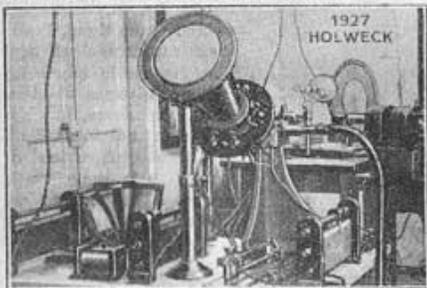




De la télévision, vous savez, mon cher lecteur, beaucoup de choses. Tant de choses qu'elles s'emmêlent quelque peu, lorsque — et cela vous arrive dix fois par jour, actuellement — on vous demande d'expliquer ce qu'est la « nouvelle découverte ». Or, il vous appartient bien, à vous technicien ou amateur, de mettre au point les idées du grand public. Voulez-vous me permettre de vous présenter un bref mémento, qui, je l'espère, facilitera votre tâche d'éducateur?

1. Avant d'être imaginées, les grandes découvertes ont été rêvées. Entendre, voir ce qui se passe au loin fut un des grands soucis des mages d'autrefois. On ne concevait pas, alors, la nécessité d'un « émetteur » installé sur le lieu de la scène observée, et qui se révèle aujourd'hui indispensable. Il suffisait d'un globe de cristal, entre les mains du nécromant, pour montrer à son consultant les êtres éloignés, qu'ils fussent d'ailleurs actuels, passés ou futurs, voire hors du temps...



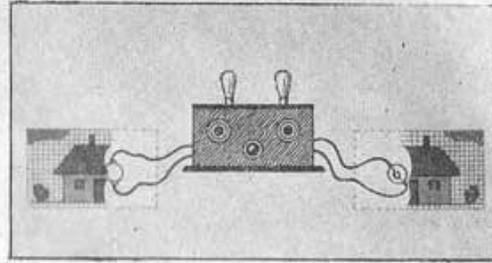
2. L'invention du téléphone électrique, celle de la cellule au sélénium, donnèrent consistance à ces vieux rêves. L'invention de Paul NIPPKOW, qui imagina de transmettre successivement les différents points de l'image (1886) devait attendre, pour se matérialiser en images reconnaissables, BARD (1922) et HOLWECK (1927). Des centaines de chercheurs, plus ou moins heureux, apportèrent chacun leur pierre à cet édifice.

3. Est-ce à dire que la période des recherches soit révolue? Certes non. La télévision sort à peine du laboratoire pour aborder, depuis un an, le domaine expérimental. Du stade industriel, il n'est pas question pour le moment. Il est bon, cependant, de savoir où l'on en est. En Angleterre et en Allemagne, où les recherches ont été poussées beaucoup plus avant qu'en France, on obtient des images à 320 lignes, stables et fidèles, ce qui fournit presque l'équivalent du cinéma d'amateur. Mais les appareils restent chers, trop chers pour que les frais énormes d'émissions couvrant tout le territoire soient justifiables. La France est fort en retard dans ce domaine : plus de deux ans, dans une technique dont la mobilité est prodigieuse. Cela tient à ce que l'on a plus copié qu'imaginé. Des improvisations ne sont pas des recherches ; mais les techniciens ne sont pas responsables de cela. Le professeur français HOLWECK n'était-il pas en tête de tous lorsqu'on lui fit arrêter ses recherches?

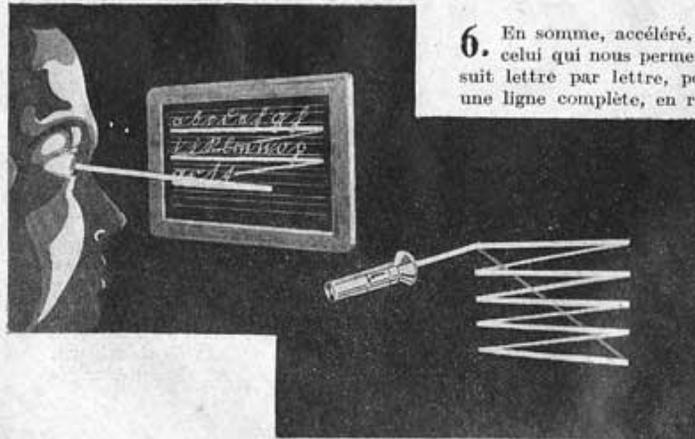
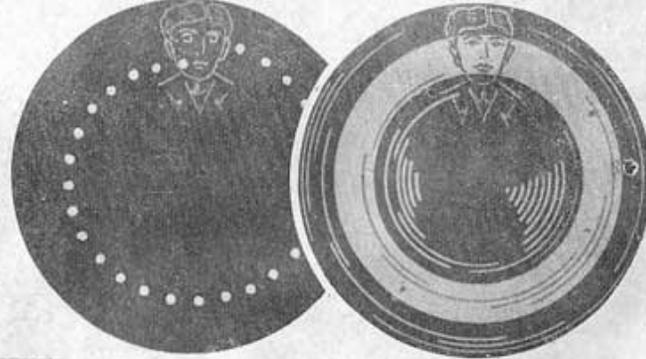


Une image de 180 lignes moderne (Fernsch, 1934) photo non retouchée.

