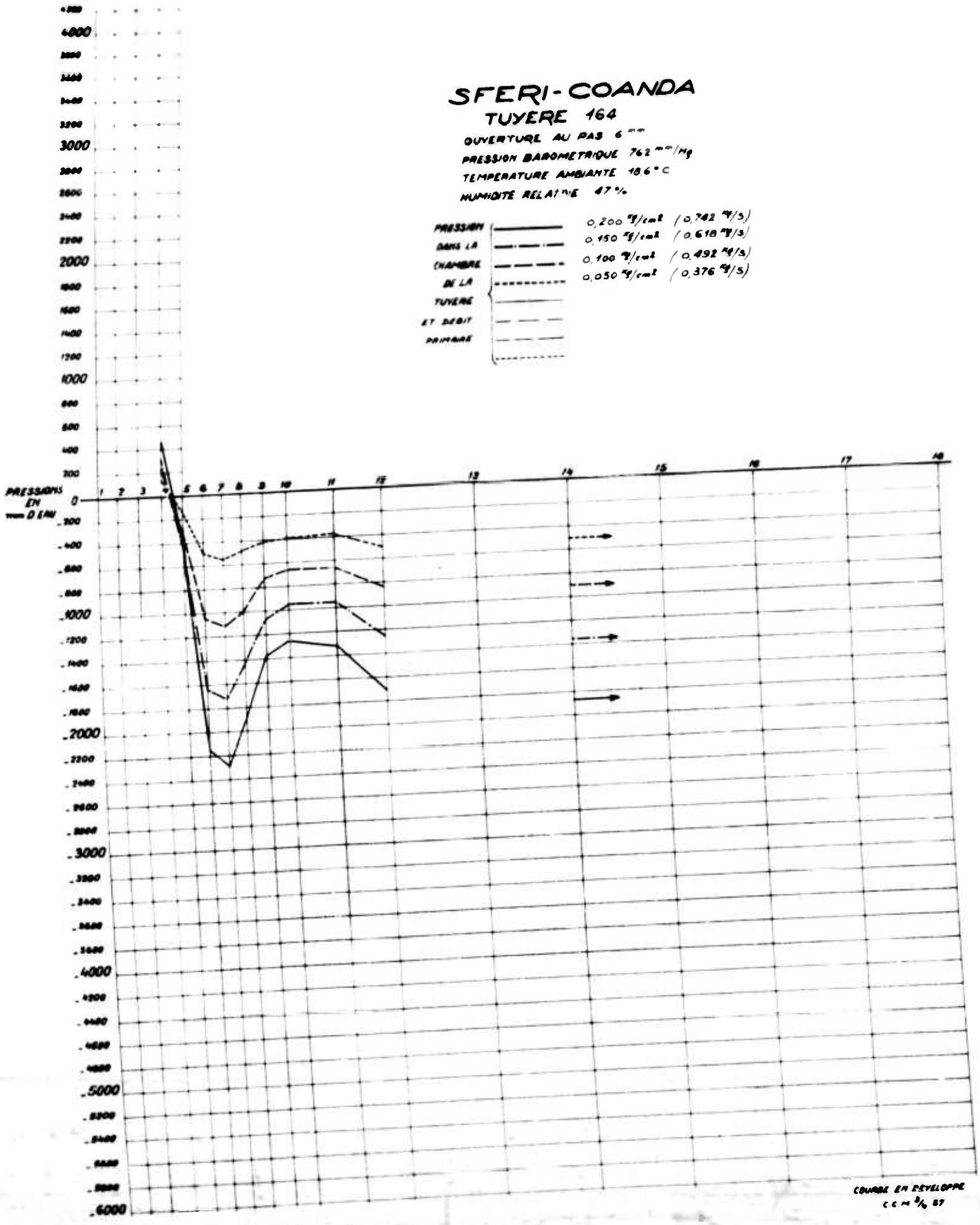
PRESSION BAROMETRIQUE 762 mm/Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 18,6 °C

HUMIDITE RELATIVE 47 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

0,200 kg/cm² (0,742 kg/s)
0,150 kg/cm² (0,618 kg/s)
0,100 kg/cm² (0,492 kg/s)
0,050 kg/cm² (0,376 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE
C C M S/D 87

SFERI-COANDA

TUYERE 164

OUVERTURE AU PAS 75 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 761 mm/Hg

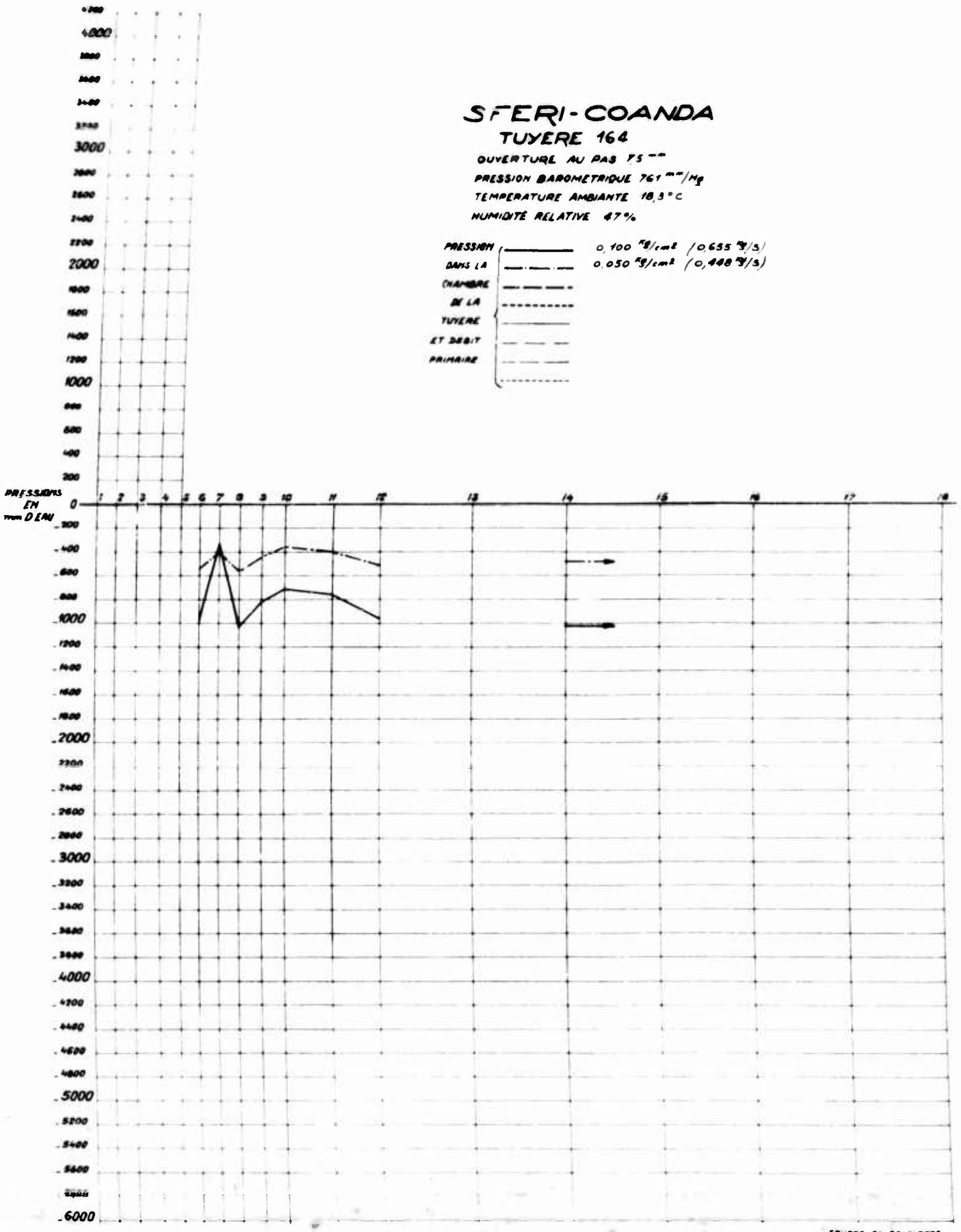
TEMPERATURE AMBIANTE 18,3 °C

HUMIDITÉ RELATIVE 47 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

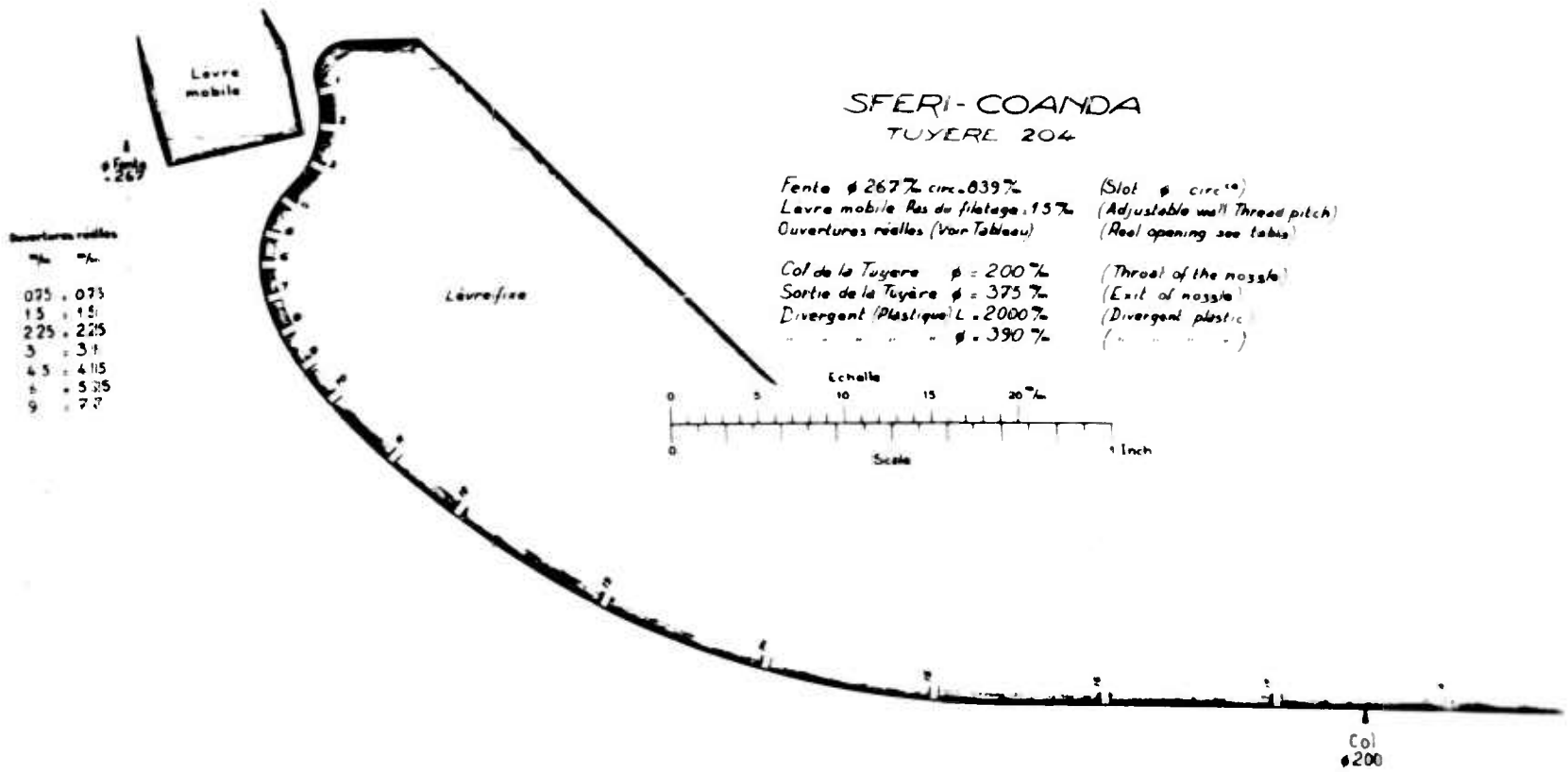
0,100 kg/cm² (0,655 kg/s)

0,050 kg/cm² (0,448 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

C C M 3/4 67



SFERI - COANDA

TUYERE 204

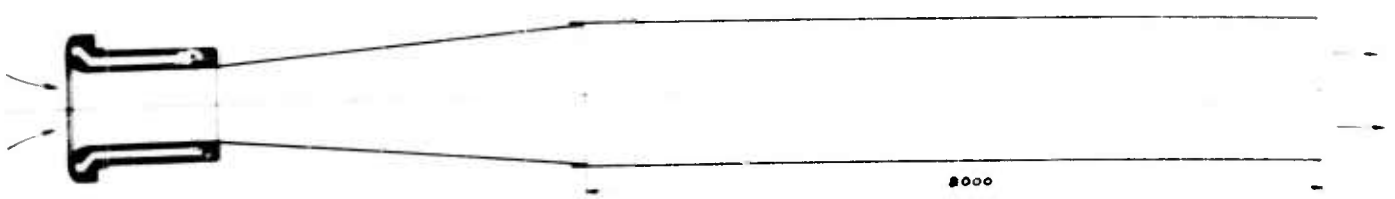
Fente ϕ 267 ‰ circ. 839 ‰	(Slot ϕ circ.)
Lèvre mobile Pas du filetage : 1.5 ‰	(Adjustable wall Thread pitch)
Ouvertures réelles (Voir Tableau)	(Real opening see table)
Col de la Tuyère ϕ = 200 ‰	(Throat of the nozzle)
Sortie de la Tuyère ϕ = 375 ‰	(Exit of nozzle)
Divergent (Plastique) L = 2000 ‰	(Divergent plastic)
" " " " " ϕ = 390 ‰	(" " " ")

Echelle

0 5 10 15 20 ‰

0 Scale 1 Inch

Ouvertures réelles	
‰	‰
0.75	0.75
1.5	1.5
2.25	2.25
3	3
4.5	4.15
6	5.35
9	7.7



SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 204

OPENING BY PITCH mm	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,75	1	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	11,1	10,3	10,3	10,3	10,3	10,1	9,7	9,7	9,7	10,1	9,7	9,4	9,4	9,7	9,3	9,7	9,7
TEMPERATURE EXIT °C	9,2	9,3	9,3	9,5	10,5	9,5	10,2	10,2	10,7	10,1	10,3	11,1	10,9	10,8	11,5	11,7	11,7
VELOCITY EXIT m/s	9	10,9	13,9	12,3	12,5	15,6	17,7	19	23,8	11,5	13,6	16,2	18,2	20,8	22,7	23,9	26,3
PRIMARY AIR kg/s	0,116	0,137	0,153	0,169	0,182	0,212	0,228	0,271	0,301	0,143	0,201	0,243	0,273	0,317	0,351	0,370	0,407
TOTAL AIR kg/s	1,345	1,628	2,060	1,840	1,865	2,330	2,620	2,815	3,530	1,710	2,180	2,405	2,690	3,090	3,360	3,540	3,900
AIR INDUCTION RATIO	11,6	11,9	13,5	10,9	10,2	11	11,5	10,4	11,7	11,9	10,8	9,9	9,8	9,7	9,6	9,6	9,6
TRACTION kg	1,240	1,700	2,200	2,750	3,085	3,610	4,415	6,225	8,035	1,400	2,700	4	5,200	6,595	7,785	8,710	9,710
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	11,1	11,1	11,1	10,9	11	11,4	11,6	11,8	11,8	11,7	11,7	11,7	11,8	11,9	12,1	12,2	12,3
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	85	86	88	90	90	91	90	90	90	91	91	91	91	91	91	92	92

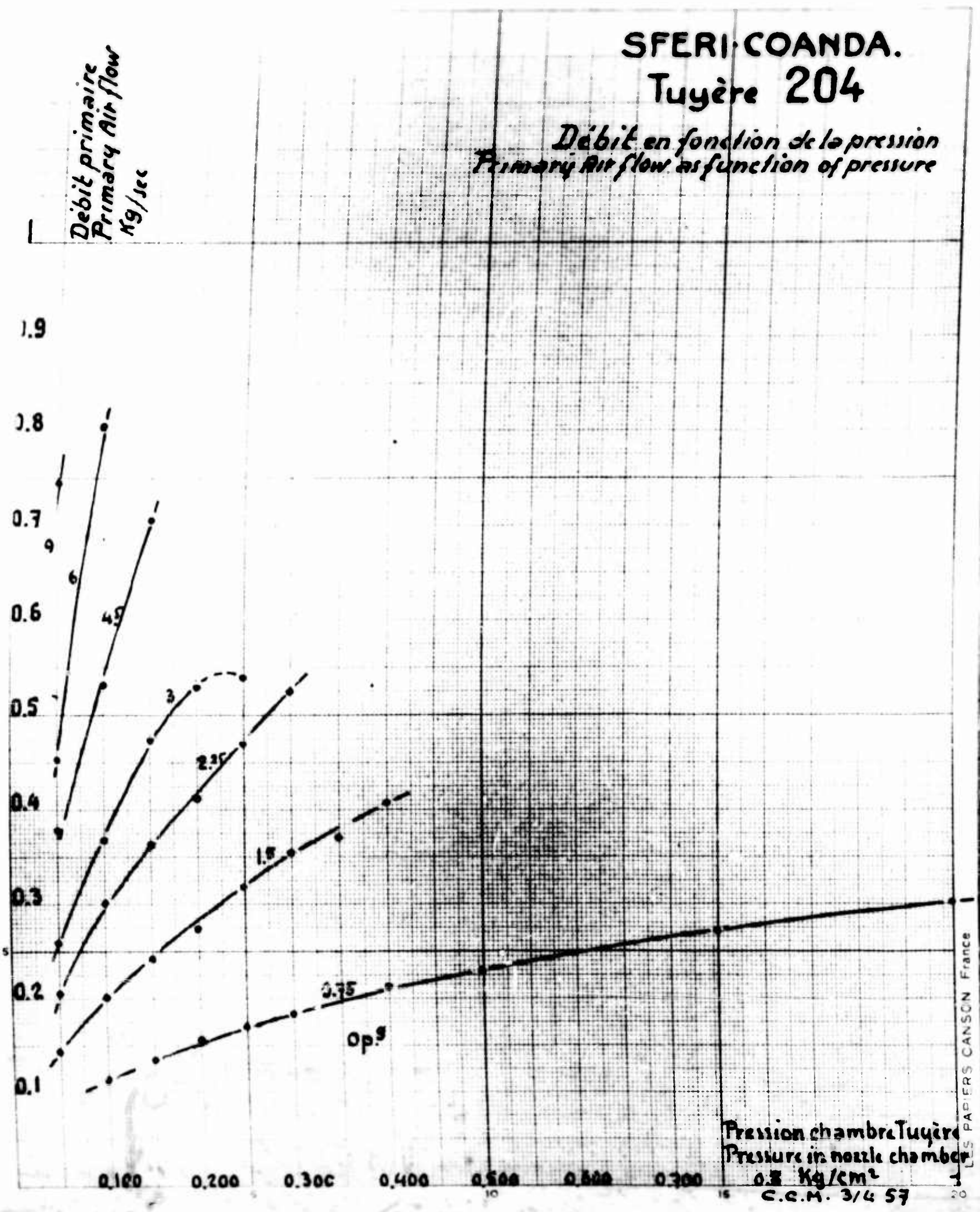
OPENING BY PITCH mm	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	3	3	3	3	3	4,5	4,5	4,5	6	6	9
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,05
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	10,1	10,1	9,6	9,5	8,7	9,5	11,1	11,1	10,4	9,5	9,5	12,4	10,7	8,7	10,7	10,3	9
TEMPERATURE EXIT °C	11,2	11,4	11,9	12	12,5	12,6	11,9	12,2	12,8	13	13,1	12,6	11,5	13,4	13,4	13,7	12,9
VELOCITY EXIT m/s	11,9	17,1	20,9	23	25,6	28,1	12,1	17,9	22,8	25,5	28	15	21,1	26,1	15,3	20,9	16,8
PRIMARY AIR kg/s	0,206	0,301	0,364	0,411	0,470	0,525	0,258	0,369	0,474	0,530	>0,540	0,378	0,530	0,705	0,453	0,805	0,749
TOTAL AIR kg/s	1,770	2,530	3,090	3,410	3,750	4,300	1,785	2,642	3,360	3,780	4,140	2,220	3,105	3,850	2,260	3,070	2,480
AIR INDUCTION RATIO	8,6	8,4	8,5	8,3	8	8,2	6,9	7,2	7,1	7,1	>7,7	5,9	5,9	5,5	5	3,8	3,4
TRACTION kg	2,040	4	5,800	7,900	9,705	11,805	2,500	5,100	7	9,800	12,405	3,500	6,600	9,300	3,800	6,700	4,600
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	12,4	12,3	12,4	12,4	12,6	12,8	12,8	13	13,1	13,3	13,6	13,8	13,8	14,2	14,1	14,3	14,2
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	92	92	92	92	93	93	93	92	92	92	92	92	92	92	90	89	88

C.C.M 3/4 57

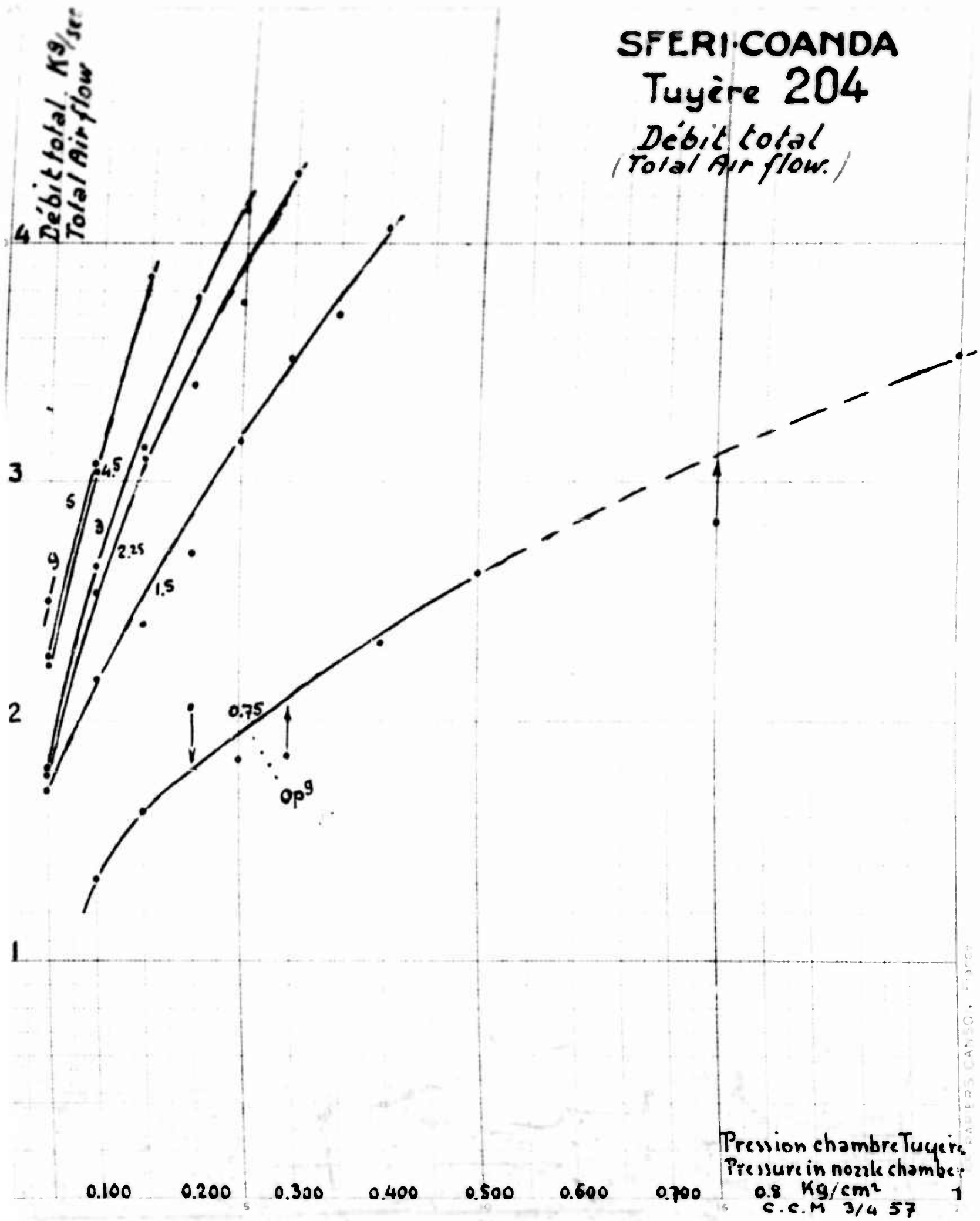
SFERI-COANDA.

Tuyère 204

Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function of pressure



SFERI·COANDA
Tuyère 204
Débit total
(Total Air flow.)

