

## Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre ([www.eclydre.fr](http://www.eclydre.fr)).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

## NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>Auteur(s)</b>	Musée des arts et métiers (Paris)
<b>Titre</b>	Edouard Belin (1876-1963), l'image à travers le monde : [exposition, Musée du conservatoire national des arts et métiers, mai 1963]
<b>Adresse</b>	Paris : Conservatoire des arts et métiers, 1963
<b>Collation</b>	1 vol. (14 p.) : ill. ; 23 cm
<b>Nombre d'images</b>	16
<b>Cote</b>	CNAM-MUSEE AM3-EDO
<b>Sujet(s)</b>	Conservatoire national des arts et métiers (France) Musée des arts et métiers (Paris) Belin, Édouard (1876-1963)
<b>Thématique(s)</b>	Histoire du Cnam Technologies de l'information et de la communication
<b>Typologie</b>	Ouvrage
<b>Langue</b>	Français
<b>Date de mise en ligne</b>	21/09/2021
<b>Date de génération du PDF</b>	21/09/2021
<b>Permalien</b>	<a href="http://cnum.cnam.fr/redir?M17431">http://cnum.cnam.fr/redir?M17431</a>

MUSÉE  
DU CONSERVATOIRE NATIONAL  
DES ARTS ET MÉTIERS

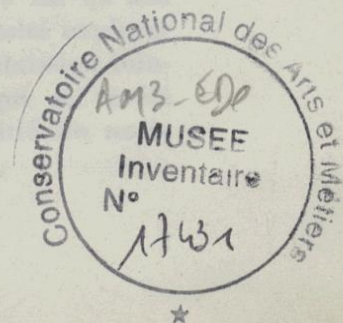
**EXPOSITION**

**ÉDOUARD BELIN**

**1876 - 1963**

**L'IMAGE A TRAVERS LE MONDE**

MAI 1963



MUSEE  
DU CONSERVATOIRE NATIONAL  
DES ARTS ET METIERS

EXPOSITION

EDOUARD BELIN

1876-1983

L'IMAGINAIRE TRAVAILLE LE MONDE

MAY 1983

Le nom d'Edouard Belin est universellement répandu puisqu'il est attaché à l'appareil dont le savant qui vient de disparaître fut l'inventeur, le bélinographe. Plusieurs noms d'inventeurs sont ainsi devenus la désignation courante d'appareils ou de machines qui ont pris une importance quotidienne dans la vie moderne. Cette assimilation de l'objet à l'inventeur, recherchée ou non par celui-ci, lorsqu'elle est entrée dans le langage usuel montre que l'esprit d'invention s'est exercé dans ces cas pour apporter à notre civilisation technique un complément qui lui était nécessaire.

L'existence de l'inventeur du bélinographe, qui s'est achevée en Suisse le 4 mars 1963, avait commencé à Vesoul le 5 mars 1876. Après ses études faites à Dijon, Edouard Belin était allé suivre l'enseignement de l'Ecole impériale et royale des Arts graphiques de Vienne en 1899. Il semble bien que dès cette époque ce sont les procédés photographiques et photo-mécaniques de reproduction de l'image qui l'ont surtout intéressé. Il commença une carrière dans l'industrie des arts graphiques en même temps qu'il entreprenait des recherches personnelles auxquelles il devait uniquement se consacrer à partir de 1911. C'est cette année-là qu'il fonda la maison qui porte son nom.

Déjà il avait à son actif ses réalisations les plus importantes. Son premier brevet qui date de 1894, l'année de son bachot, et concerne un appareil de reporter photographe montre bien qu'Edouard Belin était un inventeur né. Mais il possédait des qualités d'esprit qui lui évitèrent de disperser son attention sur de multiples sujets et de ne laisser derrière lui qu'une œuvre diffuse et épisodique. En laissant sa curiosité explorer tous les aspects de la reproduction et de la transmission lointaine de l'image il s'empara d'un domaine qui se révéla être l'un des plus féconds de la première moitié de notre siècle.