4. Les premières tentatives de reproduction électrique des images animées découlèrent de la découverte des propriétés photo-électriques du sélénium, dont la résistance change lorsqu'il est illuminé. On proposait de construire un écran constitué par une mosaïque de petites cellules, soumises chacune à une tension; à chaque point correspondrait ainsi un courant dont l'intensité dépendrait de l'illumination de ce point. A la réception, le courant convenablement transmis, illuminerait une lampe correspondante. La complication serait prohibitive pour les 40 à 100.000 points d'une bonne image moderne!



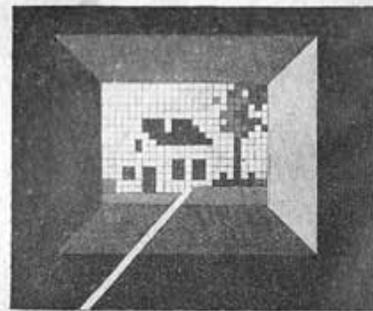
5. La méthode de l'exploration point par point changea la face du problème. Supposons un disque percé de trous, arrêté devant un sujet: on n'en voit qu'un seul élément qui, petit, paraît uniforme. Faisons maintenant tourner le disque: au travers des trous défilant rapidement, on voit tout le sujet, si ces trous sont convenablement disposés, comme on voit l'avion derrière l'hélice en mouvement. Mais, à chaque instant, un observateur « parfait » ne verrait qu'un point d'intensité variable, dont le mouvement reconstitue l'image.

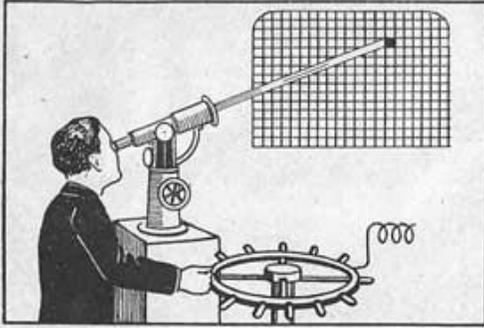


6. En somme, accéléré, le procédé n'est pas différent de celui qui nous permet de lire une page de texte. L'œil suit lettre par lettre, point par point, pourrait-on dire; une ligne complète, en reconnaissant à chaque instant la

nature du caractère. Après avoir lu une ligne, l'œil revient rapidement en arrière pour lire de la même façon la ligne suivante, et ainsi de suite. De même, le « spot » lumineux balaie lentement une ligne, puis revient rapidement à la ligne contiguë (qu'on a largement séparée sur la figure pour la rendre plus claire).

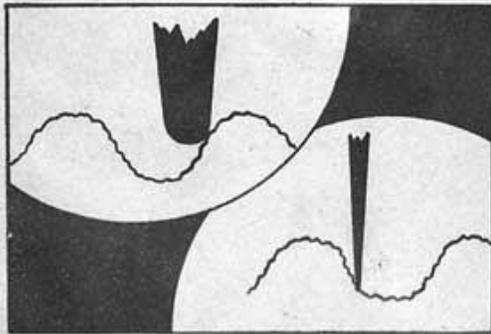
7. La décomposition ligne par ligne est donc claire; la décomposition point par point de chaque ligne n'est qu'un artifice du raisonnement, puisque le point se déplace de façon continue le long de la ligne. Si l'on garde présent à l'esprit le fait que la définition le long de la ligne présente un sens plus vague, et qu'elle est d'essence différente de la définition dans le sens transversal, on peut néanmoins utiliser la notion de « point d'image ». Le sujet se présente alors comme une mosaïque d'autant plus serrée que la perfection de l'exploration (ou nombre de lignes) est plus élevée. Chacun des éléments de cette mosaïque est considéré comme uniforme, et présente une teinte moyenne qui le définit. La reconstitution de l'image exige que l'on transmette la teinte moyenne de chacun de ces éléments aussi précisément qu'il est possible. Comme la transmission est électrique, il faut transformer cette teinte en une grandeur électrique.



