

LA TÉLÉVISION

A 50 ANS

La France a été l'un des premiers pays du monde à instaurer,

il y a cinquante ans, des émissions régulières de TV. Un demi-siècle d'une épopée technique qui en fait remonte bien plus loin. Science & Vie retrace ici l'histoire d'une des plus grandes révolutions dans la manière de vivre des hommes.

1936.
Le premier combiné radio-télévision construit par la société Grammont pour recevoir les émissions de la Tour Eiffel

Audiovisuel

PAR FRÉDÉRIC BLASSEL

66

Si les Français ont découvert si tôt la télévision, c'est un peu grâce au coup de cœur qu'un homme d'Etat éprouva pour une jeune actrice. Georges Mandel, alors ministre des PTT, s'est épris de Béatrice Bretty, pensionnaire de la Comédie française ; il doit aller dîner avec elle chez un ami commun. Ce soir de 1935, Mandel retrouve la jolie comédienne, mais fait une autre découverte intéressante. Car l'hôte possède un gadget étonnant que lui a confié son inventeur : une sorte de boîte à scènes animées mais qui n'est pas du cinéma, avec un écran pas plus grand qu'une carte postale. Le regard a du mal à soutenir le papillotement lumineux, ce qui n'empêche pas Mandel d'être immédiatement fasciné par ce dispositif inconnu.

Dès le lendemain, il prend rendez-vous avec le créateur, René Barthélémy, physicien et ingénieur à la Compagnie des compteurs de Montrouge. Le Ministre est reçu à l'usine, dans une étrange installation faite d'une cabine insonorisée en béton, dont un côté est pourvu d'une vitre épaisse. Enfermée dans cette cage, il y a une speakerine outrageusement maquillée — les moyens de prise de vue et de restitution de l'image sont encore bien rudimentaires et obligent à forcer exagérément les traits. A l'extérieur de la cabine, une caméra en action, dont l'image est instantanément reproduite sur un écran de contrôle. Mandel, médusé, assiste pour la première fois à une retransmission télévisée en direct.

Barthélémy, qui deviendra célèbre comme l'un

des pères de la télévision française, travaille en ce moment à améliorer la définition de ses images. La caméra électronique, en effet, ne transmet pas les images d'un seul bloc, elle les analyse point par point, ligne par ligne.

On peut comparer cela à la façon dont notre regard assimile une page écrite ; nous ne l'absorbons pas d'une pièce, mais lettre par lettre et ligne après ligne. Nous balayons la page comme le fait le faisceau électronique sur la surface d'un écran cathodique. Cette image décomposée que nous projette la télévision, notre œil en refait la synthèse grâce à la persistance rétinienne. Le nombre de lignes constitue la "définition" de l'image. Cette dernière sera d'autant plus détaillée, plus "piquée", que la définition en sera plus élevée. C'est-à-dire qu'il y aura un plus grand nombre de lignes balayées par le "spot" (la tache lumineuse en mouvement sur l'écran) pour composer une image.

Cette année-là, 1935, René Barthélémy, réussira à porter la définition de ses appareils de 90 lignes à 180, puis à 240 (les toutes premières images qu'il avait réalisées au début de ses travaux ne comptaient que 30 lignes). Il maîtrisera aussi le phénomène de papillotement, ou scintillement, en développant le procédé d'analyse entrelacée, qui consiste à transmettre une trame formée des lignes paires, puis une autre trame formée des lignes impaires, pour constituer l'image entière.

Georges Mandel, l'homme politique, s'enthousiasme pour le projet du physicien de Montrouge.

Le ministre fait équiper la tour Eiffel d'une antenne et, le 10 novembre 1935, il inaugure personnellement la première émission publique en 180 lignes, présentée — on n'en sera pas étonné — par Mademoiselle Béatrice Bretty. "Publique" est un grand mot, car pratiquement personne en France ne possède alors de poste récepteur, un tel équipement n'existant que dans quelques centres expérimentaux. Il faudra plusieurs années encore avant que l'homme de la rue se familiarise avec la télévision, une invention dont, à l'époque, il ne sait pour ainsi dire rien.