Avec la naissance encore toute récente du cinéma, l'image devenait un des moyens d'expression et d'information dont l'importance ne devait cesser de croître jusqu'à nos jours. A une époque où la télévision ne disposait pas encore des moyens suffisants pour prendre naissance, de 1906 à 1927, Edouard Belin compta parmi les initiateurs qui découvrirent les premières voies.

Le problème principal auquel il attacha sa vie et sa renommée, celui de la transmission de l'image par fil, puis par radio, commença à l'occuper à partir de 1906. Dès 1907 il réalisait la première transmission sur un circuit fermé de Paris à Paris en passant par Lyon et Bordeaux. En 1909 il effectuait des expériences entre la France et l'Angleterre; en 1914 le premier reportage téléphotographique était effectué entre Lyon et Paris à l'aide du transmetteur portatif réalisé l'année précédente.

Tout de suite après la première guerre mondiale, le bélinographe entra pratiquement en service dans le monde entier. En 1921 un premier bélinogramme était transmis par radio d'Annapolis au laboratoire Belin de Malmaison. Il s'agissait d'un document reproduit au trait; la première photographie en demi-teintes fut retransmise par radio en 1925.

Dans ses créations Edouard Belin n'apparaissait pas seulement comme un inventeur sensible aux réalités techniques, mais aussi comme un physicien perspicace sachant pressentir et utiliser à des fins diverses les ressources sans cesse renouvelée de la découverte scientifique. Sur une conception de base très simple, l'exploration d'un document fixé sur un cylindre tournant, il a su appliquer les divers perfectionnements que lui apportait chaque étape de ses recherches de façon à réaliser des appareils sans cesse adaptés à des besoins nouveaux. C'est grâce à cette constante progression que le bélinographe, dont l'invention aura bientôt cinquante ans d'âge, reste l'appareil indispensable du photoreportage mondial. Belin a créé chemin faisant quantité d'autres appareils dont certains ont joué un rôle indispensable en leur temps, comme par exemple ses appareils de chronométrie.

En 1913, c'est avec un appareil inventé par lui qu'ont été effectuées les premières émissions automatiques des signaux horaires internationaux par la Tour Eiffel. Quelques

autres de ses inventions, comme sa machine destinée à transmettre télégraphiquement le texte des journaux déjà composé et à le reproduire à distance parfaitement identique à l'original, n'ont pas eu le sort qui les attendaient parce que l'intervalle d'une guerre avait complètement modifié la situation générale et les techniques qui les avaient inspirées.

Le Conservatoire National des Arts et Métiers a organisé à la mémoire du grand inventeur disparu la présente exposition, d'une part pour faire mieux connaître au grand public la personnalité et l'œuvre d'un des hommes qui ont le mieux servi la technique française, d'autre part pour manifester la reconnaissance due à un bienfaiteur de son Musée.

A diverses reprises il avait enrichi ses collections de pièces qui sont devenues maintenant des témoignages historiques. Son dernier apport date du milieu de l'année 1962 seulement. Cette exposition a pu être réalisée par le Musée du Conservatoire des Arts et Métiers grâce au concours de diverses personnalités et organismes, parmi lesquels il est agréable de remercier Mme Dansette, M. Danjon, membre de l'Institut, et l'Observatoire de Paris, la direction des Etablissements L.I.E. Belin, Mme Valentin, l'Institut Gustave Roussy et le Ministère des Postes et télécommunications.

X

## RECONSTITUTION DU LABORATOIRE PERSONNEL D'EDOUARD BELIN

Cette reconstitution a été réalisée avec les instruments originaux d'Edouard Belin d'après une photographie de son laboratoire personnel. Les objets qui y figurent permettent de situer cette photographie aux environs de la première guerre.

### L'ŒUVRE PHOTOGRAPHIQUE ET CINÉMATOGRAPHIQUE

#### OPISTHÉNOGRAPHE.

Cet appareil photographique fut, en mai 1894, le premier objet breveté par Edouard Belin (brevet 238 842). Le but recherché lors de sa conception était de permettre aux reporters de presse de prendre des clichés sans attirer l'attention, en particulier en photographiant des scènes se déroulant dans leur dos.

