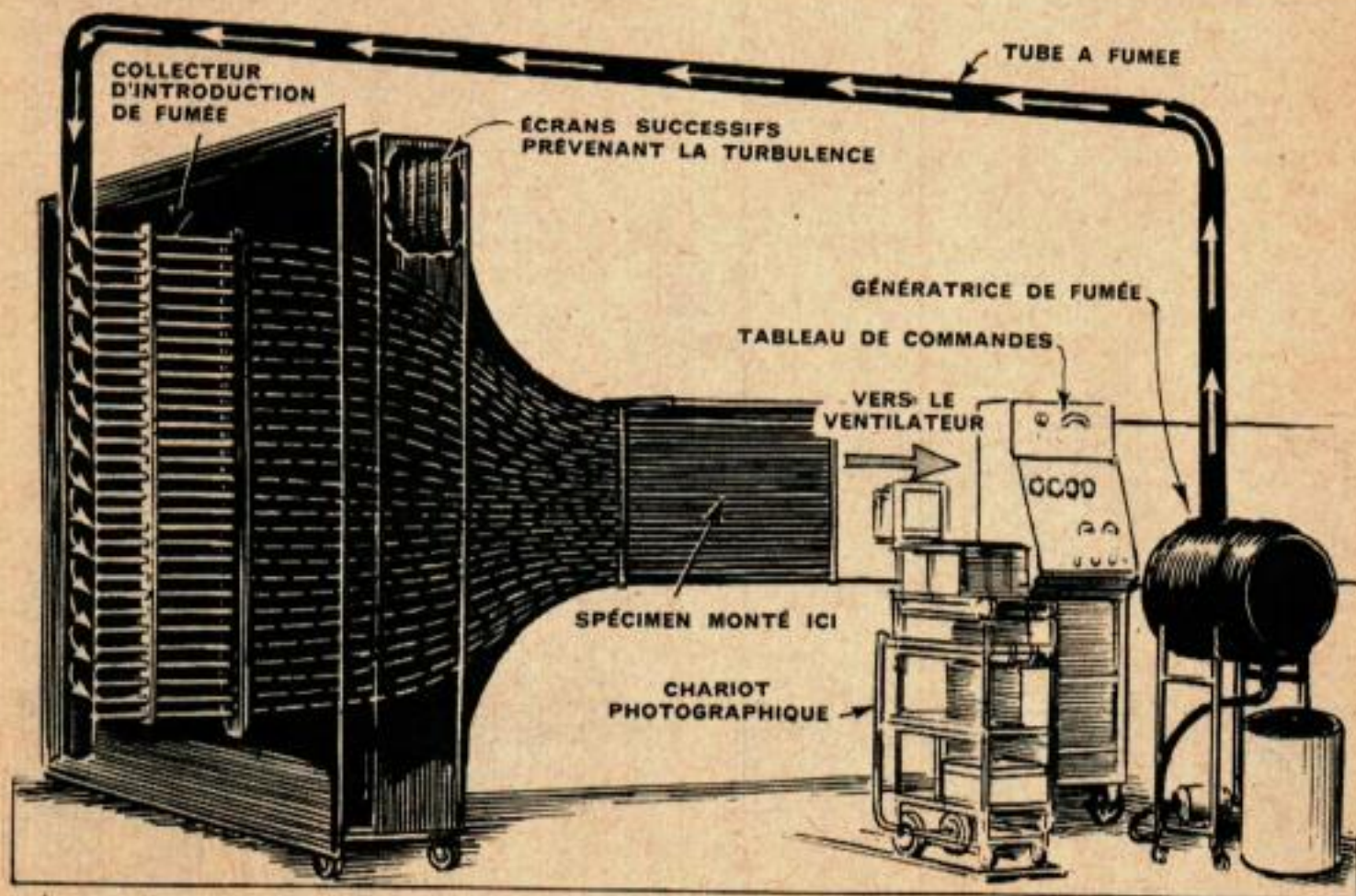




Avis aux « pitchers » (lanceurs) de baseball : Si vous pouviez lancer une balle sans aucun tournoiement, vous pourriez lui faire décrire une courbe avec 90 à 95 cm de déviation. Un professeur de la célèbre équipe américaine de « Notre-Dome » est en train d'apprendre des choses de ce genre à l'aide de rubans de fumée ultra-ropides.