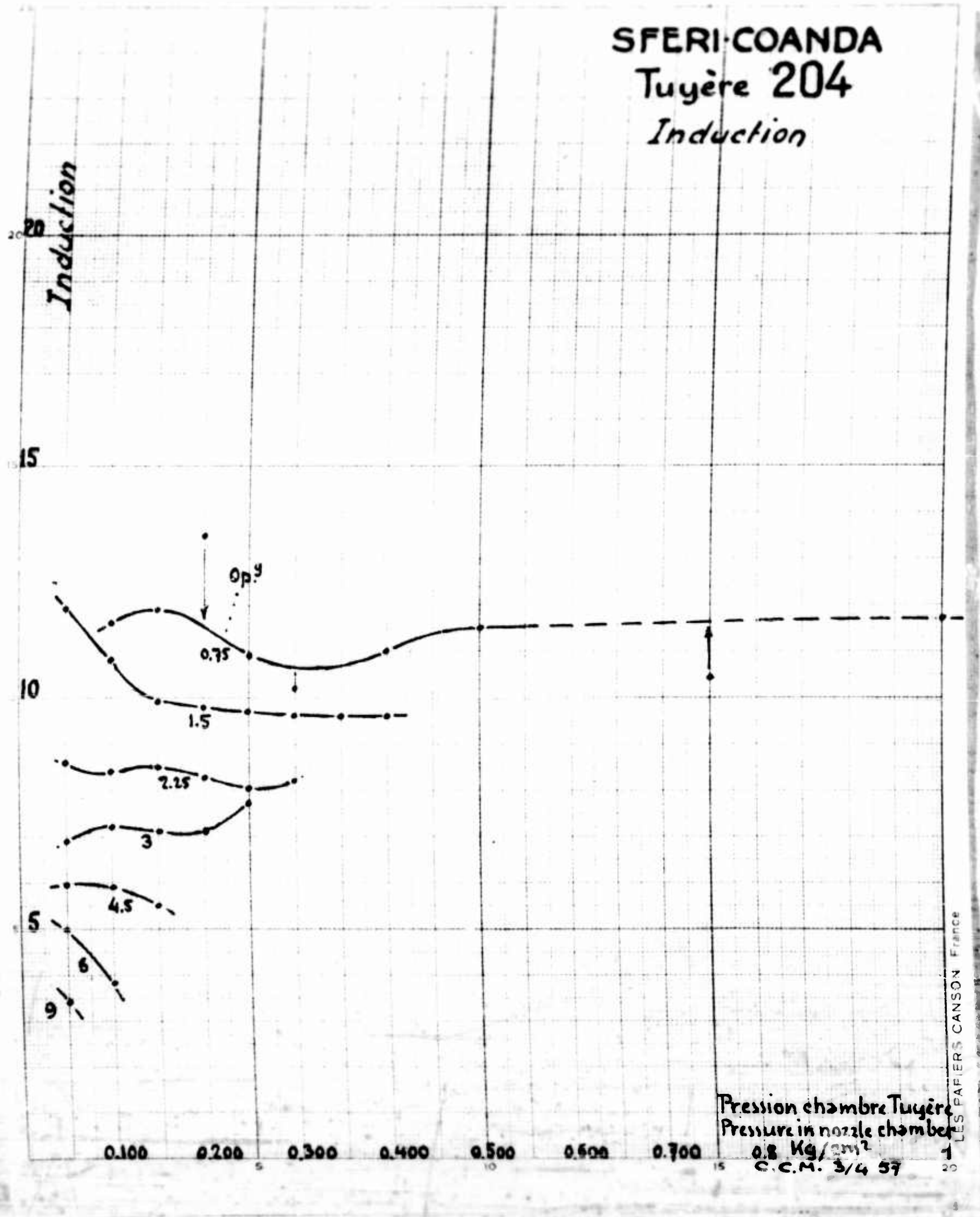


C.C.M 3/4 57

SFERI-COANDA

Tuyère 204

Induction

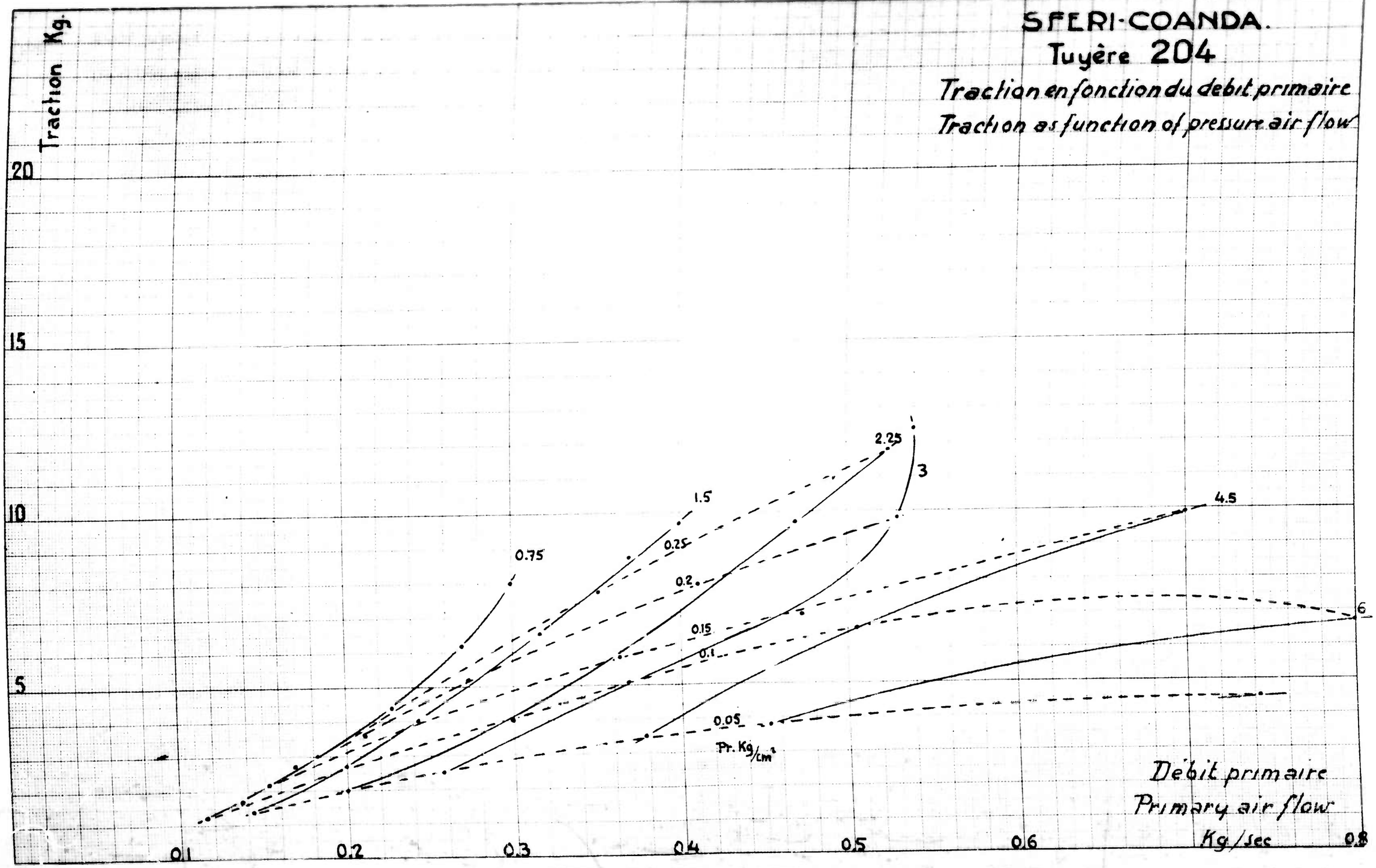


SFERI-COANDA.

Tuyère 204

Traction en fonction du debit primaire

Traction as function of pressure air flow

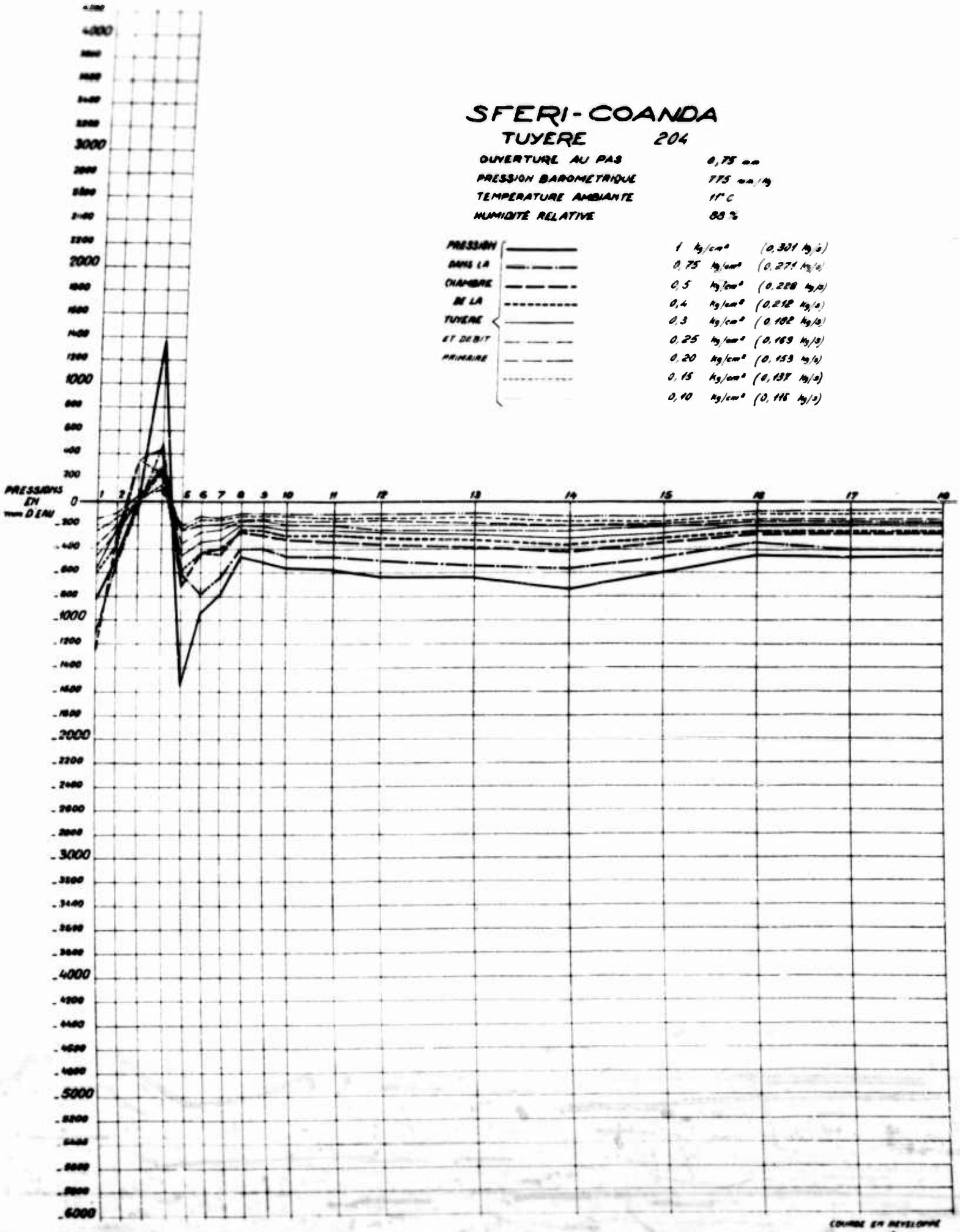


SFERI-COANDA

TUYERE 204

OUVERTURE AU PAS	0,75 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	775 mm/Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	11° C
HUMIDITÉ RELATIVE	89 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	1 kg/cm²	(0,301 kg/s)
	0,75 kg/cm²	(0,271 kg/s)
	0,5 kg/cm²	(0,228 kg/s)
	0,4 kg/cm²	(0,212 kg/s)
	0,3 kg/cm²	(0,182 kg/s)
	0,25 kg/cm²	(0,169 kg/s)
	0,20 kg/cm²	(0,153 kg/s)
	0,15 kg/cm²	(0,137 kg/s)
	0,10 kg/cm²	(0,116 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE
C.C.M 3/4 83

SFERI-COANDA

TUYERE 204

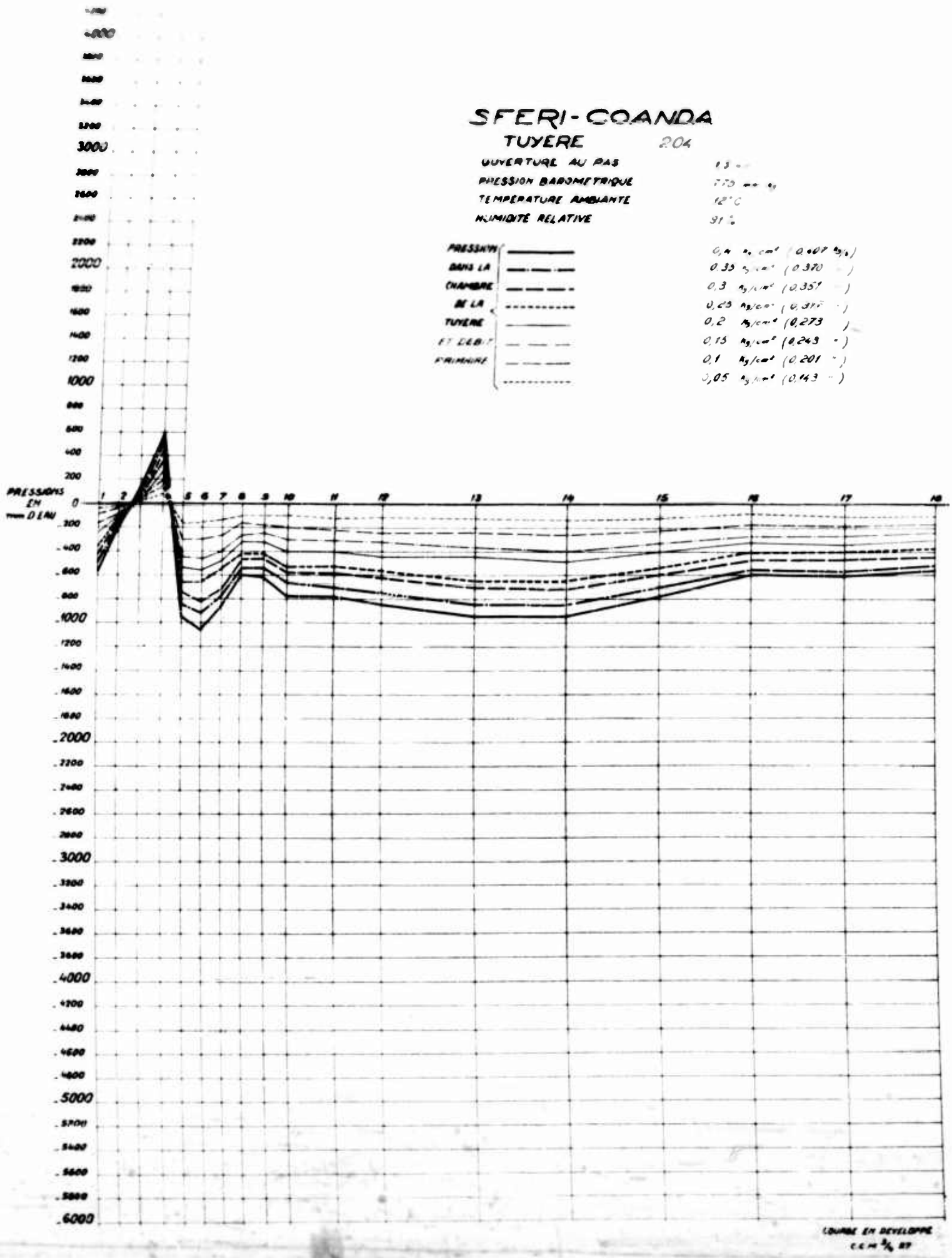
OUVERTURE AU PAS 1,5 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 775 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 12°C

HUMIDITÉ RELATIVE 91 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	———	0,4 kg/cm² (0,407 kg/cm²)
	—·—·—	0,35 kg/cm² (0,370 ")
	— — —	0,3 kg/cm² (0,357 ")
	----------	0,25 kg/cm² (0,317 ")
	———	0,2 kg/cm² (0,273 ")
	— — —	0,15 kg/cm² (0,243 ")
	— — —	0,1 kg/cm² (0,201 ")
	----------	0,05 kg/cm² (0,143 ")



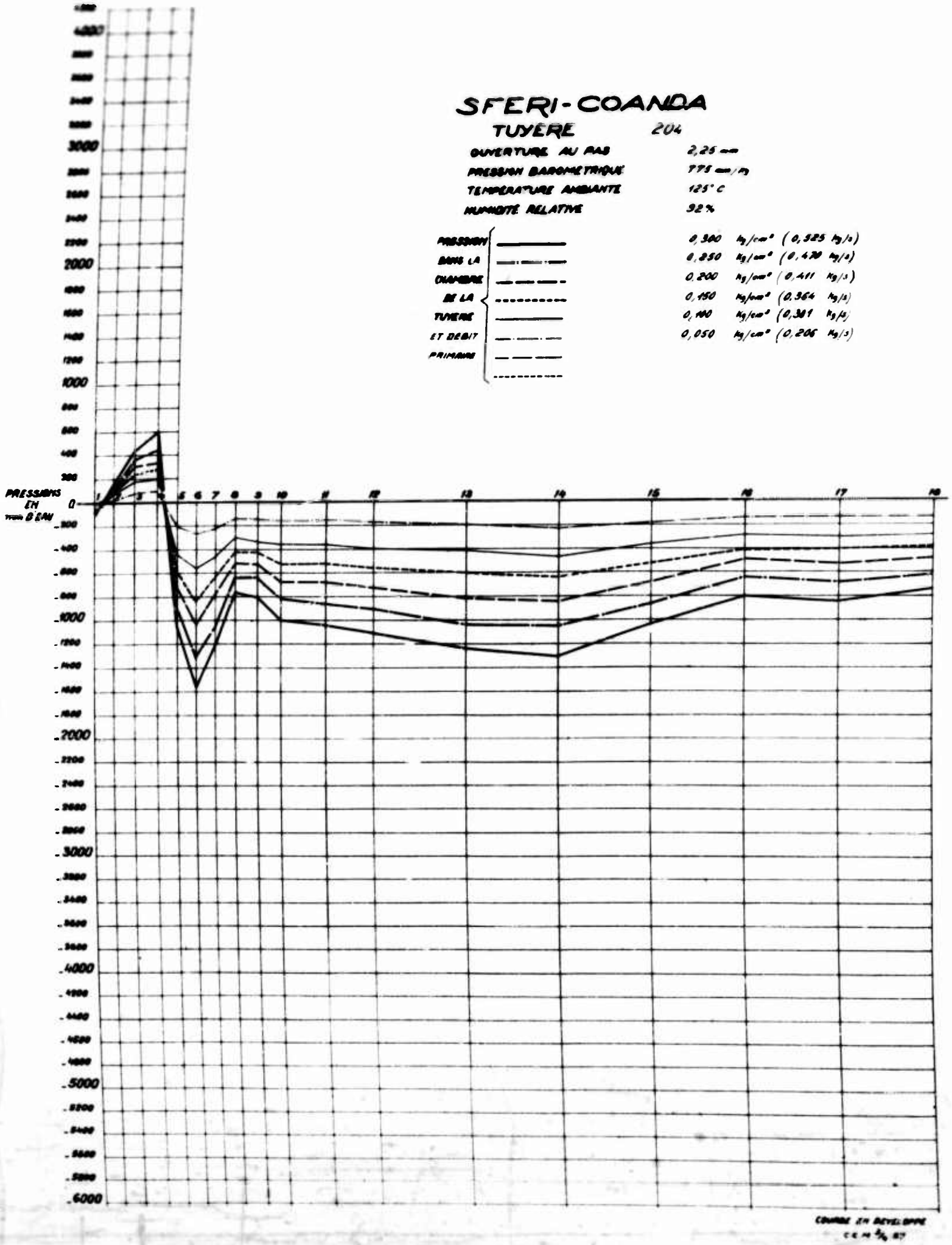
COURBE EN DEVELOPPE
c.c.m $^3/_h$ air

SFERI-COANDA

TUYERE 204

OUVERTURE AU PAS	2,25 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	775 mm/Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	125° C
HUMIDITE RELATIVE	92 %

PRESSION	0,300	kg/cm² (0,325 kg/l)
DANS LA	0,250	kg/cm² (0,420 kg/l)
CHAMBRE	0,200	kg/cm² (0,411 kg/l)
DE LA	0,150	kg/cm² (0,364 kg/l)
TUYERE	0,100	kg/cm² (0,301 kg/l)
ET DEBIT	0,050	kg/cm² (0,206 kg/l)
PRIMAIRE		



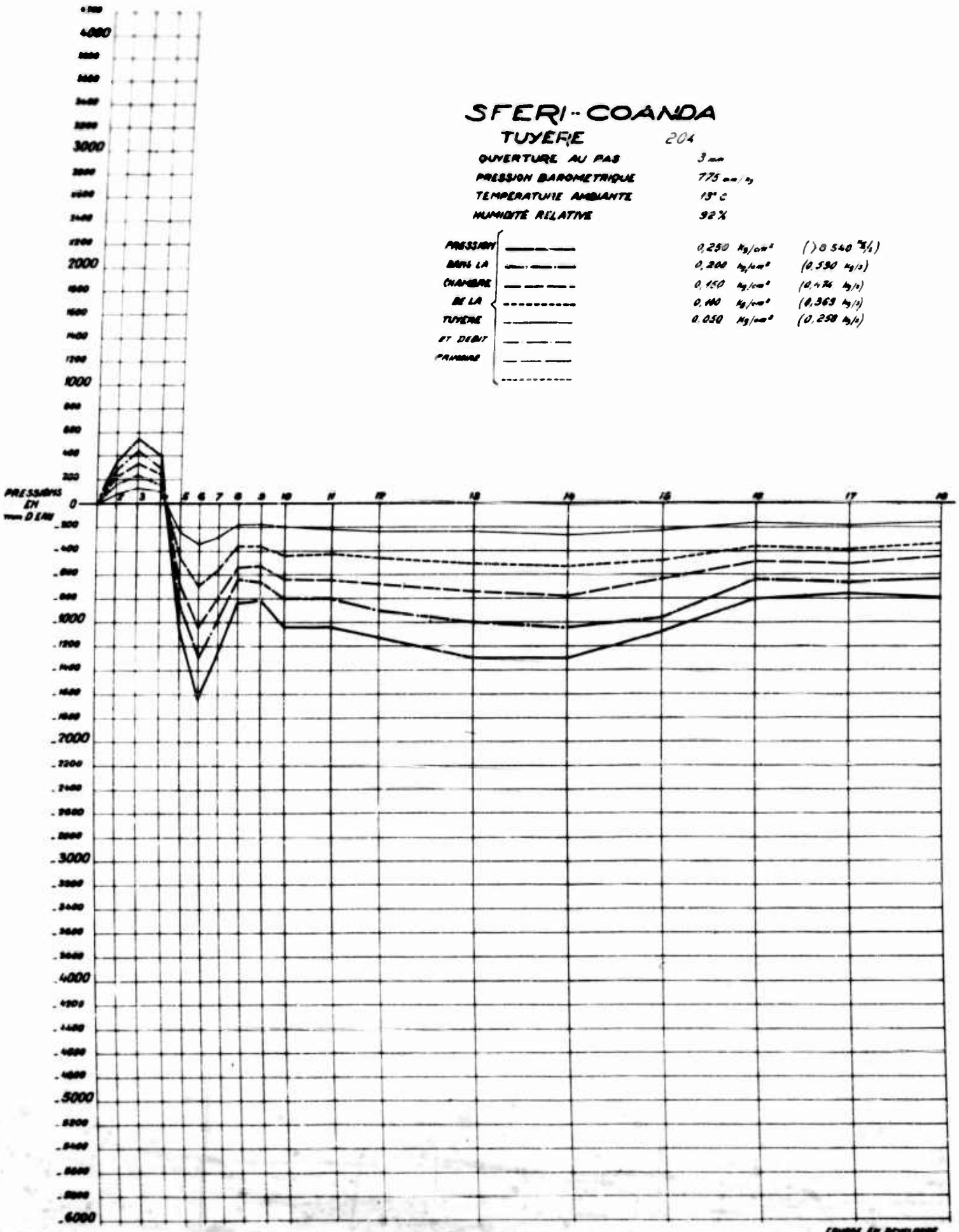
COURBE EN DEVELOPPE

SFERI - COANDA

TUYERE 204

OUVERTURE AU PAS	3 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	775 mm/Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	13° C
HUMIDITÉ RELATIVE	92 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE	0,250	kg/cm²	(> 0,540 m³/s)
	0,200	kg/cm²	(0,530 kg/s)
	0,150	kg/cm²	(0,476 kg/s)
	0,100	kg/cm²	(0,369 kg/s)
	0,050	kg/cm²	(0,258 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

SFERI-COANDA

TUYÈRE 204

OUVERTURE AU PAS 4,5 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 775 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 16° C

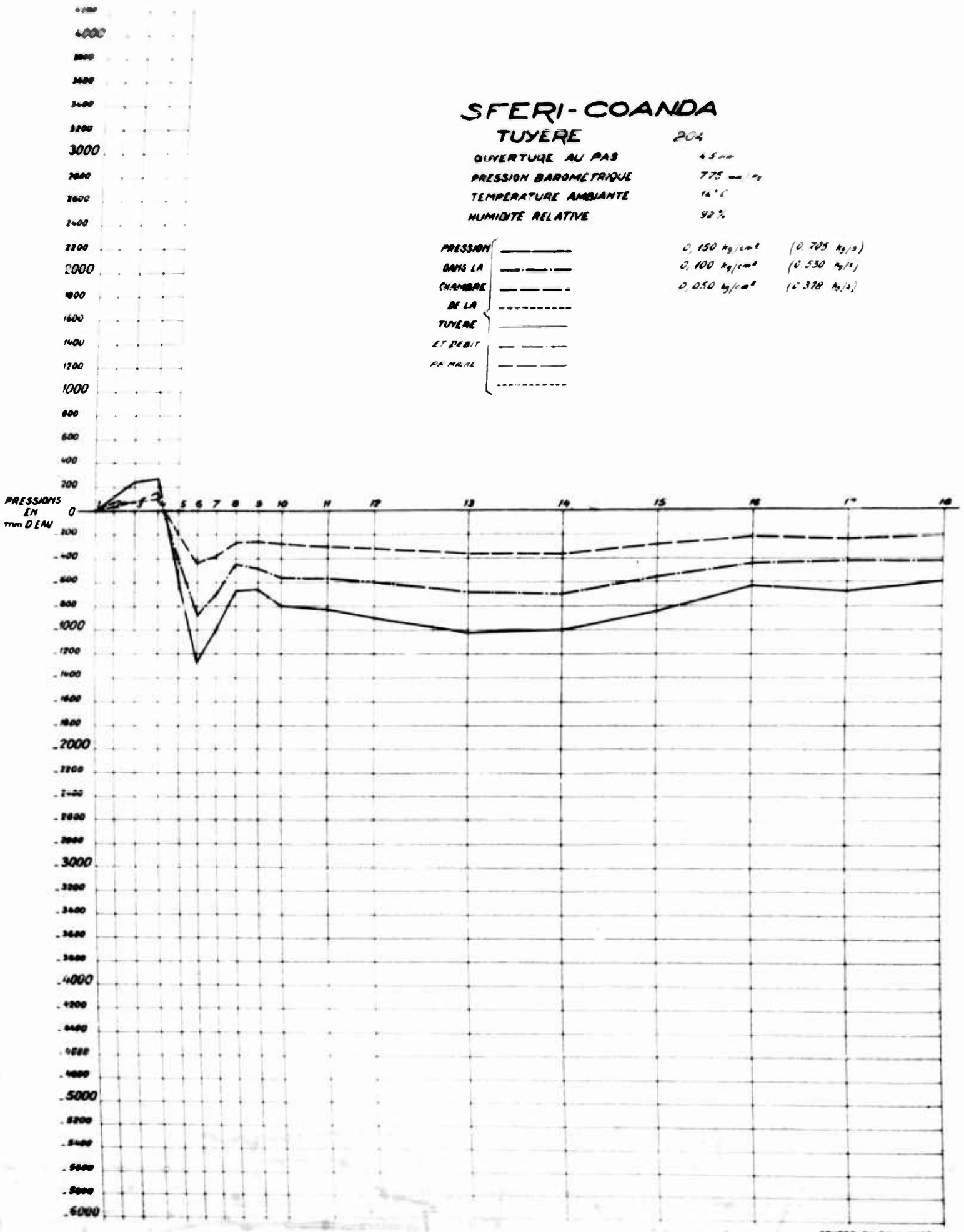
HUMIDITÉ RELATIVE 92 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PAR MASSE

0,150 kg/cm² (0,705 kg/s)

0,100 kg/cm² (0,530 kg/s)

0,050 kg/cm² (0,378 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE
C C no 3/4 67

