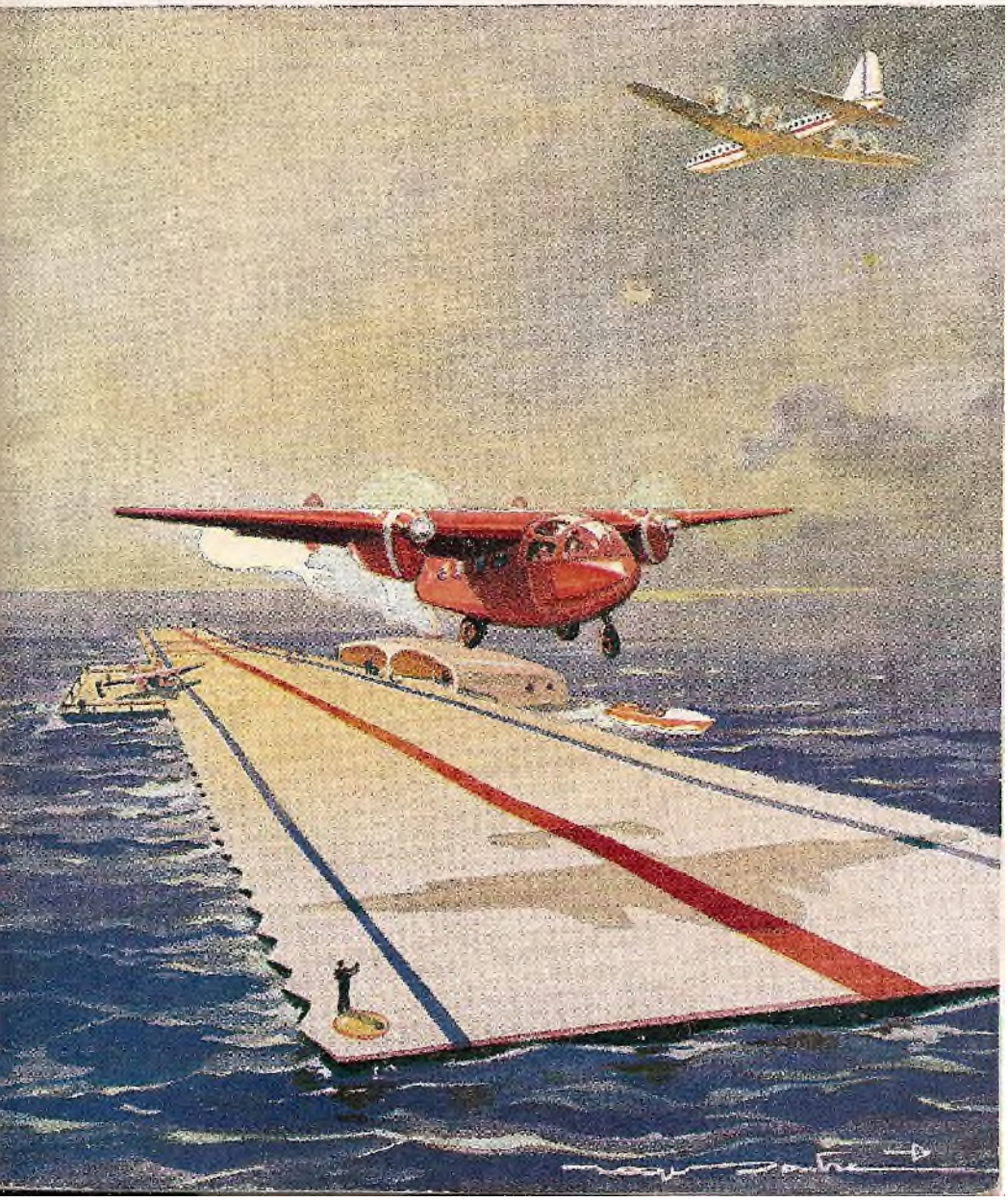
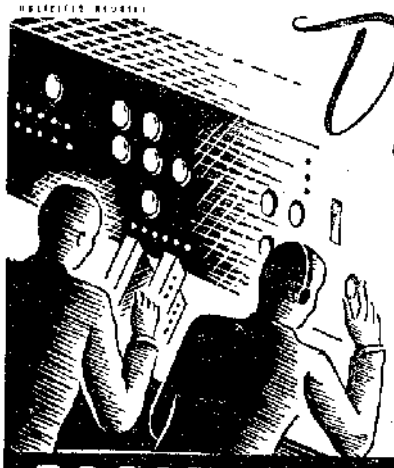
SCIENCE ET VIE

DÉCEMBRE 1945 N° 339 20 FRANCS





Devenez un spécialiste

compétent en **quelques mois** grâce à nos **méthodes personnelles** d'Enseignement.

Jeunes gens, jeunes filles, même à temps perdu, vous pouvez vous créer une **situation enviée.**

Préparez votre avenir
Ecrivez-nous dès aujourd'hui

Demandez le Guide des Carrières gratuit

ECOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE - PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

"LE DESSIN FACILE"

enseigne PAR CORRESPONDANCE
tous les genres de dessin

pour les adultes

■ **"LE DESSIN FACILE"** — Croquis, esquisse, portrait, nu académique, perspective, anatomie, caricature, etc... magnifiques planches photographiques inédites accompagnant les leçons.

■ **"LA PEINTURE FACILE"** — Mélanges et harmonies de couleurs. Technique de l'aquarelle, la gouache et la peinture à l'huile avec planches hors-texte en couleurs. *peinture*

pour les enfants **"JE DESSINE"** — Ce petit cours amusant et instructif pour les enfants de 6 à 12 ans donne au petit élève le goût du dessin

■ Charmante carrière pour les femmes et jeunes filles la mode offre des débouchés lucratifs dans la figurine, le catalogue, la création de modèles, etc... *dessin de mode*

dessin d'illustration ■ Cours spécial préparant au métier très attrayant d'illustrateur de livre, revues, journaux, etc...

■ Affiche, catalogue, imprimé, annonces de journaux, tels sont les multiples débouchés offerts au dessinateur publicitaire. *dessin de publicité*

dessin animé ■ Ce cours, le premier du genre en Europe, enseigne à fond le dessin animé de cinéma.

A Tous ces cours sont conçus suivant les principes qui ont valu tant de succès à Marc SAUREL, le véritable créateur de l'enseignement du dessin par correspondance qu'il pratique depuis 24 ans. Les témoignages enthousiastes de ses élèves prouvent chaque jour leur efficacité.

Demandez la brochure de renseignements illustrée en indiquant le genre qui vous intéresse ; envoyez ou recopiez le bon ci-contre. Joindre 6 francs en timbres.

BON SV-89

"LE DESSIN FACILE"
11, RUE KEPPLER - PARIS-16e

LE DESSIN INDUSTRIEL
MÉTIER D'AVENIR

Chez vous, à temps perdu, apprenez par correspondance le DESSIN INDUSTRIEL par les célèbres méthodes de l'Ecole du "Dessin Facile". Outre les principes du dessin industriel l'enseignement comporte les applications à la mécanique, architecture, topographie, chemin de fer, électricité, aviation, etc... Aucune connaissance scientifique n'est exigée, aucun talent n'est nécessaire pour tirer un profit complet du Cours de Dessin Industriel. Il ouvre l'accès aux bureaux d'étude de toutes les industries et permet d'obtenir des situations très intéressantes et bien payées.

Demandez la Notice-programme SV 69 (Section dessin industriel) 11 rue Keppler, Paris-16e (Joindre 6 frs en timbres)

Plus que jamais

RENAULT

RÉGIE NATIONALE

l'Automobile de France

L'ASFEUTROÏD

le feutre asphalté solide

USINE A MONISOURIS

216, RUE LECOURBE. PARIS 15e

PARLER ANGLAIS

Une nécessité primordiale dans la lutte pour l'existence. La première condition à remplir si vous voulez gagner largement votre vie.

CE QU'ÉCRIT L'AUTEUR DE "LA GUERRE DES MONDES"

« Vous avez rendu possible, avec une dépense d'énergie assez réduite et sans professeur, à un élève attentif de comprendre une langue étrangère lorsqu'on la parle et de la parler compréhensiblement.

« Rien de semblable n'a jamais été possible auparavant. »

H. G. WELLS.
23 août 1926

Hier, vous avez pu croire que quelques notions superficielles pouvaient suffire pour lire une lettre, déchiffrer un article de journal, comprendre le sens général d'un avis ou d'une annonce. Aujourd'hui, VOUS DEVEZ PARLER ANGLAIS. C'est une nécessité.

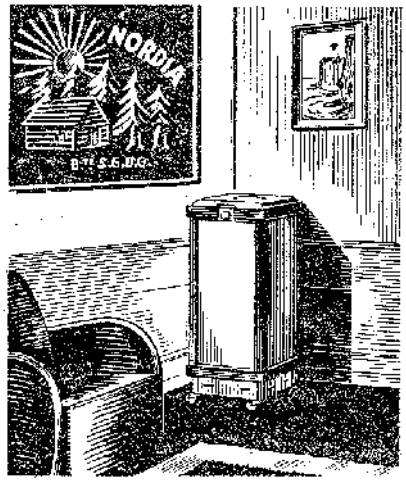
La manière la plus rapide et la plus sûre de parler anglais couramment consiste, on le sait, à séjourner dans un pays de langue anglaise. Mille difficultés matérielles s'opposent, en ce moment, à sa mise en pratique par la grande majorité de ceux qui en éprouvent le besoin. Dans ce cas, la méthode LINGUAPHONE s'impose. C'est la seule qui trouve sa place dans les existences les plus remplies. A l'aide de disques et de livres, par le son, par l'image et par le texte, chez vous, à toute heure du jour ou de la nuit, isolément en famille, en groupe, avec un professeur à la prononciation impeccable, toujours prêt à répéter infatigablement chaque leçon, il vous sera facile de vous débrouiller en anglais en quelques semaines et de parler couramment en quelques mois.

VENEZ
demander une première leçon gratuite
ou
TÉLÉPHONEZ
Passée: 30-74
ou
ÉCRIVEZ
pour recevoir
la brochure de renseignements
Service C. B. 12

DÉMONSTRATION TOUS LES JOURS
ESSAI GRATUIT SUR DEMANDE

Si vous habitez Paris, venez de 9 heures à midi ou de 14 h. à 18 h. (sauf le samedi après-midi) demander une démonstration, véritable première leçon gratuite. Vous pourrez emporter votre cours d'anglais soit à titre définitif, soit, si vous le désirez, à l'essai pour huit jours, sans aucun frais.

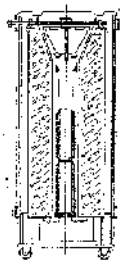
LINGUAPHONE
INSTITUT DE LANGUES
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris (8e)



LE RADIATEUR ÉLECTRIQUE A ACCUMULATION

C'est le radiateur de l'avenir parce qu'il est **économique**, ne brûlant que du courant de nuit — dont le prix est le 1/3 du tarif normal — parce qu'il est **efficace**, ses masses accumulatrices constituant un volant thermique incomparable.

AVANTAGES
DES RADIATEURS
NORDIA



★ Formés d'éléments indépendants pouvant être augmentés ou répartis en nombre voulu.

★ Peu encombrants, mobiles et livrés tout montés, prêts à fonctionner.

★ L'obturation partielle par cône **supprime toutes pertes** perdant **la charge.**

★ Le calorifugeage à double paroi assure un débit régulier de chaleur pendant la décharge

★ La résistance placée dans une cheminée centrale est accessible, et peut être revisée ou remplacée en quelques minutes

Dimensions de l'élément : 84 × 35 × 35 ⁄
Puissance de l'élément : 1000 - 1500 - 1800 watts
Documentation et prix sur demande
Nos fabrications sont garanties.

NORDIA
4, CITÉ GRISET. PARIS

CH. LEMONNIER BO

La Main qui Peut Écrire Peut Aussi Dessiner

La méthode A. B. C. forme d'habiles croquistes...

Car l'écriture, c'est déjà du dessin et, par la curieuse méthode créée par l'École A.B.C., on se sert justement de l'habileté graphique que vous avez acquise en apprenant à écrire pour vous enseigner le dessin.