Du type devenu classique du « reflex » à deux chambres, il comporte un viseur protégé placé sur l'arrière et des diaphragmes réglables composés de trous de différents diamètres percés dans un disque. Un dispositif simple permet d'escamoter rapidement la plaque sensibilisée et de la remplacer instantanément par une plaque vierge.

Collections du Musée du C.N.A.M. n° 21.000

#### SPECTRO-SENSITOMÈTRE.

Toujours intéressé par les problèmes de photographie, Edouard Belin propose, au cours du Congrès de Montauban, de l'Association française pour l'avancement des sciences en 1902, la méthode spectrosensitométrique sinusoïdale destinée à augmenter la précision des mesures de sensibilité tout en simplifiant les méthodes de ses prédécesseurs. Les appareils construits alors restant de lecture difficile, il présenta, au Congrès international de photographie de Liège, en 1905, le spectro-sensitomètre à diaphragme tournant que l'on peut voir ici.

La caractéristique principale de cet appareil réside dans le tracé spécial de la découpe pratiquée dans le disque obturateur et permettant d'obtenir, pour un spectre étalé suivant une horizontale, des zones d'exposition décroissante suivant l'axe vertical du diagramme. Pratiquement, cet obturateur



donnait les mêmes résultats que les « coins photographiques » utilisés actuellement. L'étalement du spectre était réalisé suivant le principe du spectographe à lumière transmise par un réseau moulé.

Collections du Musée du C.N.A.M. n° 21.003

#### CINÉMATOGRAPHIE.

Comme beaucoup d'inventeur, Edouard Belin s'attacha au problème de la cinématographie à défilement continu. En 1914 il avait fait breveter un appareil à enregistrement continu qui devait assurer de façon simple l'analyse et la synthèse du mouvement. Mais ses recherches furent interrompues par la guerre de 1914-1918 et ne furent jamais reprises malgré un brevet de 1922. Il n'est présenté dans cette exposition aucune pièce originale concernant ce domaine de recherches.

#### LA PHOTOTELEGRAPHIE

##### TÉLESTÉRÉOGRAPHE.

Le 9 novembre 1907, un circuit téléphonique spécial passant par Paris-Lyon-Bordeaux et Paris est établi par les PTT. A Paris, les deux extrémités de ce circuit aboutissent à l'appareil présenté ici, alors baptisé « téléstéréographe » par son inventeur, Edouard Belin. L'un des côtés de l'appareil — actuellement muni d'une photographie — émet une image qui est reçue sur l'autre partie après avoir parcouru les 1 717 kilomètres de circuit.

Le fonctionnement de cet appareil est basé sur l'exploration de l'épaisseur de la gélatine bichromatée, épaisseur qui varie sur les épreuves photographiques obtenues par ce procédé en fonction des noirs et des clairs de l'image fixée. Un palpeur appuie sur l'épreuve photographique et, par un jeu de levier, déplace le contact d'un potentiomètre. Celui-ci est constitué de plaques conductrices minces, isolées les unes des autres, qui sont en réalité les plots d'un rhéostat dont on peut voir les bobines résistantes sous le capot vitré. Le contact du levier balaye les tranches de ces plaques et ses plus petits déplacements sont traduits par des variations de résistance transmises ensuite par la ligne téléphonique.

A la réception, le courant modulé agit sur un oscillographe bifilaire à miroir qui module à son tour le faisceau lumineux d'un projecteur. Ce faisceau est alors réduit optique-

ment à un point lumineux qui sensibilise une pellicule photographique. Après un développement, on obtient ainsi la restitution fidèle de l'image émise.

Collections du Musée du C.N.A.M. n° 18.773

#### BÉLINOGRAPHE A MICROPHONE.

Le système de potentiomètre utilisé à l'émission sur le « Téléstéréographe » posant de nombreux problèmes pratiques, Edouard Belin le remplace en 1909 par un microphone spécial dit « monosphère ». Entre la membrane fixe et la membrane mobile de ce microphone, se trouve un seul granule de charbon, sphérique et d'un diamètre de 1 millimètre, en contact avec chaque membrane par un seul point. La résistance de l'ensemble est proportionnelle aux pressions qui s'exercent en ces points et subit de grandes variations. Naturellement inutilisable pour la transmission des sons, ce microphone permet, en 1909, une série d'expériences entre la France et l'Angleterre.