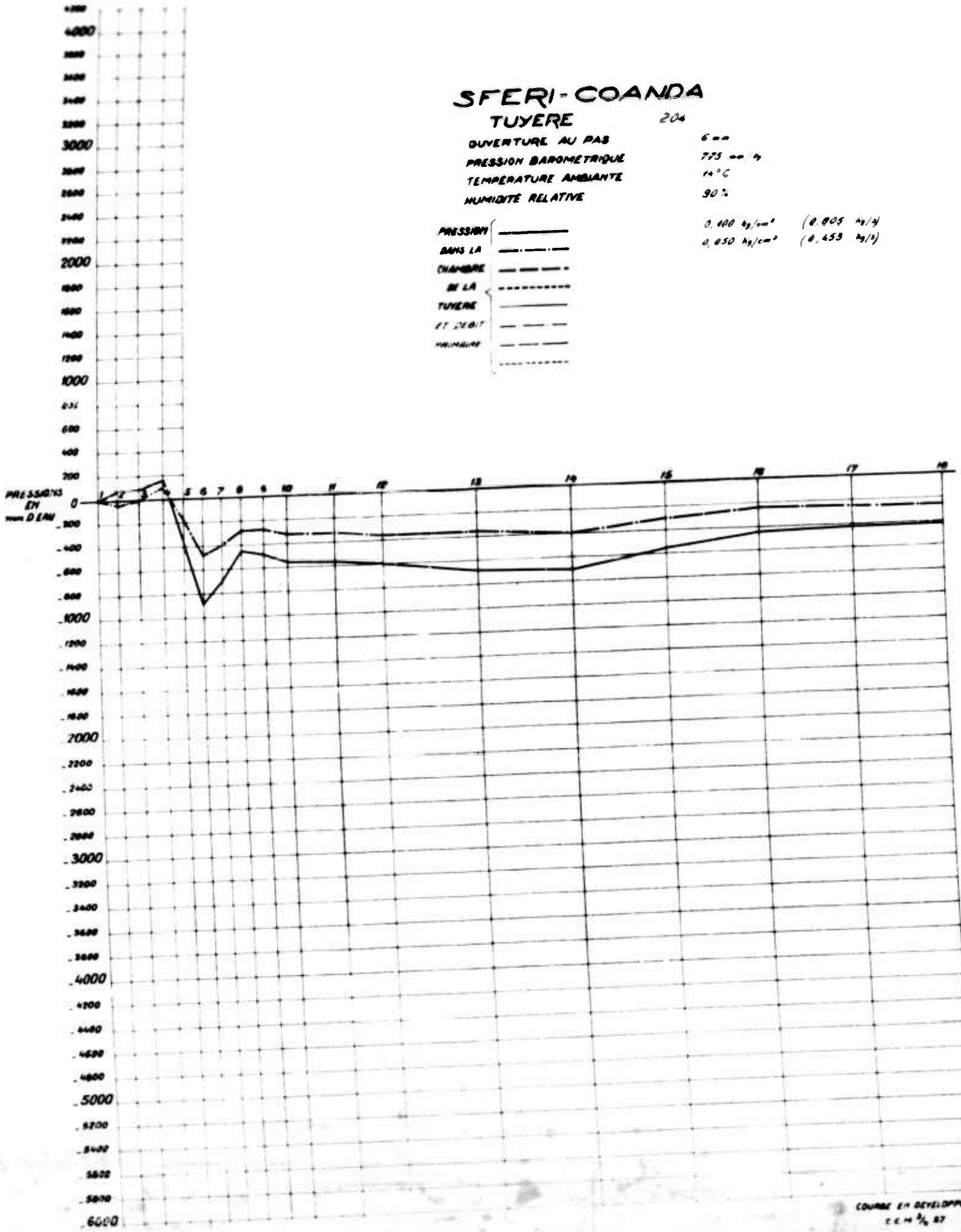
SFERI-COANDA

TUYERE 206

OUVERTURE AU PAS	6 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	775 mm Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	14°C
HUMIDITÉ RELATIVE	90 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT MESURE

0,100 kg/cm² (0,905 kg/h)
0,050 kg/cm² (0,453 kg/h)



COURBE EN DEVELOPPE
C.C.M 3/4 57

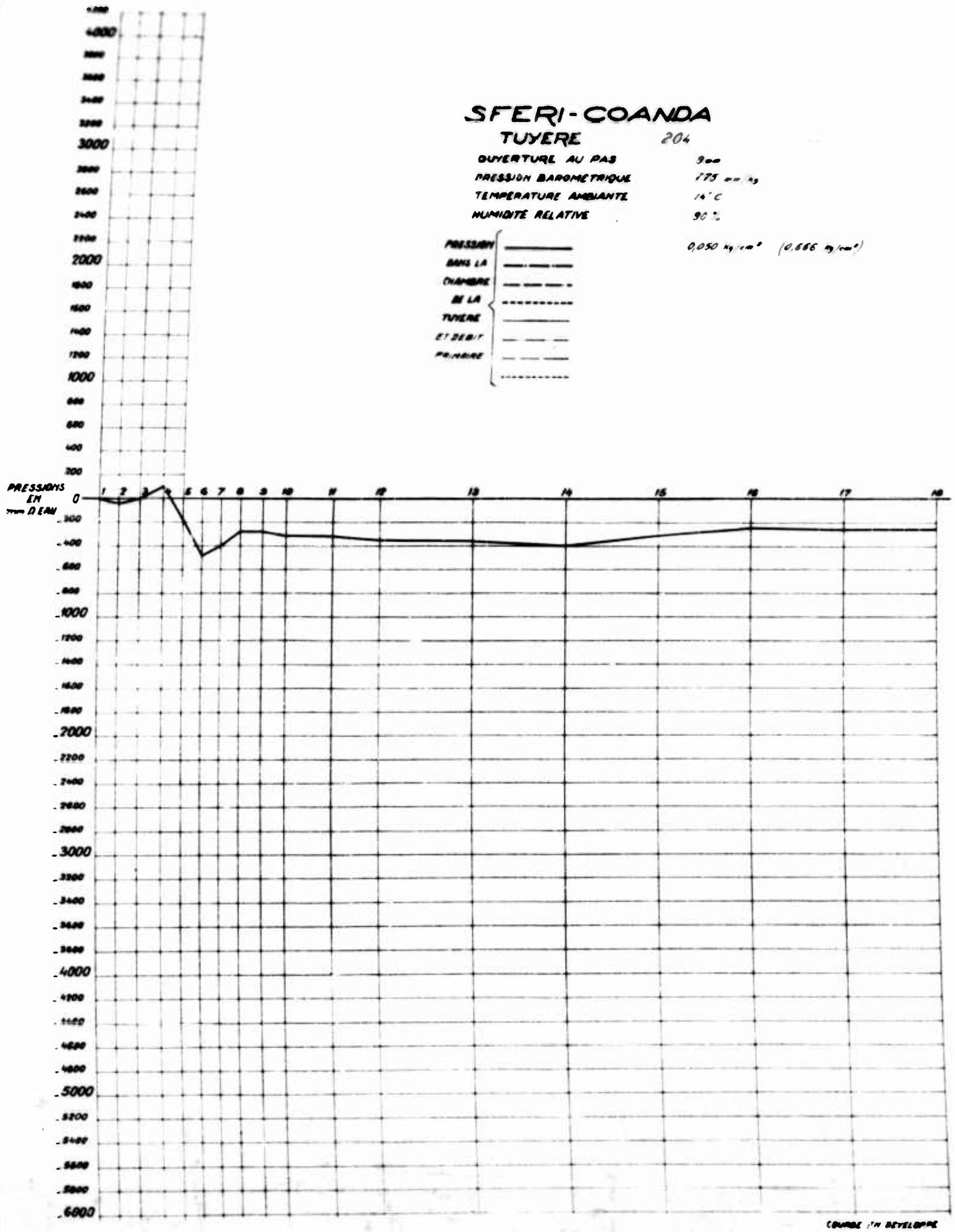
SFERI-COANDA

TUYERE 204

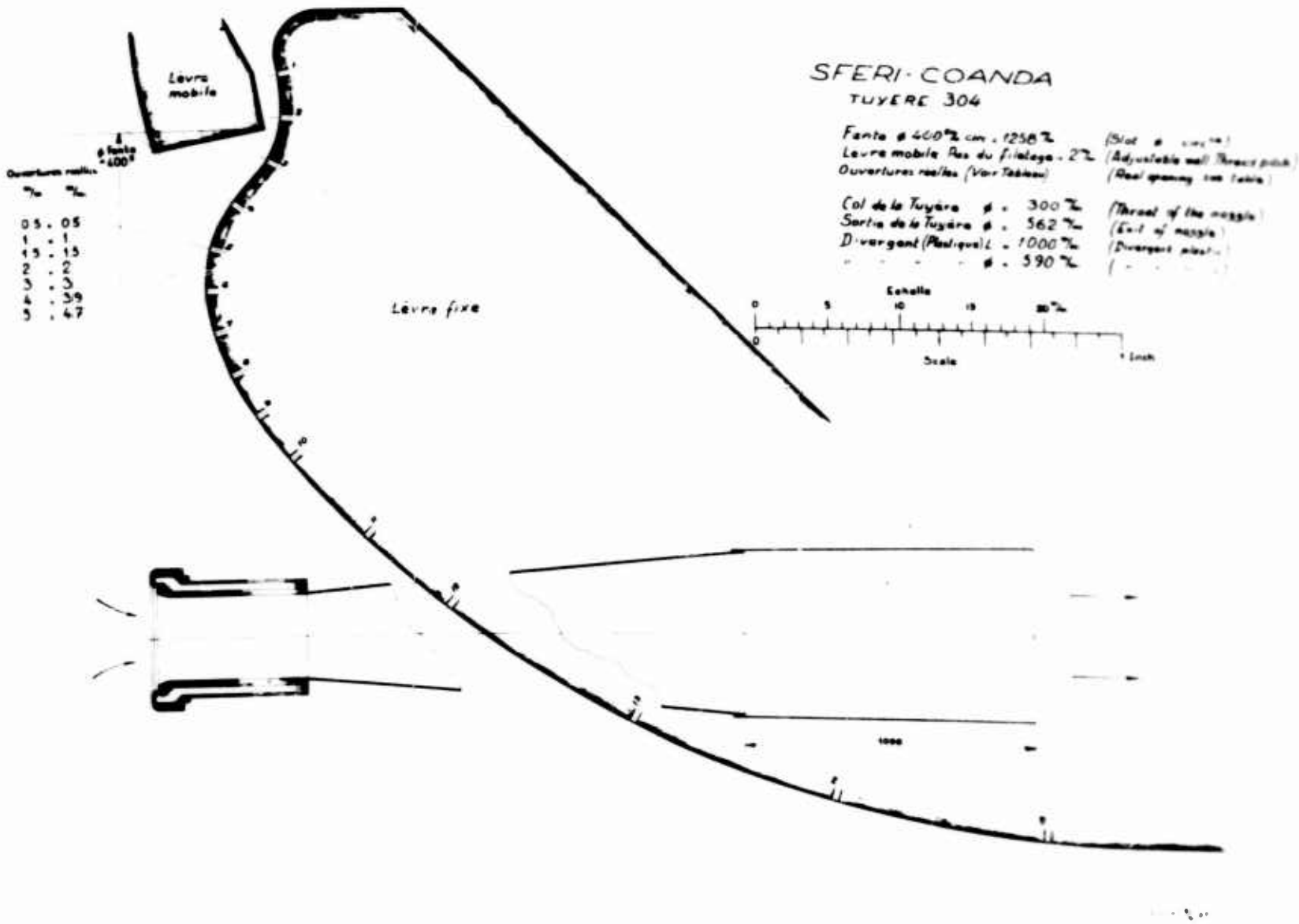
OUVERTURE AU PAS	9 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	775 mm Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	14° C
HUMIDITE RELATIVE	90 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

0,050 kg/cm² (0,666 kg/cm²)



COURBE EN DEVELOPPE
C.C. N° 3/4, 67


Lèvre mobile
Lèvre fixe
Ouvertures réelles
‰ ‰
05 . 05
1 . 1
15 . 15
2 . 2
3 . 3
4 . 39
5 . 47
SFERI - COANDA
TUYERE 304
Fente ϕ 400‰ cm . 1258‰
Lèvre mobile Rec du filetage . 2‰
Ouvertures réelles (Voir Tableau)
Col de la Tuyère ϕ . 300‰
Sortie de la Tuyère ϕ . 562‰
Divergent (Plastique) L . 1000‰
ϕ . 590‰
Echelle
Scale

SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 304

OPENING BY PITCH mm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	17,5	17,9	17,5	17,5	17,8	17,6	17,3	17	17,3	17,3	17,5	17,5	16,9	16,7	17	17,3	16,5	16,9
TEMPERATURE EXIT °C	16,3	16,1	16,3	16,3	16,1	16,5	16,2	16,3	16,5	16,3	16,4	16,8	15,7	16,6	16,9	16,6	17,2	17,2
VELOCITY EXIT m/s	/	4,8	7,35	8,5	10,4	12,95	7,2	9,8	11,9	12,9	15,3	17,2	6,7	11,3	15,4	16,6	16,8	17,9
PRIMARY AIR kg/s	0,063	0,081	0,100	0,121	0,147	0,158	0,115	0,168	0,198	0,234	0,262	0,288	0,153	0,287	0,289	0,336	0,382	0,415
TOTAL AIR kg/s	/	1,600	2,450	2,840	3,460	4,120	2,390	3,280	4,080	4,310	5,110	5,730	2,240	3,700	5,150	5,545	5,420	5,900
AIR INDUCTION RATIO	/	20	24	23,5	23,6	26	20,8	19,5	20,6	18,4	19,5	19,9	13,7	15,6	17,8	16,5	14,2	13,9
TRACTION kg	0,600	1,200	1,800	2,400	3,005	3,805	1,200	2,200	3,200	4,600	6,005	7,405	1,700	3,600	5,400	7,200	8,805	10,605
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	17,8	17,8	17,9	18	18,2	18,2	18,2	18,2	18,3	18,3	17,9	18,3	17,9	18	18	17,8	18,3	17,9
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	45	45	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	43	43	44	44	44	44

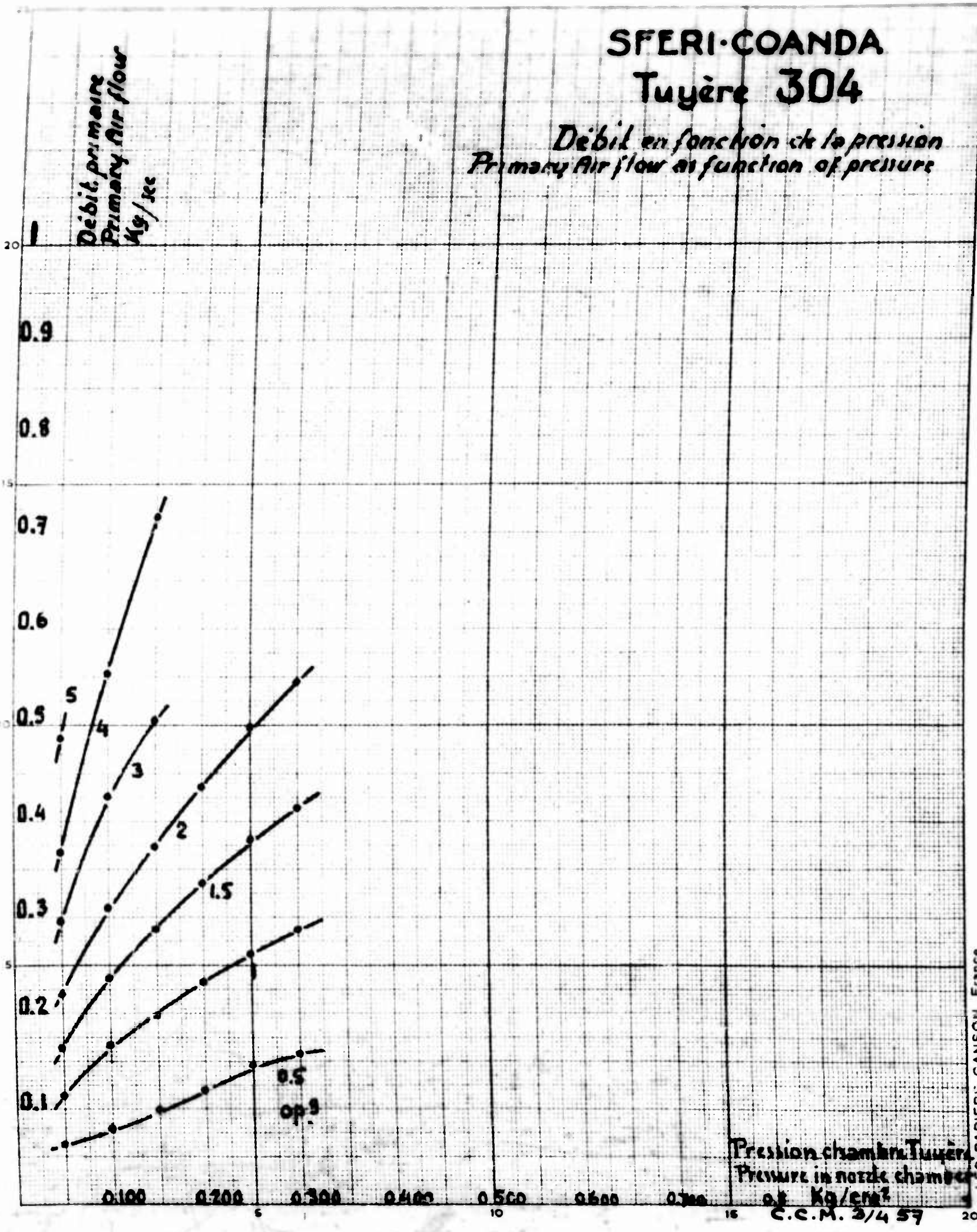
OPENING BY PITCH mm	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,15	0,05
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	16,6	16,9	15,9	15,6	15,1	13,9	16	15,1	13,6	15	13,6	16,1	15,3
TEMPERATURE EXIT °C	16,1	15,9	16,3	15,6	16,2	16,3	15,4	15,4	15,4	15	15,1	16,1	14,9
VELOCITY EXIT m/s	7,8	12,7	14,6	18,6	18,8	18,9	10,8	15,5	15,7	12,5	17,4	18,4	13,3
PRIMARY AIR kg/s	0,221	0,311	0,374	0,437	0,498	0,544	0,296	0,427	0,505	0,368	0,555	0,718	0,486
TOTAL AIR kg/s	2,605	4,230	4,860	6,180	6,280	6,310	3,590	5,180	5,250	4,200	5,810	6,070	4,450
AIR INDUCTION RATIO	11,8	13,6	13	14,1	12,6	11,6	12,1	12,1	10,4	11,4	10,5	8,4	9,2
TRACTION kg	2	4,500	6,700	9,160	11,805	13,700	3,100	6,400	8,200	3,720	7,720	11,600	4,700
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	769	768	768	768	768	768	767	767	767	767	767	767	767
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	17,7	17,5	17,6	17,8	17,7	17,5	17,4	17,2	17,2	17	17	16,9	16,8
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43

CCM 3/4 57

SFERI·COANDA

Tuyère 304

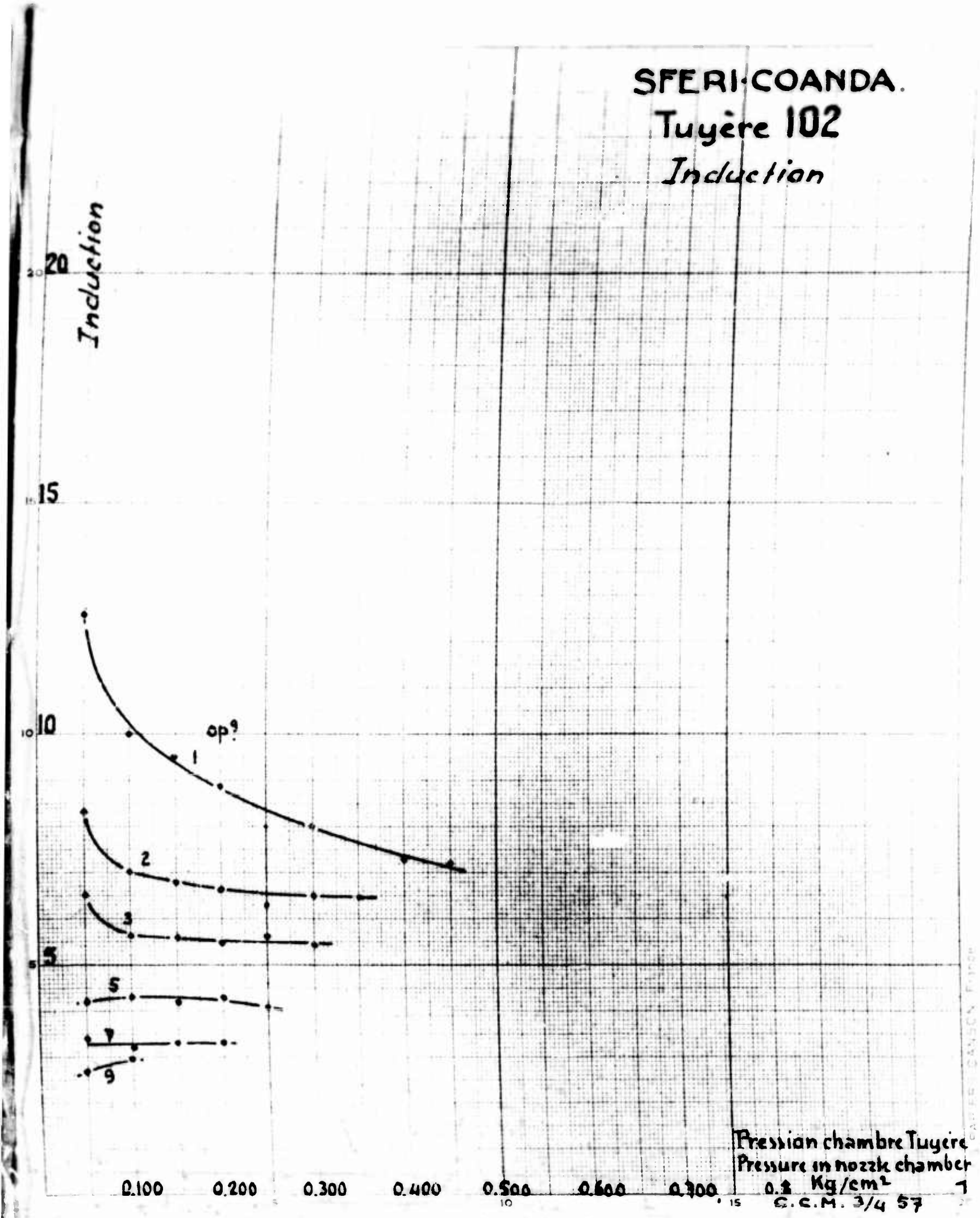
Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function of pressure



SFERI-COANDA.

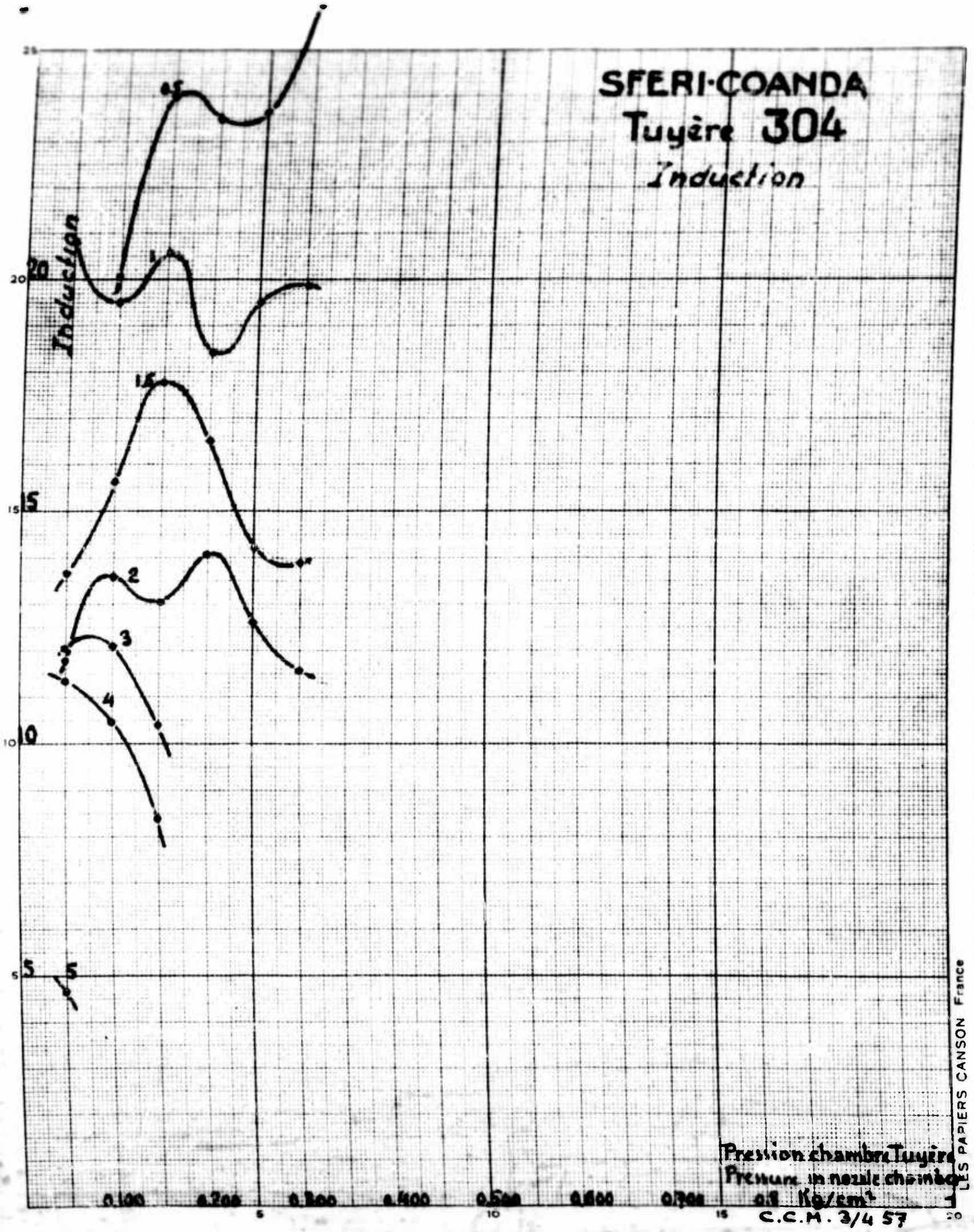
Tuyère 102

Induction



Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
0.1 Kg/cm² 1

C.C.M. 3/4 57

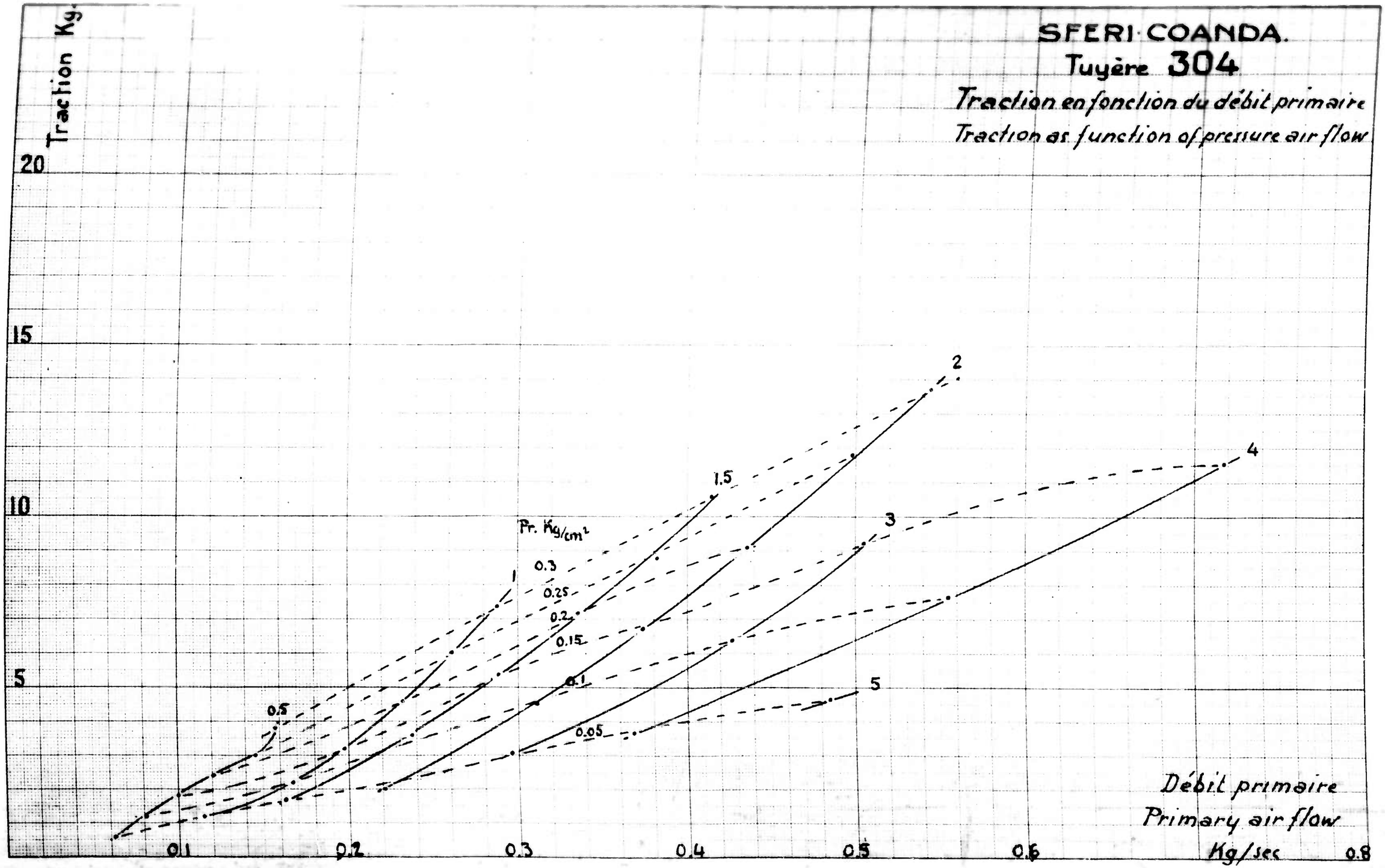

SFERI-COANDA
Tuyère 304
Induction
Induction
25
20
15
10
5
1
2
3
4
5
0.100
0.200
0.300
0.400
0.500
0.600
0.700
5
10
15
20
Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
Kg/cm²
C.C.M. 3/4 57
LES PAPIERS CANSON France

SFERI COANDA.

