

L'avion d'inspection de vol passe au-dessus de l'installation de contrôle d'atterrissage pendant qu'un technicien le suit au sol à l'aide d'un théodolite et vérifie la précision du système de signalisation.



Voléz avec

# LES AGENTS CHARGÉS DE LA SÉCURITÉ AÉRIENNE

*Un accident peut-il se reproduire ? Les routes aériennes sont-elles libres et bien indiquées ? Des questions auxquelles les détectives aériens de la F.A.A. s'efforcent de trouver une réponse.*

**Par Kevin BROWN**

Ce fut la collision la plus catastrophique de toute l'histoire de l'aviation. Un Jet DC-8 et un Constellation à moteur à pistons, l'un se rendant vers l'aéroport d'Idlewild de New York, l'autre vers l'aéroport de La Guardia se trouvant à proximité sont entrés en collision par un triste jour de décembre 1960 à 1 500 mètres au-dessus de Staten Island alors que la visibilité était nulle. Les débris des avions et les corps des passagers avaient été éparpillés sur une large zone de l'île et de Brooklyn.

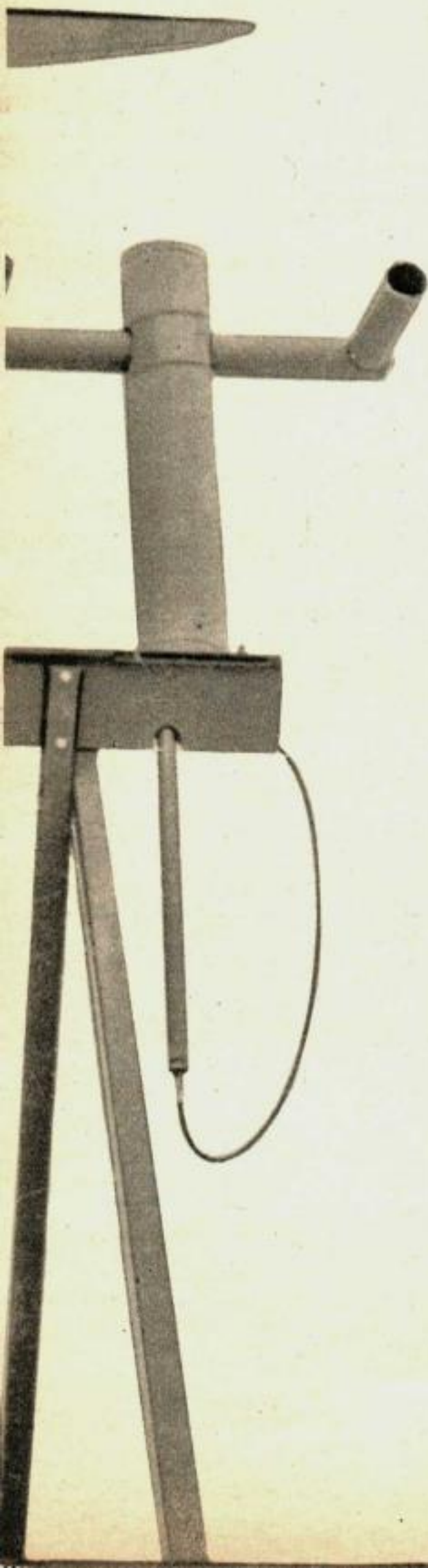
Trente minutes plus tard, après l'étude des plans de vol des deux avions accidentés, un DC-3 ayant à son bord une équipe de techniciens du Federal Aviation Agency et des instruments de repérage F.A.A. décollait dans l'obscurité. Ces spécialistes eurent pour sinistre tâche de suivre les mêmes routes d'approche que les deux avions jusqu'au moment de la collision. A l'aide d'instruments extrêmement sensibles et d'équipements d'enregistrement précis, ils vérifièrent leurs moyens de communications de radio et de radar avec le sol pour découvrir s'il y avait un vice.

Ils ne constatèrent aucun défaut. Six mois plus tard un procès-verbal contenant leurs conclusions fut publié. Les relevés de vol du DC-8 indiquèrent que cet avion avait dépassé le point d'attente qui lui avait été fixé et avait pénétré dans le couloir de vol du Constellation moins rapide. L'équipage du Constellation et le personnel au sol étaient innocents.

Le vol effectué ce jour-là par le DC-3 constituait une sorte « d'autopsie » aéronautique. L'avion était l'un de la flotte aérienne de la F.A.A. qui comprend des turbo-propulseurs Convair 440/s et des Jets Boeing C-135/s. Il avait pour tâche l'une des opérations les plus dramatiques d'une section peu connue des activités gouvernementales des Etats-Unis, à savoir le service des inspections aériennes.