On le retrouve ici sur le premier bélinographe portatif construit en 1913. Cet appareil, qui fait désormais partie de l'équipement du photographe de presse, n'est qu'émetteur, le récepteur restant à poste fixe dans les locaux du journal ou de l'agence.

Collections du Musée du C.N.A.M. n° 18.774

#### OSCILLOGRAPHE BIFILAIRE A MIROIR.

Inventé en 1901 par Blondel qui l'utilisa pour l'enregistrement optique des oscillations sonores, domaine dans lequel il est encore appliqué, l'oscillographe bifilaire à miroir fut utilisé dès l'origine du bélinographe. Il est particulièrement visible sur le téléstéréographe, entre les deux grosses bobines d'induction qui le complètent. Il se compose en effet d'une source, aimant ou électro-aimant, créant un fort champ magnétique au centre duquel un conducteur extrêmement fin décrit un circuit en U. Un miroir miniature est fixé au centre des deux branches. Tout courant parcourant ce fil tend, du fait de la présence du champ magnétique, à le déplacer vers l'avant pour une branche, vers l'arrière pour l'autre, ce qui fait varier l'orientation du miroir. Si le courant est modulé, les déplacements du réflecteur sont proportionnels et modulent à leur tour un faisceau lumineux convenablement réglé.

Collections du Musée du C.N.A.M. n° 21.092

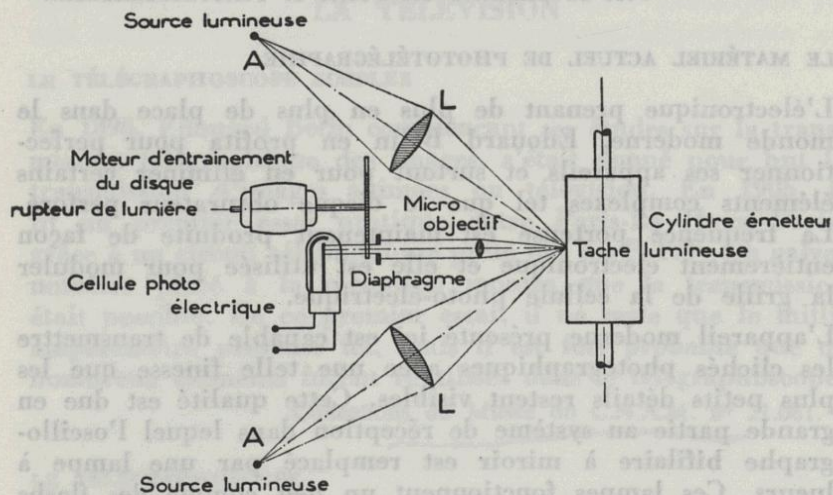
### LES RÉCEPTEURS D'AMATEUR

Vers 1930, de nombreux amateurs désiraient recevoir à domicile les photographies d'actualité. L'émetteur de la Tour Eiffel les diffusa et des récepteurs relativement simples furent mis en vente. Sur ces appareils, dont un exemplaire est présenté ici, le support de réception était un papier au ferrocyanure qui a la propriété de bleuir aux points traversés par un courant électrique. On obtenait ainsi d'assez bons résultats, mais l'apparition de la télévision et ses retransmissions en direct allaient faire disparaître du secteur public les émissions de ce genre.

Prêt de Madame Valentin.