Tuyère 304

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow

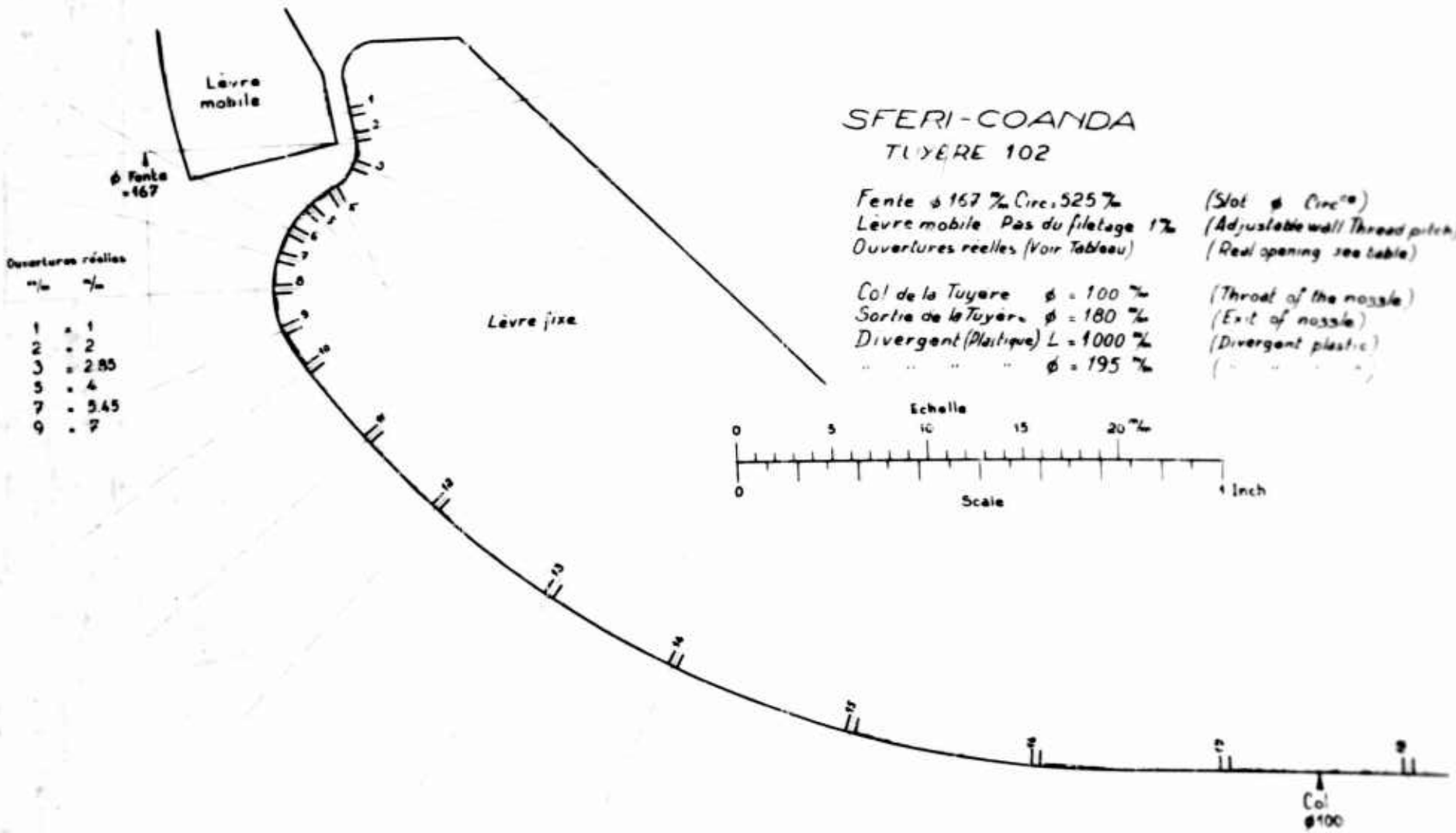


SFERI-COANDA

TUYÈRE 102

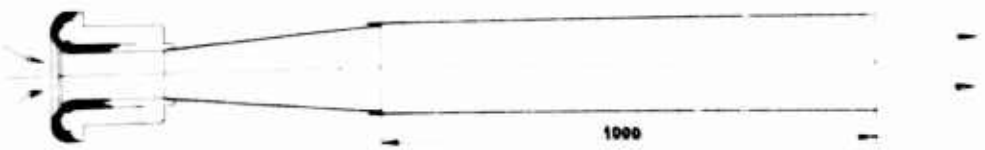
Fente ⌀ 167 m/m Circ. 525 m/m (Slot ⌀ Circ^ce)
Lèvre mobile Pas du filetage 1 m/m (Adjustable wall Thread pitch)
Ouvertures réelles (Voir Tableau) (Real opening see table)

Col de la Tuyère ⌀ = 100 m/m (Throat of the nozzle)
Sortie de la Tuyère ⌀ = 180 m/m (Exit of nozzle)
Divergent (Plastique) L = 1000 m/m (Divergent plastic)
" " " " ⌀ = 195 m/m (" " ")



Ouvertures réelles

m/m	m/m
1	1
2	2
3	2.85
5	4
7	5.45
9	7



SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 102

OPENING BY PITCH mm	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	10,4	10,4	9,8	9,9	10,5	10,4	10,1	9,9	10,4	10,2	10,4	10,2	9,9	10,4	9,9
TEMPERATURE EXIT °C	9,5	10	10	9,7	9,5	9,7	10	10,1	10	10,3	10,1	10,3	10,1	10,3	10,3
VELOCITY EXIT m/s	7,1	11,3	15	17,1	19,4	21,6	25	27,6	11,8	16,8	21	24,6	26,9	28,6	33,2
PRIMARY AIR kg/s	≈0,021	≈0,042	0,058	0,072	0,090	0,100	0,127	0,143	0,053	0,098	0,116	0,137	0,158	0,170	0,190
TOTAL AIR kg/s	0,264	0,420	0,557	0,638	0,720	0,805	0,832	1,025	0,439	0,627	0,782	0,915	1	1,100	1,235
AIR INDUCTION RATIO	≈ 12,6	≈ 10	9,5	8,9	8	8	7,3	7,2	8,3	7	6,8	6,7	6,3	6,5	6,5
TRACTION Kg	0,250	0,500	0,800	1,100	1,445	1,805	2,410	3,115	0,400	0,880	1,400	1,920	2,405	3,005	3,570
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759	758	759	759	758	758
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,6	10,6	10,6	10,7	10,7	10,7
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	83	83	83

OPENING BY PITCH mm	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	7	7	7	7	8	8
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,05	0,1	0,15	0,2	0,05	0,1
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	9,5	9,5	9,8	10	9,7	9,2	10	9,2	9,4	9	9,2	9,2	9	9,2	8,5	10	8,5
TEMPERATURE EXIT °C	9,7	10,4	10,4	10	10,2	10,7	10,3	10,7	10,6	10,4	10,6	10,3	10,7	10,6	10,7	10,6	11
VELOCITY EXIT m/s	13,3	19,9	24,1	28,4	31,1	33,3	16	24,6	29,6	33,5	36,7	18,5	26	32,4	37,1	18,3	28,8
PRIMARY AIR kg/s	0,076	0,132	0,159	0,191	0,206	0,228	0,143	0,212	0,260	0,291	0,338	0,201	0,301	0,365	0,424	0,270	0,370
TOTAL AIR kg/s	0,494	0,740	0,888	1,058	1,155	1,240	0,595	0,915	1,100	1,245	1,383	0,690	0,965	1,205	1,385	0,718	1,110
AIR INDUCTION RATIO	6,5	5,6	5,6	5,5	5,6	5,4	4,2	4,3	4,2	4,3	4,1	3,4	3,2	3,8	3,3	2,7	3
TRACTION kg	0,500	1,260	1,960	2,700	3,365	4,005	0,908	2	2,800	2	4,645	1,060	2,320	3,440	4,640	1,180	2,660
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	758	752	758	758
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	11	11,2	11,2	11,3	11,4	11,4	11,4	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	83	83	83	83	83	82	82	82	82	81	81	81	81	81	81	81	81

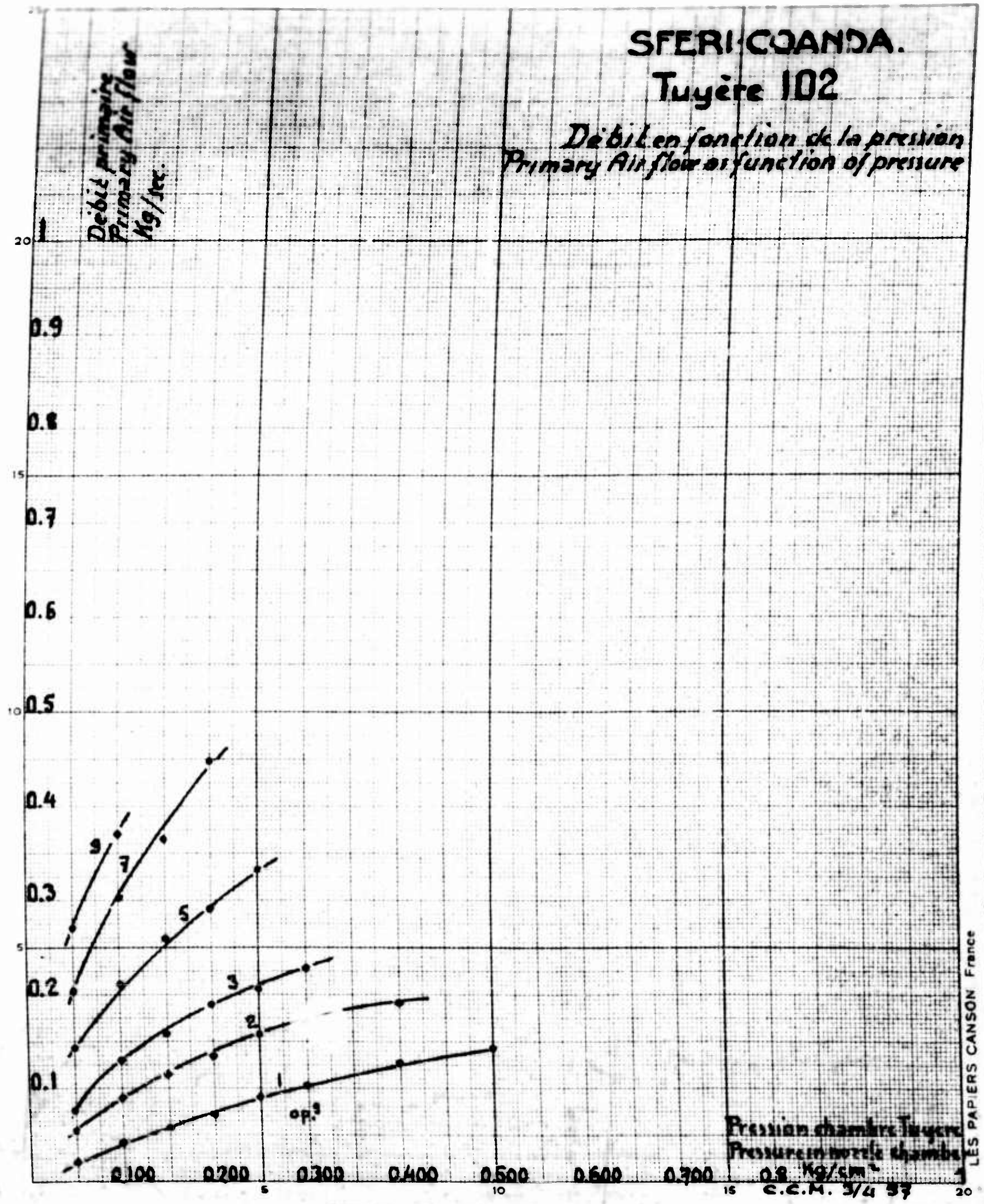
C.C.M 3/4 57

SFERI-COANDA.

Tuyère 102

Débit en fonction de la pression

Primary Air flow as function of pressure

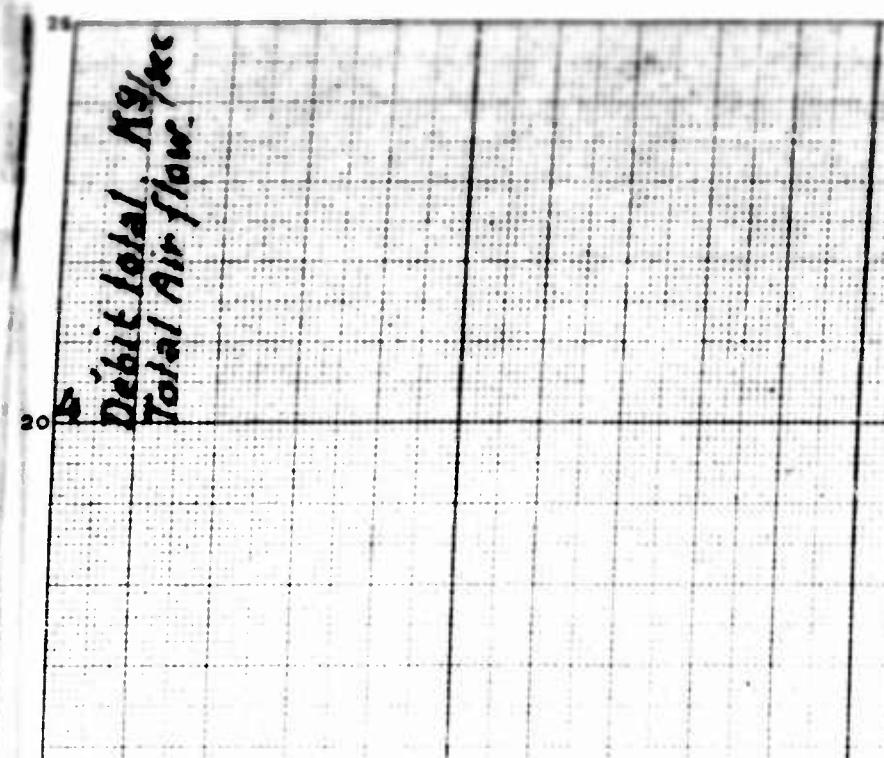


SFERI-COANDA.

Tuyère 102

Débit total
/ Total Air flow /

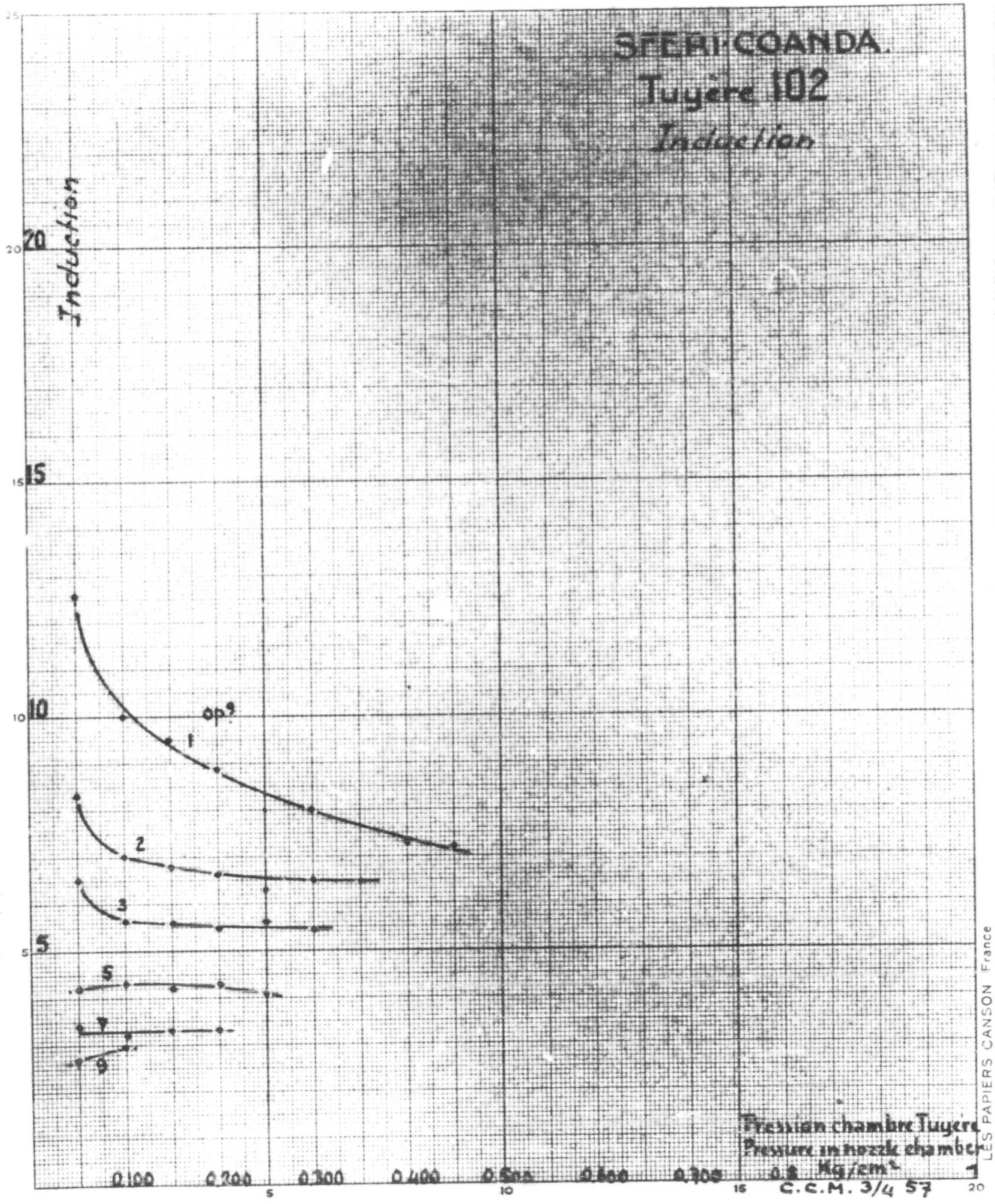
Débit total Kg/sec
Total Air flow Kg/sec



Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
0.5 Kg/cm²

C.C.M. 3/4 57

LES PAPIERS CANSON France

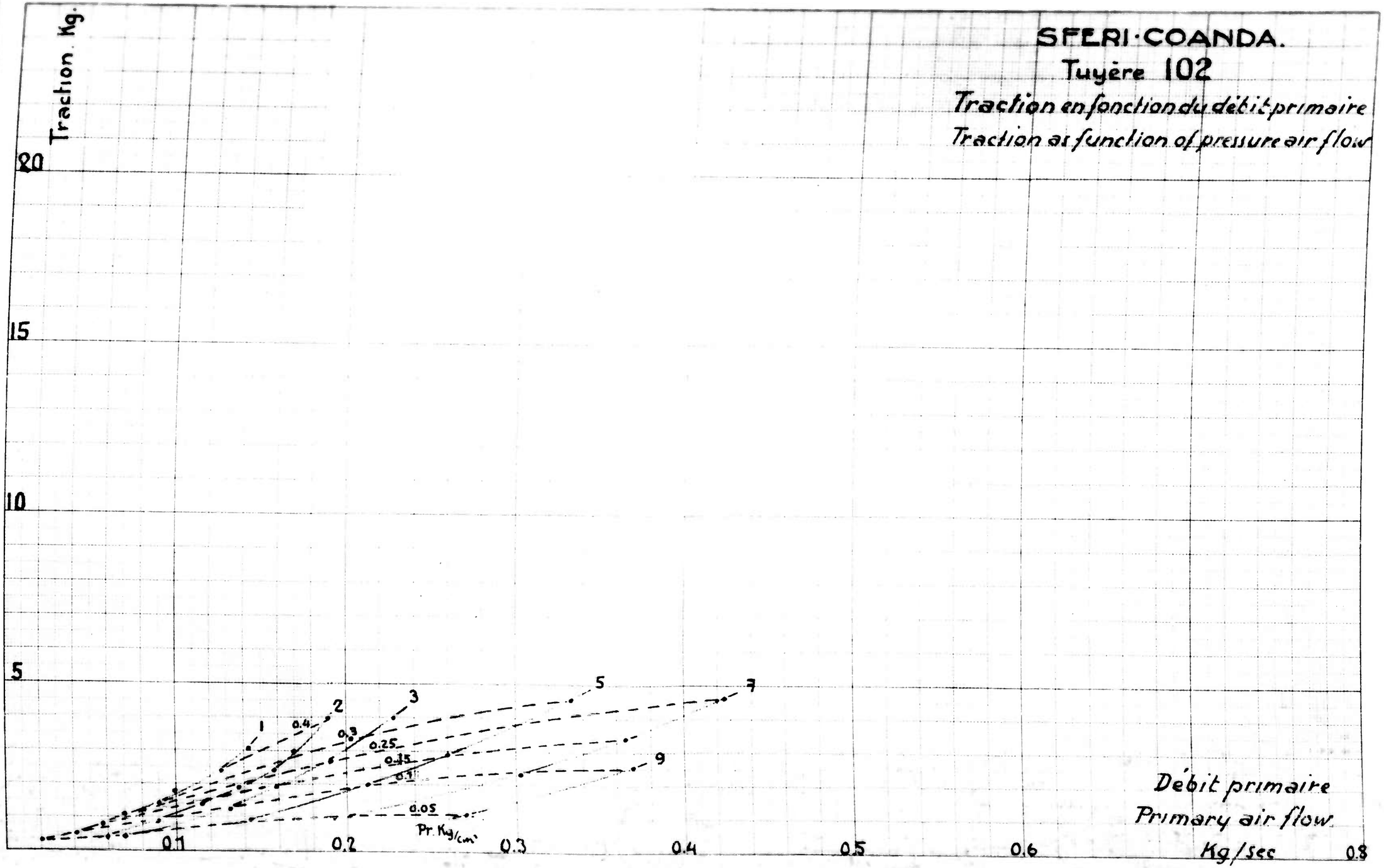

SFERI-COANDA.
Tuyère 102
Induction
Induction
op°
1
2
3
5
7
9
Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
Kg/cm²
C.C.M. 3/4 57
LES PAPIERS CANSON France

SFERI·COANDA.