Ces avions sont presque quotidiennement dans les airs pour effectuer des missions routinières moins spectaculaires que nécessaires, le long des couloirs aériens régulièrement empruntés par des avions privés, d'affaires, militaires et commerciaux.

La tâche principale du service de l'inspection aérienne consiste à surveiller de manière constante les voies de navigation dans le ciel afin d'assurer la sécurité des vols. Ces hommes veillent en effet à ce que les « lignes jaunes » soient bien « tracées ». Il s'agit d'un travail préventif, d'une vérification sans relâche de chaque instrument de vol en vue de s'assurer de son fonctionnement correct. Le service s'est fixé comme but la perfection. Il n'y a pas eu une seule collision aérienne dans ce pays qui a été provoquée par une défaillance du système de navigation.





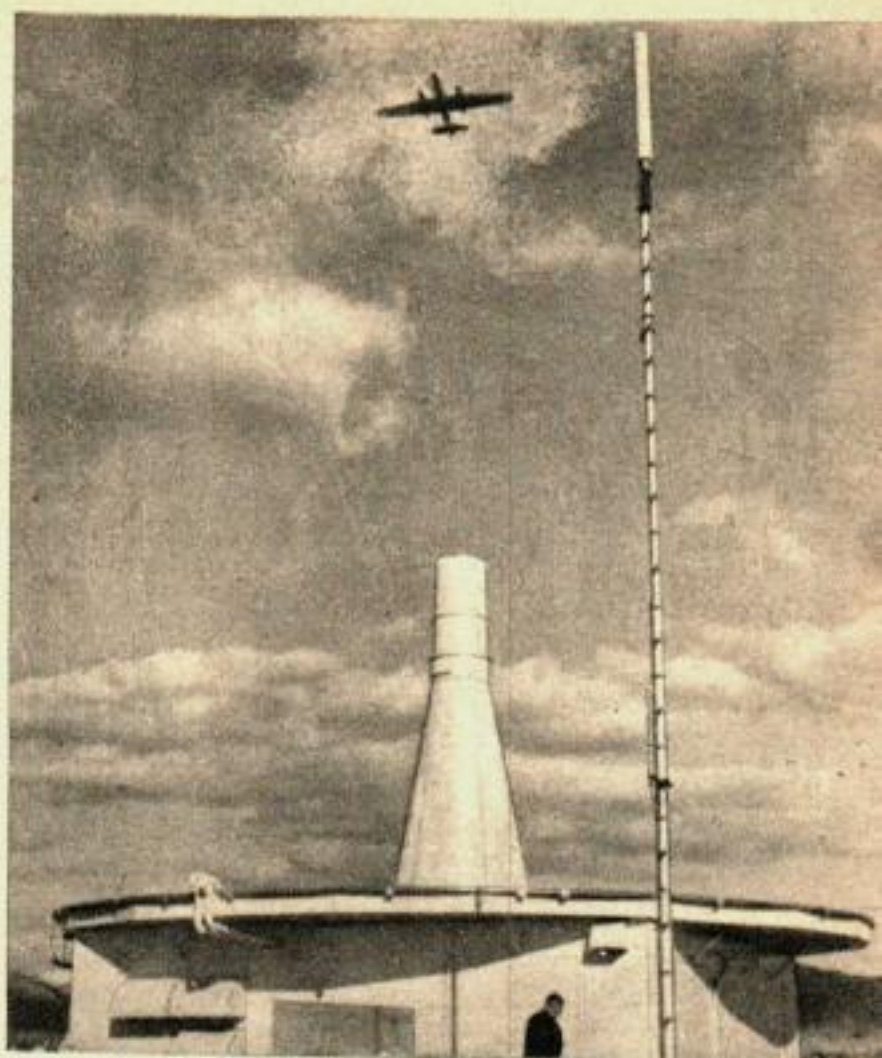
Le théodolite du contrôleur est réglé sur un angle prédéterminé et le technicien au microphone renseigne le pilote sur la route à suivre pour que l'avion reste dans le réticule.