Dès la première leçon, cette méthode permet aux élèves de réaliser des croquis rapides d'après nature, vivants et expressifs, et, peu à peu, guidés par leurs professeurs individuels, de prendre conscience de leurs capacités, d'aborder des études plus poussées et d'acquérir les techniques de véritables professionnels.

En dehors de l'enseignement général du dessin, l'École A. B. C. permet à chaque élève, selon son goût et selon le but qu'il poursuit, de se spécialiser dans l'illustration, le dessin humoristique, la décoration, la mode, le paysage, le dessin de publicité, etc., etc..., et ceci sans aucun supplément de prix.

C'est donc à vous que nous nous adressons en vous disant : « Quels que soient votre âge, votre situation, votre résidence et même si vous n'avez jamais tenu un crayon, vous pouvez apprendre très rapidement à dessiner grâce à la Méthode A. B. C., et c'est dans les deux premières heures de vos études que vous apprendrez comment on dessine. »

...et fait aussi de ses élèves de véritables professionnels.

Un album luxueusement édité, contenant de nombreux croquis et dessins faits par les élèves montre le résultat qu'ils obtiennent, donne le programme et tous les renseignements désirés sur le fonctionnement des cours et les conditions d'inscription.

Demandez-le [illegible] gracieusement. (Joindre [illegible] fr. en timbres pour frais d'envoi.)

BON pour une brochure C. B. 38.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS-8e

Les cours par correspondance

DE

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

permettent à ses élèves d'effectuer le maximum de progrès dans le minimum de temps. Ceux de ses cours qui préparent aux examens et aux concours publics conduisent chaque année au succès plusieurs milliers d'élèves.

Vous pouvez faire CHEZ VOUS, QUELLE QUE SOIT VOTRE RÉSIDENCE, sans déplacement, sans abandonner l'emploi qui vous fait vivre, en utilisant simplement vos heures de loisirs, avec le MINIMUM DE DÉPENSES, quel que soit votre âge, en toute discrétion si vous le désirez, toutes les études que vous jugerez utiles pour compléter votre culture, pour obtenir un diplôme universitaire, pour vous faire une situation dans un ordre quelconque d'activité, pour améliorer la situation que vous pouvez déjà occuper ou pour changer totalement d'orientation.

L'École Universelle vous adressera gratuitement, par retour du courrier, celle de ses brochures qui vous intéresse et tous renseignements qu'il vous plaira de lui demander.

BROCHURE L. 89.480. — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets, etc.

BROCHURE L. 89.481. — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

BROCHURE L. 89.482. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

BROCHURE L. 89.483. — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

BROCHURE L. 89.484. — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts et Chaussées, Génie rural, etc...

BROCHURE L. 89.485. — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 89.486. — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

BROCHURE L. 89.487. — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HÔTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 89.488. — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

BROCHURE L. 89.489. — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...

BROCHURE L. 89.490. — CARRIÈRES de l'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

BROCHURE L. 89.491. — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

BROCHURE L. 89.492. — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

BROCHURE L. 89.493. — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, bibliothèque, etc...).

BROCHURE L. 89.494. — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

BROCHURE L. 89.495. — ARTS DU DESSIN : Professorats, Métiers d'art, etc...

BROCHURE L. 89.496. — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc...

BROCHURE L. 89.497. — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

BROCHURE L. 89.498. — CARRIÈRES DU CINÉMA.

ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS

JEUNES GENS !

Occupez vos loisirs en suivant par correspondance les cours qui feront de vous, en peu de temps, des hommes de valeur. Faites-vous une situation d'avenir dans l'une des branches suivantes :

DESSIN INDUSTRIEL

Situations agréables dans toutes les industries sans exception : Aviation, Automobile, Constructions mécaniques et électriques, Travaux publics, Grandes Administrations d'Etat. Partout, il y a place pour des milliers de dessinateurs, hommes et femmes.

AVIATION

Le développement formidable que prendra l'Aviation demain offrira de nombreuses et excellentes situations à un personnel spécialisé.
L'Aviation vous attire ? Alors devenez à votre choix Électro-Mécaniciens ou pilotes.

RADIOÉLECTRICITÉ

Industrie à l'avenir illimité, qui, avec ses actuelles applications du Cinéma sonore et de la Télévision, fait appel à des techniciens de tous grades : du monteur à l'ingénieur, elle réserve à ces techniciens un travail aussi passionnant que bien rémunéré.

TRAVAUX PRATIQUES

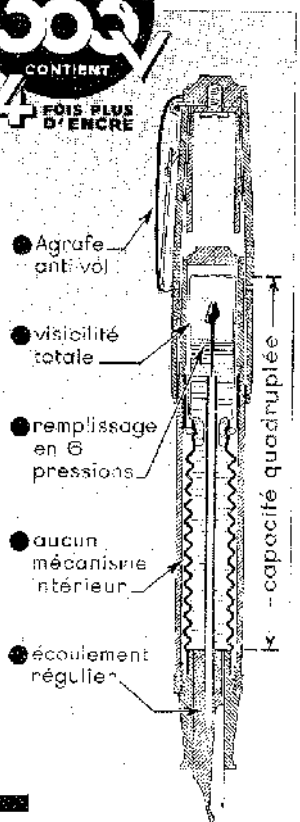
Avec le matériel que l'École mettra GRATUITEMENT entre vos mains et quelle que soit votre résidence, vous deviendrez un TECHNICIEN VRAIMENT COMPLET

Notre documentation illustrée vous sera adressée GRATUITEMENT sur simple demande (bien spécifier la branche choisie)

ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE

51, boulevard Magenta, PARIS (10e)

LE NOUVEAU STYLO **303** CONTIENT 4 FOIS PLUS D'ENCRE



Eprouvez

la réelle supériorité technique du 303

Breveté pour les établissements

STYLOMINE

Usines et Bureaux : 2, rue de Nice, Paris

SCIENCE ET VIE

Tome LXVIII - N° 339 Décembre 1945

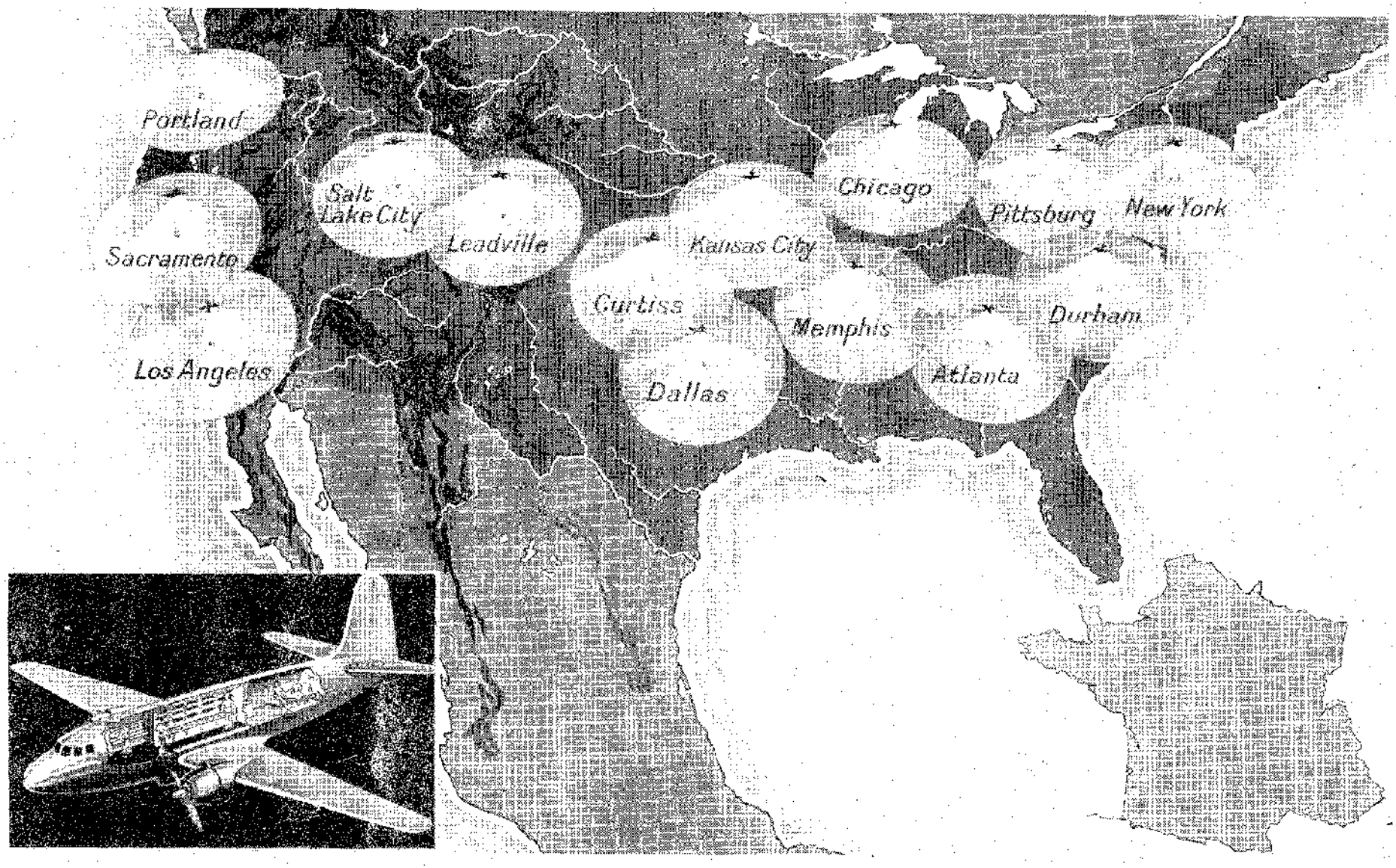
SOMMAIRE

* Où en est la télévision ? par Pierre Hémardinquer..... 227
* Armes nouvelles et bombardement intercontinental, par Camille Rougeron 239
* Jetées et aérodromes flottants, par H. F. 251
* Comment furent vaincus les porte-avions japonais, par Pierre Belleroche 253
* Le chauffage électronique, par J. Piergo 267
* Les A Côté de la science, par V. Rubor..... 272

Il y a environ une quinzaine d'années, quand on commença à envisager les transports aériens entre l'Ancien et le Nouveau Monde, le rayon d'action des avions ne permettait pas de franchir l'Océan d'un seul coup d'aile avec des passagers payants. Aussi avait-on proposé l'établissement de relais constitués par des îles flottantes. Ces îles, beaucoup trop grandioses, ne furent jamais réalisées, et les progrès de l'aviation les rendirent inutiles pour les gros appareils. Aujourd'hui, on saurait construire des aérodromes flottants à l'aide d'un pavage de flotteurs articulés. La couverture du présent numéro représente une île flottante d'un type expérimenté en Angleterre à des fins militaires, mais qui pourrait être aussi employé par l'aviation civile, comme escale pour les avions privés ou les avions de transport de moyen tonnage, ou comme base pour les avions-citernes servant au ravitaillement en vol des cargos aériens de gros tonnage. (Voir l'article page 251).

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne. Administration, Rédaction, 5, rue de La Baume, Paris (VIII°). Téléphone : Élysées 26-69 ; Publicité 24, rue Chauchat Paris (IX°). Téléphone : Provence 70-54. Chèque postal : 91-07 Paris. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. *Copyright by* « Science et Vie », Décembre mil neuf cent quarante-cinq. Registre du Commerce : Toulouse 3235 B.

ABONNEMENTS. — **Affranchissement simple : France et Colonies, 200 francs ; Étranger, 350 francs.** — Seuls, les règlements par chèques postaux (mandats roses ou virements) sont acceptés.
Compte de chèques postaux : PARIS 91-07.
Tout changement d'adresse doit être accompagné de 5 francs en timbres et de la dernière bande d'envoi.
La table générale des matières des vingt premières années (n. 1 à 186) est envoyée franco contre 25 francs.