Tuyère 102

Traction en fonction du débit primaire

Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE 102

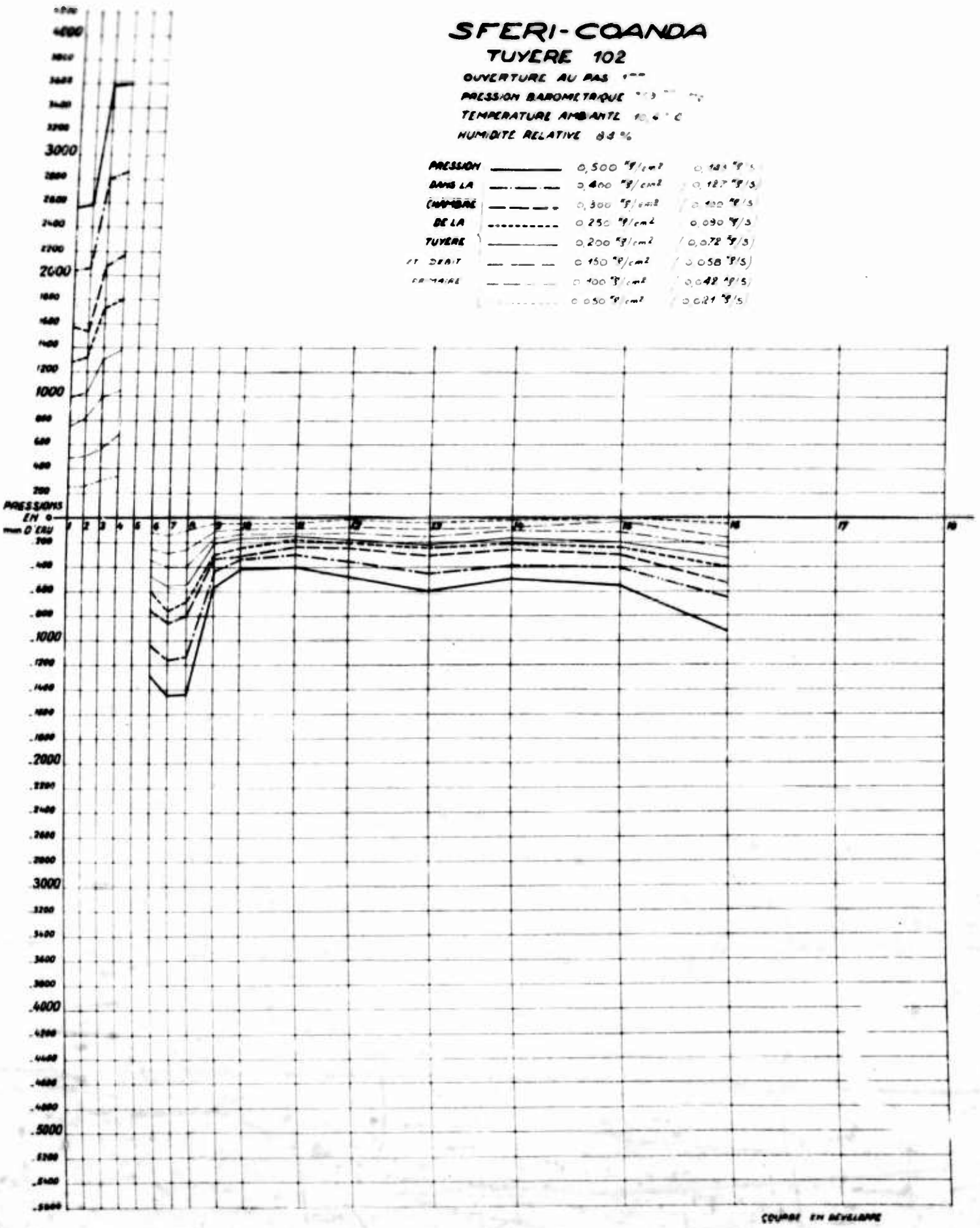
OUVERTURE AU PAS 1mm

PRESSION BAROMETRIQUE [illegible]

TEMPERATURE AMBIANTE 10,6 °C

HUMIDITE RELATIVE 84 %

PRESSION	———	0,500 kg/cm²	0,184 kg/s
DANS LA	—·—·—	0,400 kg/cm²	0,187 kg/s
CHAMBRE	— — —	0,300 kg/cm²	0,122 kg/s
DE LA	----------	0,250 kg/cm²	0,090 kg/s
TUYERE	———	0,200 kg/cm²	0,072 kg/s
ET DEBIT	— — —	0,150 kg/cm²	0,058 kg/s
PRIMAIRE	— — · —	0,100 kg/cm²	0,042 kg/s
	·····	0,050 kg/cm²	0,021 kg/s



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 3/4 89

SFERI - COANDA

TUYERE 102

OUVERTURE AU RAS

PRESSION BAROMETRIQUE

TEMPERATURE AMBIANTE

HUMIDITE RELATIVE 8%

PRESSION	———		
DANS LA	— · — · —		
CHAMBRE	— — — —	0,253 °F/cm²	0,158 °F/S
DE LA	----------	0,204 °F/cm²	0,127 °F/S
TUYERE	- - - - - -	0,190 °F/cm²	0,116 °F/S
A° DEBIT	— · — · —	0,100 °F/cm²	0,090 °F/S
	— — — —	0,350 °F/cm²	0,088 °F/S

PRESSION EN G

COUPE EN DEVELOPPE

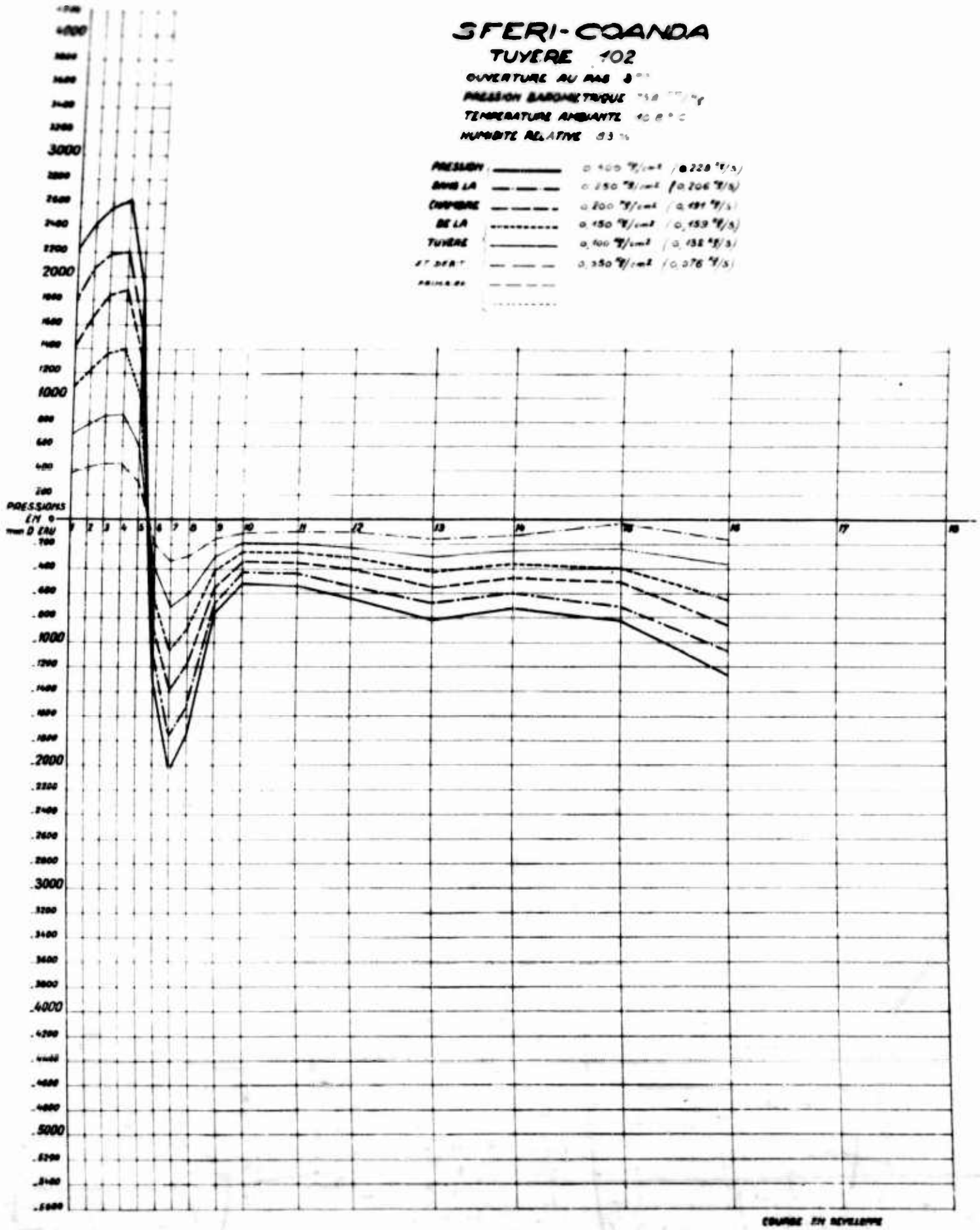
CCM 1/4 09

SFERI-COANDA

TUYERE 102

OUVERTURE AU RAS
PRESSION BAROMETRIQUE
TEMPERATURE AMBIANTE 16,6 °C
HUMIDITE RELATIVE 83 %

PRESSION	———	0,100 kg/cm² (0,228 kg/s)
DANS LA	— — —	0,250 kg/cm² (0,206 kg/s)
CHAMBRE	— — — —	0,200 kg/cm² (0,191 kg/s)
DE LA	----------	0,150 kg/cm² (0,153 kg/s)
TUYERE	———	0,100 kg/cm² (0,138 kg/s)
ET DEBIT	— — —	0,350 kg/cm² (0,276 kg/s)
PRISES DE	— — — —	



SFERI-COANDA

TUYERE 102

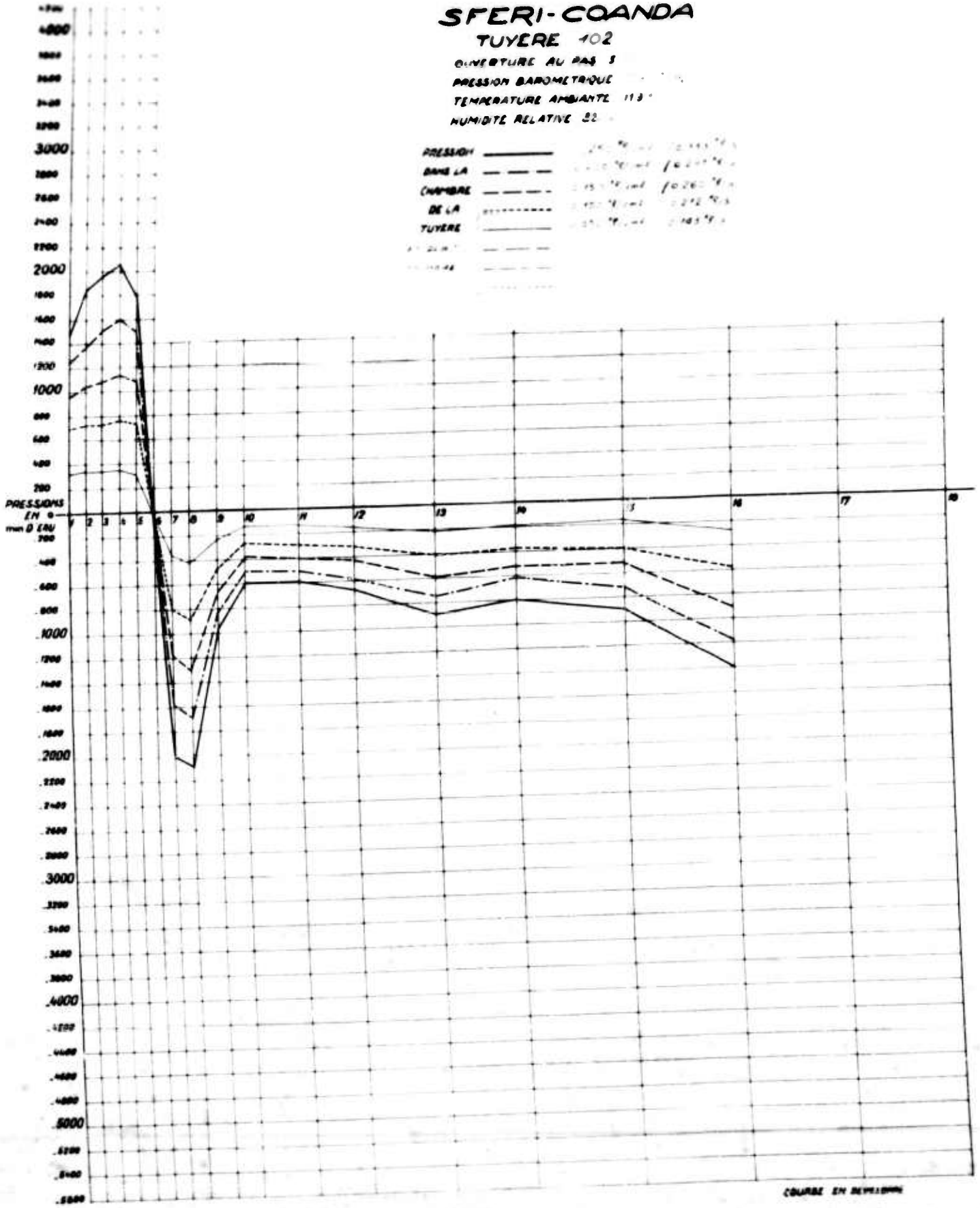
OUVERTURE AU PAS 5

PRESSION BAROMETRIQUE

TEMPERATURE AMBIANTE 11 3°

HUMIDITE RELATIVE 82

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE



cm²/s

SFERI-COANDA

TUYERE 102

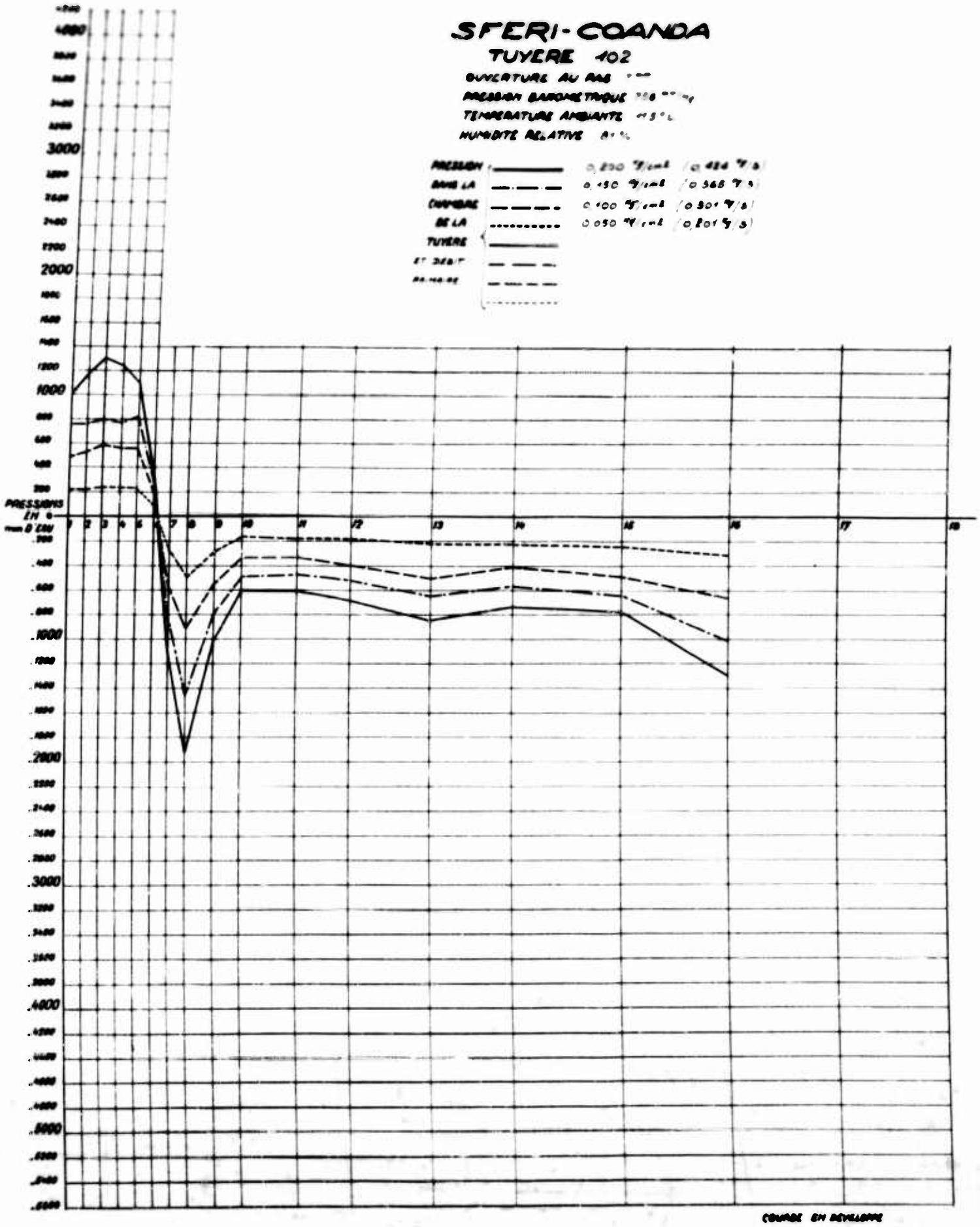
OUVERTURE AU RAS [illegible]

PRESSION BAROMETRIQUE [illegible]

TEMPERATURE AMBIANTE [illegible]

HUMIDITE RELATIVE [illegible]

PRESSION	———	0,250 kg/cm²	(0,424 kg/s)
DANS LA	— . — . —	0,150 kg/cm²	(0,368 kg/s)
CHAMBRE	— — — —	0,100 kg/cm²	(0,301 kg/s)
DE LA	----------	0,050 kg/cm²	(0,201 kg/s)
TUYERE	———		
ET DEBIT	— — —		
RELEVE	— — — —		



COURSE EN DEVELOPPE

CCM 1/4 07

SFERI-COANDA

TUYERE 102

OUVERTURE AU PAS 9 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 958 mm/Hg

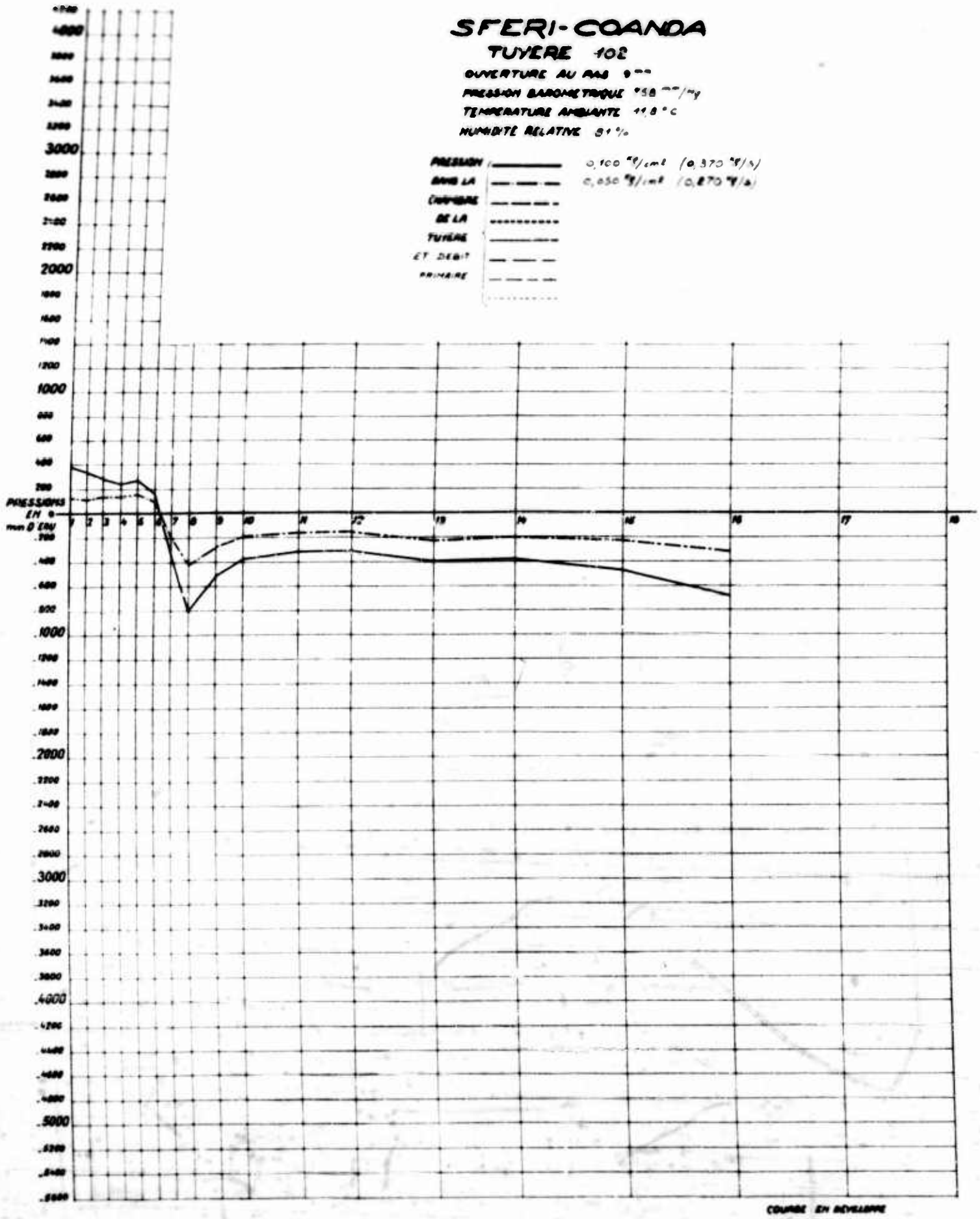
TEMPERATURE AMBIANTE 11,8 °C

HUMIDITE RELATIVE 81 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

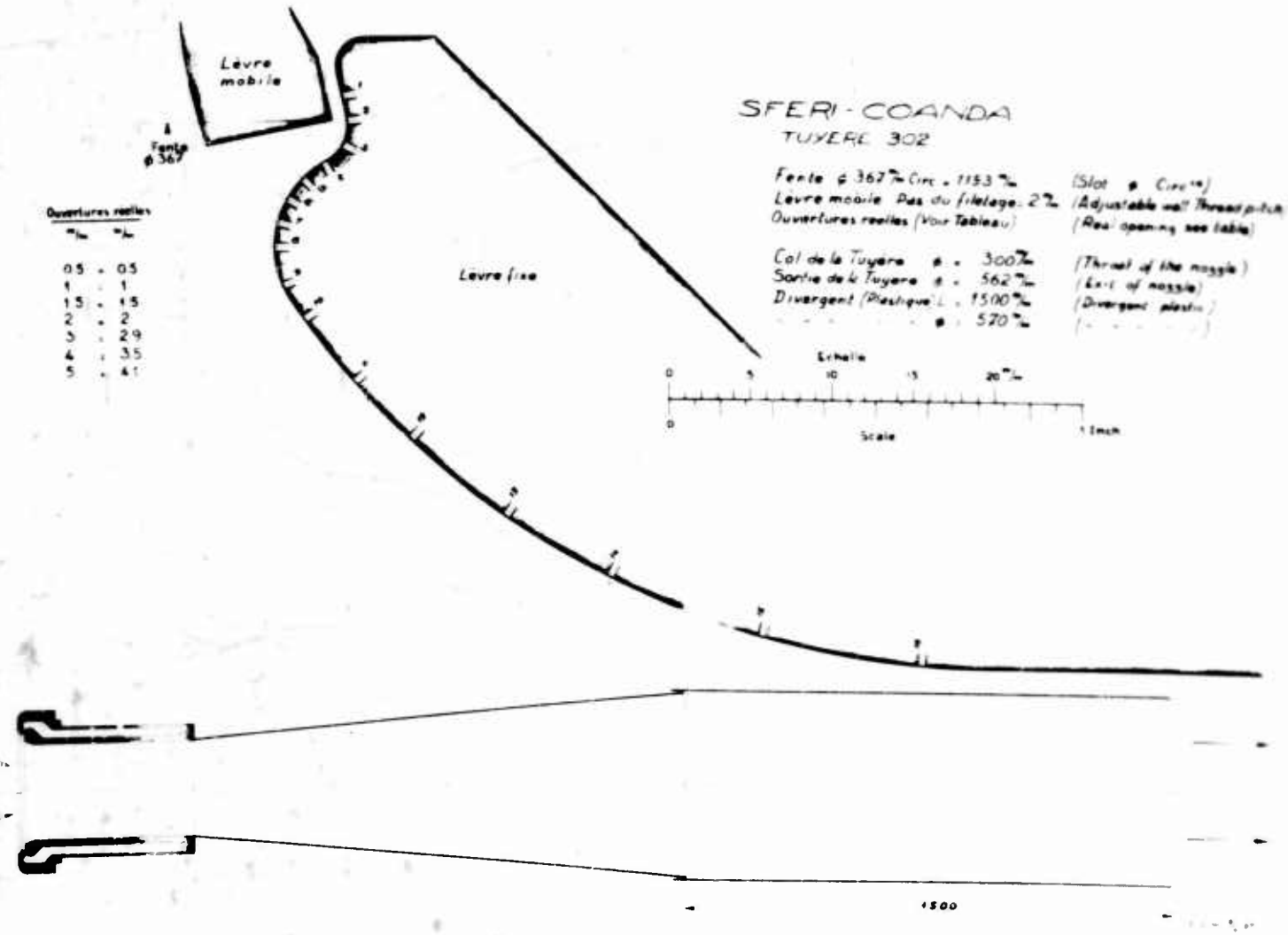
0,100 kg/cm² (0,370 kg/s)

0,050 kg/cm² (0,270 kg/s)



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 1/4 ET



SFERI - COANDA

TUYERE 302

Fente ϕ 367 Circ. 1153 (Slot ϕ Circ.)
Lèvre mobile Pas du filetage 2 (Adjustable nut Thread pitch)
Ouvertures reelles (Voir Tableau) (Real opening see table)

Col de la Tuyère ϕ . 300 (Throat of the nozzle)
Sortie de la Tuyère ϕ . 562 (Exit of nozzle)
Divergent (Plastique) L . 1500 (Divergent plastic)
ϕ . 570