Les étranges forces de l'air

PAR C. HICKS

QUELLE est la force qui fait décrire une trajectoire incurvée à la balle lancée « en courbe » par le pitcher, et quelle est la force qui fait glisser une balle lancée en glissement ?

Si un pitcher de Grande Ligue prenait le temps de visiter un petit laboratoire de l'Université américaine de Notre-Dame, il en ressortirait avec des connaissances précises sur les choses qui font que les balles qu'il lance se conduisent de la manière dont elles se conduisent. Il y découvrirait par exemple pour la première fois les forces étranges qui agissent sur la balle dès qu'elle a quitté ses doigts calleux.

Il apprendrait ces faits — des faits vitaux pour son sport — d'un homme qui n'a virtuellement aucun intérêt dans le base-ball. En fait, le professeur F.N.M. Brown n'a même pas assisté à une partie de basse-ball depuis plusieurs années !

Bien que le sport national américain ne fascine nullement le professeur Brown, celui-ci manifeste un intérêt profond, et presque passionné, pour les forces qui s'exercent sur n'importe quel objet en déplacement dans l'air, depuis une balle de base-ball jusqu'à une énorme fusée de



Une balle ne tournant pas conserve ses coutures dans la même position par rapport à l'écoulement de fumée. La turbulence qui se manifeste directement derrière la balle montre que celle-ci ne partirait pas en courbe.



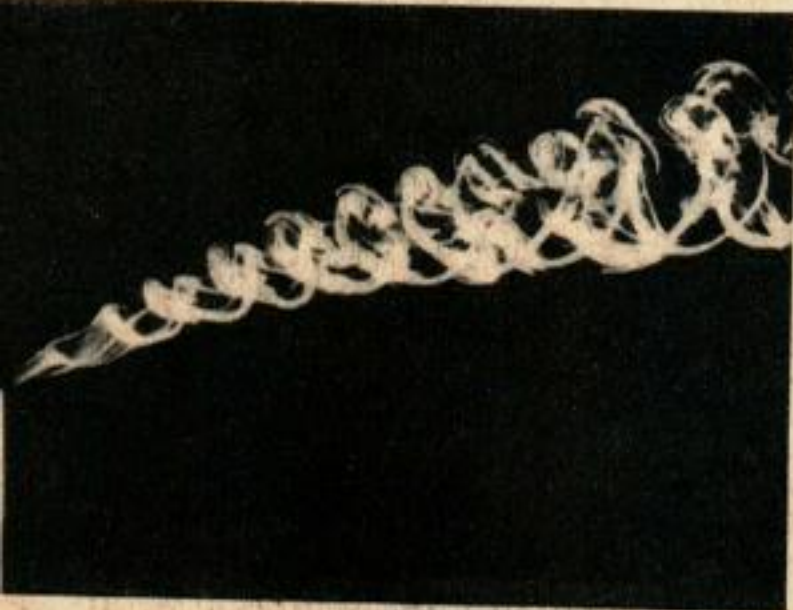
La turbulence montre que la balle en rotation suivrait une trajectoire incurvée vers la droite. Une balle non tournante avec la couture se trouvant à la position indiquée suivrait une trajectoire fortement incurvée.





La disposition des filets de fumée derrière un cylindre lisse indique un vide partiel et une haute résistance aérodynamique. Ci-dessus : Lorsqu'un son est émis dans le tunnel aérodynamique, il déplace la couche limite et réduit le tirage d'une manière appréciable.

Les recherches de Brown démontrent la précision étonnante des figures tracées par les filets d'air. Lorsque la vitesse aérienne est faible et constante, même la fumée d'une cigarette forme un motif géométrique compliqué et régulier.



guerre. Ses travaux de recherche ayant une grande portée sur le dessin des fusées, la plus grande partie de ceux-ci est tenue secrète sur prescription du gouvernement des Etats-Unis.

Mais il trouve quand même le temps d'introduire sa tête aux cheveux blancs dans un tunnel plein de fumée et de la ressortir de celui-ci avec des faits qui bouleversent bien des opinions depuis longtemps établies.