LA STRATOVISION : UN AUDACIEUX PROJET AMÉRICAIN QUI PERMETTRA DE COUVRIR LA MAJEUR PARTIE DES ÉTATS-UNIS AVEC UN NOMBRE RESTREINT DE STATIONS DE TÉLÉVISION

Des avions stratosphériques volant à 10 000 m. d'altitude survolent les studios de prise de vues installés à terre. Des émetteurs portés par des avions retransmettent les émissions qu'ils reçoivent soit des émetteurs au sol, soit des autres appareils. La zone couverte par ces émetteurs a un rayon de 350 km. D'un appareil à l'autre la portée est de plus de 700 km. Avec quatorze stations disposant chacune d'une équipe de quatre appareils, il serait possible de couvrir la majeur partie des États-Unis et de relier les deux océans.

OÙ EN EST LA TÉLÉVISION ?

par Pierre HEMARDINQUER

Peu de temps avant la guerre, des démonstrations organisées par la Radiodiffusion nationale française avaient permis au grand public de constater que la télévision était au point; mais les récepteurs étaient encore des objets de luxe réservés à quelques privilégiés des grandes villes. En Amérique, des émissions régulières touchaient déjà un public assez vaste dans les grands centres urbains. Depuis cinq ans, les progrès techniques ont permis de reproduire des images plus fouillées et de les projeter sur des écrans de grande dimension. Grâce à l'avion stratosphérique émetteur de télévision, le rayon d'action des stations d'émission pourrait être largement augmenté et permettrait de couvrir la France avec un nombre très restreint de stations. La télévision paraît donc appelée à un très bel avenir, notamment dans les pays à standard de vie élevé et puissamment équipés (États-Unis, Angleterre). En France, son succès est lié à la reprise générale de l'activité qui créera seule un public assez vaste pour justifier les dépenses d'équipement des stations d'émission et le lancement en série de récepteurs à des prix abordables.

Les premiers essais de télévision de G. R. Carey datent de 1875 ; ils sont donc bien antérieurs aux transmissions radiophoniques et même radiotélégraphiques.

Or, alors qu'il a fallu moins de trente ans à la radiophonie pour prendre le développement universel qui en a fait une des techniques essentielles de l'époque contemporaine, la télévision, après soixante ans, n'est pas encore entrée réellement dans la vie courante, puisqu'il n'existe pas de diffusion régulière d'images sur toute l'étendue d'un pays.

Cette différence est due aux difficultés immenses et complexes du problème de la télévision, et aussi au rôle particulier de ce moyen visuel d'information, de propagande, d'enseignement et de distraction. Les recherches consacrées à ce problème ont certainement été moins favorisées par les pouvoirs publics, et considérées comme moins essentielles que les perfectionnements radiophoniques.

L'intérêt direct du grand public français envers ces progrès a, d'ailleurs, été généralement assez faible. Les profanes ont surtout considéré les démonstrations qui leur étaient offertes comme des expériences récréatives, et les récepteurs de télévision comme de merveilleux jouets scientifiques pour adultes. Bien peu ont songé à l'installation pratique d'un appareil de télévision à côté de leur radiorécepteur. Les prix des « téléviseurs » étaient très élevés, même avant guerre, et la qualité des images présentées n'aurait guère justifié, il faut l'avouer, l'enthousiasme de néophytes trop impatients.

Pourtant, la télévision existe dès maintenant dans le monde et peut assurer des services vraiment industriels. Sans doute doit-elle recevoir encore des perfectionnements, comme la radiophonie elle-même, et tout procédé industriel en général. Mais, telle qu'on peut l'utiliser aujourd'hui, ses possibilités sont nombreuses et di-

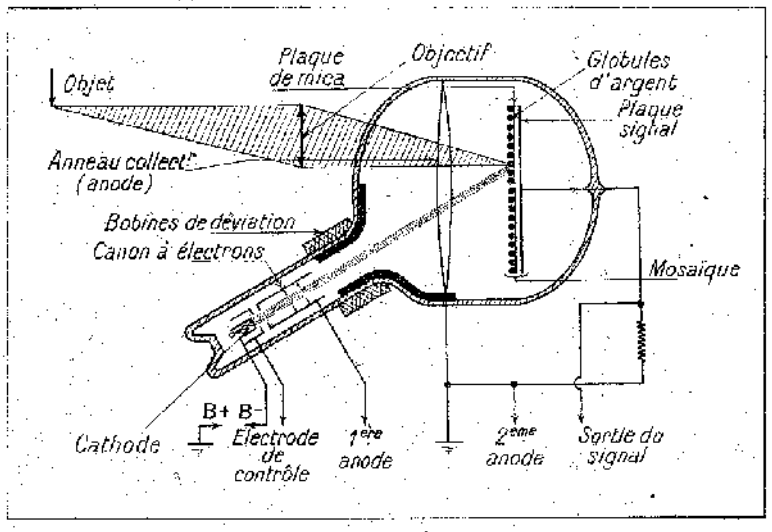


FIG. 1. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'ICONOSCOPE DE ZWORYKIN

L'image à émettre se forme, grâce à un dispositif optique, sur un écran sensible. Cet écran est constitué par un dépôt d'argent sensibilisé déposé sur une plaque de mica (diélectrique). De l'autre côté de la plaque de mica se trouve une autre couche d'argent appelée « plaque signal », qui constitue avec la première et le mica interposé un condensateur. En chaque point de la mosaïque, la lumière reçue fait apparaître des charges libres, qui sont équilibrées par des charges opposées de la plaque signal, et on a ainsi une multitude de petits condensateurs élémentaires dont la charge en un point est d'autant plus forte que l'énergie lumineuse reçue en ce point est plus grande. Le faisceau d'électrons qui explore l'image fait disparaître les charges libres et provoque l'apparition de potentiels variables avec l'éclairement du point exploré. Les déviations horizontales et verticales du faisceau sont électromagnétiques. Les électrons frappent l'écran obliquement et à grande vitesse, ce qui provoque des émissions secondaires et diminue la finesse de la définition qui n'excède pas 600 lignes.

verses ; elle mérite l'attention du grand public par son intérêt scientifique et ses réalisations pratiques.

Pendant la guerre, elle s'est prêtée à de nombreuses applications militaires, dont quelques-unes seulement nous sont maintenant révélées, telles que la direction par T. S. F. des bombes volantes ou le guidage radioélectrique des avions. Voici maintenant la paix. Que faut-il attendre des procédés actuels de la télévision ? Où en est la télévision dans le monde ?

Qualités idéales et limites des images télévisées

Commençons par rappeler brièvement le principe de la télévision. C'est un procédé de transmission des images qui fait correspondre point par point deux écrans, l'un sur lequel se trouve l'image émise et l'autre sur lequel s'inscrit l'image reçue, de telle sorte que les points plus ou moins éclairés de l'une correspondent à des points plus ou moins éclairés de l'autre. Pour réaliser cette correspondance, on explore l'image émise à l'aide d'un dispositif photoélectrique, qui module, par l'intermédiaire d'une onde ou d'un câble, l'intensité d'un faisceau d'électrons balayant l'écran cathodique du récepteur. Les deux images sont la première explorée, la seconde balayée point par point et ligne par ligne, et, grâce à la persistance de la fluorescence sur l'écran cathodique d'une part, et celle des impressions lumineuses sur la rétine d'autre part, l'œil aperçoit des images complètes qui, se reproduisant à la cadence de 24 par seconde, lui donnent la sensation du mouvement.

Il va sans dire que les images seront d'autant plus fines et plus fouillées que le nombre des points dans lesquels sont décomposées les deux images à l'émission et à la réception sera plus élevé, ou, par conséquent, que les images seront « définies » par un plus grand nombre de lignes de balayage.

Les perfectionnements de la télévision ont pour but essentiel d'obtenir des *images de plus en plus fines, et de surface de plus en plus grande. Il y a pourtant des limites qu'il est absolument inutile de vouloir dépasser.*

Pour obtenir une vision agréable, le spectateur doit se placer à une certaine distance de l'écran, variable suivant les dimensions de celui-ci, et, instinctivement, lorsqu'il en a la possibilité, il s'éloigne ou se rapproche, de façon à observer le maximum de détails. L'observation ne se fait pas à la distance minimum de vision distincte, comme s'il s'agissait d'une photographie ou d'une gravure ; la distance est toujours supérieure à 1 m pour une image de l'ordre de 30 cm ; pour une image de 20 cm, elle est de 75 à 90 cm.

Le nombre maximum de détails que le spectateur peut apercevoir n'est pas illimité ; il est fixé par son acuité visuelle, qui varie entre 1 et 2 minutes d'arc. Même si le spectateur peut observer l'image au minimum de vision distincte, à une distance de l'ordre de 30 cm, une telle acuité visuelle ne correspond guère qu'à une dimension de l'ordre du dixième de millimètre, et, pour une image d'une quinzaine de centimètres de hauteur, ce détail limite correspondrait à une trame de 1 000 lignes. Il serait absolument inutile d'aller plus loin, puisque l'œil ne pourrait plus discerner des détails plus fins.

D'autres causes limitent la finesse de la trame : ce sont les dimensions du spot d'analyse. Ce n'est pas un point géométrique, il a une surface finie ; il ne servirait à rien d'effectuer l'analyse avec un nombre élevé de lignes si les dimensions réelles du spot devaient être supérieures à la hauteur de chaque ligne idéale.

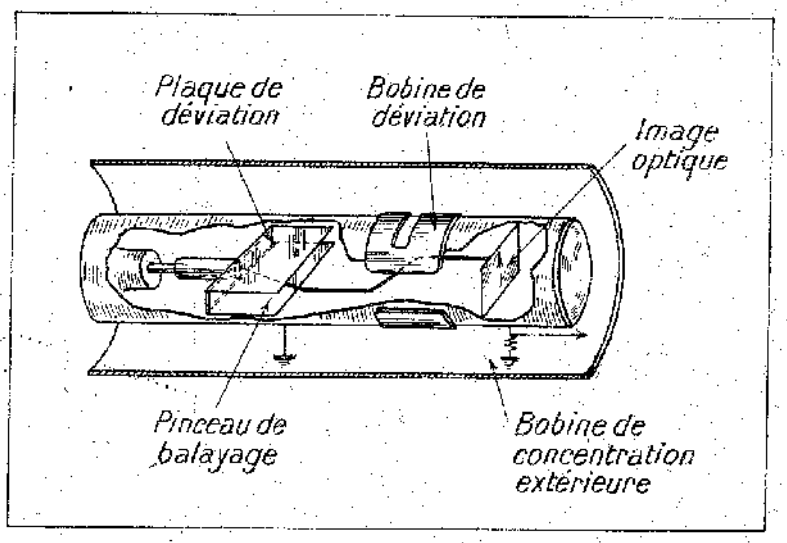


FIG. 2. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'ORTHICONOSCOPE DE ZWORYKIN

L'accélération et la déviation des électrons (permettant le balayage de l'écran) sont obtenues par une méthode différente de celle employée dans l'iconoscope. Tandis que la déviation horizontale devient électrostatique, la déviation verticale est produite par un champ électromagnétique. Enfin, les électrons sont soumis à un champ axial produit par une bobine extérieure qui rend leurs trajectoires parallèles à son axe. Cette méthode donne un faisceau d'électrons lents et qui frappent perpendiculairement l'écran mosaïque. Elle oblige à rejeter le dispositif optique produisant l'image sur l'écran du côté de la plaque signal, rendue semi-transparente. L'appareil permet des définitions de 600 à 700 lignes.

L'exemple du cinéma

Dans les études élémentaires, on a souvent l'habitude de comparer une image de télévision à une illustration de *photogravure*, composée de petits cercles blancs ou noirs plus ou moins resserrés, ou d'un quadrillage en damier. Il est plus rationnel de comparer l'image télévisée à une projection cinématographique. Le résultat pratique à obtenir consiste, d'ailleurs, dans la réception d'une image dont la qualité apparente soit comparable à celle de cette projection.

On a souvent sur cette qualité des idées assez inexactes. Le film cinématographique lui-même présente toujours un certain *grain*. Malgré les progrès des émulsions, le grain est généralement de 4/100 de millimètre, et a pu être réduit au minimum à 2/100 de millimètre. Ce grain est amplifié par la projection, dont le grossissement est de l'ordre de 27 000 pour le film standard, et supérieur pour les formats réduits.