Barthélémy n'est pas l'unique pionnier français en la matière. Il y a aussi Henri de France, autre inventeur génial qui, au Havre, a réalisé, les premières réceptions de télévision sur tube cathodique dès 1932. Mais c'est le procédé Barthélémy qui est retenu cette année-là pour équiper un premier studio expérimental, rue de Grenelle. En 1937, un nouveau studio s'installe sur les bords de la Seine, et qui émet en 455 lignes. La course au lignage et vers les hautes définitions est lancée. L'exposition universelle de 1937 tenue à Paris est l'occasion du premier reportage télévisé français effectué en direct et en extérieur.

La télévision publique, dans d'autres pays, voit le jour à la même époque. A New York, la compagnie RCA (*Radio Corporation of America*) installe un émetteur expérimental en 1931, dans l'Empire State Building, alors le plus haut gratte-ciel du monde. Elle y inaugure, en 1936, la première station commerciale d'Amérique. La définition de l'image est normalisée à 343 lignes dès 1935. Elle sera définitivement arrêtée à 525 lignes en 1941. Seuls 5 000 Américains disposent à cette époque d'un ré-

cepteur. Ils seront 20 millions en 1964, un nombre qui représente alors deux fois la capacité d'accueil de toutes les salles de cinéma du pays. La guerre du petit et du grand écran est dès lors bien engagée, et devient un des faits sociaux marquants de notre XX^e siècle.

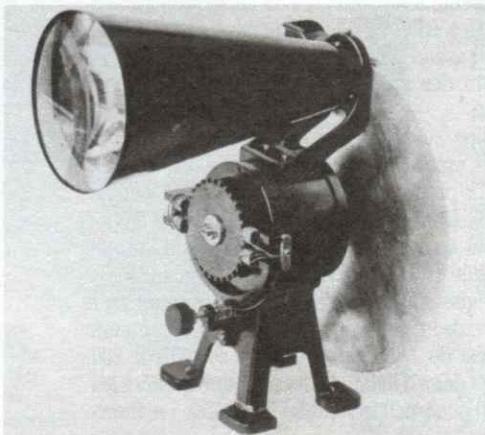
En Union soviétique, le départ effectif est plus tardif. Les essais préliminaires datent de 1931 mais le premier programme expérimental n'est diffusé qu'en 1938. Dans l'immédiat après-guerre, les Soviétiques sont en avance sur les autres pays d'Europe continentale en ce qui concerne les heures d'émissions télévisées. Mais bien peu de spectateurs sont en mesure de les recevoir. Le nombre de récepteurs en 1950 est de 7 600, pour un pays de plus de 200 millions et demi d'habitants, et il faudra attendre les années 60 pour qu'il franchisse le cap des 5 millions de postes.

En Angleterre, la *BBC* inaugure officiellement ses studios de l'Alexandra Palace en 1936 et assure deux heures de programmation par jour. La Grande-Bretagne est la patrie de l'Écossais John Logie Baird, autre précurseur majeur de la télévision. René Barthélémy, qui l'avait rencontré en 1928, s'est d'ailleurs inspiré de ses travaux dont il avait fait la démonstration expérimentale dès 1926. Trois ans plus tard, il existe en Grande-Bretagne 20 récepteurs pour capter le premier programme "public" diffusé selon le procédé Baird. Un procédé électromécanique qui fera long feu, fondé sur la transmission à l'aide de disques de Nipkow dont nous parlerons tout à l'heure, et sur une synchronisation par roue phonique. L'électronique va dé-

1986.

Le dernier né des téléviseurs Philips "à coins carrés" et son stéréophonique associé à un magnétoscope pour l'enregistrement des émissions.



IMAGINÉE AU XIX^e SIÈCLE...

En 1884, Nipkow imagine le disque analyseur d'images



Comment dater une invention dont les origines remontent bien plus loin ? L'année 1936 est un point de repère commode mais assez arbitraire ; c'est la période qui voit la télévision sortir du secret des laboratoires et s'ouvrir au public. Mais l'idée de la télévision est née il y a plus d'un siècle, alors que déjà des pionniers essayaient de transmettre à distance, par ondes radio, des images animées.