Les « fans » du base-ball sont par exemple très dogmatiques dans leur croyance qu'une balle part en courbe parce qu'elle tourne. Plus elle tourne, disent-ils, plus la courbe est prononcée. Il n'en est pas nécessairement ainsi, dit Brown. Puis il démontre ensuite scientifiquement qu'une balle de base-ball lancée à 38 m/s (ce qui est parfaitement dans les possibilités d'un pitcher de Grande Ligue) et sans le moindre tournoiement suivra une ligne incurvée suivant une flèche de 90 à 95 cm entre le tertre de départ et la plaque de base — c'est-à-dire une trajectoire quelque peu plus incurvée que celle d'une balle tournant à 1 100 tr/mn !

Les recherches de Brown révèlent qu'un lancer à haute vitesse produira une ligne moins incurvée qu'un lancer plus lent, à condition que les balles tournent toujours à la même vitesse. Si l'on considère deux « pitches » (lancers) de balles tournant toutes les deux à 630 tr/mn, la première voyageant à une vitesse de 24 m/s et la deuxième voyageant à 36 m/s, la première balle déviara d'environ 67 cm entre le tertre et la base, tandis que la deuxième déviara de 57 cm seulement sur le même parcours.

L'incurvation est provoquée par l'effet de Magnus

Plusieurs forces agissent sur la balle de base-ball pour faire dévier sa course entre le tertre du pitcher et la plaque de base. Le vent peut naturellement être l'un de ces facteurs. Mais la force principale est connue sous le nom d'effet de Magnus. Celle-ci peut provoquer d'importantes déviations dans la trajectoire des balles de base-ball et dans celle des balles, fusées et projectiles. Voici quel est le résultat de la manifestation de l'effet de Magnus :

Lorsqu'un corps se déplace à travers l'air, certains facteurs (le tournoiement, par exemple) provoquent un déplacement de l'air plus rapide sur l'un des côtés de ce corps que sur l'autre. Sur le côté « le plus rapide », la pression de l'air est plus basse. Et l'objet dérivera invariablement dans la direction de la moindre pression d'air.

Cet effet de Magnus conduit à une conclusion surprenante, laquelle a été confirmée par les expériences de Brown : si le vent souffle directement contre un lancer, la balle suivra une trajectoire beaucoup plus incurvée que si le vent souffle par le travers du lancer. Ceci en raison du fait qu'un vent debout a tendance à accroître l'importance de l'effet de Magnus.

Mais comment se produit donc le « pitch parfait » du professeur Brown, le lancement théorique dans lequel la balle ne tourne pas, mais la trajectoire dévie quand même de plus de 90 cm sur les 18,45 m qui séparent le tertre de lancement de la plaque de base. Dans ce cas, un autre facteur est en présence : la couche liminaire. Lorsque de l'air se déplace autour d'un objet, des remous commencent à se former. Au point où ces remous se forment, une irrégularité de surface peut étonnamment « lisser » l'écoulement de l'air et minimiser le freinage aérodynamique provoqué par cette turbulence. Cet effet est connu comme de déplacement ou « basculement » de la couche liminaire. Dans le pitch théoriquement parfait, la balle est orientée par rapport à l'écoulement de l'air de façon que sa couture déplace la couche liminaire sur un de ses côtés, mais non sur l'autre. Le résultat est un freinage ou « trainée » d'importance appréciable sur un côté de la balle, et celle-ci dérive en suivant une trajectoire fortement incurvée. Et si un pitcher pouvait lancer la balle de façon qu'elle ne tourne que de 90° pendant son vol, sa trajectoire s'incurverait d'abord vers un côté, puis ensuite vers l'autre ! Ceci n'est naturellement que théorique. Mais si un pitcher arrivait à contrôler son lancer d'une façon aussi surhumaine, il serait accepté sans hésitation dans le « Hall de la Renommée » du base-ball.