Il est difficile de comparer le grain de l'émulsion photographique au point d'image de la

télévision ; ce dernier est plus régulier, mais des essais ont montré qu'une analyse de l'ordre de 1 000 lignes détermine la transmission de la granulation du film autant que celle des détails utiles de l'image.

En fait, un film à émulsion très rapide présente une définition de 30 lignes par millimètre, soit de 450 lignes sur l'image, un film à contraste modéré de 45 lignes par millimètre, soit 675 lignes au total, et, enfin, un film de sensibilité normale de 50 lignes par millimètre, soit 750 lignes par image.

La qualité finale de l'image projetée dépend encore de la camera et de l'objectif de prise de vues, des traitements photographiques, du projecteur, et de son objectif.

Dans la camera, la tolérance des perforations correspond à une précision de 600 lignes par image. L'erreur possible de mise au point, réduisant la définition maximum, indique une caractéristique limite égale.

Malgré tous les perfectionnements des objectifs de prise de vues, et surtout de projection, il est impossible de supprimer complètement les aberrations et d'obtenir une image de qualité absolument régulière sur toute la surface de l'écran. Dans l'axe de projection, les effets de « flou » réduisent la définition à 450 lignes, et, sur les côtés, à 400 lignes au maximum. En pratique, la définition dans les salles courantes ne dépasse pas 500 lignes au centre et 300 lignes dans les angles de l'écran.

Il n'y a pas *une qualité* d'image uniforme, d'ailleurs ; elle dépend de l'état du film et des conditions de la projection. L'œil du spectateur porte son attention vers le centre de l'écran, et néglige les angles.

Cette qualité est encore plus faible dans les projections d'amateurs de format réduit. Elle est de l'ordre de 300 à 500 lignes pour le film de 16 mm, mais ne dépasserait pas quelque 100 lignes dans les projections assez grossières de 9,5 mm.

On peut s'étonner du niveau peu élevé de ces évaluations et se demander comment des images aussi imparfaites peuvent nous donner une impression agréable. Il suffit de considérer les conditions de l'observation cinématographique, qui s'effectue loin de l'écran, et le mouvement continuel de l'image, pour comprendre cette tolérance physiologique. Les spectateurs sacrifiés des premiers rangs de l'orchestre se rendent bien compte de ces défauts, qui échappent aux privilégiés du balcon !

450 ou 1 000 lignes?

Les conditions de la projection cinématographique sont-elles les mêmes que celles de la réception des images télévisées ? Des essais directs sur cette question ont été entrepris par le Laboratoire de la Compagnie des Compteurs sur une image de 25 × 30 cm (format 5/6) avec un éclairement de 75 lux, en variant les sujets et les distances. Ces essais ont montré que la trame horizontale est encore visible avec une analyse à 441 lignes, mais peut disparaître à partir de 700 lignes environ. La limite minimum admissible est considérée aux États-Unis comme de l'ordre de 300 lignes.

Un grand nombre de techniciens, aussi bien en France qu'à l'étranger, estiment que le standard d'analyse actuel, de l'ordre de 500 lignes, est suffisant pour assurer des images de qualité pratique agréable. Les défauts constatés actuellement ne sont pas dus, d'après eux, à une définition trop faible, mais à des imperfections de transmission et de réception.

La qualité finale de l'analyse est en raison étroite avec la *finesse du spot* et sa régularité ; malgré les progrès du tube cathodique, il est difficile d'éviter les variations du diamètre du spot en fonction de sa brillance.

Le *contraste photographique* des lumières et des ombres est également indispensable. Seul un tube de haute qualité à grand contraste peut donner le même résultat qu'un film cinématographique.

La *stabilité de l'image*, en rapport avec la synchronisation, l'*absence de scintillement* sont tout aussi nécessaires. Les différentes méthodes d'*entrelacement* des lignes explorées présentent des difficultés optiques complexes, des effets stroboscopiques, qui ne sont pas tous résolus. Il faut faire disparaître les « ondulations » lumineuses et le « papillottement » des images, et également supprimer le « papillottement » des lignes, puisqu'il s'écoule un certain intervalle entre le passage de deux lignes consécutives.

Il ne servirait à rien de transmettre des images à très haute définition si nous n'avions pas à notre disposition des *récepteurs capables de traduire la qualité même de ces émissions*. Les résultats immédiats que peuvent assurer les méthodes actuelles dépendent plutôt *d'une meilleure utilisation du standard existant* que d'un remplacement trop rapide par une norme à très haute définition de 800 à 1 000 lignes.

Il en est de même en radiophonie. Il ne servi-

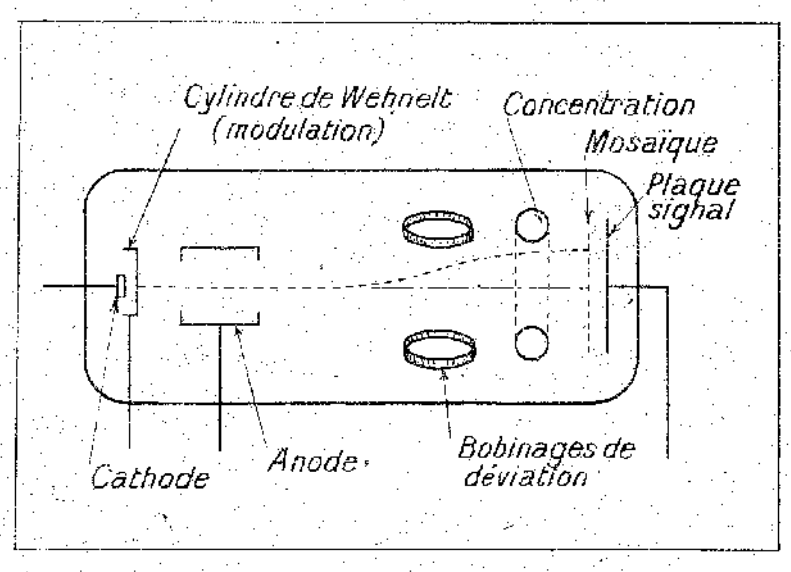


FIG. 3. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'ISOSCOPE DE BARTHÉLEMY

La déviation du faisceau d'électrons lents est magnétique. Avant de frapper l'écran mosaïque, ils sont concentrés par le champ d'une bobine et frappent l'écran perpendiculairement à sa surface. L'émission secondaire est évitée. Ici encore le dispositif optique produisant l'image se trouve du côté opposé à la mosaïque sensible, et l'image se forme à travers la plaque signal semi-transparente. L'appareil permet des définitions de 1 000 lignes.

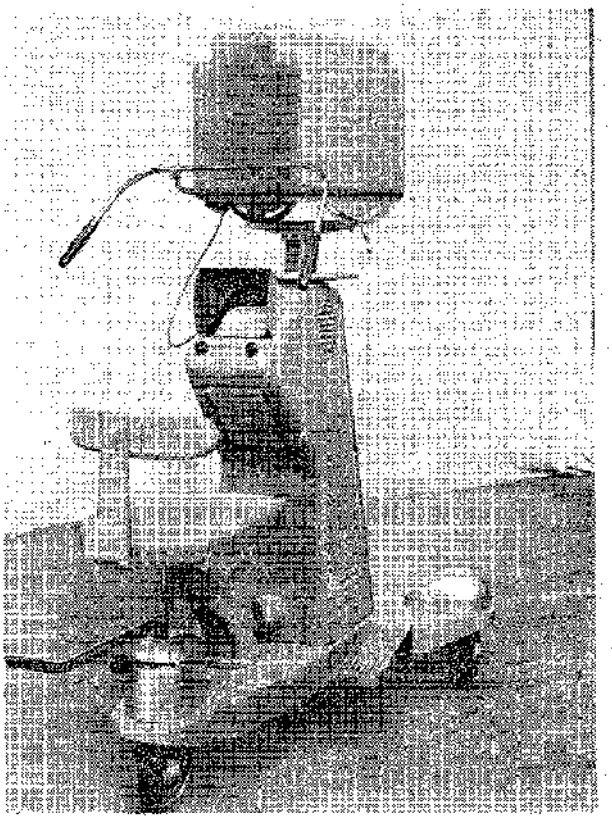


FIG. 4. — UNE CAMERA ÉLECTRONIQUE MOBILE ÉQUIPÉE AVEC UN TUBE ISOSCOPE (BARTHÉLEMY)

Cette camera comporte un « viseur électronique » constitué par un tube cathodique témoin que l'on voit au-dessous du boîtier de la camera.

rait à rien d'avoir des postes émetteurs assurant la transmission intégrale de la gamme des sons musicaux jusqu'à 8 000 ou 10 000 périodes par seconde, puisque nos récepteurs actuels ne reproduisent que très difficilement les sons aigus au delà de 5 000 périodes par seconde.

Les difficultés de la diffusion à très haute définition

En dehors des problèmes optiques et électroniques d'analyse et de reproduction, la télévision à très haute définition se heurte à de très graves difficultés de transmission, qui rendent son application encore lointaine. Au cours d'un balayage complet d'une image de télévision, les variations d'éclairement des points explorés successivement font varier l'intensité de l'onde porteuse. Cette onde doit être capable de transmettre de telles variations, ce qui suppose que sa fréquence est suffisamment élevée. Supposons que l'on ait à transmettre une image dont la hauteur soit les trois quarts de la longueur. Si nous prenons pour la transmission une définition (extrêmement grossière) de 30 lignes, comme les points élémentaires de l'image sont aussi larges que hauts, nous aurons 40 points par ligne, et le nombre des points explorés à chaque balayage sera de 1 200. Si nous nous plaçons dans le cas le plus défavorable où l'image à explorer est un damier noir et blanc, nous aurons 600 points noirs et 600 points blanc alternés, et l'éclairement variera de façon périodique à raison de 600 périodes par balayage. Comme l'image est balayée vingt-quatre fois par seconde, la fréquence de la variation d'éclairement sera de $600 \times 24 = 14\,400$ périodes par seconde, ce qui exigera pour la retransmission une bande de fréquence de 28 kilocycles.

Si nous faisons le même calcul avec une définition de 450 lignes, puis de 1 000 lignes, nous obtenons respectivement pour les bandes de fréquence des valeurs de 5,5 mégacycles et de plus de 25 mégacycles (le nombre de points élémentaires augmente comme le carré du nombre des lignes). Pour la transmission de telles bandes de fréquences, la longueur d'onde doit être de l'ordre de 6 à 7 mètres pour 450 lignes. Pour la télévision à 1 000 lignes, on a pu proposer d'utiliser une demi-bande de 13 mégacycles. En pratique, on prévoit au minimum 15 à 20 mégacycles, ce qui amène à choisir les longueurs d'onde de 2 à 3 m (100 à 150 mégacycles). La propagation d'ondes aussi courtes s'effectue de plus en plus suivant des lois quasi optiques ; la réception est souvent gênée par des ondes stationnaires, dues à des interférences par ondes réfléchies, provoquant des images parasites. Il devient nécessaire d'utiliser des antennes complexes, des dispositifs réflecteurs ; la modulation doit aussi être étudiée spécialement.

A vrai dire, on manque encore d'indications précises sur les résultats pratiques de la diffusion sur une gamme d'ondes aussi courtes dans les centres urbains, et de longues séries d'expériences seront encore indispensables. La transmission régulière à grande distance semble impossible, dès maintenant, avec une fréquence supérieure à 86 mégacycles et même à 68 mégacycles.

Surface et qualité de l'image

Une autre caractéristique essentielle de l'image est constituée par *ses dimensions*. Les premières images télévisées avaient quelques centimètres de côté. Même avec des agrandisseurs optiques, leurs dimensions virtuelles n'excédaient pas celles d'une carte postale 9 × 12 ou 8 × 14 cm ; la largeur maximum obtenue était de l'ordre de 18 cm. Puis l'image directe passa à 18 × 19 cm ou à 21 × 24 cm, et on put obtenir des projections sur petits écrans, de l'ordre de 20 × 30 cm.

Ces dimensions ne paraissent pas suffisantes à la majorité des profanes, qui désireraient obtenir des images de dimensions au moins comparables à celles des projections cinématographiques. Ces néophytes ne se rendent pas compte des *difficultés déterminées par toute augmentation de la surface de l'image*, et portant tout autant sur la définition que sur l'éclairement.