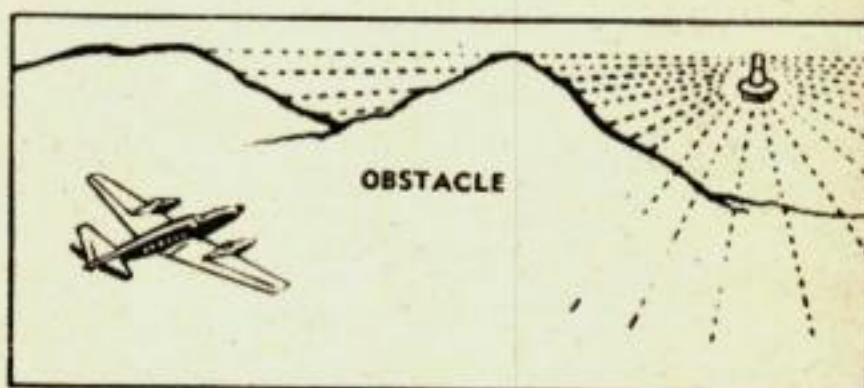
Atterrissage au-dessus d'une installation I.L.S. (à droite) par un jour clair. Lorsque la visibilité est nulle, le pilote ne peut compter que sur les signaux I.L.S. qui ont, par conséquent, besoin d'un contrôle constant.

« Mécanique Populaire » avait récemment demandé à la F.A.A. de pouvoir accompagner une telle mission d'inspection de vols afin de se rendre compte comment une telle perfection est entretenue.

Les inspections de vol sont en principe divisées en trois catégories qui correspondent aux trois niveaux d'air utilisés. Le DC-3 surveille les routes les plus basses empruntées d'ordinaire par les avions privés. Mais ce qui est plus important c'est que les hommes de cette section consacrent la majorité de leur surveillance aux installations auxiliaires de navigation placées autour des aéroports, et ils éliminent du système tous les points faibles que les deux autres flottes pourraient découvrir. Les Convair surveillent les voies de navigation se trouvant à une



La station VORTAC, qui est une importante installation auxiliaire sur les parcours de vol, est dotée du toit typique en surplomb qui empêche les signaux de heurter le sol ou d'autres imperfections du terrain.



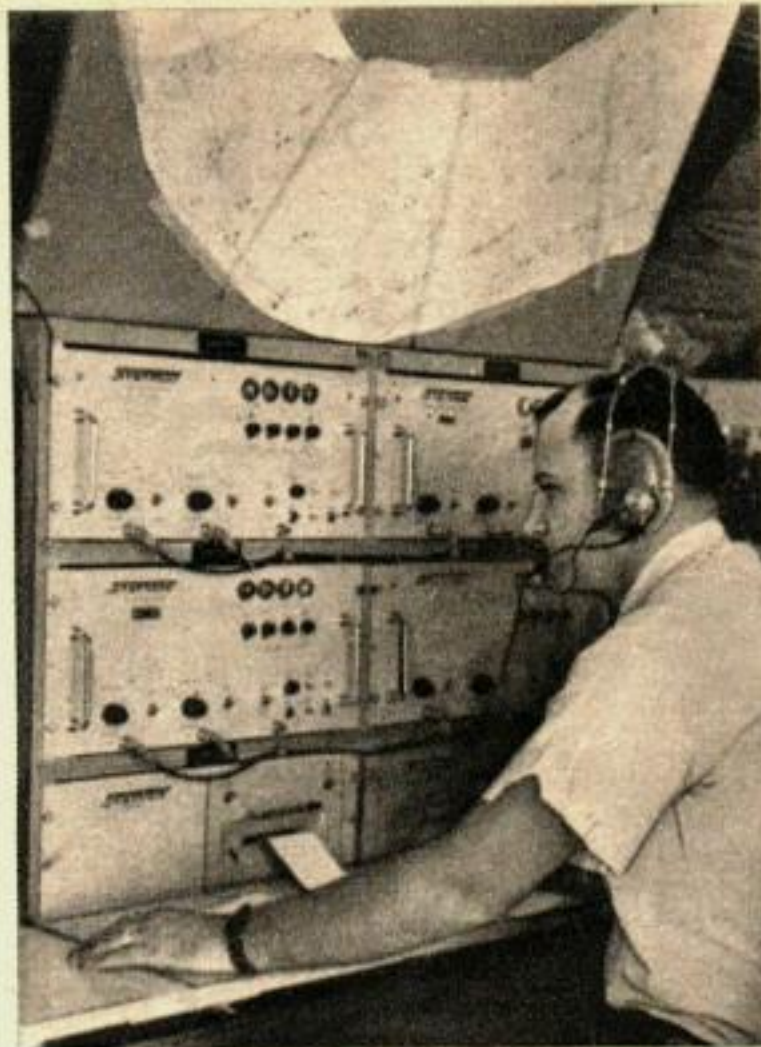
Des interférences naturelles peuvent influencer sur les signaux du sol. Des arbres peuvent brouiller les signaux et des sommets de montagne peuvent constituer un obstacle aux signaux destinés aux avions volant derrière ces sommets.

altitude moyenne de 7 200 mètres. Il s'agit de routes empruntées par des avions commerciaux à moteur et certains avions d'affaires. Le C-135-s (la version militaire du Boeing 707) surveille les couloirs empruntés par les Jets à plus de 7 200 mètres, c'est-à-dire les routes aériennes fréquentées par les long-courriers à réaction et la majorité des avions militaires. Les activités font un peu double emploi, étant donné que les mêmes installations de navigation sont employées aux trois niveaux. Toutefois, en raison des particularités de l'équipement lui-même et du terrain environnant, les mêmes installations peuvent fournir des signaux différents à des altitudes différentes. Les trois niveaux se trouvent ainsi contrôlés.