En 1862, un savant florentin, l'abbé Giovanni Caselli, invente le "télégraphe qui dessine", qu'il

baptise pantélégraphe (voir encadré p. 74). Cinquante ans plus tard, le système sera perfectionné par Edouard Belin dans son appareil de phototélégraphie à cylindre, le bélinographe, utilisé pour la transmission d'images fixes. Le procédé est trop lent pour pouvoir porter des images animées, ce qui demanderait une fréquence d'images d'au moins 25 par seconde pour satisfaire notre œil.

Pour la télévision, il fallait chercher dans une autre voie. La bonne piste s'ouvre en 1873, lorsque Joseph May, technicien dans une station de câble transatlantique en Irlande, découvre tout à fait par hasard les propriétés photoélectriques du sélénium. Chaque fois qu'il traverse un couloir entre la fenêtre et une rangée de galvanomètres, il observe que les aiguilles de ces instruments réagissent à son passage. Il signale l'étrange phénomène à l'ingénieur Willoughby Smith, qui finit par en élucider la cause : les galvanomètres contiennent du sélénium

trôner définitivement ces vieilles méthodes. La télévision britannique adopte dès 1935 la norme de 405 lignes.

En 1939, avec vingt-quatre heures de programmes télévisés par semaine, la BBC adresse déjà ses émissions à 20 000 récepteurs privés. La télévision britannique est encore un objet de luxe. Elle se démocratisera dans les années cinquante : 586 000 postes fin 1950, 1 200 000 début 1952, 2 millions l'année suivante. La plus forte progression après celle des Etats-Unis.

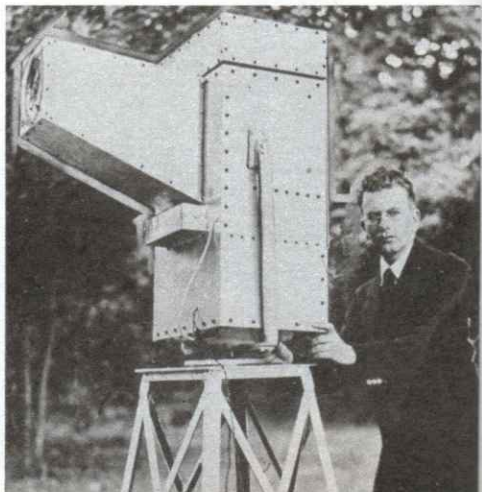
En Italie, les premiers essais ont lieu en 1930. Sous Mussolini, une station expérimentale est créée à Rome, qui diffuse en 441 lignes. Elle restera expérimentale jusqu'à la guerre. L'Allemagne hitlérienne de 1936 peut déjà faire admirer aux étrangers la transmission directe des Jeux olympiques de Berlin par des caméras de télévision. La capitale est relée par câble à Hambourg, Leipzig, Nuremberg et Munich ; 150 000 spectateurs assistent à l'événement par petite lucarne interposée. Le pays adopte le standard 441 lignes l'année suivante. Témoinnant d'une recherche florissante, un appareil de télévision en couleur d'une définition de 1 029 lignes existe en laboratoire dès 1939, juste avant l'ouverture des hostilités. Telefunken est ici le nom qui compte.

A la veille de la guerre, donc, la télévision est déjà une réalité, du moins aux Etats-Unis et dans les grands pays européens. Le 7 décembre, Canal Plus fêtera l'histoire de son avènement dans l'émission la plus coûteuse jamais réalisée par cette chaîne, sous le titre : « La télévision à 50 ans. »

En fait, la télévision n'a pas vraiment d'âge.

John Baird met en place la télévision en Grande-Bretagne et Henri de France crée le 819 lignes pour la télévision française puis le procédé SECAM. ▶

... LA TÉLÉVISION DEVIENT REAL



et cet élément est photosensible, sa résistance électrique varie en fonction de la quantité de lumière qu'il reçoit. D'où le comportement des appareils quand on leur bouche momentanément le jour. Cette propriété donnera naissance à la cellule photovoltaïque, utilisée par les photographes pour mesurer un éclairage. Mais surtout, elle donne aux chercheurs un moyen de transformer la lumière en courant électrique.