Echelle
0 5 10 15 20
0 Scale 1 Inch

SFERI - COANDA NOZZLE TUYERE 302

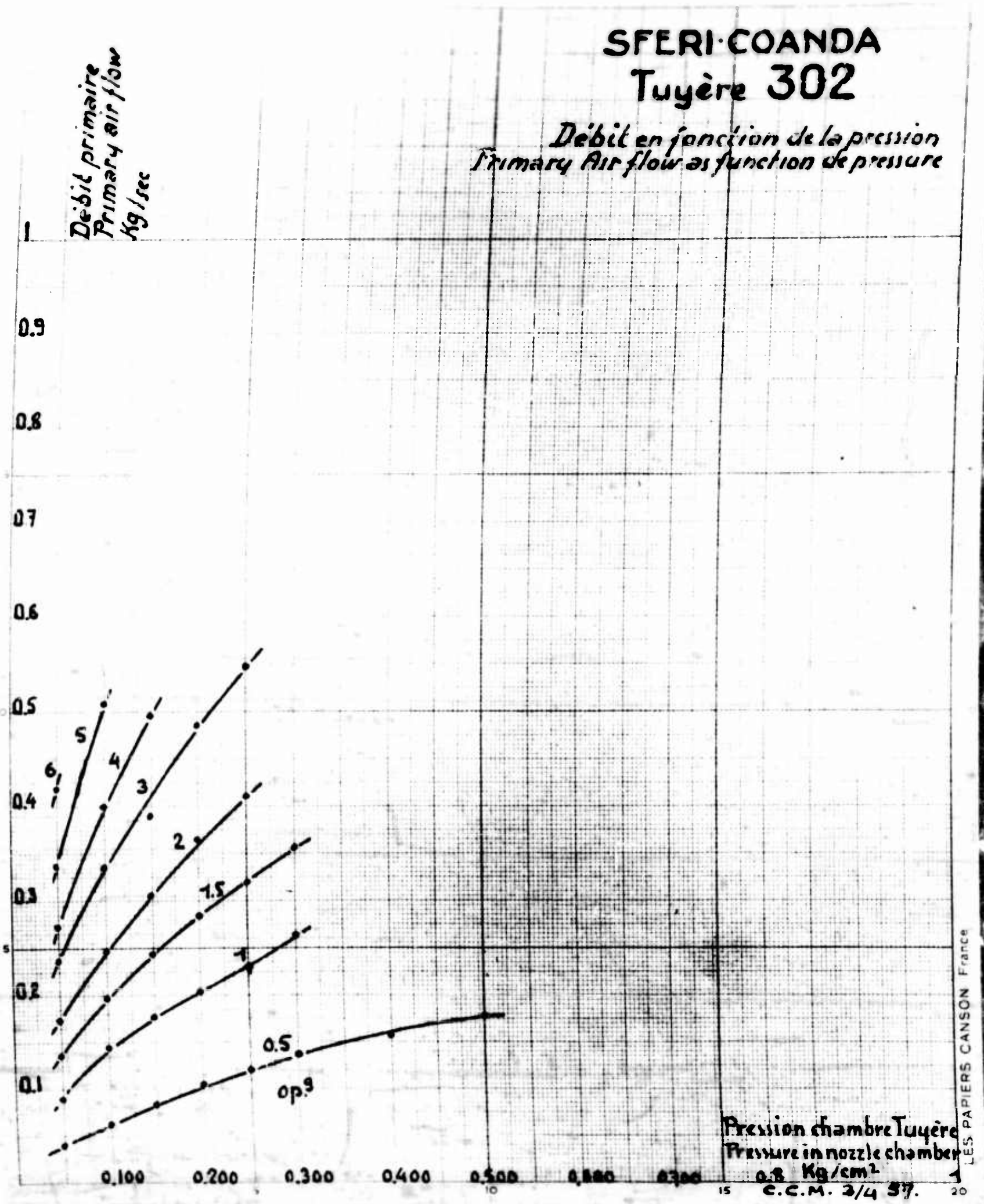
OPENING BY PITCH mm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	11,1	11,2	11,5	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	10,5	10,3	10,3	10,3	9,9	9,2	9,9	9,8	9,6	11	9,5	9,5
TEMPERATURE EXIT °C	10	10	10,1	10,3	10,3	10,7	10,1	10,6	10,4	10,3	10,3	10,7	9,8	10,6	10,3	10,6	9,2	10,6	11,3	11
VELOCITY EXIT m/s	4	5,9	7,9	7,9	9,2	11,2	12,7	13,8	5,3	8,3	11,2	13,1	15,4	15,8	6,6	10,8	13,2	15,3	17,1	18,1
PRIMARY AIR kg/s	≃ 0,040	0,064	0,085	0,106	0,121	0,137	0,158	0,179	0,094	0,143	0,177	0,205	0,231	0,265	0,136	0,198	0,243	0,285	0,319	0,356
TOTAL AIR kg/s	1,250	1,870	2,320	2,520	2,930	3,560	4,020	4,403	1,690	2,640	3,570	4,160	4,910	5	2,110	3,420	4,180	4,850	5,420	5,800
AIR INDUCTION RATIO	≃ 31	29,2	27,3	23,8	24,2	26	25,4	24,5	18	18,5	20,1	20,3	21,2	18,9	15,5	17,3	17,2	17	17	16,4
TRACTION kg	0,520	0,948	1,440	2,100	2,605	3,185	4,290	5,415	0,900	2,080	3,320	4,600	5,885	7,005	1,360	3,120	4,620	6,440	8,205	9,805
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759	759	760	760	760	760
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	10,4	10,5	10,6	10,6	10,7	10,9	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10,9	10,9	11	11,1	11,2
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	81	81	81	81	81	81	81	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82

OPENING BY PITCH mm	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	6
PRESSURE NOZZLE CHAMBER kg/cm²	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,05
TEMPERATURE NOZZLE CHAMBER °C	9,5	9,5	9,1	9,1	9,1	8,9	10	10,3	9,7	9,8	10,9	10,1	10	11	8,6	10,6
TEMPERATURE EXIT °C	10,5	10,9	10,8	11,2	11,4	11,7	11,7	11,1	12,4	11,1	11,4	12,6	12	11,1	11,8	11,1
VELOCITY EXIT m/s	8,5	11,2	14,3	17,9	19,6	9,2	14,3	17	20,9	21	10,8	14,9	16,9	11,6	17	11,8
PRIMARY AIR kg/s	0,174	0,248	0,306	0,365	0,412	0,238	0,336	0,391	0,485	0,547	0,273	0,400	0,498	0,337	0,508	0,420
TOTAL AIR kg/s	2,700	3,560	4,540	5,680	6,200	2,920	4,530	5,360	6,600	6,660	3,420	4,710	5,310	3,640	5,370	3,072
AIR INDUCTION RATIO	15,5	14,3	14,8	15,6	15	12,3	13,5	13,7	13,6	12,2	12,5	11,8	10,7	10,8	10,6	8,9
TRACTION kg	1,840	4	6,200	8,300	10,685	2,520	5,460	8,260	11,400	14,285	3,280	6,800	10,280	4,100	8,200	4,650
ATMOSPHERIC PRESSURE mm/Hg	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760
ATMOSPHERIC TEMPERATURE °C	11,2	11,2	11,2	11,3	11,4	11,5	11,7	12,3	12,4	12,3	12,3	12,4	12,6	12,6	12,7	12,7
ATMOSPHERIC HUMIDITY %	82	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	80	80	80	80	80

CCM 3/4 57

SFERI·COANDA
Tuyère 302

Débit en fonction de la pression
Primary Air flow as function de pressure



C.C.M. 3/4 57.

LES PAPIERS CANSON France

SFERI-COANDA

Tuyère 302

Débit total
(Total Air flow)

Débit total N³/sec
Total Air flow

Pression chambre Tuyère
Pressure in nozzle chamber
kg/cm²

C.C.M. 3/4 57

LES PAPIERS CANSON France

UNCLASSIFIED

AD 204074

Armed Services Technical Information Agency

ARLINGTON HALL STATION
ARLINGTON 12 VIRGINIA

FOR
MICRO-CARD
CONTROL ONLY

5 OF 5

NOTICE: WHEN GOVERNMENT OR OTHER DRAWINGS, SPECIFICATIONS OR OTHER DATA ARE USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN IN CONNECTION WITH A DEFINITELY RELATED GOVERNMENT PROCUREMENT OPERATION, THE U. S. GOVERNMENT THEREBY INCURS NO RESPONSIBILITY, NOR ANY OBLIGATION WHATSOEVER; AND THE FACT THAT THE GOVERNMENT MAY HAVE FORMULATED, FURNISHED, OR IN ANY WAY SUPPLIED THE SAID DRAWINGS, SPECIFICATIONS, OR OTHER DATA IS NOT TO BE REGARDED BY IMPLICATION OR OTHERWISE AS IN ANY MANNER LICENSING THE HOLDER OR ANY OTHER PERSON OR CORPORATION, OR CONVEYING ANY RIGHTS OR PERMISSION TO MANUFACTURE, USE OR SELL ANY PATENTED INVENTION THAT MAY IN ANY WAY BE RELATED THERETO.

UNCLASSIFIED

SFERI-COANDA.

Tuyère 302

Induction

Induction

1

1,5

2

3

4

5

6

Pression chambre Tuyère

Pressure in nozzle chamber

at Kg/cm²

C.C.M. 3/4 57

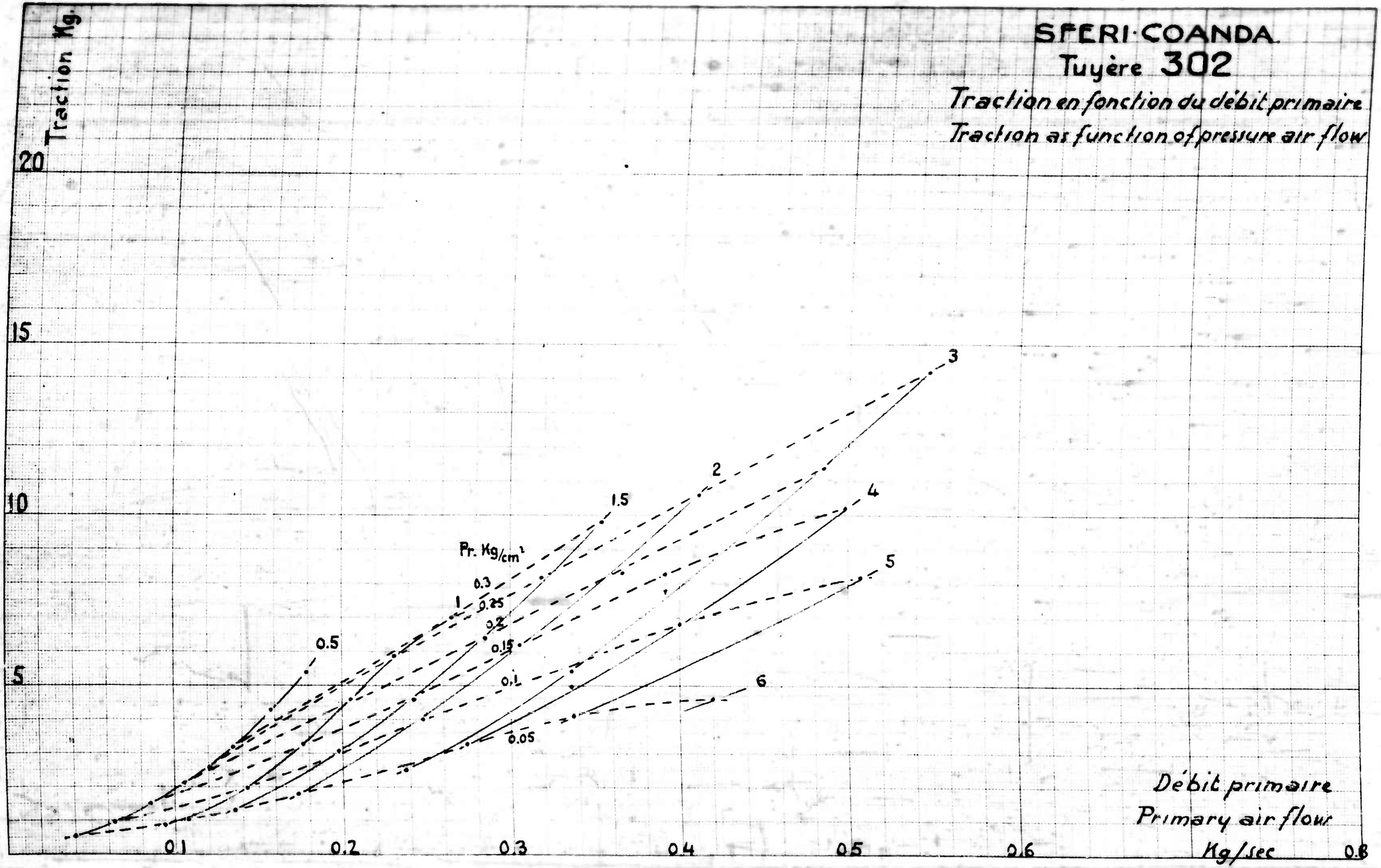
LES PAPIERS CANSON France

SFERI·COANDA

Tuyère 302

Traction en fonction du débit primaire

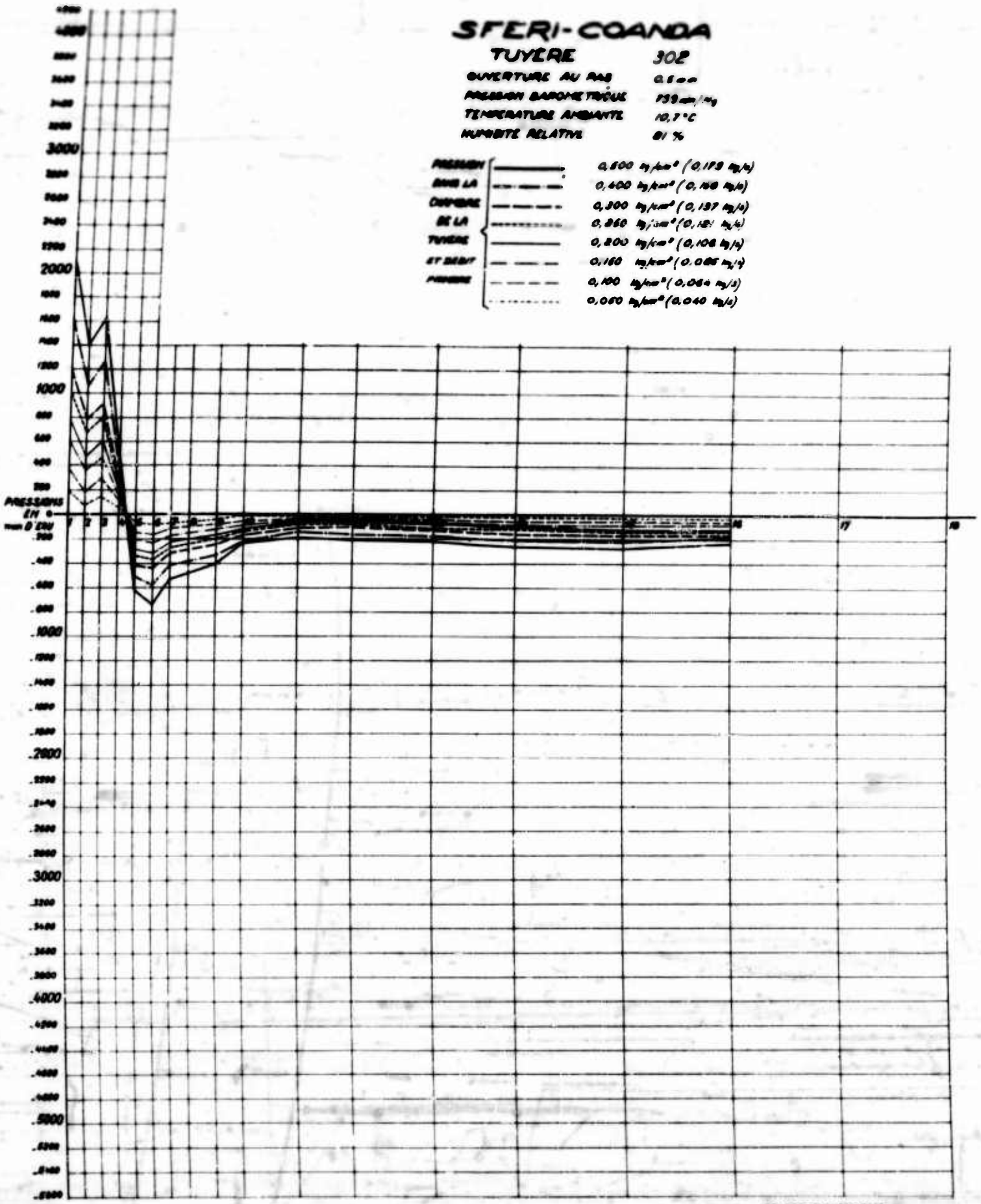
Traction as function of pressure air flow



SFERI-COANDA

TUYERE	302
OUVERTURE AU RAS	0,5 mm
PRESSION BAROMETRIQUE	739 mm/Hg
TEMPERATURE AMBIANTE	10,7 °C
HUMIDITE RELATIVE	81 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PROPRE	0,500 kg/cm² (0,179 kg/s)
	0,400 kg/cm² (0,158 kg/s)
	0,300 kg/cm² (0,137 kg/s)
	0,250 kg/cm² (0,125 kg/s)
	0,200 kg/cm² (0,108 kg/s)
	0,150 kg/cm² (0,085 kg/s)
	0,100 kg/cm² (0,064 kg/s)
	0,050 kg/cm² (0,040 kg/s)



COURBE EN ECHELLE

1 cm = 1/2 m

SFERI-COANDA

TUYERE

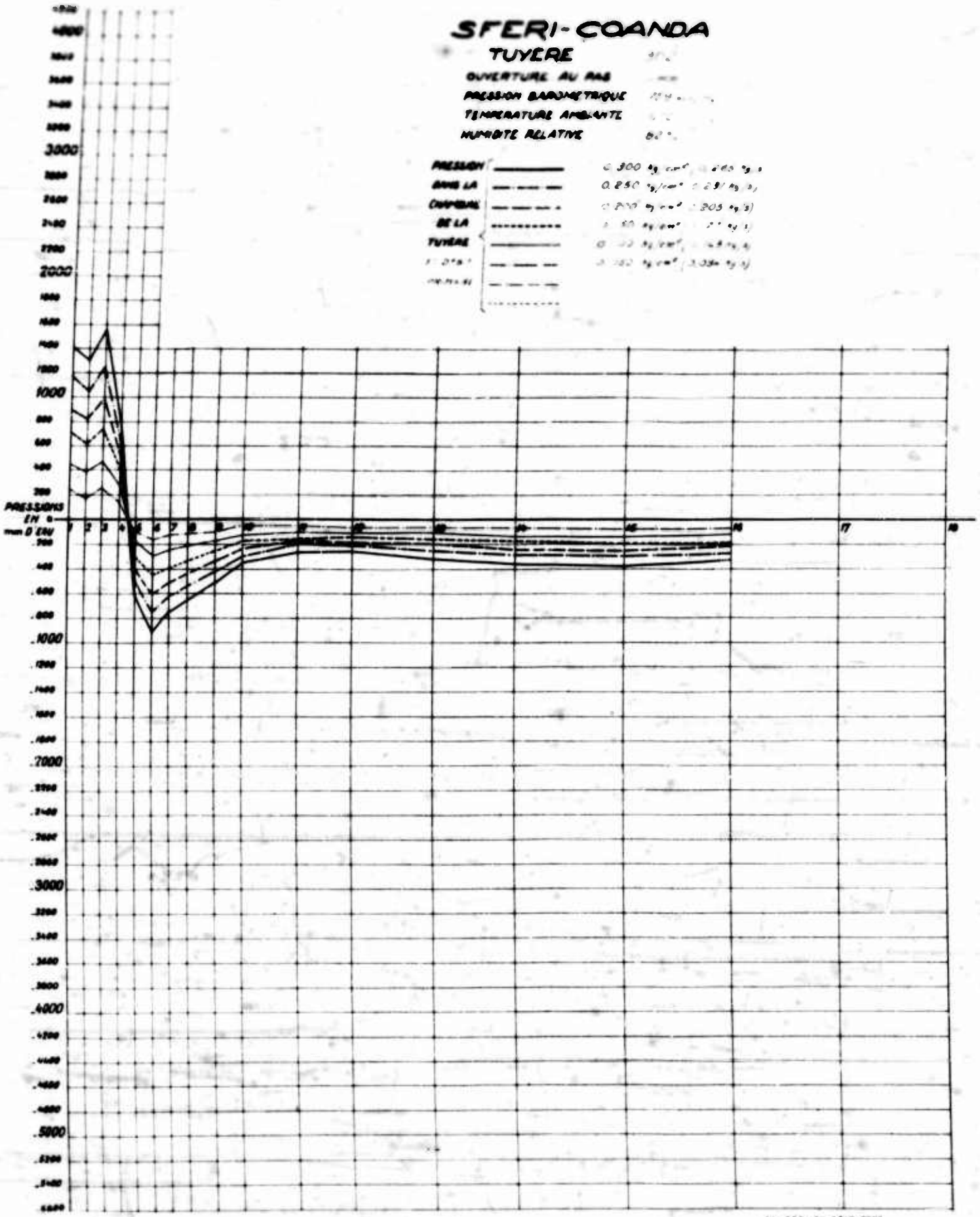
OUVERTURE AU RAS

PRESSION BAROMETRIQUE

TEMPERATURE AMBIANTE

HUMIDITE RELATIVE

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE



COURBE EN DÉVELOPPÉE

SFERI-COANDA

TUYERE 302

OUVERTURE AU RAS 1,5 mm

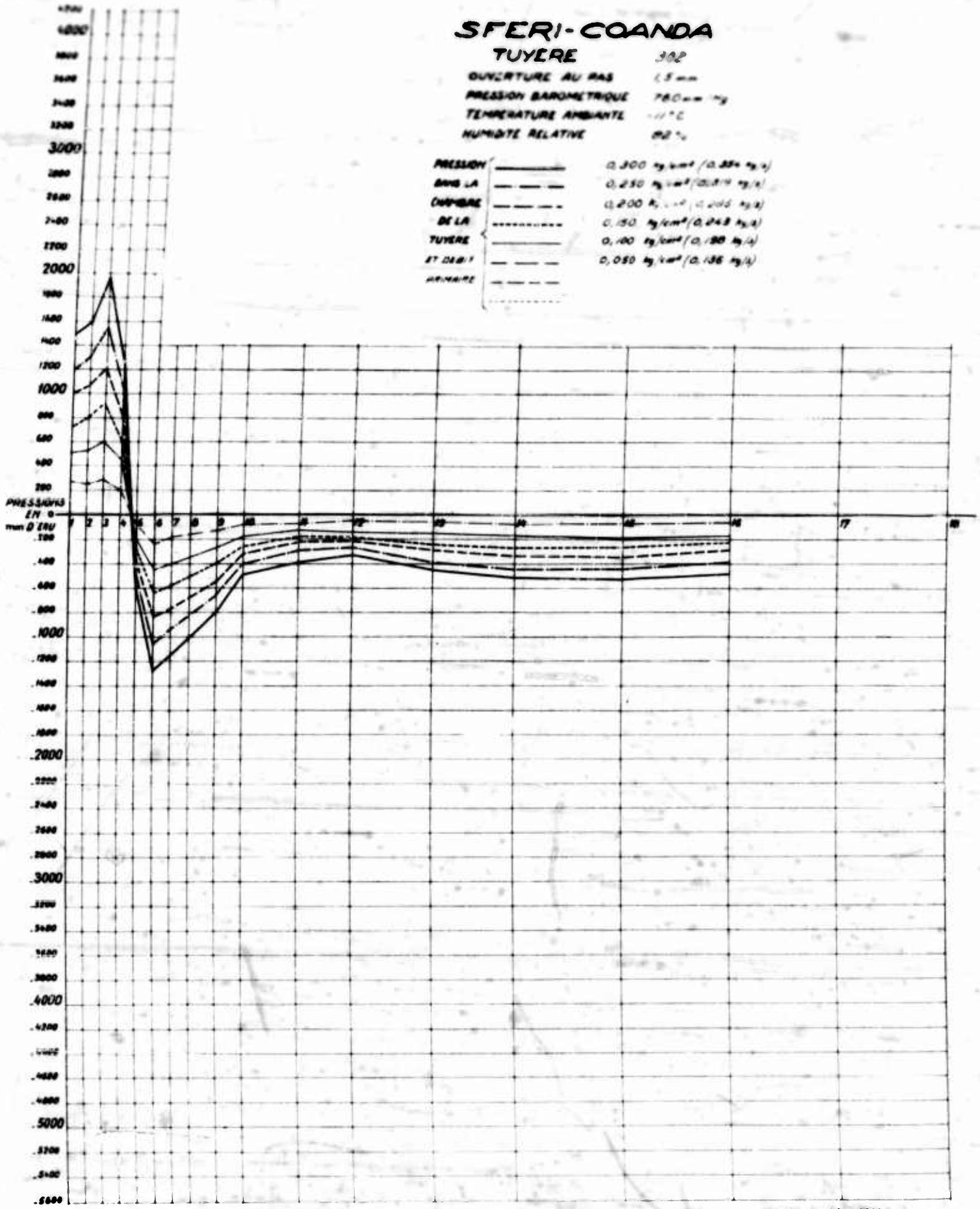
PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE ... °C

HUMIDITE RELATIVE ... %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT AERIQUE

———	0,300 kg/cm² (0,294 kg/cm²)
— — —	0,250 kg/cm² (0,245 kg/cm²)
— — — -	0,200 kg/cm² (0,196 kg/cm²)
----------	0,150 kg/cm² (0,243 kg/cm²)
———	0,100 kg/cm² (0,190 kg/cm²)
— — —	0,050 kg/cm² (0,136 kg/cm²)
— — — —	
.....	