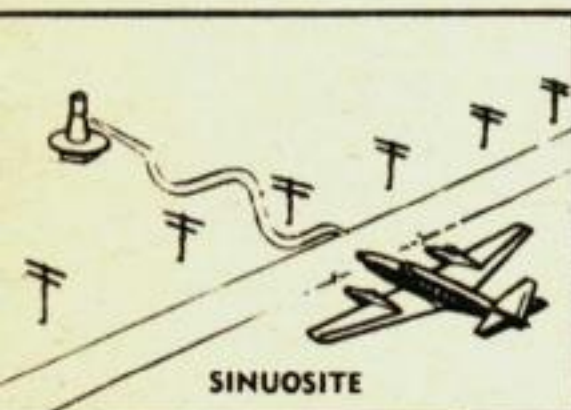
Nous avons saisi l'occasion d'effectuer un



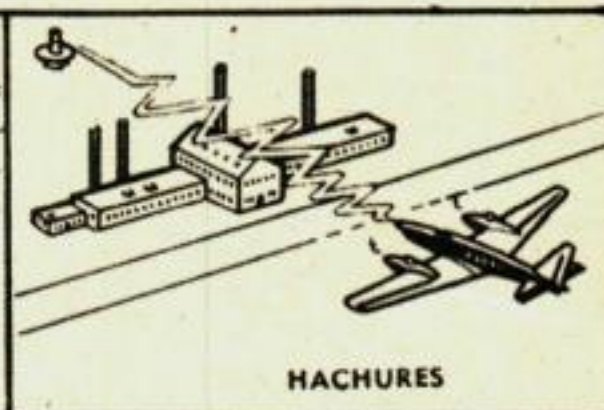
Les instruments d'enregistrement (au premier plan) conservent les données du vol d'inspection effectué par l'auteur. Le technicien opère sur le panneau qui reçoit des signaux d'une station au sol.



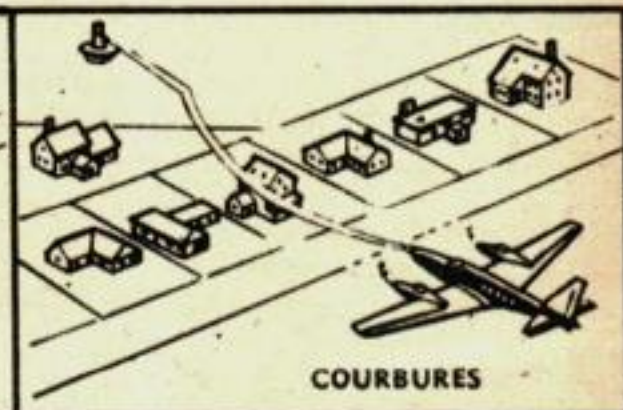
Le panneau de position enregistre à tout moment du vol la position exacte de l'avion. Lors du vol de l'auteur, plus de 1 800 données avaient été relevées aux fins d'analyse.



SINUOSITE



HACHURES



COURBURES

Une interférence artificielle peut être créée par des lignes de haute tension, des machines électriques ou des surfaces métalliques comme les toits. Les signaux peuvent être sinueux, hachurés ou courbés.

vol sur un Jet. En décollant du quartier général de la F.A.A. de Oklahoma City, Okla., nous avions mis le cap vers le sud sur Brownsville, Texas, près de la frontière mexicaine, puis nous avions viré à l'ouest vers la Californie et finalement vers le nord en direction de Seattle, Wash. sur la frontière canadienne.

La mission a été effectuée en 7 heures de vol pour une distance de 4 782 km. Le lendemain, nous avons effectué le trajet en sens inverse, en vérifiant 22 installations se trouvant sur le parcours et 28 installations supplémentaires placées à gauche ou à droite de notre parcours. Après deux jours nous avons relevé 1 800 données de renseignements séparées.