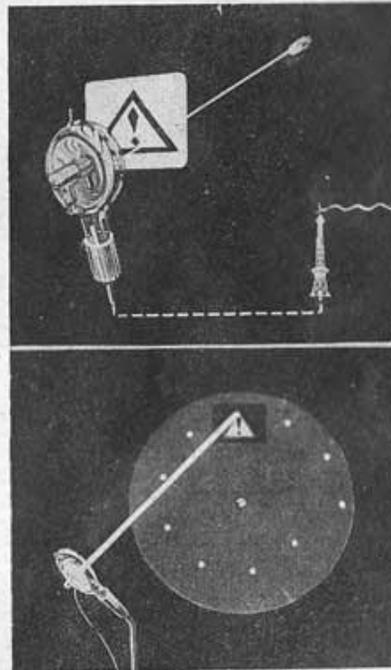


9. Parmi les dispositifs servant à mesurer une quantité de lumière, il en existe un qui ne manifeste aucune inertie, qui fournit instantanément la réponse : c'est la cellule photoélectrique, dont on utilise d'ailleurs certains modèles dans les photomètres pour photographie. Les cellules utilisées en télévision comportent une couche très mince, dans le vide, d'un métal alcalin, le potassium (métal qui, combiné aux éléments de l'eau, donne la potasse caustique) ou son jumeau le césium. Ces métaux émettent, sous l'influence de la lumière, des particules d'électricité négative, ou électrons, comme le fait sous l'influence de la chaleur la cathode d'une lampe de T. S. F. Il suffit d'attirer les électrons libérés au moyen d'une anode positive pour obtenir un courant proportionnel à la quantité de lumière. Pour avoir un courant assez important, ce qui est une des difficultés de la télévision, on est amené à utiliser la plus grande quantité de lumière possible. Cela s'obtient par exemple en utilisant une image transparente qui arrête entièrement le rayon lumineux dans ses parties opaques, et le laisse entièrement passer dans les parties claires.

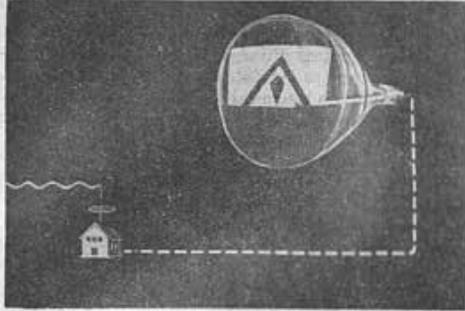
10. Grâce à la combinaison des deux éléments essentiels que nous venons de décrire, le disque de Nipkow qui permet l'analyse de l'image point par point, et la cellule photoélectrique qui fait correspondre à chaque point, c'est-à-dire à chaque instant (puisque le disque fait correspondre les points de l'espace à des instants de la durée) une intensité électrique, le problème de l'émission de l'image, sa traduction électrique, est résolu en principe.



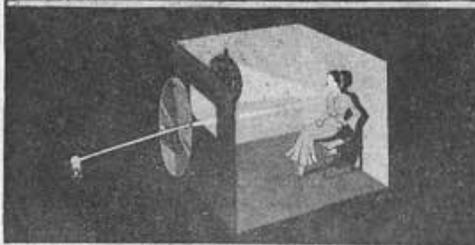
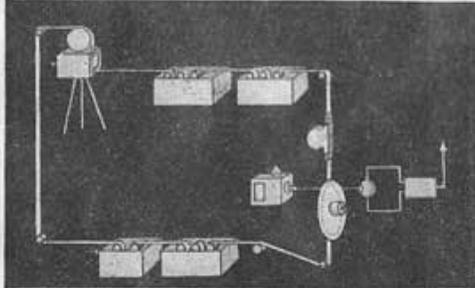
8. Si nous avions le temps de nous attarder sur chaque élément d'image, rien ne serait plus facile que de transmettre sa teinte moyenne. Il nous suffirait de la mesurer au moyen d'un photomètre, construit de telle sorte qu'il limite son observation à un certain de point l'image. La manœuvre d'un rhéostat, par exemple, nous permettrait de régler un courant ou une tension de telle sorte qu'il restât proportionnel à la lecture que nous ferions, sur l'instrument de mesure, de la quantité de lumière. Mais cette mesure et la manœuvre correspondante prendraient à l'opérateur quelques secondes, alors qu'il nous faut transmettre au moins 40.000 points dans le temps d'exploration d'une image, lequel ne doit pas excéder 1/25 de seconde pour qu'elle paraisse continue. Un fonctionnement automatique et instantané s'impose donc.