COURBE EN DEVELOPPE

CCm 1/4 87

SFERI · COANDA

TUYÈRE 302

OUVERTURE AU PAS 2 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 13°C

HUMIDITE RELATIVE 81 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

——— 0,250 kg/cm² (0,4 2 kg/cm²)

— — — 0,200 kg/cm² (0,3 5 kg/cm²)

— — — · 0,150 kg/cm² (0,305 kg/cm²)

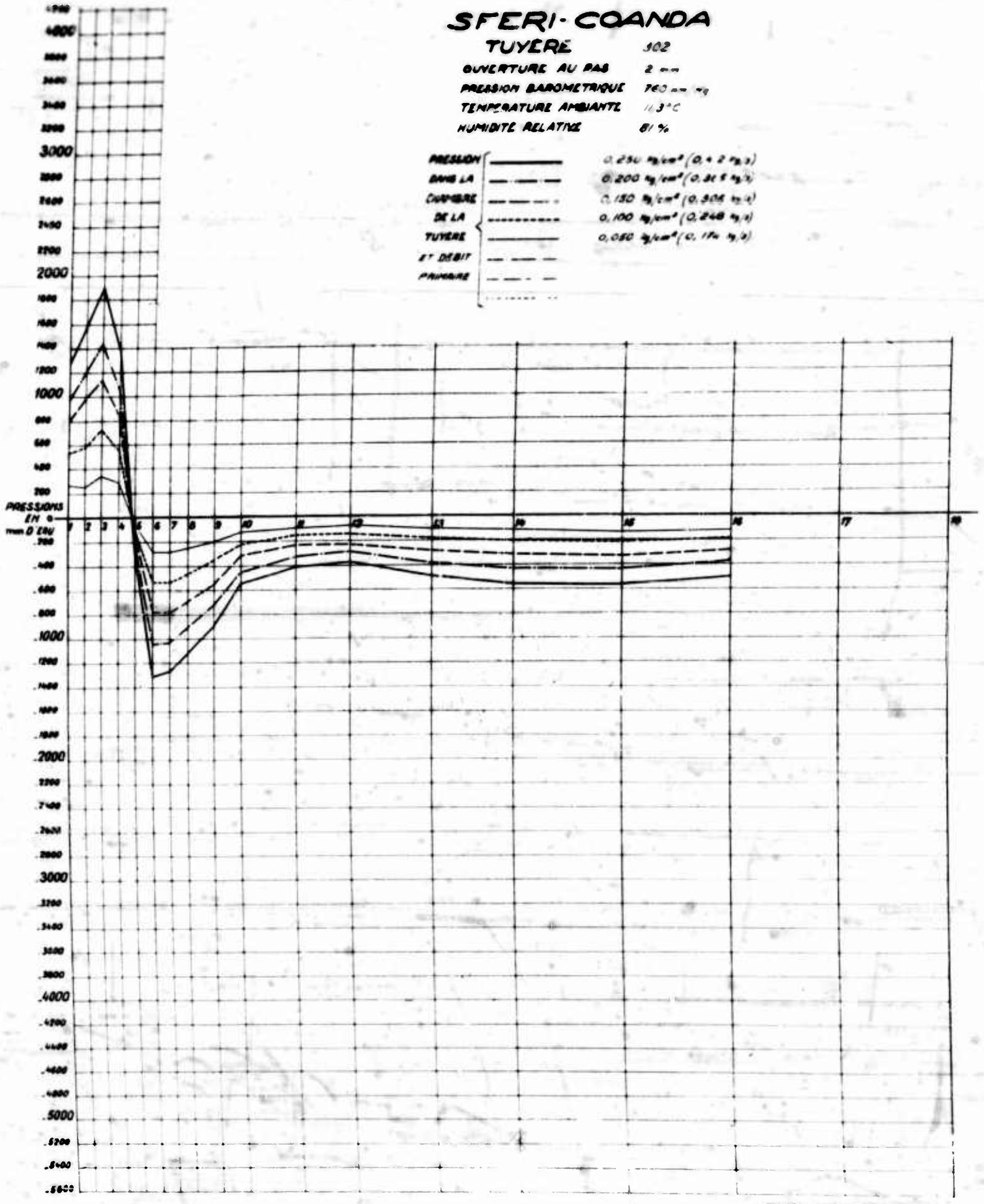
---------- 0,100 kg/cm² (0,248 kg/cm²)

——— 0,050 kg/cm² (0,174 kg/cm²)

— — — —

— — · —

· · · · · · ·



COURBE EN DEVELOPPE

CCM 1/4 GF

SFERI-COANDA

TUYERE 302

OUVERTURE AU RAS 3 mm

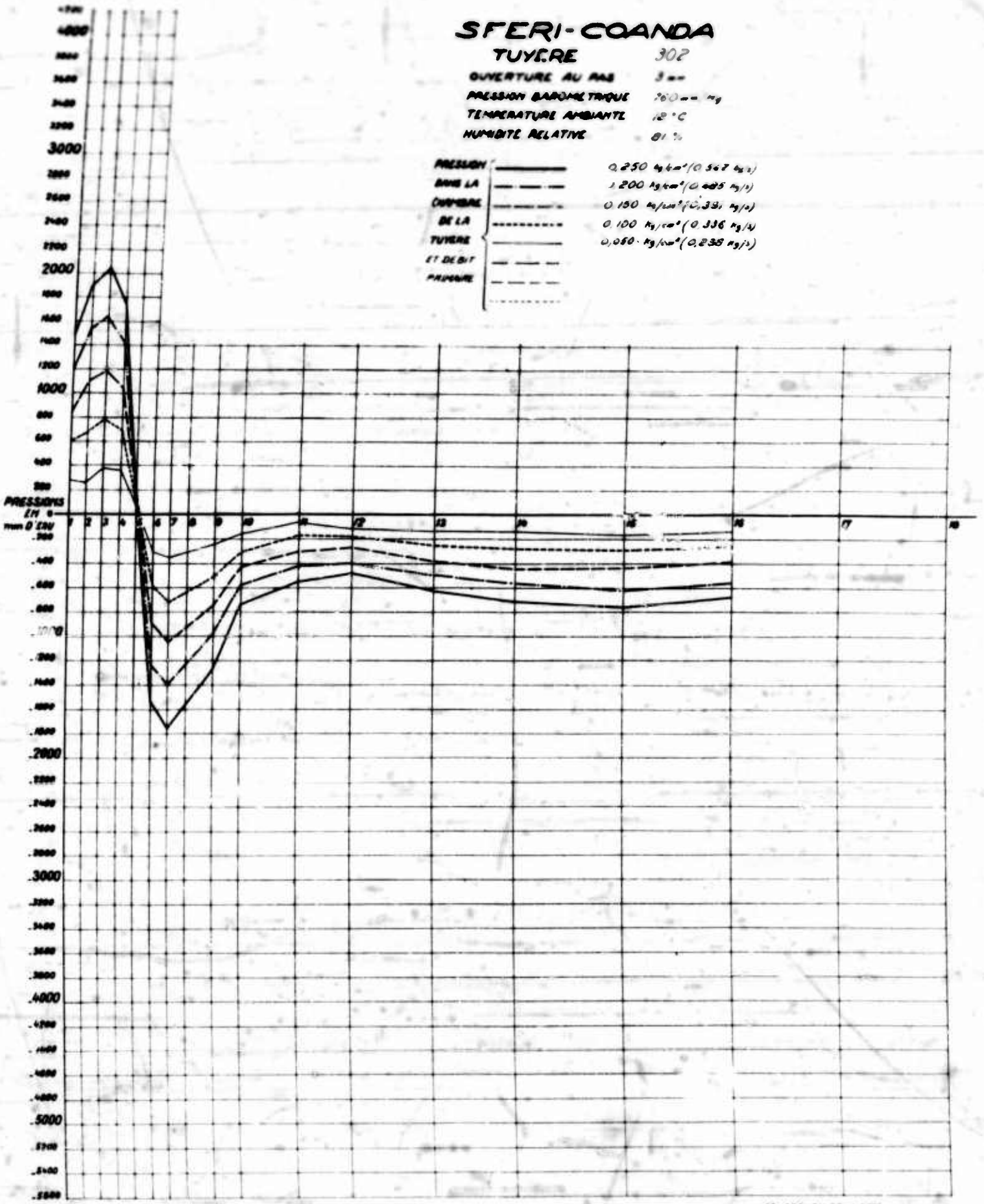
PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 12 °C

HUMIDITE RELATIVE 81 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DE DIT PRESSURE

0,250 kg/cm² (0,567 kg/l)
0,200 kg/cm² (0,405 kg/l)
0,150 kg/cm² (0,33 kg/l)
0,100 kg/cm² (0,336 kg/l)
0,050 kg/cm² (0,235 kg/l)



COURBE EN DEVELOPPE

SFERI-COANDA

TUYERE 302

OUVERTURE AU RAS 4 mm

PRESSION BAROMETRIQUE 760 mm Hg

TEMPERATURE AMBIANTE 12,5 °C

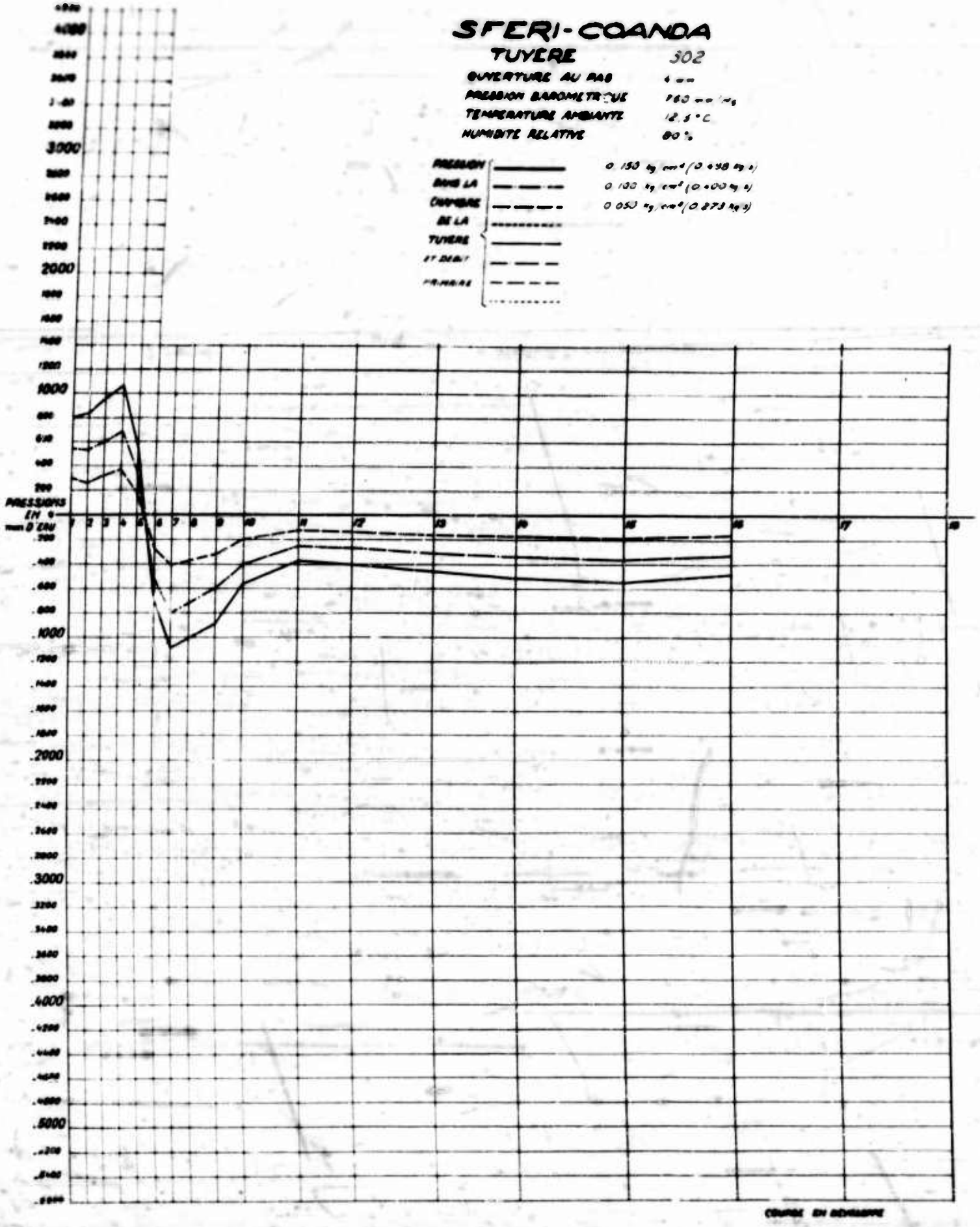
HUMIDITE RELATIVE 80 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DEBIT PRIMAIRE

0,150 kg/cm² (0,498 kg/s)

0,100 kg/cm² (0,400 kg/s)

0,050 kg/cm² (0,273 kg/s)



SFERI-COANDA

TUYERE 302

OUVERTURE AU RAS 1 m.m

PRESSION BAROMETRIQUE 760 m/m Hg

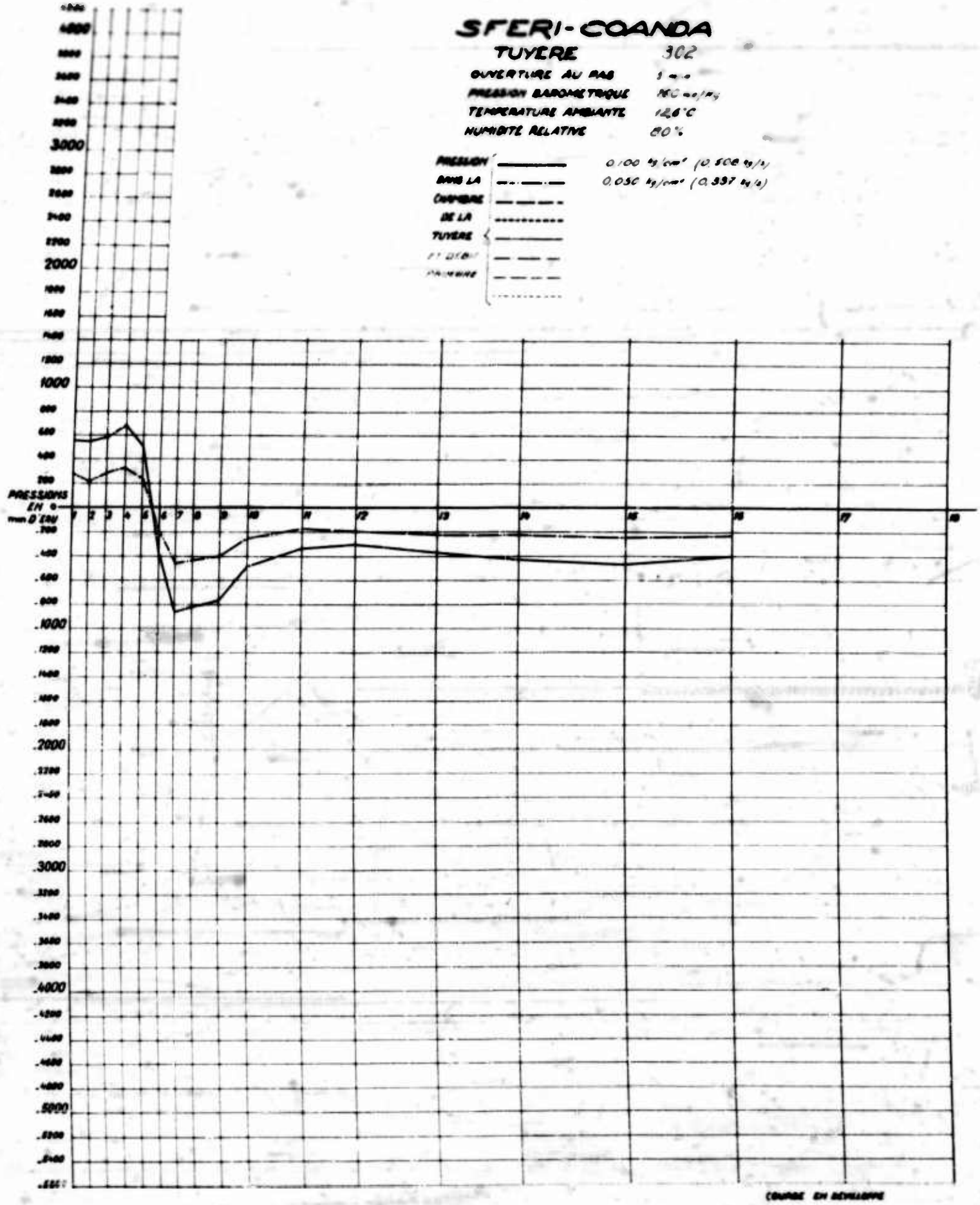
TEMPERATURE AMBIANTE 12,6°C

HUMIDITE RELATIVE 80 %

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE

0,100 kg/cm² (0,508 kg/l)

0,050 kg/cm² (0,337 kg/l)



COURBE EN DEVELOPPE

SFERI-COANDA

TUYERE 302

OUVERTURE AU PAS [illegible]

PRESSION BAROMETRIQUE 760 — [illegible]

TEMPERATURE AMBIANTE [illegible] °C

HUMIDITE RELATIVE 80%

PRESSION DANS LA CHAMBRE DE LA TUYERE ET DU DEBIT D'AIR

0,050 [illegible] (0,420 [illegible])

PRESSIONS EN 0 mm D'EAU

3000 2000 1000 1000 2000 3000 4000 5000

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

COURBE EN NEGATIVE

[illegible]

- COMMENTAIRES -

I. REMARQUES GENERALES.

Courbes de débit primaire:

Le débit primaire augmente régulièrement avec la pression et l'ouverture, ce qui est normal.

Dans la plupart des cas, l'extrapolation de ces courbes au voisinage de l'origine, c'est à dire pour une pression nulle, ne donne pas un débit primaire nul, mais il faut remarquer, et on le voit nettement sur les courbes à profil arrondi (Tuyères "I64" ou "264" par exemple), que les courbes de débit ont une pente qui varie très vite aux basses pressions (pressions inférieures à I Kgm. par cm2). Ces courbes ne sont donc pas extrapolables à l'origine.

Notons qu'il peut se produire des anomalies, comme c'est le cas pour la tuyère "I04" où la courbe de débit correspondant à l'ouverture au pas de 9 mm. est située en-dessous de la courbe de débit correspondant à l'ouverture au pas de 6 mm. Cela est dû au fait qu'en dévissant le chapeau il apparaît dans la chambre de la tuyère un goulot d'étranglement dont la section peut être inférieure à la section de la fente de sortie.

Courbes de débit total :

Ici encore, le débit augmente régulièrement avec l'ouverture et la pression, du moins entre certaines limites.

La tuyère "I02 Bis" est à ce point de vue très caractéristique. Les courbes se placent régulièrement, sauf celles correspondant aux ouvertures au pas de 3 mm. et 9 mm. La courbe d'ouverture au pas de 3 mm. présente une asymptote horizontale très nette atteinte pour une pression de 0,6 Kg./cm2. La tuyère est alors saturée, c'est à dire qu'en dépit d'une augmentation continue du débit primaire, le débit total ne varie plus, donc la quantité d'air aspiré diminue. On conçoit que la tuyère perde alors de son intérêt. La courbe d'ouverture au pas de 9 mm. est plus difficile à interpréter. On voit qu'elle se situe en-dessous de la courbe d'ouverture au pas de 7 mm. La précision des mesures faites ne permet pas de conclure : en effet, quand l'ouverture augmente les courbes de débit total forment un réseau de plus en plus serré, ce qui est normal puisque le col de la tuyère reste fixe alors que l'ouverture et la pression peuvent augmenter. La mise en place des courbes de débit total aix grandes ouvertures devient donc de plus en plus délicate.

Remarquons que, contrairement aux courbes de débit total, les courbes de débit primaire ne présenteront pas d'asymptotes horizontales. En effet, alors que pour le débit total le col de la tuyère représente un goulot d'étranglement, pour le débit primaire cet obstacle ne compte pas puisque la tuyère a toujours la possibilité de refouler de l'air par l'avant (ce qui ne s'est d'ailleurs jamais produit en cours d'essais).

- COMMENTS -

I. GENERAL REMARKS.

Primary flow curves :

The primary flow increases regularly with the pressure and the opening, which is normal.

In most cases, the extrapolation of these curves in the neighborhood of the origin, i.e. for zero pressure, does not give a primary flow of zero, but it should be noted that - as may be clearly seen on the curves for the rounded profiles (e.g. nozzles "I64" or "264") - that the gradient of the flow curves varies very rapidly at low pressure (below I Kg./cm2). These curves can therefore not be extrapolated at the origin.

It may be noted that anomalies may occur, as in the case of nozzle "I04" whose flow curve corresponding to an opening by pitch of 9 mm. lies below the corresponding flow curve for an opening of 6 mm. This is due to the fact that when the cap of the nozzle is unscrewed, a constriction occurs in the chamber, which may be smaller in section that the exit slot.

Total flow curves :

Here agai the outflow increases regularly with opening and pressure, at least within certain limits.

Nozzle "I02b" is very characteristic as regards this point of view. The curves are at regular intervals, except for those corresponding to openings by pitch of 3 mm. and 9 mm. The curve for an opening by pitch of 3 mm. presents a very clear horizontal asymptote when the pressure has reached 0.6 Kg./cm2. The nozzle has then reached saturation point, that is to say that in spite of a continuous increase of primary flow, the total flow shows no further change; hence the amount of air induced decreases. The nozzle would therefore no longer appear to be of interest. The curve for an opening by pitch of 9 mm. is more difficult to interpret. We see that is lies below the curve for a 7 mm. opening. The accuracy of the measurements made is not sufficient to allow of definite conclusions : in fact, as the opening increases the total flow curves fall closer and closer together, which is normal since the throat of the nozzle remains fixed while the opening and the pressure can be increased. The plotting of total flow curves at very wide openings therefore become a more and more delicate operation.

It should be noted that, in contrast with the total flow curves, the primary flow curves do not present horizontal asymptotes. Actually, whereas for the total flow the throat of the nozzle represents a constriction, for the primary flow this obstacle does not count since it would always be possible for the nozzle to re-eject the air forwards (which, incidentally, has never occured during tests).

Courbes d'induction :

Les courbes d'induction sont les moins régulières. En effet, dans le calcul de l'induction se répercutent les erreurs de mesure du débit primaire et surtout du débit total.

On constate néanmoins que les courbes se situent bien les unes au-dessus des autres quand l'ouverture diminue, ce qui montre bien l'influence du gradient de pression dans le jet sur le phénomène d'aspiration d'air : le gradient de pression dépend en effet directement de l'épaisseur du jet, c'est à dire en définitive de l'ouverture de la fente.

Pour les tuyères à profil arrondi, on constate que l'induction varie en général relativement peu avec la pression, sauf peut-être pour la tuyère "I02 Bis" et celles du type "300" pour une ou deux ouvertures.

Pour les tuyères à facettes "I2, "I60" et "22", les courbes d'induction ont une allure générale plus marquée. On note une décroissance générale de l'induction avec la pression, ce qui semble au premier abord en contradiction avec la théorie de la turbulence, qui veut que le mouvement secondaire du fluide aspiré soit d'autant plus intense que le gradient de pression dans le jet, donc la pression dans la chambre de la tuyère, est plus élevé. C'est bien ce que confirment les courbes de débit total, la décroissance de l'induction prouvant simplement que le débit primaire augmente plus vite que le débit total quand la pression augmente, ce qui peut être dû à la fois au régime de la turbulence et à la saturation de la tuyère.

Une étude expérimentale plus précise permettrait sans doute de déterminer pour chaque tuyère et pour chaque ouverture un maximum de la courbe d'induction.

Courbes de traction :

Les courbes en traits pleins sont des courbes de traction pour une ouverture au pas constante. Ces courbes peuvent être considérées comme des résultats qualitatifs sûrs. Les courbes en traits pointillés sont des courbes de traction pour une pression constante dans la chambre de la tuyère.

Toutes ces courbes se placent régulièrement, la traction augmentant en fonction du débit, de la pression et de l'ouverture (le débit dépendant naturellement de la pression et de l'ouverture).

On constate sur les tuyères à facettes "I2", "I60" et "22", que le réseau des courbes de traction à isopress[illegible] se resserrent sensiblement quand la pression devient supérieure à 2 [illegible]gs./cm2., ce qui semble indiquer un changement de régime quand la vitesse à la sortie de la fente devient supersonique, le gain de traction devenant de plus en plus faible en fonction de la pression.

Des essais comparatifs de traction ont été faits pour voir le rôle du divergent en matière plastique mis à la suite du divergent normal de la tuyère. Sauf une exception (tuyère "I62") sur laquelle nous reviendrons,

Induction curves :

The induction curves are the least regular. Error made in the measurements of primary and especially total flow affect the calculations of induction.

Nevertheless we note that the curves fall clearly one above the other as the opening is decreased, which plainly shows the influence of the pressure gradient in the jet on the phenomenon of air induction : the pressure gradient actually depends directly on the thickness of the jet, and thus finally on the slot opening.

For the nozzles with rounded profiles we note that in general the induction varies relatively little with pressure, except perhaps for nozzle "I02b" and the "300" type nozzle for one or two openings.

For the nozzles with facets ("I2", "I60" and "22"), the general aspect of the induction curves is better defined. We note a general decrease of induction with pressure, which at first sight would appear to be in contradiction with the theory of turbulence, which requires that the secondary flow of induced air shall increase with the pressure gradient in the jet, and thus with the pressure in the nozzle chamber. This is in fact confirmed by the total flow curves; the decrease of induction merely proves that the primary flow increases more rapidly than the total flow when the pressure is increased, which may be due both to turbulence and to the saturation of the nozzle.

In a more detailed experimental study it would doubtless be possible to establish where the induction curve for each nozzle and each opening reaches its maximum.

Traction curves :

The full lines are the traction curves for equal opening by pitch. These curves may be considered as definite qualitative results. The broken lines are the traction curves for equal pressure in the nozzle chamber.

All these curves fall at regular intervals, the traction increasing as a function of flow, pressure and openong (the flow naturally depending of the pressure and opening).

We note that for the nozzles with facets, "I2, "I60" and "22", the traction curves at equal pressures fall appreciably closer together when the pressure becomes greater than 2 Kg./cm2., which would appear to indicate a change of regime when the velocity at the exit of the slot becomes supersonic, the gain in traction becoming less and less as a function of pressure.

Comparative tests of the traction were made in order to discover the effect of the plastic divergent which had been placed after the ordinary divergent of the nozzle. With one exception (nozzle "I62"), to which we shall refer later, the tests showed that the removal of the

les essais ont montré que la suppression du divergent en matière plastique augmentait toujours la traction obtenue pour un même débit primaire, et ceci dans des proportions souvent importantes, puisque le gain de traction se situait souvent entre 0,5 et I Kg., voire même plus. Pour la tuyère "I62" par contre, on avait une diminution de traction ne dépassant pas 500 grammes en supprimant le divergent en plastique.

Ceci montre indiscutablement que les résultats obtenus sont des résultats par défaut (sauf peut-être pour la tuyère "I62").

Les résultats n'en demeurent pas moins extrêmement intéressants, comme le montre le graphique ci-joint. Nous avons tracé sur une même feuille la courbe donnant le rapport traction sur débit primaire en fonction de la pression d'arrêt pour un jet donnant une réaction directe, et le rapport obtenu expérimentalement pour certains essais sur des tuyères "22", "I64" et "302". On voit que les résultats expérimentaux se situent largement au-dessus des résultats théoriques. Il faut encore remarquer que la courbe théorique a été tracée pour une température d'arrêt de 290° Kelvin, c'est à dire I7° C., alors que les résultats expérimentaux ont été obtenus avec une température dans la chambre de la tuyère de 20° C. pour la tuyère "22", de I5° C. seulement pour la tuyère "I64", et de I0° C. seulement pour la tuyère "302".

Ces résultats déjà très éloquents sont donc encore des résultats par défaut, puisque le rapport traction sur débit diminue quand la température d'arrêt diminue, comme on le vérifie sur les tableaux précédemment cités dans ce rapport.

II. REMARQUE SUR LE RAPPORT ENTRE LE DEBIT TOTAL ET LA TRACTION.

On remarque qu'en général le produit de la vitesse de sortie par le débit total est plus élevé que la traction. La précision des mesures du débit total ne permet pas de conclure d'une façon sure. Il faut remarquer que théoriquement la traction est égale au flux sortant de quantité de mouvement dirigée suivant l'axe de la tuyère, c'est à dire le flux sortant du divergent moins le flux entrant dans le convergent (air aspiré). En fait, ce dernier donnera une composante très faible suivant l'axe de la tuyère, parce que l'air aspiré a une vitesse oblique par rapport à l'axe de la tuyère, l'effet d'aspiration se faisant sentir assez loin de celui-ci.

D'autre part, la disymétrie de l'écoulement fait que le débit total ne donne pas uniquement une quantité de mouvement dirigée suivant l'axe de la tuyère, mais aussi suivant des perpendiculaires à cet axe, donnant ainsi naissance à des couples difficiles à évaluer.

III. REMARQUE SUR LE ROLE DES CONDITIONS ATMOSPHERIQUES.

Ce rôle est prépondérant, surtout du point de vue température. On peut le constater sur la tuyère "22" où une série d'essais à l'ouverture au pas de 0,3 mm. a été faite deux fois dans des conditions très différentes. Le décalage des courbes correspondantes est très net.

plastic divergent always increased the traction obtained, for equal primary flow, and often very considerably since the traction gained was often from 0.5 to I Kg. and sometimes more. For nozzle "I62", on the other hand, the removal of the plastic divergent caused a reduction in traction of not more than 500 grams.

This shows definetely that the absolute values obtained were too low (except perhaps for nozzle "I62").

However, the results are none the less interesting, as will be seen from the accompanying graph. On the same sheet, we have plotted the curve giving the ratio of traction to primary flow as a function of stagnation pressure for a jet producing a direct reaction, and the ratio obtained experimentally in certain tests on nozzles, "22", "I64" and "302". We see that the experimental results lie far above the theoretical results. It should also be mentioned that the theoretical curve was plotted for a stagnation temperature of 280° Kelvin, i.e. I7° C., whereas the experimental results were obtained with a temperature in the nozzle chamber of 20° C. for nozzle "22", only I5° C. for nozzle "I64", and only I0° C. for nozzle "302".

These absolute values of these results, which are already most interesting, are thus, however, again too low, since the traction-flow ratio decreases when the stagnation temperature falls, as is confirmed by the tables mentioned previously in this report.

II. REMARKS CONCERNING THE RATIO OF TOTAL FLOW TO TRACTION.

We note in general that the product of the exit velocity and the total flow is higher than the traction. The accuracy of the total flow measurements is not sufficient to allow definite conclusions. It should be noted that theoretically the traction is equal to the emerging momentum flux in the direction of the axis of the nozzle, that is to say the flux emerging from the divergent minus the flux entering the convergent (induced air). In actual fact, the component derived from the latter will be very small along the axis of the nozzle, because the velocity of the induced air is oblique in relation to the nozzle axis owing to the fact that the suction effect is perceptible quite far from this axis.