Notre vol en Jet avait été projeté long-

temps à l'avance. Les routes sont choisies soit en raison d'inspections périodiques (toutes les installations doivent selon le type être contrôlées tous les 30 jours à 6 mois), soit sur demandes ou bien de la part de pilotes ou bien de la part du personnel au sol de la F.A.A., soit en raison d'installations d'équipements nouveaux ou la remise en service de centaines d'installations coupées pour des raisons d'entretien, ou pour ouvrir de nouvelles routes aériennes.

Notre équipage se composait de trois pilotes et un ingénieur de vol qui commanda le vol lui-même et quatre techniciens en électronique qui s'occupèrent de l'inspection. Après le décollage, Jack Fowler, le chef des techniciens, s'installa sur son siège et nous expliqua ce qu'ils allaient contrôler

et la manière dont ils allaient s'y prendre.

La plupart des installations de navigation pour avions, dit-il, peuvent être divisées en installations intermédiaires pour les trajets d'un aéroport à l'autre et installations de terminus employées sur les aérodromes. Les installations intermédiaires les plus importantes sont les suivantes :

**Stations V.O.R.** (Champs d'activité omnidirectionnels à très haute fréquence, 108 à 118 mégacycles).

Elles constituent l'épine dorsale des routes aériennes privées. Elles émettent des signaux de guidage et un nombre infini de rayons. Pour des raisons pratiques, on n'utilise toutefois que 360 rayons (appelés maintenant radius) correspondant à chaque point sur le compas.

Un pilote peut entrer en contact avec une station V.O.R. et cette dernière le renseignera au sujet du radius sur lequel il se trouve et s'il s'approche ou s'éloigne de la station. Il peut également choisir un autre radius et la station le renseignera sur la question de savoir s'il est à gauche ou à droite de ce radius et de combien. La F.A.A. choisit un certain nombre de radius de chaque station V.O.R. et les inscrit sur des cartes comme couloirs aériens en leur attribuant des noms et chiffres comme la route US-66 ou d'autres routes. Le DC-8 mentionné plus haut avait par exemple emprunté la route aérienne Victor 123, le radius 62 de la station V.O.R. de Robbinsville dans le New Jersey.

**Station T.A.C.A.N.** (Champs d'activité de navigation tactique aérienne, opérant à ultra-haute fréquence de 962 à 1 213 mégacycles, avec certaines coupures).

Il s'agit de l'équivalent des stations V.O.R. sur le plan militaire avec un équipement supplémentaire relatif à l'évaluation des dis-

tances. Le D.M.E. mesure la distance à laquelle se trouve l'avion par rapport à la station, aussi bien lorsqu'il s'approche que lorsqu'il s'éloigne de cette dernière.

**Stations V.O.R.T.A.C.** — Il s'agit de stations combinées V.O.R. et T.A.C.A.N. qui servent à la fois aux avions civils et militaires.

**Radar de contrôle de voies de navigation aérienne.** — Installations de radar qui suivent tous les avions en les guidant de manière sûre et les aident à éviter le mauvais temps.

Les installations de terminus sont les suivantes :

**Radar de contrôle de l'aéroport.** — Ces installations remplissent les mêmes fonctions que les précédentes sauf qu'elles effectuent leur guidage sur les aérodromes pour les avions décollant ou atterrissant.

**I.L.S.** — Installations concernant les dispositifs d'atterrissage. Il s'agit probablement des installations les plus délicates de toutes étant donné qu'elles doivent amener les avions en contact avec le sol. Elles doivent être contrôlées tous les 30 jours.

Lorsque certains radius de stations V.O.R. et V.O.R.T.A.C. croisent des radius d'autres stations, ils jouent le rôle d'intersections permettant de passer d'une route aérienne à une autre ou de points de repérage où les avions sont priés d'annoncer leurs positions aux contrôleurs de la navigation aérienne ou de zone d'attente. Le DC-8 malchanceux devait attendre sur « l'intersection Preston » le croisement du radius de 50 degrés de Robbinsville V.O.R. et du radius de 346 degrés de Colts Neck V.O.R.T.A.C. Les deux radius se croisent au-dessus de Preston, N.J., mais le DC-8 manqua ce croisement et vola vers la catastrophe.