Les récepteurs actuels sont munis de tubes cathodiques dans lesquels la brillance dépend de facteurs complexes, et surtout de la tension anodique, déterminant la vitesse des électrons émis par la cathode, et, par conséquent, l'intensité et la densité du flux agissant sur l'écran fluorescent.

Par le principe même de la télévision, l'observateur n'aperçoit, en réalité, à un moment donné, qu'un élément lumineux sur cet écran. La reconstitution est obtenue grâce au phénomène de la persistance rétinienne ; aussi, la luminosité demeure-t-elle relativement faible. De là, l'emploi de tubes à grande brillance fonctionnant sous haute tension. Leur prix de revient est élevé, et la construction générale des récepteurs est rendue plus difficile et plus coûteuse, par suite de ces hautes tensions, appliquées, en particulier, sur les condensateurs.

La construction de récepteurs à grand écran, de prix relativement peu élevé, ne paraît pas possible, surtout en France. Il sera sans doute nécessaire de distinguer longtemps deux catégories d'appareils. Les modèles à vision directe, ou à dispositif optique simple, assurant des images de l'ordre d'une vingtaine de centimètres de côté, peuvent être établis en série et destinés à la plus grande partie des amateurs futurs de télévision. Les récepteurs à image projetée sur écran, de dimensions de l'ordre de 30 à 40 cm, seront des modèles de luxe, réservés à une clientèle privilégiée. Mais cela ne signifie nullement qu'un écran réduit supprime l'intérêt de la réception. Une image nette, fixe, bien éclairée, est préférable à une grande projection floue, peu stable, et sans contraste ; elle assure déjà une observation agréable pour plusieurs spectateurs sous un angle assez large. Le nombre de lampes des récepteurs de télévision en montre d'ailleurs la complexité par rapport aux radiorécepteurs ; les appareils courants comporteront entre 18 et 25 lampes.

Les cameras électroniques

Les émissions de télévision sont effectuées uniquement à l'aide de *cameras électroniques*, appareils constitués à l'aide de tubes à rayons cathodiques plus ou moins modifiés, et appelés ainsi par analogie avec les cameras cinématographiques, dont elles ont l'aspect extérieur.

L'idée initiale de la camera électronique semble due à Campbell Swinton et date de 1908, mais le prototype des appareils modernes a été imaginé par V. K. Zworykin (1), sous le nom d'iconoscope (du grec *icon*, image et *scopè*, vision) (fig. 1).

Ce tube à vide poussé contient une plaque de mica rectangulaire très mince, recouverte d'un côté de globules minuscules d'argent rendus photosensibles par le césium, et formant autant de cathodes photoélectriques élémentaires. De l'autre côté de l'écran de mica, supporté par une plaque métallique, on dépose une couche d'argent.

L'image à téléviser est projetée sur cet écran en mosaïque que l'on peut considérer comme une multitude de petites cellules photoélectriques élémentaires. Un pinceau de rayons cathodiques très fin, de l'ordre de 1/10 de millimètre de diamètre, peut venir balayer la mosaïque des cellules suivant deux mouvements perpendiculaires, l'un horizontal très rapide à la fréquence fixée pour l'analyse par lignes, l'autre plus lent à celle de la déviation verticale.

La surface entière de l'image est ainsi analysée ; chaque élément photosensible subit l'action du flux d'électrons. On peut recueillir, en théorie, à chaque instant, un potentiel qui dépend uniquement de l'intensité lumineuse au point considéré. Le nombre d'éléments est de l'ordre du million, ce qui permet aisément l'analyse à 600 lignes, à condition d'avoir un spot assez fin.

L'écran reste éclairé durant tout le temps d'analyse de l'image. Il se produit donc *une accumulation des charges* électriques ; le pinceau d'analyse recueille à son passage, d'une durée de l'ordre d'une fraction de microseconde, les charges accumulées. L'avantage de cette accumulation est théoriquement très grand, mais ne dépasse guère en pratique 5 à 8 % de la valeur théorique.

Ce fait est dû à ce que les électrons atteignant l'écran sont animés d'une très grande vitesse, et ne frappent pas perpendiculairement la surface. Le bombardement électronique très violent arrache les électrons de la surface atteinte, la direction oblique du pinceau entraîne des interactions des éléments photoélectriques diminuant le contraste de l'image. Les phénomènes d'*émission secondaire* de la couche argent-oxyde d'argent-césium détermineraient, d'après les plus récentes études, tout le fonctionnement du tube.

Pour éviter ces irrégularités, on a d'abord eu l'idée de séparer les deux fonctions de l'écran en mosaïque : émission photoélectrique et accumulation des charges, en utilisant un écran photosensible et une mosaïque distincte, sur laquelle on produit, en quelque sorte, une image électronique correspondant à l'image optique recueillie sur la plaque photosensible. Cette solution a été adoptée pour la construction du tube super-émitron possédant déjà une sensibilité double de l'émitron dérivé de l'iconoscope primitif.

Les tubes à électrons lents

La solution la plus récente consiste à réduire la vitesse des électrons venant frapper l'écran

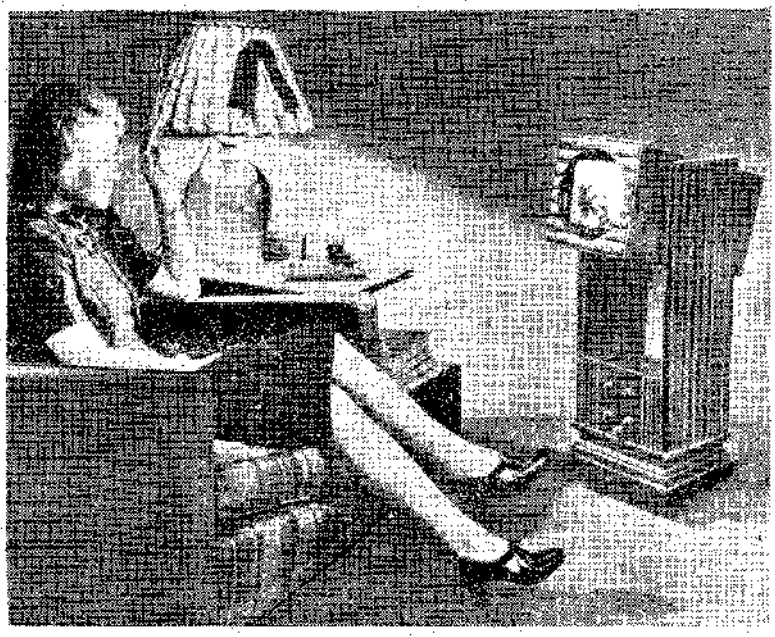


FIG. 5. — LE RÉCEPTEUR AMÉRICAIN « KINET » POUR LA VISION A DISTANCE

Cet ingénieux appareil est relié au récepteur de télévision et permet la vision dans une chambre quelconque d'un appartement. Le tube cathodique placé dans le boîtier supérieur est orientable dans le plan vertical.

(1) Voir : "Du nouveau en télévision" (*Science et Vie*, n° 209, novembre 1934).

photosensible, de façon à supprimer l'émission secondaire, et à diriger le flux perpendiculairement à la surface.

Dans le tube américain *orthiconoscope* (1), établi par Zworykin en 1939, l'écran est maintenu au potentiel de la cathode ; la vitesse des électrons demeure très faible. L'emploi d'un pinceau électronique à faible vitesse fait craindre des déviations sous des influences parasites, magnétiques ou électriques, et rend difficile une orientation perpendiculaire exacte.

Pour remédier à cet inconvénient, les techniciens américains ont adopté un double système de déviation, modifiant la direction du pinceau de balayage entre la cathode et l'écran.

Un champ axial, produit par un bobinage extérieur entourant le tube de forme cylindrique, détermine la concentration du faisceau d'électrons et assure sa direction perpendiculaire à l'écran ; la déviation horizontale est assurée par un champ électrostatique, avec une paire de plaques, et la déviation verticale par des bobinages. L'image se forme sur un écran en mosaïque photosensible semi-transparent (fig. 2).

Ce tube perfectionné est employé normalement pour les prises de vues en plein air dans les cameras américaines ; celles-ci sont munies de téléobjectifs à très grande ouverture assurant un éclairement suffisant de l'écran.

Une nouvelle solution française de la camera électronique : l'isoscope

M. R. Barthélemy, le pionnier de la télévision en France, a mis au point en 1945 un nouveau tube électronique baptisé *isoscope*, à électrons lents et présentant plusieurs avantages essentiels.

La concentration du faisceau d'électrons lents, d'une section de l'ordre de 1/10 de millimètre, est assurée par un champ magnétique très puissant, de 30 à 100 gauss, produit par un bobinage de 15 cm de diamètre dont l'axe coïncide avec celui du tube, de telle manière que le faisceau frappe perpendiculairement l'écran (fig. 3).

Ce dernier est transparent et constitué par une plaque de mica supportant, sur une face, la mosaïque photosensible et, sur l'autre, la plaque commune formée par une couche très fine d'argent craquelé. La tension appliquée sur l'anode par rapport à la mosaïque est de l'ordre de 220 V seulement ; la sensibilité est de l'ordre de 10 à 20 microampères par lumen. Les photoélectrons ne sont plus émis par la couche que sous l'effet de la lumière qui les frappe ; il n'y a plus d'émission secondaire provoquée par les électrons incidents. La correction trapézoïdale, rendue nécessaire par la projection oblique de l'image dans l'iconoscope, n'est plus utile, et le dispositif optique est simplifié.

La déviation de balayage est réalisée à l'aide d'un dispositif uniquement magnétique donnant des résultats beaucoup plus réguliers pour le balayage horizontal. Ce procédé a amené à considérer des surtensions très élevées aux bornes des bobinages produisant le champ nécessaire ; il faut prévoir des blindages très étudiés et des circuits abaisseurs.

Malgré la perte de lumière due au passage de la lumière à travers la plaque transparente, de l'ordre de 40 % à 50 %, la sensibilité est dix fois supérieure à celle de l'iconoscope. La modu-

(1) Voir : "Les progrès de la télévision" (*Science et Vie*, n° 292, décembre 1941).

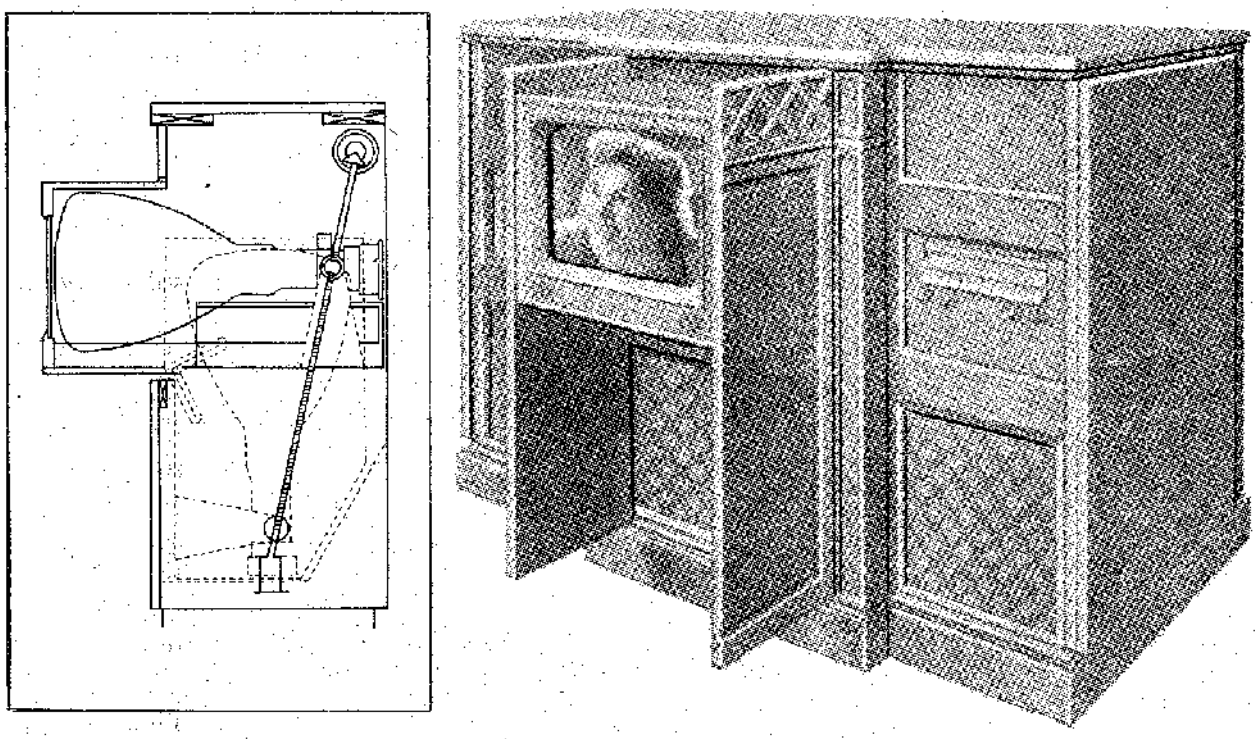


FIG. 6. — UN DES PLUS RÉCENTS RÉCEPTEURS DE TÉLÉVISION AMÉRICAINS A VISION DIRECTE : LE MODÈLE ALLEN B. DU MONT

Il comporte un tube cathodique de 50 cm de diamètre contenu dans une ébénisterie de 1,5 m de large, 1,3 m de hauteur et 0,6 m de profondeur. Le tube est escamotable à la position de repos à l'aide d'un moteur enclenché par un bouton-poussoir et actionnant une vis sans fin, comme le montre la coupe schématique à gauche.

lation haute fréquence est facile à réaliser.