11. Mais, du principe à la réalisation, il reste à franchir un pas très important. Les variations produites par le passage d'un point blanc à un point noir, par exemple, sont d'une déconcertante rapidité : si nous transmettons 40.000 points en 1/25 de seconde, le temps de passage du blanc au noir devra être moindre que le temps d'exploration d'un point, c'est-à-dire qu'un millionième de seconde. Comparons cela à l'exploration d'un disque de phonographe par une aiguille : si le disque est gravé à 5.000 périodes par seconde, il faudra un dix-millième de seconde à l'aiguille pour passer du fond du sillon au sommet. Il nous faudrait donc, pour explorer les petites aspérités du disque correspondant aux détails de l'image de télévision, une aiguille cent fois plus fine et un amplificateur cent fois plus subtil.

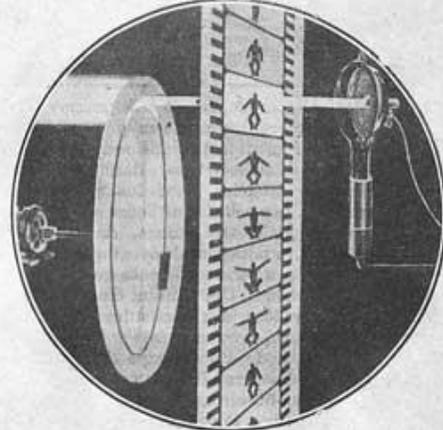


13. L'image que nous avons considérée jusqu'à présent était immobile. Mais rien n'empêche qu'après chaque exploration complète on la remplace par une autre. C'est ce que l'on peut obtenir simplement en utilisant les images successives d'un film cinématographique, déroulé devant l'émetteur de télévision au moyen d'un projecteur normal. En pratique, on dispose le disque à trous du télécinéma de telle sorte que le film passe devant lui d'un mouvement continu, et non saccadé.



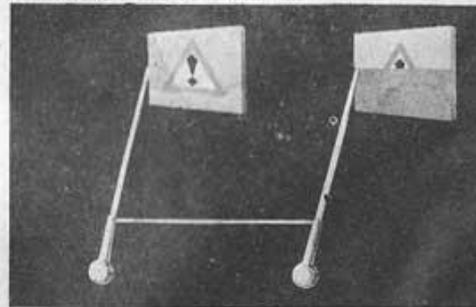
16. Revenons à notre récepteur. Il ne suffit pas que le point lumineux qu'on y créera reproduise les variations d'éclaircement du sujet. Encore faut-il qu'il occupe à tout instant la même position que le point correspondant de l'émetteur. Pour cela, il faudra non seulement qu'il ait la même vitesse relative (compte tenu du rapport des dimensions des images) mais encore qu'il parte en même temps que lui du bord. Ce *synchronisme* a paru longtemps une des grandes difficultés de la télévision. Il suffirait en effet que les deux vitesses relatives fussent imperceptiblement différentes pour que, au bout de peu de temps les deux images ne se ressemblassent plus du tout. Il faut, pour éviter cela, créer une liaison *télé-mécanique* entre l'émetteur et le récepteur.

12. [Ces difficultés, nous les retrouverons à la réception. Car notre courant variable nous servira à moduler une onde hertzienne, exactement comme s'il provenait d'un pick-up. Nous le recevrons au moyen d'un appareil qui ne diffère pas, dans son principe, d'un appareil de T. S. F. ordinaire. Cependant, on conçoit que cette subtilité du courant de modulation impose des précautions tout à fait particulières. Amplifié et détecté, le signal est appliqué à un organe, l'oscillographe, qui joue un rôle symétrique de celui de notre dispositif d'émission.]

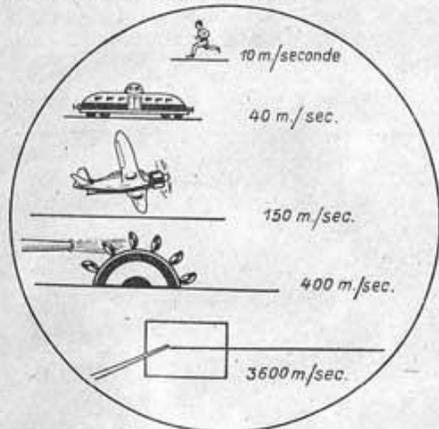


14. Et cela nous suggère une possibilité pour des scènes animées quelconques : les filmer et transmettre le film intermédiaire par télécinéma. Pour rendre plus court le temps qui s'écoule entre la prise de vues et la transmission, on a mis au point des machines très ingénieuses qui fabriquent le film, le développent, le lavent et le fixent sommairement, le tout en quelques secondes.

15. Il est également possible de se passer d'intermédiaire, bien que le résultat soit actuellement moins bon. On peut projeter l'image du sujet, fortement éclairé, sur le disque à trous. On peut aussi, progrès introduit par Экстрем, éclairer le sujet par un point mu rapidement, et recueillir la lumière réfléchie sur des cellules photoélectriques, remplaçant ainsi la cellule par la source lumineuse, et inversement, dans le schéma primitif.