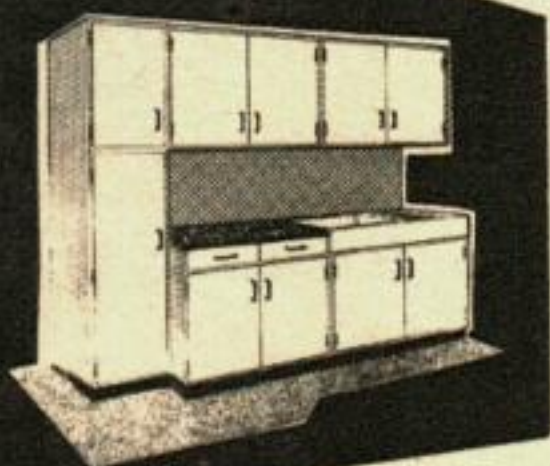
(Suite page 120)



Enregistrement réalisé lors du vol de l'auteur. Le graphique représente le vol de l'avion au-dessus du poste VORTAC de Shreveport. Le gribouillage indique le moment où l'avion passe directement au-dessus de la station et les signaux sont momentanément effacés. Les tracés sont ensuite analysés par des calculateurs électroniques.

## MONTEZ VOUS-MÊME VOS ÉLÉMENTS DE CUISINE

**PLUS SOLIDES  
MOINS CHERS**



Vous trouverez dans notre Notice 36 un très grand choix de dimensions pour tous vos éléments. Sur demande, envoi gratuit.

le grand spécialiste de la menuiserie préfabriquée

**LAPEYRE & Cie**

S.A. AU CAPITAL DE 3 MILLIONS DE FRANCS  
137, rue de l'Abbé-Groult - PARIS (XV<sup>e</sup>)

tête des grues hissent davantage de matériaux en place. Les piliers sont déjà assez hauts que vous pouvez facilement tracer, avec les yeux, la gracieuse courbe dans le ciel que suivra plus tard l'arc. Vous pouvez saisir l'un des nombreux téléphones dans la tour et une voix vous expliquera ce qui se passe exactement.

Si vous n'êtes pas un collectionneur, vous jetterez bientôt votre carte d'inspecteur des travaux de contre-allées. Mais vous n'effacerez jamais de votre mémoire la vue de l'une des œuvres de construction les plus spectaculaires et les plus difficiles de l'histoire.

## Animalport

(Suite de la page 44)

en général sans incident, car l'on prend toutes les précautions possibles pour assurer le bien-être des hôtes.

« C'est drôlement bien ici » dit Bauer qui était agent de police à cheval de la cité de New York jusqu'à sa retraite. « Notre clientèle peut sembler un peu étrange » ajouta-t-il d'un ton pince-sans-rire, « mais si vous voyez les hôtels, en ville ! »

## Volez avec les agents chargés de la sécurité aérienne

(Suite de la page 50)

Après nous avoir décrit les installations globalement appelées N.A.V.A.I.D.S. (installations auxiliaires de navigation) Fowler nous montra les instruments qui effectuent le contrôle.

« Le premier panneau, dit-il, enregistre la route de vol, contrôle les stations et toutes les structures qui composent ces dernières y compris les intersections, points de repérage et zone d'attente dans le but de vérifier si tous ces éléments se trouvent bien aux endroits inscrits sur les cartes. »

Nous nous mettions derrière un autre technicien. « Le deuxième panneau enregistre les stations situées des deux côtés de la route de vol, il peut en enregistrer six à la fois. Il prend les coupes de 10 degrés et vérifie les radius de chaque station à des intervalles de 10 degrés. Si chaque dixième radius est exact les autres le sont automatiquement.

« Le dernier panneau, dit-il, en continuant sa visite, enregistre notre position à tout moment en utilisant deux stations au sol fixes et l'avion comme troisième point du triangle. »

En utilisant la position exacte de l'avion comme point de repère, les signaux reçus des stations au sol peuvent à tout moment être vérifiés avec précision.

Fowler caressait un autre instrument se trouvant à côté de l'un des techniciens. Du papier quadrillé sur lequel une aiguille ins-

Ce sont des produits  
**WOODHILL CHEMICAL CO**

En vente  
grands  
magasins  
et drogueries



**NOUVEAUTÉS  
AMÉRICAINES**

PLASTIQUES  
PORCELAINE  
ACIER  
ALUMINIUM  
CAOUTCHOUC  
VINYLE  
CIMENT  
etc...

Produits  
présentés en  
tubes sous  
forme de pâte  
à séchage rapide

**UTILISÉS POUR TOUTS USAGES :**

Boucher, coller, réparer, sceller, joindre,  
déroutiller, calfeutrer, fixer, etc...

Documentation gratuite et liste des revendeurs à

**RODEX** 49, avenue Montaigne  
PARIS-8<sup>e</sup> - ELY 56-46

crit des tracés sort lentement de cet instrument. « C'est l'un de nos enregistreurs, dit-il. Il peut enregistrer simultanément 36 renseignements différents, y compris la précision des signaux, la puissance de ces derniers, le pourcentage de la modulation, etc. »

Fowler nous expliqua certains écarts qu'indiquaient les tracés.