Ce nouveau tube a permis d'établir des caméras électroniques mobiles d'un emploi pratique au studio. Ces appareils sont munis d'un dispositif de *visée électronique* avec tube cathodique témoin, plus exact qu'un viseur optique et permettant de juger plus efficacement des qualités réelles de l'image obtenue (fig. 4).

Les techniciens français étudient également la détermination de la forme du spot d'analyse, présentant une si grande importance pour la qualité finale. Un résultat idéal consisterait à faire disparaître la structure lignée du fond et à obtenir ce que les Américains appellent un *flat field*.

Un spot de hauteur trop faible traduit une ligne oblique continue par une ligne ponctuée ; si le spot est de hauteur correspondant au pas du lignage, mais trop mince, la ligne reproduite a l'aspect sinueux. Enfin, si le spot est trop épais, la ligne reproduite présente l'aspect d'une suite de perles d'un chapelet. Ces inconvénients sont évités en utilisant un spot à bords obliques.

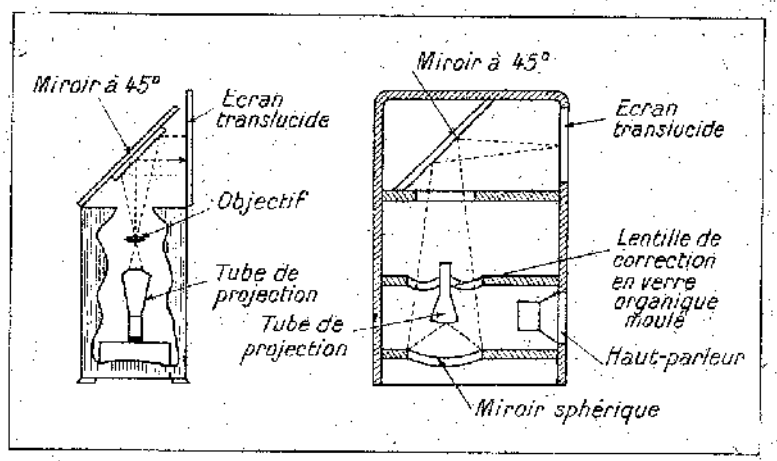


FIG. 7 ET 8. — SCHÉMAS DE RÉCEPTEURS D'APPARTEMENT A ÉCRAN

A gauche, l'image est formée sur le fond d'un tube cathodique disposé verticalement à la base de l'appareil; elle est agrandie par un équipage optique et renvoyée sur un écran translucide par un miroir à 45°. A droite, le récepteur, établi par C. Maloff et W. Epstein de la Radio Corporation of America, ne comporte plus d'objectif de projection. L'écran du tube cathodique placé verticalement est dirigé vers le bas; l'image est agrandie par un miroir sphérique, et les aberrations sphériques de ce miroir sont compensées par l'emploi d'une lentille de correction en verre organique moulé (plexiglas).

Vision directe ou projection?

Les tubes cathodiques de réception ont également été constamment perfectionnés. Il est toujours difficile d'établir des modèles de grand diamètre ; le maximum paraît être de l'ordre de 40 à 50 cm. Normalement, on ne dépasse pas une trentaine de centimètres, ce qui correspond à des images d'une vingtaine de centimètres de côté.

Le prix de revient d'un tube de grand diamètre est très élevé, et les dangers d'éclatement augmentent avec les dimensions. Pour assurer une résistance suffisante à la pression atmosphérique, la face terminale du tube est généralement bombée, ce qui déforme l'image projetée. La Radio Corporation of America utilisait, d'abord, un tube de 22 cm pour produire une image de 15 × 20 cm. Au moment de la guerre, elle adoptait pour la vision directe un tube de 30 cm, assurant une image de 20 × 25 cm. Les ingénieurs de cette société avaient même étudié un modèle démontable très curieux, à vide entretenu, comportant une partie conique en métal, et une plaque antérieure en pyrex de 75 cm de diamètre. Ce tube aurait permis d'obtenir une image de 45 × 60 cm ; il ne semble pas avoir été utilisé pratiquement, mais la construction des tubes métalliques à face antérieure transparente plane paraît, au contraire, avoir été retenue.

Actuellement, l'emploi de tubes à grand diamètre semble abandonné pour la vision directe d'images de grandes dimensions ; les tubes à vision directe n'équipent plus que des appareils simplifiés, dans lesquels les dimensions de l'image n'excèdent pas une vingtaine de centimètres (fig. 5 et 6).

Lorsqu'on veut obtenir une image bien éclairée et plus grande, même pour la réception d'amateur, on a recours à de petits tubes de projection à grande puissance avec écran séparé. Un tel tube comporte une première anode, sur laquelle on applique une tension de quelques centaines de volts, et une seconde portée à 20 000 V au minimum.

La concentration du pinceau électronique et sa déviation sont assurées par des champs magnétiques, ce qui permet de réaliser des tubes de longueur relativement faible par rapport au diamètre et réduit l'encombrement.

L'emploi d'un objectif de projection de courte distance focale et à grande ouverture entraîne des déformations. On a été amené à utiliser des tubes à fond concave pour neutraliser, en quelque sorte, les défauts du système optique, par des défauts correspondants, mais inverses ; on a pu ainsi obtenir de bonnes images de 40 × 50 cm, avec une image initiale de 40 × 50 mm, par exemple, sur le fond du tube.

Un nouveau récepteur original à grand écran

Dans les récepteurs d'amateurs, la projection se fait généralement sur écran transparent : le tube cathodique est vertical, et un miroir à 45° renvoie les rayons dans une direction horizontale.

Le tube employé par la Société R. C. A. pour établir un récepteur d'appartement est un kinescope (1) de projection de 127 mm de diamètre, monté verticalement. L'image est agrandie par un objectif d'une ouverture de F : 2 et renvoyée par un miroir sur un écran translucide escamotable de 34 × 45 cm (fig. 7).

Le dernier modèle réalisé par cette firme puissante est particulièrement original. Il comporte un tube de 75 mm de diamètre seulement, disposé verticalement, avec un écran dirigé vers le bas. On n'utilise plus d'objectif de projection à grande ouverture, dispositif optique coûteux, et le grossissement est obtenu par un miroir sphérique de 30 cm de diamètre placé au bas de

(1) Voir : " La télévision sur grand écran " (*Science et Vie*, n° 267, septembre 1939).

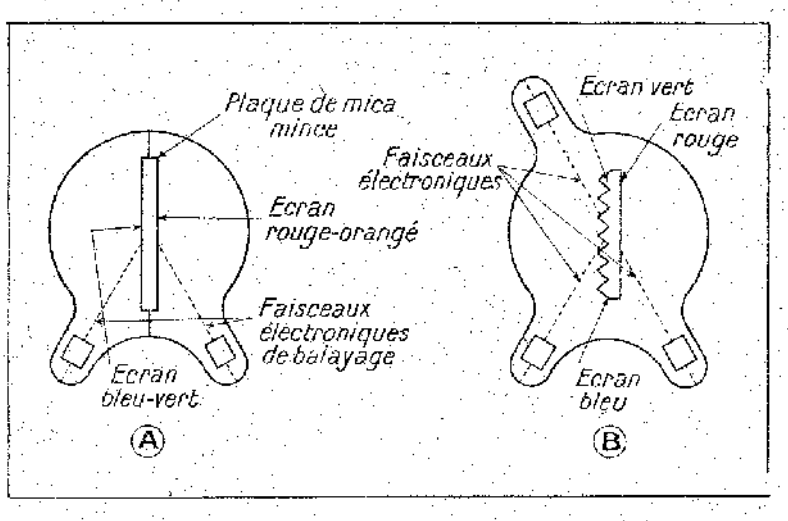


FIG. 9. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU « TÉLÉCHROME BAIRD »

Ce tube cathodique réalisé en Angleterre permet la réception des images en couleurs par la méthode bichrome (en A) ou trichrome (en B). Il comprend deux ou trois dispositifs de balayage électronique, et un écran transparent portant des enduits fluorescents de deux ou trois couleurs élémentaires. L'image en couleurs est observable directement sur cet écran.

l'ébénisterie, au-dessous de l'écran du tube, et dont la partie centrale est masquée. Les rayons cathodiques sont donc réfléchis vers le haut, et, après avoir été renvoyés par un miroir à 45°, viennent former l'image agrandie sur un écran vertical translucide de 60 × 45 cm (fig. 8).

Le miroir sphérique provoque des distorsions par aberrations de sphéricité. Pour les faire disparaître, on emploie une lentille correctrice, traversée par le col cylindrique du tube ; cette lentille, de forme exactement déterminée, est moulée à haute pression. Elle n'est pas en verre, mais en matière plastique transparente, ou verre organique « plexiglas », ce qui permet d'abaisser beaucoup le prix de revient. L'éclairement de l'image est de l'ordre de 80 à 90 lux, c'est-à-dire égal ou supérieur à celui obtenu dans la projection cinématographique d'amateur.

Le « téléchrome » et la télévision en couleurs

Le problème de la télévision en couleurs continue à être étudié avec attention, en particulier en Angleterre. Le but recherché consiste à établir un procédé de réception uniquement électronique, et à éviter, si possible, l'emploi de filtres colorés, qui déterminent des pertes de lumière.

J.-L. Baird a établi récemment dans ce but un nouveau tube cathodique, auquel il a donné le nom de *téléchrome*. Cet appareil permet de faire apparaître directement une image en couleurs sur un écran fluorescent ; il en existe un modèle pour la restitution des couleurs naturelles par la bichromie, et un autre pour la méthode trichrome.

Le premier comporte une plaque plane en mica, de 25 cm de diamètre, recouverte d'un côté d'une poudre fluorescente rouge orangé et, de l'autre, d'un enduit fluorescent bleu vert. Deux faisceaux électroniques distincts viennent former les images élémentaires du couple bichrome, qui s'additionnent en reconstituant une image en couleurs naturelles (fig. 9 A).

Dans le deuxième modèle, l'écran est plan, enduit d'un côté d'un composé fluorescent rouge, comme précédemment, mais l'autre face est ondulée. Les dents de scie ainsi produites en forme de triangles isocèles sont enduites respectivement de composés fluorescents vert et bleu. Trois pinceaux électroniques distincts sont utilisés, l'observation doit se faire face à l'écran, mais l'image peut être renvoyée par un miroir à 45° (fig. 9 B).

Ce tube permet aussi d'obtenir une vision stéréoscopique par la méthode des anaglyphes, avec des lunettes munies de verres bleu vert et rouge orangé.