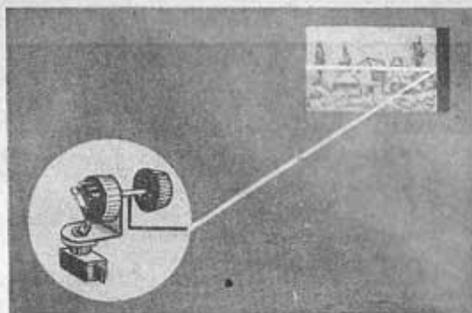
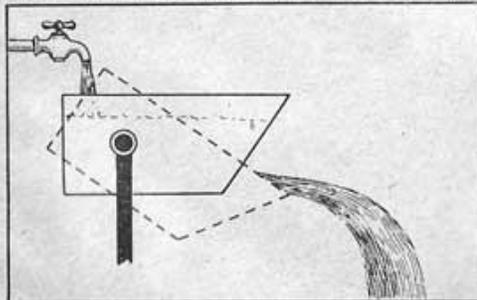


17. A cette fin, BARD a imaginé de transmettre à la fin de chaque ligne un « top de synchronisation », signal plus noir que le noir, qui permet de ramener le spot du récepteur en bout de la ligne suivante. En somme, le fonctionnement ressemble à celui d'un potentiomètre à interrupteur qui, plus loin que l'extrémité de sa course utile de potentiomètre, joue un autre rôle et ferme ou ouvre un circuit. Pour nous, une tension dirigée dans le sens des noirs (moins de volume) ramène le spot en arrière (fonctionnement de l'interrupteur). On peut de même revenir de la fin d'image au début.

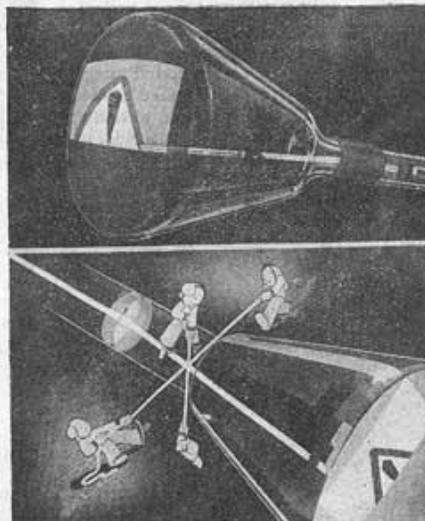


19. Et voici, pour nous sauver, l'oscillographe cathodique, dont la partie mobile est un pinceau d'électrons, d'inertie pratiquement négligeable. En tombant sur un écran intérieur fait d'une matière convenable, le pinceau d'électrons l'illumine, et cela proportionnellement à son intensité. Sur le fond de l'ampoule cathodique, s'inscrit donc, d'instant en instant l'intensité du faisceau.

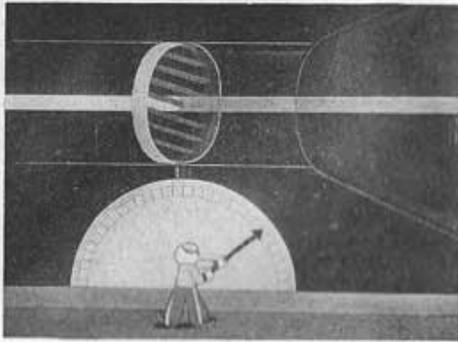
20. Pour que le point lumineux explore la trame de l'image, il nous faut dévier à chaque instant notre pinceau électronique d'une certaine quantité de droite à gauche, et du haut vers le bas, par exemple. Cela est rendu très facile par le défaut d'inertie des électrons, et par leur charge électrique : une tension appliquée entre deux plaques « défléctrices » fait s'incurver le pinceau vers la plaque la plus positive.



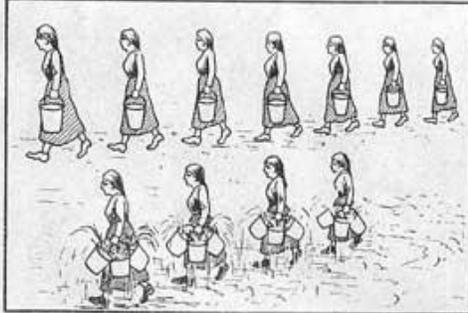
18. Mais comment, dans notre récepteur, qui doit être un appareil relativement simple, faire mouvoir notre point lumineux? Pour peu que nous demandions une image de 45 cm, notre point battra le record des mécaniques les plus perfectionnées. L'optique ne demande qu'à venir à notre secours, mais ce que nous gagnerons en dimensions, nous le perdrons en luminosité, et nos images ne sont pas trop lumineuses...