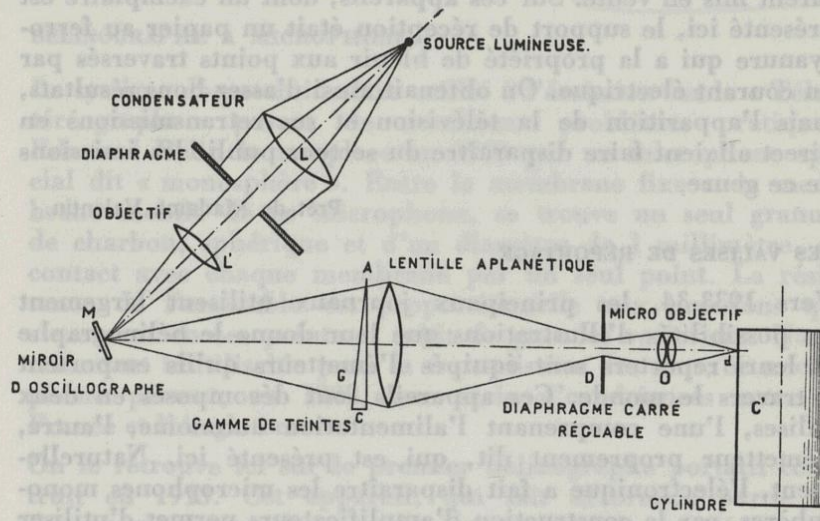
### LES VALISES DE REPORTAGE

Vers 1933-34, les principaux journaux utilisent largement les possibilités d'illustrations que leur donne le bélinographe et leurs reporters sont équipés d'émetteurs qu'ils emportent à travers le monde. Ces appareils sont décomposés en deux valises, l'une comprenant l'alimentation autonome, l'autre, l'émetteur proprement dit, qui est présenté ici. Naturellement, l'électronique a fait disparaître les microphones monosphères, car la construction d'amplificateurs permet d'utiliser les cellules à vide. On concentre donc sur la photo à transmettre un faisceau lumineux dont une plus ou moins grande partie, suivant les densités de blancs ou de noirs, est renvoyée vers une cellule photo-électrique.



Pour que la modulation ainsi obtenue puisse être transmise par les circuits téléphoniques, il faut l'utiliser dans une bande

de fréquences audibles. On effectue cette transposition de fréquence en coupant le faisceau lumineux réfléchi par un disque obturateur percé de trous identiques et équidistants dont le nombre multiplié par la vitesse de rotation crée une fréquence de l'ordre de 1500 Hertz. A la réception, on



continue à utiliser l'oscillographe bifilaire à miroir, mais cet appareil étant installé de façon fixe dans les locaux du journal, la fragilité de l'oscillographe n'est pas un handicap.

Prêt du Ministère des Postes et Télécommunications.

#### LE MATÉRIEL ACTUEL DE PHOTOTÉLÉGRAPHIE

L'électronique prenant de plus en plus de place dans le monde moderne, Edouard Belin en profita pour perfectionner ses appareils et surtout pour éliminer certains éléments complexes tel que le disque obturateur perforé. La fréquence porteuse est maintenant produite de façon entièrement électronique et elle est utilisée pour moduler la grille de la cellule photo-électrique.

L'appareil moderne présenté ici est capable de transmettre les clichés photographiques avec une telle finesse que les plus petits détails restent visibles. Cette qualité est due en grande partie au système de réception dans lequel l'oscillographe bifilaire à miroir est remplacé par une lampe à lueurs. Ces lampes fonctionnent un peu comme des flashes photographiques en ce qui concerne la durée des éclairs, mais la quantité de lumière qu'elles donnent est fonction

de la tension mise aux bornes, donc de la modulation transmise en ligne.

Prêt du Ministère des Postes et Télécommunications.

#### LES FAC-SIMILE

La reproduction de documents au trait ou par à-plats, c'est-à-dire sans demi-teintes, ne nécessite pas l'utilisation des procédés photographiques qui, en plus des difficultés occasionnées par le chargement en chambre obscure, exigent de longues opérations de développement, fixage, séchage. Dans le cas de documents simples, on se contente donc d'un système d'inscription donnant immédiatement et sans traitements ultérieurs une image définitive. Pour cela, on fait appel, soit à l'étincelage électrique qui détruit une couche superficielle sur un papier spécial, soit au procédé de frappe. Dans ce dernier cas, celui de l'appareil présenté ici, l'inscripteur agit comme le caractère d'une machine à écrire, frappant le papier à travers une feuille de papier carbone. Le frappeur est un simple style commandé par un appareil identique à l'écouteur électro-magnétique de téléphone, c'est-à-dire composé d'un électro-aimant et d'une membrane souple solidaire du style inscripteur.