« En principe, déclara-t-il, la plupart des ennuis proviennent soit de l'équipement lui-même soit, et cela arrive le plus souvent, des interférences extérieures. » Fowler ajouta que les écarts les plus communs provoqués par des interférences sont les hachures, sinuosités et alignements défectueux (voir les diagrammes).

Les limites des tolérances au-delà desquelles il y a lieu d'intervenir sont bien définies et le fait le plus important est l'alignement. Si un radius se trouve déplacé de plus d'un degré, la station se branche automatiquement sur un émetteur de réserve. Si cela ne change rien la station interrompt l'émission, car il vaut mieux ne pas avoir de signaux du tout que de recevoir des indications erronées, et le pilote peut aisément se brancher sur une autre station.

Pendant le vol nous nous étions installés derrière les pilotes alors que ces derniers suivaient la route indiquée à une altitude de 12 300 mètres et nous observions comment les instruments dans le cockpit enregistreraient les renseignements fournis par les stations V.O.R., T.A.C.A.N. et V.O.R.T.A.C. se trouvant au sol. Entre San Antonio et Fort Stockton, Texas, nous avons constaté un déplacement apparent de l'alignement. Le radius de 281 degrés de la station de San Antonio et le radius de 96 degrés de Fort Stockton auraient dû se rencontrer à mi-chemin et former une longue ligne droite continue. Or à mi-chemin entre San Antonio et Fort Stockton les instruments furent branchés sur la station de Fort Stockton mais l'écart était de six degrés bien que l'avion se trouvât exactement sur le radius de San Antonio. Il était évident que San Antonio ou Fort Stockton ou les deux n'étaient plus dans l'alignement. Plus tard, à Seattle, les techniciens découvrirent que la station V.O.R.T.A.C. s'était déplacée dans le sens des aiguilles d'une montre. Les 360 radius avaient tous été dérangés.

Ce genre d'erreur manifeste est rare. La plupart des divergences sont plus cachées et c'est la tâche des instruments d'enregistrement et des machines à calculer de localiser d'éventuels ennuis de signalisation.

De retour à New York nous nous étions rendus au bureau F.I.D.O. à Long Island pour compléter notre enquête auprès des techniciens qui s'occupent de la surveillance à basse altitude.

Les techniciens chargés de la vérification d'une station — V.O.R. ou I.L.S. — sont équipés d'un poste radio émetteur-récepteur pour établir le contact avec l'avion et d'un théodolite, un instrument de contrôle doté d'un viseur télescopique gradué indiquant les

## Une situation d'avenir en étudiant chez soi



### ÉLECTRONIQUE • RADIO • TÉLÉVISION

Monteur - dépanneur - électronicien - Chef - monteur - dépanneur - aligneur - Agent technique électronicien AT1 - AT2 (émission et réception).

Préparation théorique aux :

- C. A. P. de RADIO-ÉLECTRONICIEN
- BREVET PROFESSIONNEL DE RADIO-ÉLECTRONICIEN

### DESSIN INDUSTRIEL •

Calqueur - Détaillant - Dessinateur d'exécution - Dessinateur petites études - Dessinateur-projeteur

Préparation aux :

- C. A. P. DE L'ÉTAT ET DU SYNDICAT DE LA MÉTALLURGIE
- BREVETS PROFESSIONNELS



### AVIATION •

Mécanicien - aviation - Pilote - aviateur (pour la formation technique) - Agent technique d'aéronautique - Agent d'opération

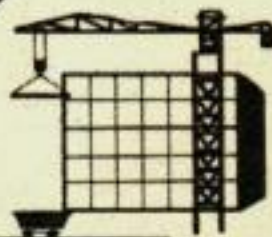
- B. E. S. A. (Entraînement au vol à l'aérodrome de Toussus-le-Noble (Seine-et-Oise))

### AUTOMOBILE •

Mécanicien - dépanneur - auto - Électricien-auto - Électromécanicien-auto - Spécialiste diesel - Mécanicien conducteur de l'armée

Préparation théorique aux :

- C. A. P. DE L'ÉTAT



### BATIMENT • BÉTON ARMÉ

Le chantier et les métiers du gros œuvre

Le bureau d'études et de dessin : du dessinateur calqueur au dessinateur calculateur en béton armé

Méthode exclusive, inédite, efficace et rapide.