Les méthodes industrielles actuelles permettent ainsi la transmission régulière d'images de télévision en noir, et même en couleurs à domicile, du moins dans les centres urbains. Le problème actuel semble plutôt résider dans l'utilisation rationnelle et complète des moyens techniques dont on peut disposer dans un avenir immédiat.

La télévision en France

Avant la guerre, il n'y avait eu en France que des émissions d'essai, comportant cependant des prises de vues directes au studio, des transmissions de films d'actualité et de documentaires. Un studio expérimental et un poste émetteur en fonctionnement régulier étaient établis à Paris (Tour Eiffel), de sorte que ces essais étaient spécialement destinés aux constructeurs et aux usagers parisiens. En province, il n'y avait guère eu que des démonstrations temporaires, spécialement au cours d'expositions ou de foires régionales.

La longueur d'onde adoptée pour les émissions de la Tour Eiffel était de 6,52 m, ce qui correspondait à une fréquence de 46 Mc, et les sons destinés à accompagner les images étaient diffusés également sur ondes courtes, sur une longueur d'onde de 7,14 m, correspondant à une fréquence de 42 Mc. La *trame d'analyse* déterminant, comme nous l'avons dit, la *qualité* de l'image était déjà élevée, puisqu'elle avait été fixée entre 440 et 445 lignes. Alors que les projections cinématographiques sonores s'effectuent à la cadence de 24 images par seconde, les images télévisées étaient transmises avec une cadence de 25 images complètes, mais suivant le procédé dit à « analyse entrelacée » (1). Ce procédé permet d'éviter le scintillement en analysant une fraction d'image à la fois au lieu de l'image complète. On transmettait ainsi 50 demi-images entrelacées par seconde, ce qui correspondait à 25 images complètes, et le format de l'image, rapport de la largeur à la hauteur, était de 5 × 4.

Le standard adopté n'était pas définitif, puisqu'il s'agissait uniquement d'émissions d'essais, et plusieurs constructeurs avaient reçu l'autorisation d'expérimenter leur matériel dans des conditions différentes. La Compagnie des Compteurs, dont les services techniques étaient sous la direction de M. Barthélemy, procédait

(1) Voir : " Les progrès de la télévision " (*Science et Vie*, n° 292, décembre 1941).

à l'émission avec une trame de 450 lignes, la Compagnie Thomson-Houston, en liaison avec la Compagnie Marconi, avait adopté 455 lignes, et la Compagnie Gramment le standard allemand de 441 lignes.

La télévision française pendant la guerre

Ces essais furent interrompus par la guerre en septembre 1939 ; en 1943 seulement, les services de la radiodiffusion du Gouvernement de Vichy s'entendirent avec les autorités allemandes pour organiser des émissions de télévision à Paris, d'après le standard de 441 lignes.

L'ancien poste émetteur de la Tour Eiffel devait être utilisé avec des modifications ; les studios du ministère des Postes et Télégraphes, rue de Grenelle, étaient remplacés par des installations entièrement nouvelles dans les locaux de « Magic City », rue Cognacq-Jay, dans le quartier du Champ de Mars.

Ces émissions imparfaites et irrégulières, au taux de synchronisme variable, n'eurent qu'un succès restreint, le public français ne témoigna aucun intérêt pour ces diffusions contrôlées par l'ennemi. Elles permirent pourtant à quelques constructeurs de commencer des études utiles. Des laboratoires privés, des chercheurs isolés, des services de grandes sociétés telles que la Compagnie des Compteurs, la Radio-Industrie, les Établissements Gramment, la Société S. A. D. I. R. pouvaient entreprendre, pendant ce temps, des recherches techniques d'un grand intérêt.

La télévision française depuis la Libération

Au moment de la Libération, les services allemands abandonnèrent une partie de leur matériel, mais déjà ancien et sans grande valeur. Par contre, ils détruisirent l'émetteur de la Tour Eiffel ; il a donc fallu songer à la reconstruction presque complète sur des bases nouvelles.

Les nouveaux services de la Radiodiffusion semblent décidés à faire tous les efforts utiles pour assurer à la télévision française une place honorable dans le monde, et des sommes importantes ont été prévues, à cet effet, dans les budgets. L'installation d'un centre expérimental à Paris a commencé en 1944, mais les émissions n'avaient pu avoir lieu par T. S. F., par suite de l'absence d'émetteurs, et pour des raisons d'ordre militaire, valables tant que duraient les hostilités. Elles ont maintenant commencé suivant le standard de 1939 signalé un peu plus haut, bien que les programmes ne soient pas encore fixés d'une manière définitive.

Les émissions expérimentales doivent être plus ou moins limitées à la région parisienne, et le plan d'extension du réseau peut être envisagé de deux façons différentes. Les uns veulent avant tout obtenir, le plus tôt possible, des réalisations, et, à cet effet, désirent utiliser, *dès à présent*, les moyens techniques et industriels qui sont à leur disposition, en se contentant de transmettre des images d'une qualité correspondant à la définition actuelle de 441 lignes ; les autres veulent attendre l'établissement d'appareils permettant la transmission d'images *à très haute définition*, de l'ordre de 1 000 lignes, pour réaliser l'équipement national. Dans les deux cas, dès l'adoption d'un standard, le pays entier doit être couvert, si possible, par des émissions d'images. Le développement du réseau doit pourtant être progressif et demandera un certain nombre d'années. On commencera par équiper les régions urbaines, où la densité de population est la plus grande, et les premiers projets envisagés concernent les villes de Lille, Lyon, Marseille et Bordeaux.

La liaison entre ces différents centres d'émission doit, en principe, être assurée par *relais radioélectriques*, c'est-à-dire avec des postes émetteurs de retransmission, rendus nécessaires si l'on doit considérer des émissions sur ondes très courtes, dont la fréquence atteint 40 à 60 Mc au minimum.

Au début, la durée des émissions sera réduite. Avant la guerre, il y en avait déjà quatre heures par jour ; les émissions actuelles n'auraient lieu que trois jours par semaine, avec deux séances quotidiennes d'une heure et demie, soit trois heures au total. Pour des raisons matérielles faciles à comprendre, les transmissions de télécinéma seraient, au début, plus nombreuses que les émissions directes.

La télévision aux États-Unis

Les États-Unis tenaient avant la guerre la première place en télévision comme en radiophonie ; ils sont entrés plus tard dans le conflit mondial, et les hostilités n'ont pas interrompu

FIG. 10. — L'INVENTEUR ANGLAIS BAIRD TENANT SON TUBE « TÉLÉCHROME » POUR LA RÉCEPTION DES IMAGES EN COULEURS (JOURNAL OF THE TELEVISION SOCIETY)

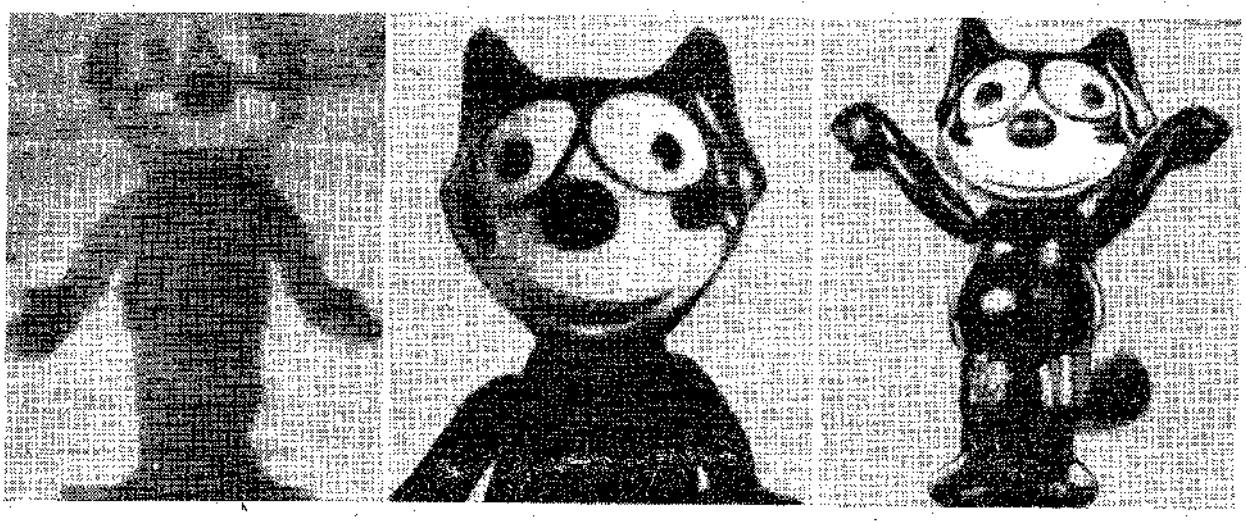


FIG. 11. — LES PROGRÈS DE LA TÉLÉVISION AMÉRICAINE DEPUIS 1929

La définition, c'est-à-dire la finesse des images, n'a cessé de s'accroître. Les étapes de ces progrès sont représentées par les vues du populaire « Félix le Chat » observées sur l'écran. A gauche, l'analyse à 30 lignes ne permet d'apercevoir qu'une image grossière ; au milieu, avec l'analyse à 60 lignes, la trame du tignage est encore très visible ; à droite, enfin, avec l'analyse à 525 lignes, la trame est devenue complètement invisible.

leur activité industrielle, qui a pris des proportions gigantesques. Les spécialistes espèrent que cette nouvelle application de la radiotechnique pourra procurer un travail rémunérateur à plus de 600 000 techniciens et ouvriers.

Le premier service de radiodiffusion d'images aux États-Unis date de 1927, et la qualité des premières transmissions était très imparfaite, avec une trame de 30 à 60 lignes. Avec l'avènement des procédés cathodiques, une nouvelle phase de ce développement commença en 1933. En 1925, Zworykin déposa les premiers brevets relatifs à son *iconoscope* qui devait constituer la pierre angulaire de la télévision moderne. Cet appareil était expérimenté en 1932 et utilisé normalement en 1935.

En 1934, commencèrent les premières transmissions à *haute définition*, avec un standard de 343 lignes, cadence de 24 à 30 images par seconde, et analyse par lignes entrelacées atténuant le scintillement. Le standard de 343 lignes était porté à 441 lignes en 1937, à 507 en 1940, à 525, enfin, en 1941 (fig. 11).

Les premières émissions n'occupaient qu'une bande de fréquence de l'ordre de 100 kc. La largeur de cette bande s'éleva rapidement à 400, puis à 1 800 kc, atteignit 5 Mc et fut standardisée à 6 Mc en 1941. La longueur d'onde des émissions, d'abord de l'ordre de 150 m, devait être abaissée à 7 m, puis à 6 m et même 5 m environ (50 à 60 Mc). Les sons accompagnant les images étaient transmis sur des longueurs d'onde analogues, avec modulation en fréquence (1).

La télévision américaine au moment de la guerre

Les premières émissions réellement commerciales datent de 1939, au moment où furent télévisées quotidiennement les principales scènes de la « World's Fair » de New York. Là, pour la première fois, on avait pu voir en action des stations de télévision mobiles installées sur des automobiles et servant à des reportages visuels et sonores. Le réseau de la National Broadcasting Company transmit régulièrement en 1940 des programmes réguliers (pendant plus de 600 heures avec, en outre, 800 heures d'émissions expérimentales).

Le nombre des récepteurs en service était déjà élevé ; ils étaient concentrés dans les grands centres urbains autour des stations d'émission de New York, Philadelphie, Chicago, Los Angeles. Six mille familles auraient, dès cette époque, possédé des récepteurs dans la région de New York. Les dimensions des images reçues par les appareils d'amateurs étaient de l'ordre de 20 × 25 cm, et certains modèles possédaient même des écrans de 34 × 45 cm.

Il existait six studios modernes bien agencés, et celui de la General Electric Company à Schenectady par exemple, mesurait 12 × 24 m.

Les antennes des stations de transmission étaient placées au sommet de tours ou de bâtiments élevés, par exemple, à New York, sur les toits de l'Empire State Building, ou du Chrysler Building, les deux plus hauts gratte-ciel de la ville (fig. 12).