Prêt de l'Institut Gustave Roussy.

### LA TELEVISION

#### LE TÉLÉGRAPHOSCOPE SIMPLEX

En 1896, Edouard Belin commençant ses études sur la transmission télégraphique des images, s'était donné pour but la transmission d'images animées ou télévision. En 1905, il fit un premier essai pratique entre Paris-Le Havre-Paris, grâce à un circuit téléphonique prêté par les P.T.T. Un galvanomètre placé à la réception montra que la transmission était possible. De ce premier essai, il ne reste que le milli-ampéremètre présenté ici, mais il est fort probable que de nombreux éléments furent réutilisés dans le télégraphoscope.

Collections du Musée du C.N.A.M. n° 21.061.

#### LE TÉLÉGRAPHOSCOPE

Convaincu de la possibilité de recevoir à distance une image immatérielle captée au sein d'une chambre noire, Edouard

Belin perfectionne son télégraphoscope, mais les appareils de réception assez sensibles lui font défaut. En effet, ce n'est que bien plus tard que le tube cathodique de Braun recevra une application pratique. Pour tourner cette difficulté, Belin crée de toutes pièces un enregistreur mécanique dont une étape est présentée ici, (collections du Musée du C.N.A.M. n° 21.001).

Les deux photographies qui illustrent cette partie de l'exposition montrent l'installation qui, en 1906, permit la transmission et la réception de la première image. On y reconnaît quelques-uns des éléments présentés ici autour de la barette de 80 cellules au sélénium qui a servi à cette transmission. A la suite de ce succès, Edouard Belin construit deux appareils dont l'un est émetteur (collections du C.N.A.M. n° 21 004) et l'autre récepteur (collections du C.N.A.M. n° 19 876) qu'il considère comme définitifs tout en admettant que malgré tout sa réussite apparente est en réalité un échec, car l'inertie du sélénium est trop grande. Il vient pourtant d'importer en France la première cellule à vide, mais le manque d'amplificateurs le rebute momentanément.

#### LE SEUIL DE VISIBILITÉ

En 1926, Belin pense que les perfectionnements apportés dans les diverses techniques lui permettent de reprendre ses recherches. Avec Holweck, il monte une expérience dont les résultats lui prouvent qu'il est possible de balayer une

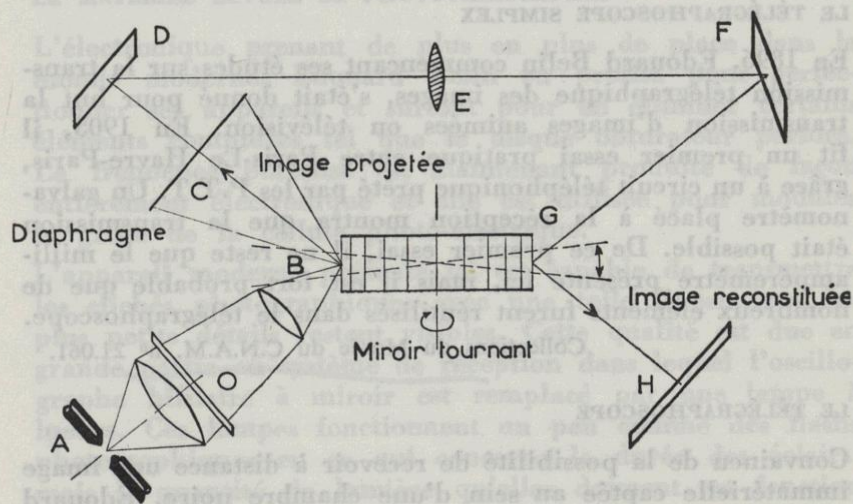


image complète en moins de 1/16 de seconde, cadence connue pour son utilisation en cinématographie, mais qui représente pour chaque point de l'image une exposition extrêmement brève dont il montrera qu'elle est suffisante pour impressionner la rétine. L'appareil qui servit à cette démonstration est présenté ici.