21. Encore faut-il que la vitesse du spot lumineux reste constante tout le long d'une ligne, qu'il revienne rapidement à son point de départ, et qu'un mouvement analogue s'opère dans la direction perpendiculaire. Cela est en général obtenu au moyen d'oscillations de relaxation, qui se déclenchent au rythme imposé par le top de synchronisme. On en peut donner une image mécanique en observant ce qui se passe dans un bac évasé suspendu vers son milieu, et que remplit un fillet d'eau. Tant que le liquide reste au-dessous d'un certain point, son niveau monte; au point critique, le bac bascule et se vide d'un coup pour revenir au point de départ. Il en va de même d'un condensateur qu'un faible courant charge, et qui se vide à travers un tube à néon, par exemple, lorsque la tension atteint un certain niveau.

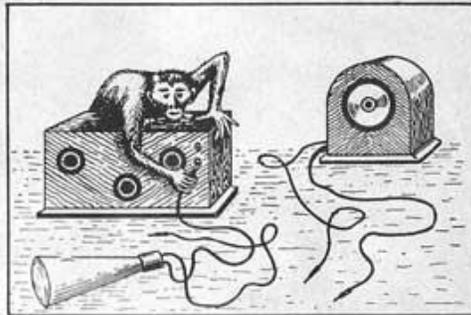


23. Cette intensité du spot cathodique, nous la commandons donc comme nous ferions d'un amplificateur, par la tension détectée et convenablement amplifiée. C'est peut-être ce qui a rendu possible cette manœuvre inqualifiable de certains commerçants annonçant sur leurs récepteurs de T. S. F. une « prise de télévision ». Si, par nature, le problème est le même que pour le son, il est tout à fait différent par ses valeurs numériques, et le récepteur usuel ne saurait servir pour l'image. D'abord, l'émission d'image est dépourvue d'intérêt si l'on ne suit pas le son en même temps, et deux récepteurs distincts doivent être utilisés. Et puis, le téléviseur exige un dispositif de balayage ; sa commande d'intensité elle-même doit être spéciale.



25. Les ondes courtes ordinaires sont fort encombrées, et la télévision est, entre toutes, chose encombrante. De plus, ces ondes portent loin pour la téléphonie, mais le type de fading dont elles souffrent limiterait la portée utile à très peu en télévision. Autant utiliser les ondes très courtes, qui donnent les mêmes résultats avec un encombrement moindre de l'éther, et en supprimant les interférences lointaines. Les ondes ultra-courtes, au-dessous de dix mètres, ne portent en général pas sensiblement plus loin qu'un phare, en raison de la courbure de la terre : puisqu'on ne peut pas utiliser l'onde réfléchi par la couche d'Heaviside, tout bien pesé, ce n'est pas un inconvénient. Et n'oublions pas que, en raison de ce que nous avons appelé la *subtilité* du signal, l'appareil récepteur devra être établi de façon toute spéciale.

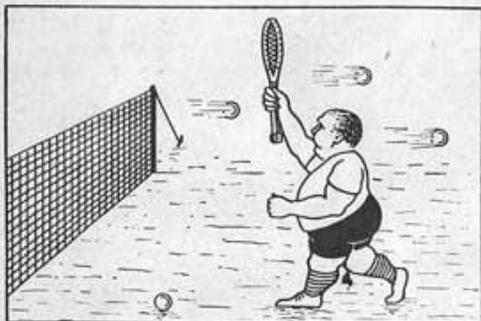
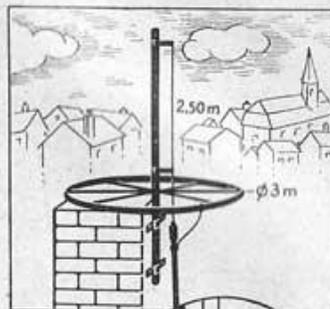
22. La commande de l'intensité du faisceau électronique se fait de la façon la plus simple du monde, à peu près comme la commande de l'intensité du courant dans une lampe de T. S. F. par l'interposition d'une grille. Lorsqu'elle est très négative, elle monte une garde vigilante pour empêcher les électrons de s'échapper vers l'anode qui les extrait d'une cathode chaude normale ; lorsqu'elle est moins négative, sa surveillance se relâche, un plus grand nombre d'électrons s'échappent vers l'anode. Comme celle-ci est percée d'un trou, certains d'entre eux la dépassent et forment un pinceau cathodique dont l'intensité dépend ainsi du potentiel de la grille. Notons en passant que le problème du cathodique git pour une part dans l'obtention d'un faisceau très fin, laissant sur l'écran une trace punctiforme, et pourtant intense.