Préparation aux :

- C. A. P. ET BREVETS INDUSTRIELS DU BATIMENT

### • SERVICE DE PLACEMENT •

Demandez la notice spéciale pour la branche qui vous intéresse

**BON GRATUIT**

(à découper ou à recopier)

**INSTITUT PROFESSIONNEL  
POLYTECHNIQUE**

14, Cité Bergère, PARIS (9<sup>e</sup>) PRO 47-01

Nom

Adresse

Branche désirée

MP 24

# MECANIQUE POPULAIRE PRESENTE



## DESSINEZ

à la perfection, immédiatement. Copiez - Agrandissez - Réduisez tout sans effort. Demandez Brochure « Le Miracle du REFLEX » à: M. P. FUCHS, Constructeur à THANN (H.-Rhén.)

## Pistolet électrique à compresseur

1/4 CV - 35 litres-minute sous 1,2 kg/pression fabrication U.S.A



un pistolet professionnel à prix amateur: 295 F

Léger: complet 3,200 kg

Solide: garantie 1 an I. T. I.

59, rue Bayen, 17° - Tél.: GAL. 63-81

## 304 "COLLEXTRA"



une colle industrielle à l'usage des amateurs

En vente chez votre papetier habituel. A défaut, envoi d'un "flacon plastique rouge" contre F 2,00 en timbres ou mandat (C.C.P. PARIS 5965.10)

la garantie d'une grande marque

**ENCRE ANTOINE**

6, faubourg Poissonnière, Paris (X°)



En 3 mois vous pouvez grandir de 6 à 16 cm. demandez dès aujourd'hui la brochure gratuite "Grandir pour mieux vivre" à l'Académie de Gt Scientifique, (A.G.S.) service C8 30, Bd Princ. - Charlotte, Monte-Carlo.

## SI VOUS RECHERCHEZ UN BON MICROSCOPE D'OCCASION

adressez-vous en toute confiance aux **Établ. Vaast**, 17, rue Jussieu PARIS-5° Tél. GOB. 35-38 Appar. de toutes marques (biologiques, enseignement) garantis sur facture. Access. et optiques (objectifs oculaires).



gross. 100-600

## NEUF ET OCCASION ACHAT-ECHANGE LOCATION DE MICROSCOPES

Liste MP envoyée franco (Maison fondée en 1907)

## CHAMPIGNONS DE PARIS

Cultivez-les en toutes saisons dans une cave, cour, jardin, remise ou en caissettes, avec ou SANS Fumier. Culture simple à portée de tous. Bon rapport. Ach. et récolte assurés. Document d'Essai **gratuits**. Ecr.: Éts **CULTUREX**, N° 93 - VETRAZ-MONTHOUX (H.-Savoie).

angles précis à la fois de l'élévation et de l'azimut.

Dans le cas de la vérification d'une station V.O.R., cet instrument est placé à l'extérieur sur un radius prédéterminé et l'avion survole la station en suivant ce radius. L'observateur au sol centre l'avion dans le réticule du théodolite et le dirige à la voix et c'est une question d'amour-propre pour les techniciens-inspecteurs qu'un avion simplement dans le réticule n'est pas centré correctement, il faut que ce centrage soit fait exactement sur le milieu du fuselage de l'avion.

Par l'emploi du théodolite et la comparaison des relevés avec les enregistrements effectués aux mêmes instants dans l'avion, les techniciens sont en mesure de vérifier la précision de n'importe quel radius V.O.R. à 1/100° de degré près.

Les instruments d'atterrissage sont vérifiés d'une manière presque semblable. Les I.L.S. se composent d'un instrument de repérage qui indique au pilote dans quel sens il y a lieu de rectifier la direction du vol de son avion par rapport à la piste d'un dispositif incliné qui le renseigne sur l'angle de descente à prendre et de deux instruments de marquage dont le premier permet au pilote

de savoir quand il est à 8 km de l'extrémité de la piste et l'autre quand il est à environ 1 000 mètres.

Pour vérifier le I.L.S., la station auxiliaire de navigation aérienne la plus délicate, l'avion équipé d'instruments d'enregistrement suit un rayon émis par le dispositif de repérage et son vol est contrôlé par le théodolite. Cette opération permet de constater que ce rayon n'est pas plus large qu'il ne le faut — avec une tolérance d'un demi-degré.

Pour la vérification du dispositif incliné l'avion simule un atterrissage mais se maintient à une altitude donnée. Au moment où il passe au-dessus de l'instrument de marquage extérieur on effectue un enregistrement et on établit un triangle en conséquence. Comme on connaît la distance depuis l'extrémité de la piste jusqu'à l'instrument de marquage extérieur et l'altitude de l'avion au-dessus dudit instrument il est facile à calculer l'angle de l'avion par rapport à la piste. Cet angle doit correspondre au rayon du dispositif incliné.

Avec ce genre de contrôle constant les navigateurs aériens peuvent être certains que leurs voies sont précises et ne présentent pas de difficultés.