Collections du Musée du C.N.A.M. n° 18.877.

#### NAISSANCE DE LA TÉLÉVISION CATHODIQUE

A la suite des expériences sur le seuil de visibilité, Edouard Belin et Holweck vont obtenir une première série d'images satisfaisantes. Pour la réception, ils utilisent l'oscilloscope cathodique qui vient d'être amélioré par Valensi. Pour l'émission, ils adoptent un système de balayage à deux miroirs oscillants qui est présenté ici.

La définition, 33 lignes, est faible mais suffisante pour que l'image animée paraisse sur l'écran. Malgré ces résultats prometteurs, Edouard Belin renonce à ses recherches sur la télévision, car il reconnaît que l'analyse mécanique est insuffisante et il a peu de ressources dans les domaines électro-niques. Néanmoins, un essai imposera le tube cathodique comme récepteur et les postes de télévision actuels s'inspirent de cet enseignement.

Collections du Musée du C.N.A.M. n° 18.878.

#### L'APPORT A LA CHRONOMETRIE

##### PREMIÈRES ÉMISSIONS DE SIGNAUX HORAIRES.

En 1910, le général Ferrié, créateur de la station d'émission de la Tour Eiffel, y organisa, aidé par André Blondel, René Mesmy, Camille Tissot et Paul Brenot, les premières émissions de l'heure exacte fournie par l'Observatoire de Paris. Cette photographie rappelle le souvenir des moyens avec lesquels furent réalisées à l'origine ces émissions de signaux horaires.

Don du Colonel Brenot.

##### LES ÉMISSIONS DE 1913.

En 1912, la Conférence internationale de l'heure qui se tint à Paris institua auprès de l'Observatoire de Paris le Bureau de l'heure fondamentale qui reçut pour mission « de déterminer sans interruption le temps fondamental de l'humanité après réception des signaux de tous les pays ».

Cet impératif entraîna la coordination de nombreuses techniques, en particulier des télécommunications. En 1913, Edouard Belin construisit l'appareil présenté ici. On remarquera que les signaux à émettre sont inscrits en surépaisseur à la périphérie du cylindre. Ils commandent un contact électrique dont les impulsions sont transmises au poste émetteur de T.S.F.

Prêt de l'Observatoire de Paris.

#### LES ÉMETTEURS A LECTURE PHOTO-ÉLECTRIQUE.

Dès 1908, la première installation d'Edouard Belin était dépassée et il devenait nécessaire de l'adapter aux exigences de la radio-électricité. C'est alors qu'il créa l'émetteur à lecture photo-électrique dont un exemplaire plus récent (1946) est présenté ici. Dans cet appareil, les signaux sont symbolisés par des plages blanches sur un fond noir explorées par un faisceau lumineux modulé agissant sur une cellule photo-électrique portée par le chariot. Ce mode de lecture est identique à celui utilisé sur les bélinographes actuels. Les inscriptions portées sur le cylindre en signaux codés sont de deux sortes : l'indicatif de la pendule qui parfois est répété et les tops horaires à la cadence d'un par seconde. Ce cylindre est entraîné par un moteur synchrone piloté par la pendule. L'ensemble est donc parfaitement synchronisé. Une très grande précision est obtenue en jouant sur la modulation du faisceau lumineux servant à la lecture.

Prêt de l'Observatoire de Paris.

#### LES CHRONOGRAPHES ENREGISTREURS.

Leur taille est subordonnée aux besoins mais ils sont composés dans tous les cas d'un cylindre garni d'une feuille spéciale de papier coloré recouvert d'une mince couche de paraffine. Une pointe solidaire du relais enregistreur gratte la couche pendant toute la durée du signal, faisant apparaître la couleur du papier.