Deux modes de diffusion étaient prévus pour étendre le champ de réception à une assez grande partie du pays, en utilisant des stations centrales. Les premiers essais montraient la possibilité d'utiliser des stations-relais à fonctionnement automatique, avec changement de fréquence intermédiaire. La retransmission est alors effectuée sur une longueur d'onde de quelques mètres, ou même de quelques décimètres. L'autre solution consiste dans l'établissement d'un réseau de *câbles concentriques* ou *coaxiaux* permettant la transmission de très hautes fréquences. Les deux armatures du câble coaxial peuvent être remplacées par un tube-guide unique, avec un résultat encore supérieur pour les très hautes fréquences. Ce procédé a été préconisé et appliqué initialement par les Laboratoires téléphoniques Bell, qui ont réalisé, entre New York et Philadelphie, la première liaison de ce genre, sur une distance de 160 km.

La *télévision en couleurs* était aussi à l'ordre du jour. La « Commission Fédérale des Communications » pouvait envisager la composition de

(1) Voir : "Les tendances de la radiodiffusion" (*Science et Vie*, n° 308, mai 1943).

programmes de diffusion en couleurs et recommandait l'adoption d'un minimum de 15 heures par semaine pour ce genre d'émissions.

L'entrée en guerre de l'Amérique interrompit les émissions officielles, mais les transmissions d'essais continuèrent, et de nombreux reportages d'actualité furent diffusés, en même temps que des cours visuels destinés à l'instruction des spécialistes et du grand public, en particulier en ce qui concerne la défense passive (A. R. P.).

Projets et avenir de la télévision américaine

Il y avait, aux États-Unis, en 1945, 9 stations en fonctionnement régulier, sur des fréquences allant de 50 à 74 Mc, avec une bande de brouillage standard de 6 Mc, mais 80 demandes de licence pour l'installation de nouvelles stations étaient déposées, et la progression continue à être rapide.

On prévoit l'établissement de 40 stations au minimum d'ici le milieu de 1946, et de 100 stations en 1950. La partie du pays où l'on peut déjà recevoir les émissions actuelles comprend 20 millions d'habitants ; elle en comportera 30 en 1946, et 70 en 1950.

L'American Telephone and Telegraph Company a mis au point un projet gigantesque de liaison par câbles concentriques, qui doit être réalisé en 1950, et prévoit l'utilisation de 11 000 km de câbles spéciaux de 15 mm de diamètre en tubes concentriques.

La liaison par chaîne de relais à ondes ultra-courtes dites *sky-top* (cimes dans le ciel) conserve ses partisans ; les stations automatiques sont établies avec des tours de 60 m de haut et distantes de 30 à 50 km l'une de l'autre ; on aurait même pu essayer des relais à des distances supérieures à la visibilité optique. Ces tours sont munies d'*antennes cornets* servant de réflecteurs de réception et d'émission ; la puissance nécessaire est de l'ordre de quelques watts. La Société Raytheon a étudié ainsi un projet complet de réseau qui doit couvrir tout le territoire en utilisant les principales hauteurs du pays. Ce réseau serait également employé pour la télévision en couleurs, la transmission de fac-similés, et le guidage radioélectrique des avions.

Enfin, tout dernièrement, on a préconisé de placer l'antenne d'émission non plus au sommet d'une tour, mais à bord d'un avion stratosphérique survolant le studio d'émission et servant de relais. Le rayon d'action de l'antenne de télévision, qui est limité par la courbure de la Terre, se trouverait ainsi notablement augmenté. Un poste qui ne couvre qu'un rayon de 80 km quand il est installé au sommet du plus haut gratte-ciel aura, à 10 000 m d'altitude, un rayon de 340 km.

D'un avion stratosphérique à un autre, la portée sera de 650 km environ. Avec 14 avions stratosphériques on pourrait réaliser une chaîne couvrant la majeure partie du territoire des États-Unis (Voir la fig. page 226).

Reste évidemment à assurer la régularité et la sécurité du survol de la station. Les appareils prévus sont des monoplans métalliques du type « Superfortress », mais beaucoup moins chargés. Munis de deux moteurs de 1 450 ch et pilotés automatiquement, ils tourneraient en rond à 250 km/h en portant trois hommes d'équipage et six techniciens de la radio.

Les techniciens américains se préoccupent également de l'adoption possible d'une trame d'analyse encore plus fine, de l'ordre de 700 à 1 000 lignes. Mais, les industriels d'outre-Atlantique ont l'esprit pratique, ils considèrent peu la beauté technique d'une solution en elle-même, mais plutôt son *efficience* immédiate. Il est donc fort probable que le développement prochain de la télévision américaine s'effectuera avec le standard actuel de 525 lignes, ou, tout au moins, sans modification notable.

De nombreux constructeurs envisagent la fabrication rapide de récepteurs en grande série, dont les prix varieraient entre 150 et 400 dollars, suivant les dimensions de l'image.

Les programmes de télévision américaine

La télévision est avant tout un moyen d'information et de distraction, mais les Américains en ont prévu, dès à présent, d'autres applications diverses. Elle peut accroître l'efficacité d'un enseignement par radiophonie, en particulier pour la géographie, les mathématiques, la physique et toutes les sciences expérimentales. Cette application est dès à présent décidée, avec des salles de diffusion centrales, dans lesquelles viendront enseigner des professeurs qualifiés.

Les émissions de télévision destinées à la police, exécutées depuis octobre 1943, rendent

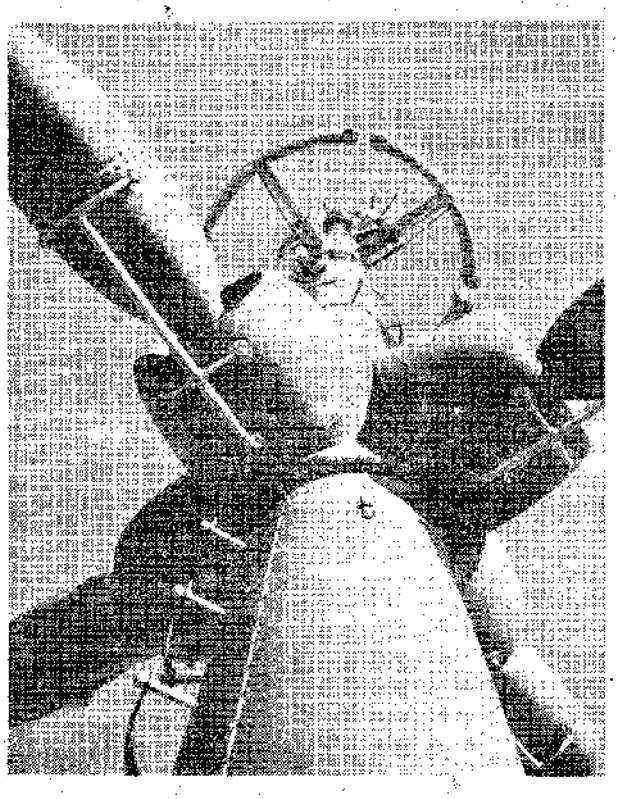


FIG. 12. — L'ANTENNE DE TÉLÉVISION DE LA NATIONAL BROADCASTING COMPANY (NEW YORK)

En raison de la très courte longueur d'onde adoptée qui donne à l'onde porteuse des propriétés voisines de celles de la lumière (propagation en ligne droite), les antennes des postes d'émission de télévision doivent être placées à une très grande hauteur. L'antenne du poste émetteur de la National Broadcasting Company à New York est montée au sommet de l'Empire State Building, gratte-ciel le plus élevé de la ville, qui comporte cent deux étages (O. W. I.).

les plus grands services. La recherche par radiophonie des disparus devient plus facile, grâce à la diffusion de leur photographie.

Pendant la guerre, la télévision a été utilisée pour le guidage des torpilles volantes et des avions et le repérage des objectifs. On projette d'employer des appareils émetteurs et récepteurs dans les réseaux d'aviation civile, pour le contrôle de la circulation automobile, et de l'aviation maritime, la commande à distance des machines dans les usines, dont le fonctionnement peut présenter des dangers, la fabrication et l'essai des explosifs, par exemple.

L'alliance de la télévision avec le cinématographe a été tout spécialement étudiée, et les grandes sociétés cinématographiques américaines ont étudié la production de films destinés spécialement aux diffusions télécinématographiques, et construit des stations privées servant à des essais.

La télévision en Angleterre

L'Angleterre est un des pays d'Europe où le développement de la télévision a été le plus important et le plus effectif, et l'on peut sans doute y considérer également deux phases bien distinctes. La première, de 1926 à 1933, est à peu près marquée uniquement par les essais de l'inventeur J.-L. Baird ; la deuxième, à partir de 1933, peut être appelée la *période cathodique*, dans laquelle Baird commence à utiliser des caméras et des récepteurs électroniques, et où l'on voit apparaître un assez grand nombre de procédés divers, en particulier les curieux dispositifs à cellules ultrasonores étudiées par la Société Scophony et déjà décrits dans cette revue (1).

Les premières émissions de Baird étaient effectuées sur 30 lignes seulement, la trame était portée à 60 lignes en 1930, puis à 120 lignes ; des émissions à haute définition commencèrent en 1936, avec une trame de 240 lignes.

En 1939, au moment de la guerre, le standard d'émission était de 405 lignes, avec une largeur de bande de modulation de 4 Mc. La longueur d'onde était de 6,67 m pour l'image et de 7,30 m pour le son. Le Centre de « l'Alexandra Palace », à Londres, comportait deux grands studios, avec six caméras électroniques et deux ensembles mobiles de reportage, munis chacun de quatre camions.

La télévision en couleurs était spécialement étudiée, et les premiers essais de Baird sur ce problème datent de 1928. En 1939, les appareils de télévision en couleurs employés par cet inventeur fonctionnaient avec une trame de 102 lignes à entrelacement triple, avec cadence de 16 2/3 images par seconde.

Baird a également étudié depuis longtemps le problème de la *télévision en relief*, soit avec un couple stéréoscopique et un système d'obturateurs, soit par le procédé des anaglyphes.

L'arrêt des émissions officielles, les destructions causées par les bombardements de Londres ont eu de graves répercussions sur les possibilités de reprise immédiate de l'activité de la télévision anglaise ; les techniciens et les industriels envisagent maintenant les meilleurs moyens de lui rendre son importance d'avant guerre. Ils ont constitué un Comité, le « Television Advisory Committee », et le « British Institute of Radio Engineers » s'est aussi consacré à l'étude de cette question.

Les partisans de la télévision à définition limitée, de l'ordre de 400 à 500 lignes, sont demeurés très nombreux. Il serait seulement question d'adopter une norme de 525 lignes, avec une seule bande de modulation latérale de 3,25 Mc.

Les installations d'émission et les studios resteraient concentrés à Londres, à l'Alexandra Palace, où serait établie une véritable « Maison de la Télévision ». Les programmes seraient diffusés par un réseau de câbles concentriques, vers les régions de Manchester, Newcastle, Glasgow, Aberdeen et Birmingham. Une nouvelle station à très haute définition serait cependant installée dans cette dernière ville, mais uniquement à titre expérimental. Des émissions en couleurs seraient réalisées avec un standard à 600 lignes à triple entrelacement, et l'image en couleurs élémentaires comprendrait alors 200 lignes.

La possibilité d'établir en série des appareils de prix relativement modique de l'ordre de 20 à 75 livres est un facteur effectif de développement. L'image normale d'amateur doit mesurer quelque 20 × 25 cm, mais la projection sur écran de 50 × 75 cm est immédiatement prévue.

Pour la plupart des pays, la guerre a retardé de quelques années l'entrée de la télévision dans la vie courante. Cependant les recherches théoriques effectuées pendant cette période pour des fins militaires, et qui ont développé nos connaissances sur l'émission et la propagation des ondes ultracourtes, seront certainement utilisées en télévision. Dans les années qui vont suivre, la télévision offrira certainement de vaste débouché aux usines en quête de « reconversion ».

Pierre HÉMARDINQUER.

(1) Voir : " La télévision sur grand écran " (*Science et Vie*, n° 267, septembre 1931) et " Vers la télévision en couleurs " (*Science et Vie*, n° 296, avril 1942).

ARTILLERIE ATOMIQUE

Numéro hors série de *SCIENCE ET VIE*

EN VENTE PARTOUT : 60 Fr.