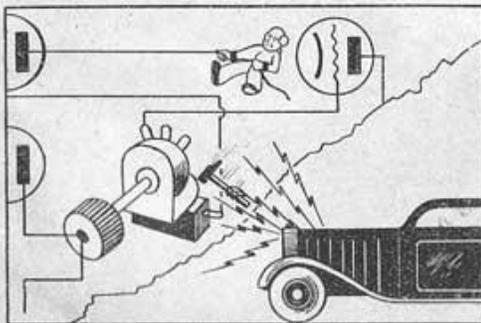
24. Tout d'abord, on ne peut pas transmettre de la télévision fine sur les ondes normales ; nous avons vu qu'il pouvait y avoir un million de modifications d'intensité dans une seconde : il est bien évident que l'onde porteuse ne peut, dans une seule de ses alternances, transporter plusieurs modifications de la modulation. Il se produirait un affreux mélange, comme si la même porteuse d'eau voulait transporter plusieurs seaux d'une seule main. Bien au contraire, il faut plusieurs alternances de l'onde porteuse pour transmettre un détail élémentaire de l'image. Cela nous amène déjà aux ondes courtes. Mais ce n'est pas tout.



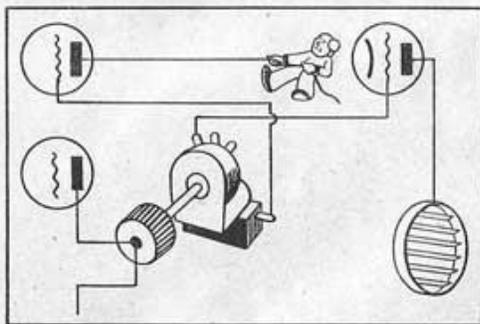
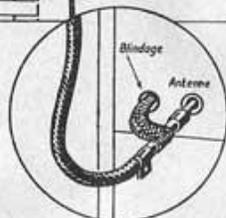
26. L'antenne elle-même doit être particulière. Tout d'abord, les ondes ultra-courtes se propagent à la façon des rayons lumineux, l'antenne sera autant que possible mise à l'extérieur et surélevée de façon à « voir » l'antenne émettrice. Néanmoins, il ne faut pas s'exagérer la portée de cette remarque : une visibilité rigoureuse, si elle améliore la situation, ne s'impose pas absolument. Ensuite, l'antenne aura facilement une longueur comparable à celle de l'onde : on en profitera pour l'accorder exactement, ce qui est d'autant plus facile que l'on n'envisage pas de recevoir plusieurs émetteurs de longueurs d'ondes différentes. L'antenne qui a donné les meilleurs résultats comporte une simple tige verticale, et un contrepoids constitué par un cercle métallique placé à la base de l'antenne. La descente sera blindée, pour la protéger contre les parasites industriels et... automobiles !



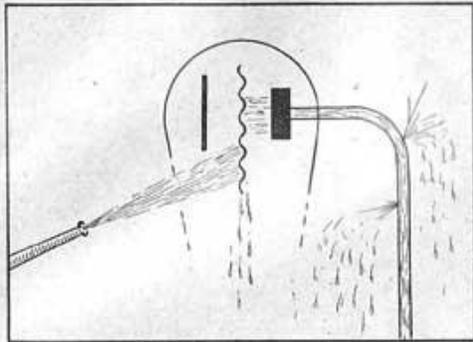
28. Notre signal est reçu, amplifié, détecté. Il lui faut encore commander, grâce à ses tops de synchronisme, les relaxateurs de balayage. Nous retrouvons là notre potentiomètre à interrupteur, auquel nous demanderons bien entendu un fonctionnement instantané. Matériellement, une lampe très fortement polarisée, la séparatrice, ne laissera passer un courant de commande que lorsque sa grille sera attaquée par une tension détectée suffisamment positive, correspondant à un signal fort, plus noir, avons-nous dit, que les noirs de l'image. Que cette action se produise aussitôt après la détection, ou au contraire après une certaine amplification BF, son rôle est le même. Dans notre analogie hydraulique, elle correspond à l'arrivée brusque, au moment où le bac est près de verser, d'un seau d'eau qui force au renversement.



27. Ce n'est point là la seule particularité du récepteur de télévision. Ses circuits doivent avoir une très faible constante de temps, c'est-à-dire suivre très rapidement les changements de la modulation. Un circuit oscillant, en effet ne change pas d'état oscillatoire sans quelque inertie ; il lui faut pour cela un certain délai, cette constante de temps, justement, qui doit être plus brève que le temps de passage, d'un détail, un millionième de seconde, par exemple. Que pourrait faire un gros pataud de circuit normal, avec sa constante de cent millièmes de seconde ?