Naturellement, si l'on désire comparer entre elles plusieurs pendules, on peut placer plusieurs relais inscripteurs sur le même chariot.

L'entraînement de ces ensembles est effectué par un moteur synchrone accroché à une fréquence déterminée. Si la fréquence reçue et la fréquence pilote sont identiques, les signaux s'inscrivent sur le cylindre suivant une génératrice, mais si leurs périodes sont différentes, l'alignement des signaux enregistrés se présente suivant une ligne inclinée par rapport à



la génératrice, dans un sens ou dans l'autre suivant le signe de la différence.

Ces ensembles permettent à l'Observatoire de Paris, comme d'ailleurs à ceux qui effectuent les mêmes contrôles, d'enregistrer les émissions des pendules des différents pays. Les moteurs d'entraînement sont alors synchronisés avec les pendules ou garde-temps de l'Observatoire et la mesure des divergences des pendules des autres observatoires par rapport à l'heure étalon se réduit à une simple mesure de longueur sur la feuille d'enregistrement. Dans la pratique, le cylindre tourne sans interruption mais le chariot inscripteur n'est mis en marche que lorsque des émissions ont lieu. On obtient ainsi les enregistrements de toute une journée sur une seule feuille.

Les deux grands chronographes sont prêtés par l'Observatoire de Paris, le petit appartient aux collections du Musée du C.N.A.M. n° 21.157.

## LES ETUDES DE PHONOGRAPHES

A une certaine époque, Edouard Belin considéra que les lecteurs électromagnétiques ou « pick-ups » utilisés pour la lecture des disques et les circuits amplificateurs, que leurs variations extrêmement faibles du courant de sortie rendaient indispensables pour mettre en jeu un haut parleur, était coûteux, difficilement transportables et altéraient les sons. Ce raisonnement fut longtemps justifié et c'est pour simplifier l'équipement de lecture des disques tout en en améliorant les qualités qu'il étudia des phonographes à microphones dont on voit ici deux exemplaires entourés de quelques exemplaires des microphones qu'il créa dans ce but.

Il ne pouvait en effet utiliser les microphones alors construits pour de nombreux usages car ils étaient instables et ne supportaient que de faibles intensités, ce qui nuisait à la stabilité et à la puissance de la reproduction musicale. Comme il l'avait fait pour le bélinographe à microphone, il étudia de nouveaux types de capsules microphoniques avec lesquelles il obtint d'assez bons résultats mais il ne semble pas que ces appareils aient été largement diffusés dans le public. Au cours de ses recherches, il fut amené à constater que seules les variations de pression devaient agir, à l'exclusion des variations de position des grains de charbon. Pour arriver à ce but, il abandonna les granules sphériques au profit

de la grenaille grossièrement concassée, à l'aide de laquelle il construisit deux types de microphones.

Le premier type de microphone est assez semblable à la fois aux diaphragmes de lecture pneumatiques et aux microphones téléphoniques. Entre une face conductrice fixe et une membrane conductrice souple solidaire du style de lecture, une couronne de grenaille est maintenue à la périphérie par un cylindre souple qui amortit en même temps les vibrations propres de la membrane. Ainsi monté, le microphone n'oppose aucun obstacle au mouvement de la membrane mobile, donc au style de lecture. L'action sur la grenaille en est démultipliée mais reste proportionnelle aux pressions centrales, et le rapport entre ces pressions et les intensités reste constant. On peut faire passer dans cet ensemble de forts courants sans dommage pour l'appareil et ainsi éviter toute amplification ultérieure.

Le second type de microphone se rapproche davantage des têtes de pick-up. Actuellement, il serait dénommé « push-pull ». Cette appellation trouve son origine dans le fait que la membrane mobile est placée au centre de l'ensemble et commande en réalité deux microphones distincts dont le seul point commun est justement cette membrane. Son épaisseur et son diamètre doivent être étudiés de telle façon que sa période propre soit rejetée hors du spectre audible. Ainsi montés les deux microphones fonctionnent l'un en compression, l'autre en traction.

Collections du Musée du C.N.A.M.