Le son déplace la couche liminaire

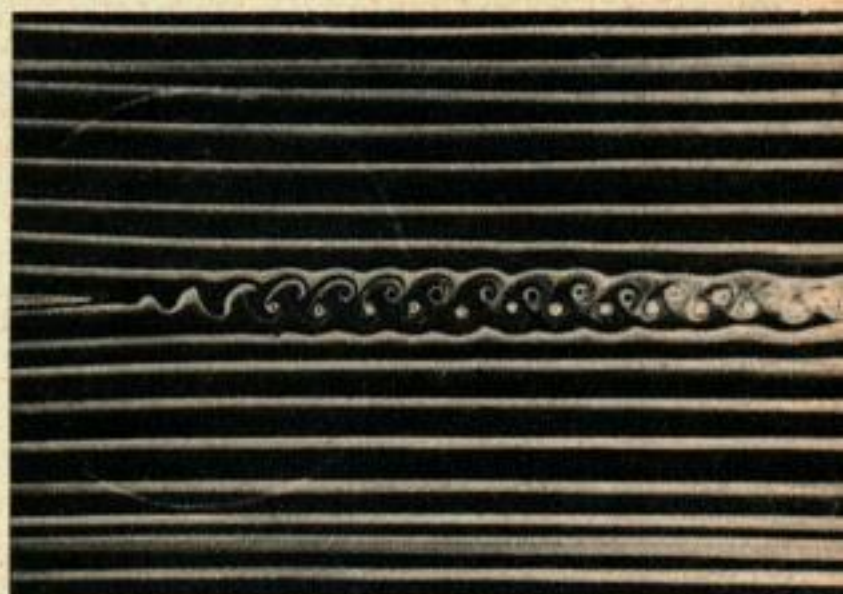
Le professeur Brown a découvert qu'un son émis à une fréquence de 1 280 cycles à la seconde peut « faire basculer » la couche liminaire, que la balle soit en rotation ou non. Ceci l'a conduit à une fascinante supposition (qu'il admet ne pas croire réellement lui-même) : l'issue d'une partie de base-ball particulièrement disputée pourrait être décidée par un soudain rugissement de la foule au moment où la balle cruciale part du tertre de lancement. L'émission soudaine de son déplace la couche liminaire sur l'un des côtés de la balle, la lancée dévie vers un côté, le « batter » brandit vainement sa batte... et la partie est terminée.

L'étude que fait Brown sur les balles de base-ball n'est naturellement qu'un côté accessoire de son véritable travail. Il a étudié l'effet de Magnus sur des sphères et des cylindres, et il se trouve qu'une balle de base-ball est une sphère présentant des irrégularités (les coutures) qui peuvent servir à recueillir quelques renseignements intéressants. La plus grande partie de son travail doit rester secrète, parce que les formes aérodynamiques qu'il étudie pourraient être l'objet d'articles de première page dans les journaux de demain. Un satellite n'est autre qu'une balle de base-ball agrandie, et la puissante fusée qui le propulse dans les minces couches supérieures de l'atmosphère n'est

(Suite page 118)

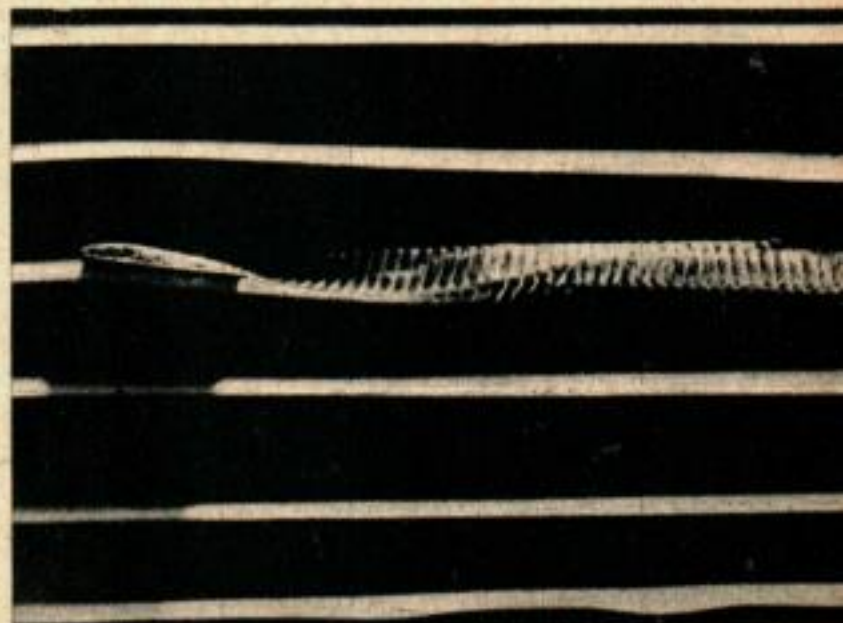


Sur cette figure, un modèle d'hélice d'avion tourne à 4 080 tr/mn. La fumée forme des motifs parfaitement organisés, prouvant que des volutes distinctes se forment, et que le motif se répète précisément et indéfiniment tant que l'hélice se déplace dans l'air.