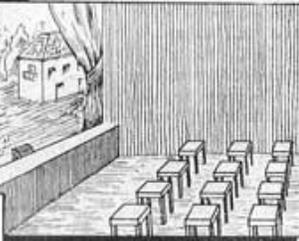
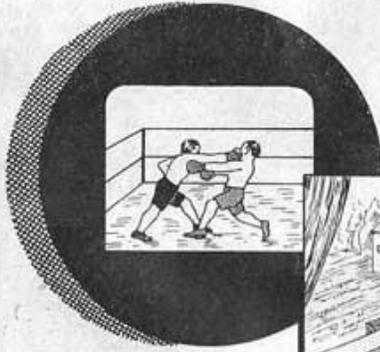
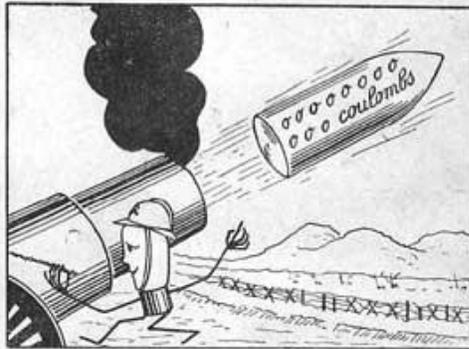


29. Suivant les systèmes, le retour au début d'image se fera en comptant automatiquement le nombre de tops de fin de ligne, ou bien en utilisant un super-top annonçant la fin de l'image. Malheureusement, il suffira d'un signal parasite extrêmement fort pour bouleverser tous nos calculs, et ramener le spot au début de l'image à contre-temps. Et l'expérience prouve que, si le signal n'est pas très intense, il est facilement dominé par l'émission indésirable des bougies d'une automobile qui passe. Un parasite risque donc de détruire le synchronisme. Cela ne peut être évité qu'en prenant toutes précautions antiparasites sur l'antenne, sur sa descente et sur le récepteur, et d'autre part en augmentant la force du signal, c'est-à-dire la puissance de l'émetteur, mais, sur ces ondes, ce n'est pas facile...



31. Nous serions incomplets si nous oublions dans cette brève revue un organe presque toujours présent : le thyatron. Il s'agit d'un relais à gaz, qui sert à vider rapidement le condensateur du relaxateur lorsqu'il atteint sa tension de décharge, et qu'au surplus le top de synchronisme l'en prie. Le thyatron est précieux parce qu'il tolère des courants importants, mais quel caractère désagréable il a ! Une impulsion sur sa grille déclenche bien le courant, mais il faut que la tension de plaque baisse beaucoup pour l'arrêter ; les caractéristiques du tube dépendent beaucoup de la température ; la cathode, soumise au bombardement du gaz, est fragile, et j'en passe...

30. Parmi les détails qui différencient encore un récepteur de télévision d'un poste normal, notons la fidélité requise de l'amplificateur de basse (si l'on peut dire !) fréquence. La délicatesse du signal est telle que, pour le reproduire sans le déformer gravement, il faut un amplificateur correct de quelques périodes par seconde à 500.000 ou 1.000.000 de p/s. Naturellement, sur ces fréquences élevées, les moindres capacités parasites laissent fuir le signal, comme une passoire l'eau. De la plaque de la lampe, il repasse vers la grille et contrecarre l'amplification : et ce sont là ses moindres tours. Et, encore qu'on en parle moins, l'amplification correcte des fréquences très basses n'est pas un petit problème, surtout à l'émission où les amplifications doivent être importantes.



Nous remercions bien vivement la Société Téléfunken, qui nous a autorisés à reproduire les figures 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 22, 26, extraites de son film La lumière qui écrit.

32. Telle qu'elle est, avec toutes ses imperfections, la télévision reste une des plus passionnantes choses qui soit. Elle apportera à la presse radiodiffusée un secours inestimable, en mettant sous les yeux de l'auditeur, devenu spectateur, les faits eux-mêmes que l'on décrit, le personnage qu'on interroge, le match du jour, le dernier modèle de la mode ; elle complètera et rendra efficace le cours de travail manuel, de géographie, de culture physique. Il ne faut pas trop lui demander la reproduction d'un spectacle, parce que l'attention visuelle se lasse plus vite que l'attention auditive ; la durée des scènes pouvant être télévisées restera courte. Passer un grand film ou une pièce par télévision serait, je crois, besogne vaine. Par contre, les usages « professionnels » de la télévision se révéleront immenses. La guerre, hélas, s'en emparera, et la finance : c'est le sort de toutes les créations des savants pacifiques et désintéressés que de s'ier le sang et l'or...

PIERRE BERNARD.