In addition, owing to the disymmetry of the flow the total flow produces a momentum which is not solely directed along the axis of the nozzle but also perpendicular to this axis, thus giving rise to torques which are difficult to evaluate.

III. REMARKS CONCERNING THE EFFECT OF ATMOSPHERIC CONDITIONS.

Atmospheric conditions, and particularly temperature, are of great importance. This can be seen on nozzle "22", with which a series of tests, at an opening by pitch of 0.3 mm., were made twice in very different conditions. The changed position of the corresponding curves is very definite.

IV. REMARQUE SUR LA TUYERE DU TYPE "L.A." .

Cette tuyère a fait l'objet d'essais dans les laboratoires des Usines CHAUSSON à Asnières (Seine, France). On trouvera plus loin les caractéristiques de cette tuyère, le schéma de l'installation du banc d'essais et les résultats obtenus.

V. CONCLUSIONS.

Certes, il serait possible de déterminer la meilleure tuyère en se plaçant uniquement sur le plan rendement pur. On pourrait ainsi déterminer dans une famille de tuyères le diamètre optimum au col pour une pression et une ouverture données, ou bien déterminer pour une tuyère l'ouverture optimum pour une pression donnée. On pourrait, naturellement, pour plusieurs tuyères de mêmes dimensions mais de profil différent, déterminer la meilleure pour un même règlage.

Mais si on veut considérer un point de vue pratique, il faut prendre en considération des paramètres matériels : encombrement, résistance des matériaux, prix de revient, etc....

Tous ces paramètres ne pourront être introduits que le jour où sera connu le rôle précis assigné à la tuyère, c'est à dire quand on passera à la réalisation, non plus d'un avant-projet, mais d'un prototype d'AERODYNE.

═══════

IV. REMARK CONCERNING THE "L.A." TYPE NOZZLE.

Tests were made of this nozzle in the laboratories of the CHAUSSON works, at Asnières (Seine, France). The characteristics of this nozzle will be given later, together with a diagram of the test bench installation, and the results obtained.

V. CONCLUSIONS.

It would of course be possible to determine which is the best nozzle purely from the point of view of efficiency. Thus we could, for one category of nozzles, establish the most favorable diameter of throat for a given pressure and opening, or else establish the best opening of a nozzle for a given pressure. We could also, for several nozzles of the same dimensions but different profiles, determine which gave the best results for the same adjustment.

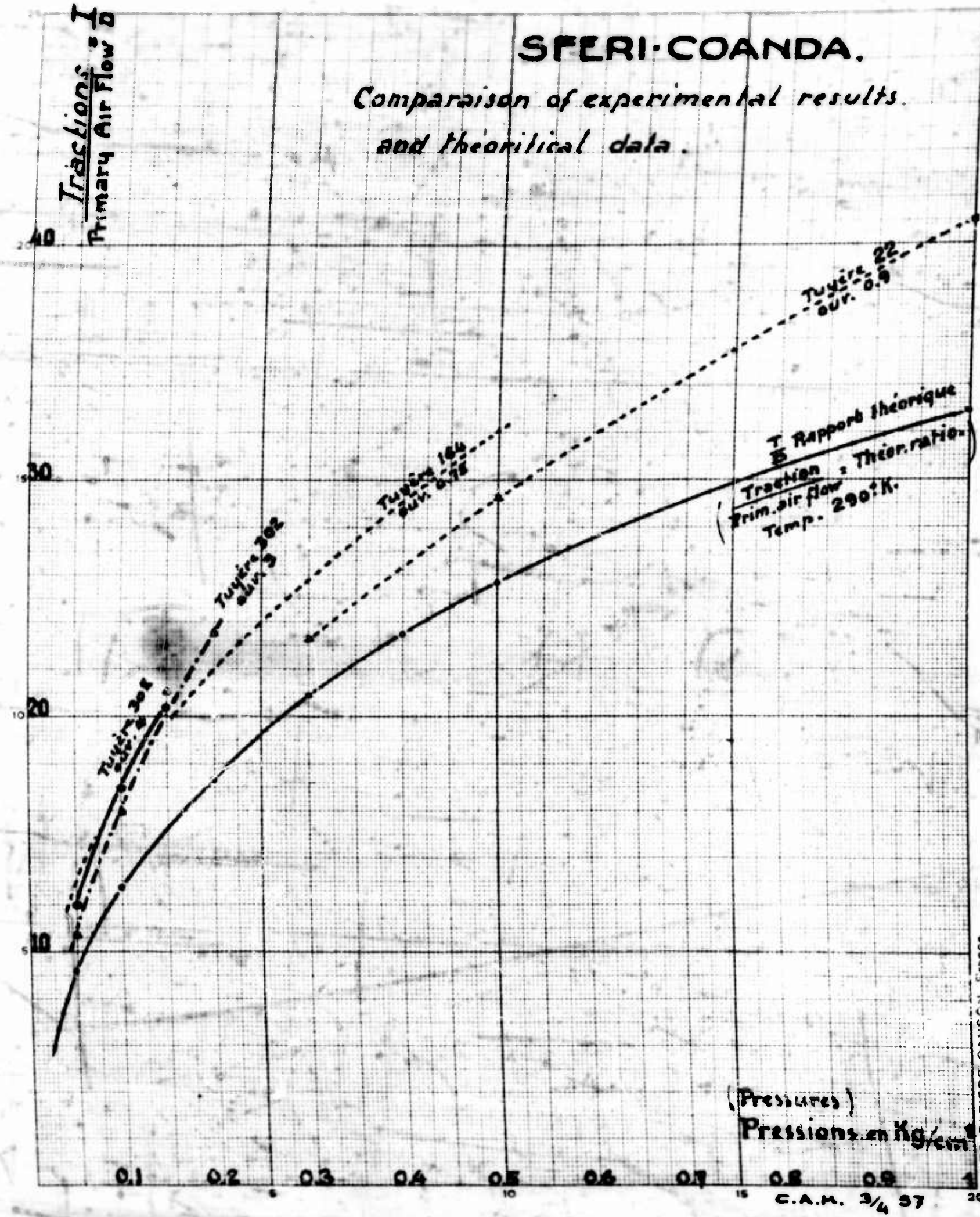
But if we wish to take into account the practical point of view, we must consider the material parameters : bulk, resistance of materials, prime cost, etc...

All these parameters can only be introduced when we know the exact purpose for which the nozzle is destined, that is to say when we pass on to the realization not merely of a draft project, but of the prototype of an AERODYNE.

=======

SFERI-COANDA.

Comparaison of experimental results and theorilical data.



- T U Y E R E " L.A. " -

La tuyère "L.A." est une tuyère interne centrifuge. Elle a pour but de remplacer les ventilateurs centrifuges.

Elle peut s'emploYer simple ou double, c'est à dire avec l'aspiration d'un seul côté ou par deux côtés à la fois.

Elle fonctionne de la façon suivante :

- Au col de la tuyère se trouve la fente soufflante par où sort l'air primaire. La forte dépression qui se produit le long de la première facette, laquelle est orientée approximativement parallèlement à l'axe de la tuyère, aspire violemment l'air ambiant (air secondaire).

- L'ensemble du mélange air primaire et air secondaire suit alors la paroi qui est formée par la lèvre prolongée de la fente et se dirige d'une façon centrifuge vers la périphérie de la tuyère.

- L'autre paroi de la tuyère est formée par la pièce du milieu dont le profil joue un grand rôle, car il faut que l'espace engendré par la lèvre prolongée de la fente et la paroi de la pièce centrale présente toutes les qualités d'un divergent. A la sortie de cet espace et en partant de la phériphérie de la tuyère se trouve placée une couronne portant des ailettes de profil approprié, lesquelles impriment au mélange un mouvement de rotation de façon à ce que l'ensemble puisse être collecté par un colimaçon. Si l'emplacement le permet, on peut remplacer ces ailettes par des ailes circulaires concentriques lesquelles, suivant l'application d'un des Brevets de la SFERI-COANDA (Fente épaisse), permettent de collecter tout cet air dans une chambre pour être dirigé ensuite à l'endroit voulu.

Il est bon de mentionner que suivant les besoins on peut, bien entendu, monter ces tuyères "L.A." en plusieurs étages.

LES PAPIERS CANSCN France

- " L.A. " NOZZLE -

The "L.A." nozzle is an internal centrifugal nozzle. Its purpose is to replace centrifugal ventilators.

It can be used in single or double form, that is to say with induction of air on one side only or on both sides at once.

The nozzle functions in the following manner :

- The slot out of which is blown the primary air is located at the throat of the nozzle. The great depression which is produced along the first facet, which is roughly parallel to the axis of the nozzle, exerts an extremely strong suction effect on the surrounding air (secondary air).
- The resulting mixture of primary and secondary air then follows the wall which is formed by the extended lip of the slot, and proceeds centrifugally towards the periphery of the nozzle.
- The opposite wall of the nozzle is formed by a center piece whose profile is of great importance, because it is necessary that the space lying between the extended lip of the slot and the said center piece should have all the characteristics of a divergent. At the exit of this space, around the periphery of the nozzle, a ring of fins of suitable profile impart a rotational motion to the mixture so that this can be collected in a spiral element. If the position of the device allows it, these fins can be replaced by annular, concentric wings in which one of the SFERT COANDA patents is applied (wide slot), which enable all the air to be collected in a chamber from which it can then be directed to the desired point.

It should be mentioned that these "L.A." nozzles can also, if desired, be mounted in series.

SFERI COANDA

Nozzle / Tuyère } L.A.

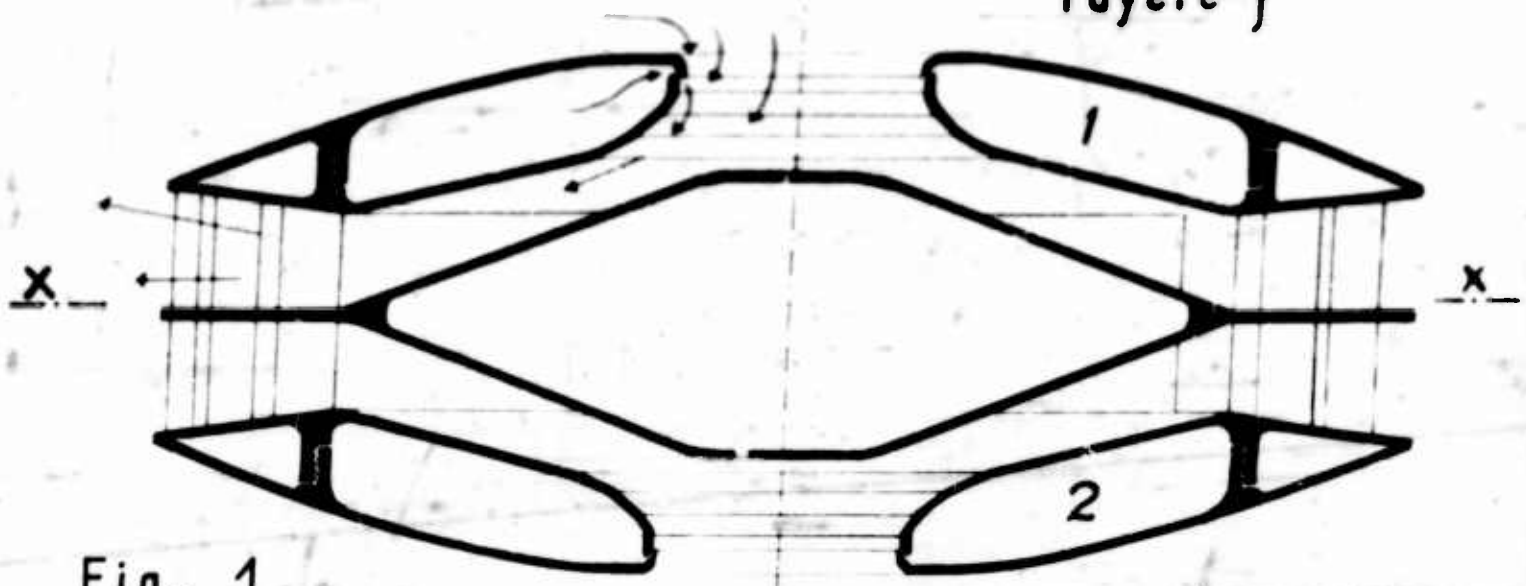
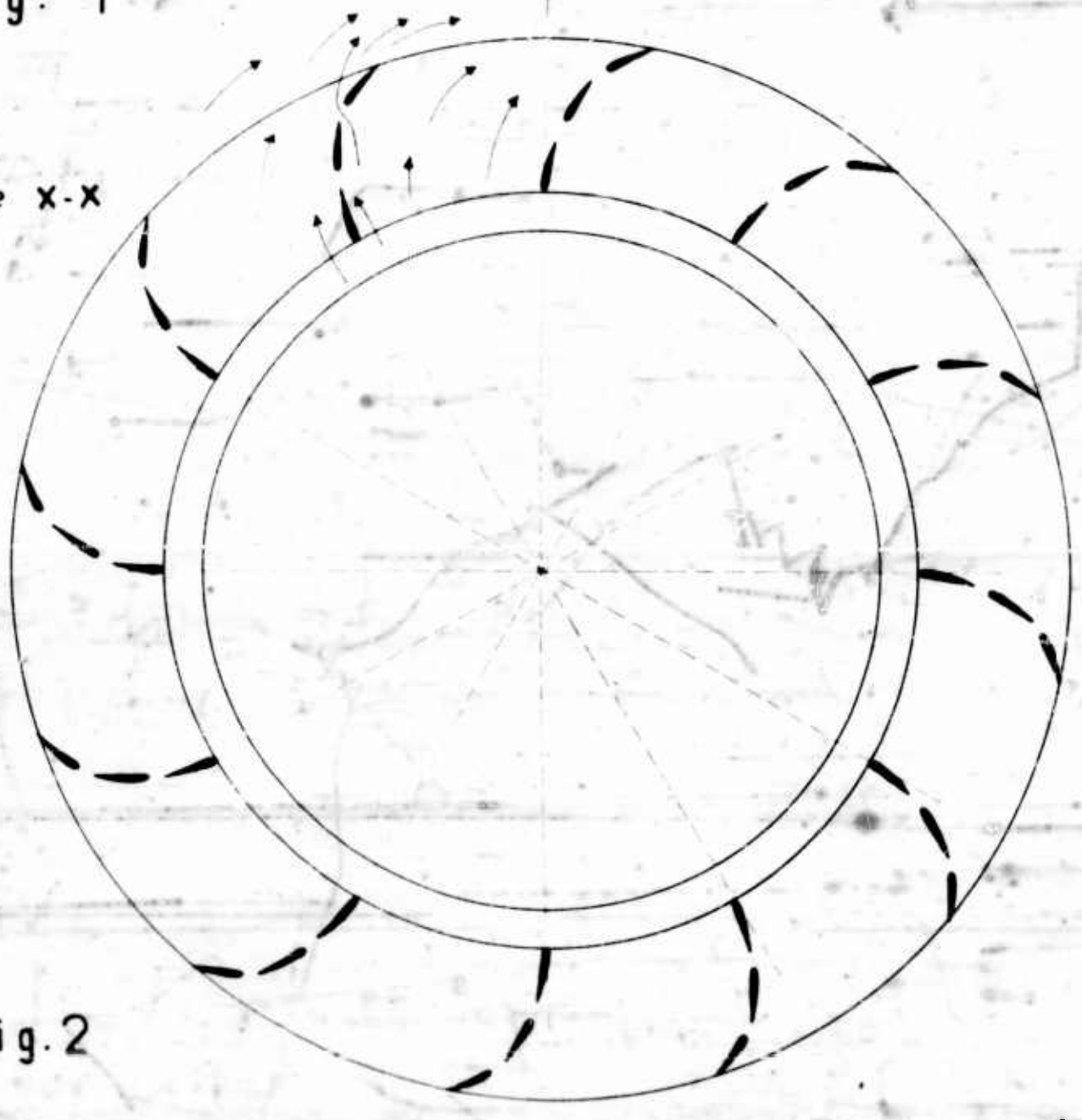


Fig. 1

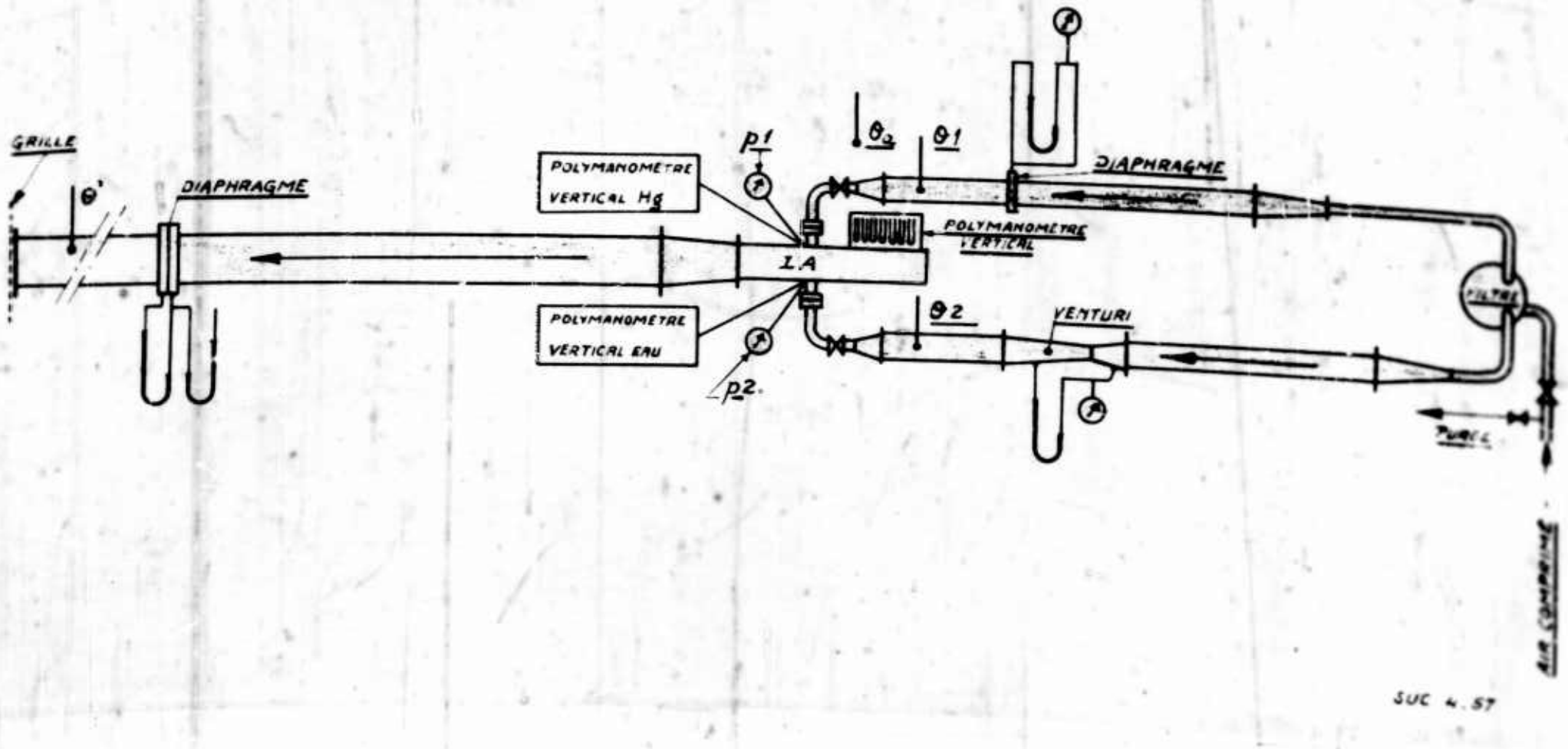


Coupe x-x

Fig. 2

SUC 4/57

SFERI-COANDA
MONTAGE D'ESSAI LA



SUC 4.57

SFERI - COANDA
TUYÈRE LA_

REAL OPENING	mm	0,08	0,08	0,08	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7
PRESSURE FIRST CHAMBER	$P_1 = Kg/cm^2$	3	3,3	4	2,9	4,1	3	4	4,3	1,6	2,05	3,1	4,05
TEMPERATURE	$\theta_1 = °C$	22	22	22	24,5	25,5	27	25	26	22,5	23	23	22
PRIMARY AIR FLOW 1	Kg/s	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	0,097	0,154	0,154	0,166	0,191	0,255	0,305
PRESSURE SECOND CHAMBER	$P_2 = Kg/cm^2$	2,9	3,150	3,9	2,8	4	2,9	3,9	4,2	1,55	1,95	3	3,950
TEMPERATURE	$\theta_2 = °C$	21,5	21,5	21,5	24	25	27	26	25,5	21,5	22	22	21,5
PRIMARY AIR FLOW 2	Kg/s	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	≃0,1	≃0,16	≃0,16	0,172	0,199	0,266	0,319
TOTAL PRIMARY AIR FLOW	Kg/s	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	≃0,197	≃0,314	≃0,314	0,338	0,390	0,521	0,624
TOTAL AIR FLOW	Kg/s	0,870	0,905	1,01	1,400	1,630	1,760	2,15	2,43	1,98	2,16	2,62	3
AIR INDUCTION RATIO		>6	>6,5	>7	>10	>11,5	≃8,9	≃6,8	≃7,7	5,9	5,5	5	4,8
TEMPERATURE EXIT	$\theta' = °C$	16	15,5	16	19	19,5	21,5	21	21,5	17	17	17	17,5
ATMOSPHERIC TEMPERATURE	$\theta_a = °C$	/	/	/	/	/	/	/	/	17	17	17	17,5
ATMOSPHERIC PRESSURE	mm/Hg	757	757	757	736	736	749	749	749	766	766	766	766

suc. 2/4 57

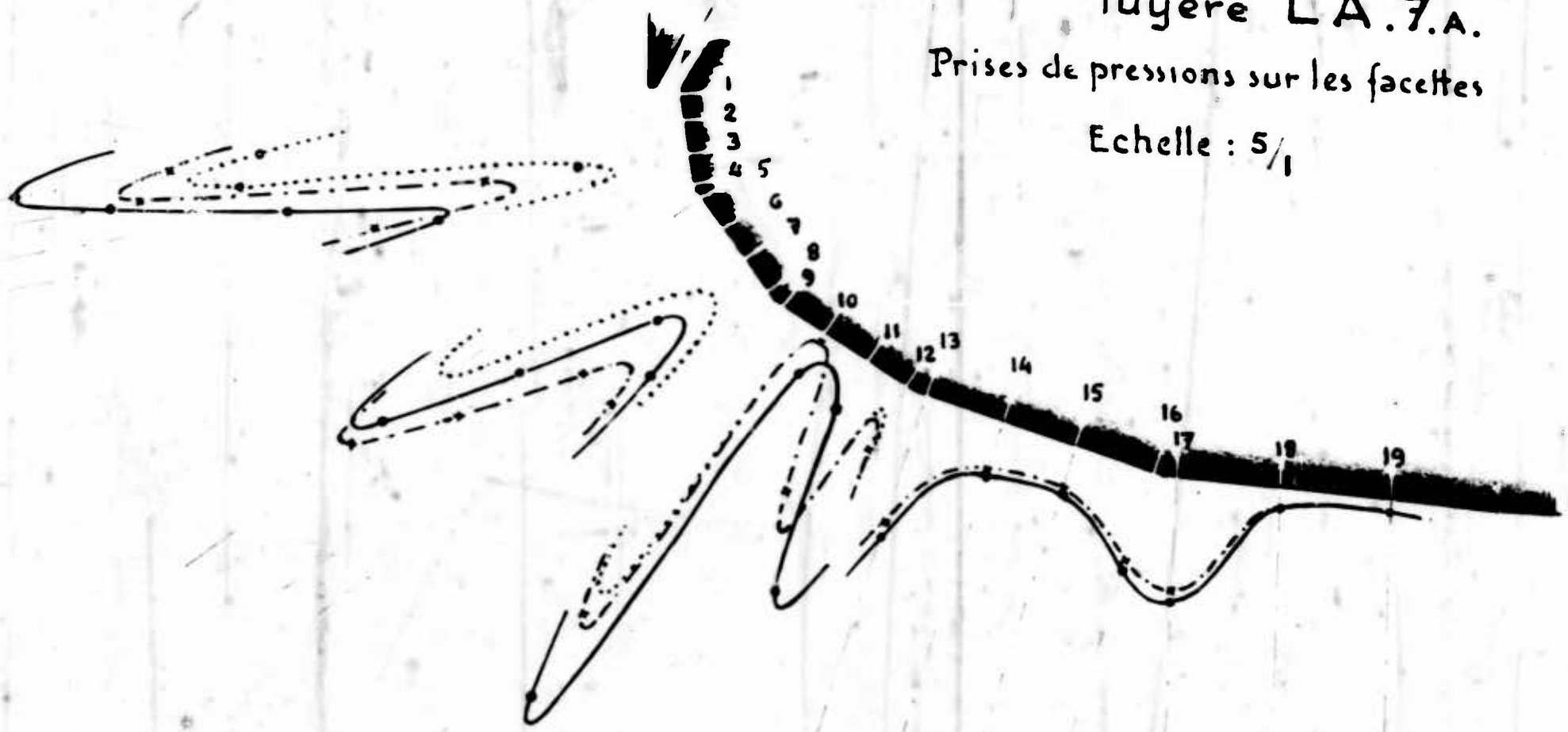
suc. 3/4 57

SFERI·COANDA.

Tuyère L A.7.A.

Prises de pressions sur les facettes

Echelle : 5/1



Echelle des pressions
1 m/m = 5 m/m Hg.

Ouv. m/m	Pressions
0.7	3 Kg/cm² .....
0.7	4 Kg/cm² —·—×—
0.8	3 Kg/cm² ——•—

suc 4/57

UNCLASSIFIED

AD 204074

Armed Services Technical Information Agency

ARLINGTON HALL STATION
ARLINGTON 12 VIRGINIA

FOR
MICRO-CARD
CONTROL ONLY

5 OF 5

NOTICE: WHEN GOVERNMENT OR OTHER DRAWINGS, SPECIFICATIONS OR OTHER DATA ARE USED FOR ANY PURPOSE OTHER THAN IN CONNECTION WITH A DEFINITELY RELATED GOVERNMENT PROCUREMENT OPERATION, THE U. S. GOVERNMENT THEREBY INCURS NO RESPONSIBILITY, NOR ANY OBLIGATION WHATSOEVER; AND THE FACT THAT THE GOVERNMENT MAY HAVE FORMULATED, FURNISHED, OR IN ANY WAY SUPPLIED THE SAID DRAWINGS, SPECIFICATIONS, OR OTHER DATA IS NOT TO BE REGARDED BY IMPLICATION OR OTHERWISE AS IN ANY MANNER LICENSING THE HOLDER OR ANY OTHER PERSON OR CORPORATION OR CONVEYING ANY RIGHTS OR PERMISSION TO MANUFACTURE, USE OR SELL ANY PATENTED INVENTION THAT MAY IN ANY WAY BE RELATED THERETO.

UNCLASSIFIED