On aperçoit à gauche le bord de fuite d'un plan aérodynamique. L'air passe sur celui-ci à la vitesse de 10 m/s et 300 paires de volutes se forment à chaque seconde. Le sillage montre que le plan aérodynamique n'a pas de sustentation dans ces conditions.

Dans le cas illustré ci-dessus, une aile modèle réduit a été montée de façon que sa pointe « appuie » sur la fumée. L'ondulation du courant de fumée sortant derrière l'aile représente le freinage aérodynamique, lequel peut être mesuré avec grande précision.



Les étranges forces de l'air

(Suite de la page 61)

autre qu'un énorme cylindre. Les recherches sur les sphères et les cylindres prennent de ce fait une haute importance.

Pour ses études, Brown utilise un tunnel aérodynamique de sa conception personnelle. Pour certaines expériences, un tunnel à fumée présente certains avantages évi-

dents sur un tunnel aérodynamique. Dans ce dernier, vous montez un objet dans le courant d'air et vous le maintenez stationnaire tandis que l'air passe sur lui à la vitesse désirée. Puis vous « auscultez » les alentours de cet objet avec des sondes.

L'inconvénient est que les sondes elles-mêmes créent des turbulences qui affectent la précision des mesures qu'elles permettent d'obtenir. Les instruments se placent en quelque sorte sur leur propre passage. Une méthode pour obvier à cette difficulté est celle consistant à introduire de la fumée dans le courant d'air et d'observer comment se comporte cette fumée. Ce procédé a été expérimenté à une date aussi reculée que l'année 1901, mais il n'avait pas donné de très bons résultats avant que Brown ait mis au point sa soufflerie à fumée.

De la fumée de paille ordinaire

Au cours d'une période de plusieurs années, le professeur Brown expérimenta toute une variété de sources de fumée — des produits chimiques, du tabac, du bois pourri, de la « frisure » de bois — sans aucun succès. Et il en arriva finalement à une source de fumée si commune qu'elle avait été négligée : de la paille ordinaire.

Un ventilateur d'aspiration à grande vitesse aspire la fumée de paille provenant du générateur de fumée et l'envoie dans la soufflerie. A l'embouchure du tunnel, la fumée est divisée en rubans. Brown utilise parfois jusqu'à trente de ces rubans, mais la plupart de ses expériences sont conduites avec sept ou huit seulement de ceux-ci. Les rubans de fumée s'écoulent dans le tunnel à des vitesses pouvant atteindre 67 m/s. Au centre du tunnel est aménagé un hublot vitré, et, en face de celui-ci, sur la paroi opposée, le tunnel est doublé de velours noir.

Lorsque de la lumière est projetée dans cette zone, vous voyez ce qu'il vous semble être des rubans blancs immobiles.

L'objet à étudier est monté derrière le hublot. En s'écoulant autour de l'objet, de rubans de fumée décrivent des motifs les turbulence parfaitement clairs. Ce sont ces motifs qui révèlent à Brown exactement ce qui arrivera à l'objet lorsqu'il se déplacera dans l'air à n'importe quelle vitesse donnée. L'objet peut être monté sur un arbre rotatif afin de permettre également l'étude de l'effet de Magnus.

Le tunnel aérodynamique est le plus fascinant de tous les appareillages d'essai du service de technique aéronautique de l'Université de Notre-Dame, service qui est placé sous la direction de Brown. Travaillant dans une université où le sport est hautement apprécié, Brown n'offre aucune excuse pour son manque d'intérêt dans le base-ball.

« Ceci n'a aucune importance pour moi que Warren Spahn gagne une seule partie ou vingt parties cette année, dit-il, mais je suis très vivement intéressé par ce qui arrive à cette balle chaque fois qu'elle s'échappe de sa main. »