Un Américain de Boston, G.R. Carey, imagine en 1873 d'exploiter ce phénomène en construisant un écran formé d'un tapis de plusieurs milliers de cellules au sélénium, chacune branchée à une ampoule par un fil électrique; l'ensemble de ces ampoules constitue un écran installé dans une pièce voisine de celle qui abrite la surface photosensible. Si l'on projette une image sur le tapis de cellules, elle est transmise à l'écran formé par les lampes, chaque lampe produisant une lumière proportionnelle à la luminosité du point d'image capté par la cellule correspondante.

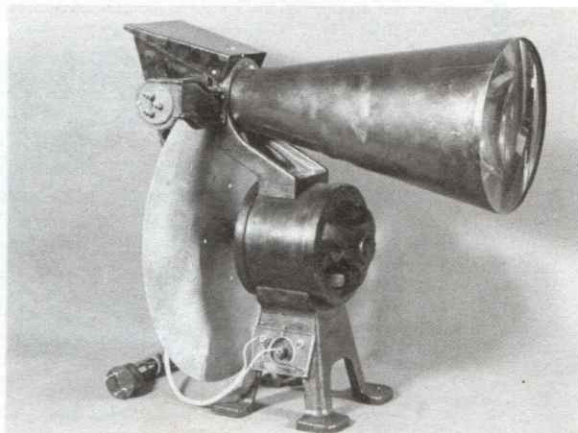
Le dispositif de Carey, semble-t-il, n'a jamais été construit que sur le papier; le fait d'avoir à relier individuellement toutes les cellules à une lampe par un fil électrique, le rendait bien trop encombrant et interdisait la transmission de l'image à grande distance.

Mais de même que le système électromagnétique de Giovanni Caselli, avec son pendule, préfigurait le

... EXPÉRIMENTÉE AU DÉBUT DU XX^e SIÈCLE...



En 1931, Barthélemy réalise le premier téléviseur à disque de Nipkow.



balayage électronique de nos tubes cathodiques modernes, le montage, hypothétique ou réel, de Carey reposait sur le deuxième grand principe technique de la télévision: la division de l'image en une quantité de points d'analyse qui se fondent sur notre rétine pour donner une image d'apparence homogène.

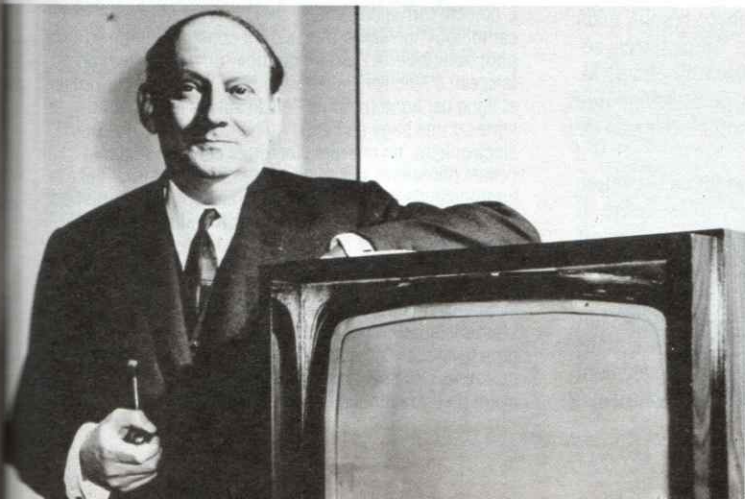
Ces points distincts, ou "pixels", sont facilement discernables lorsqu'on regarde avec une loupe l'image sur un écran de téléviseur, ou n'importe quelle photo de ce numéro de *Science & Vie*, car le même tour d'illusionisme optique se pratique en imprimerie.

L'évolution de la télévision se résume en grande partie aux perfectionnements apportés sur ces deux plans, la finesse de l'image divisée en points, et le balayage d'analyse. C'est là où s'est jouée l'amélioration de l'image, en noir et blanc d'abord — les techniciens parlent de signaux de luminance

—, en couleur ensuite — les signaux de chrominance.

Un système d'exploration de l'image point par point, le "télectroscope", est imaginé en 1881 par Constantin Senlecq, notaire du Pas-de-Calais. Il utilise une plaque d'ébonite percée de trous remplis de sélénium. Quand les trous reçoivent la lumière, la matière photoélectrique qui s'y trouve engendre du courant. La tension électrique de ce courant étant proportionnelle à l'inten-

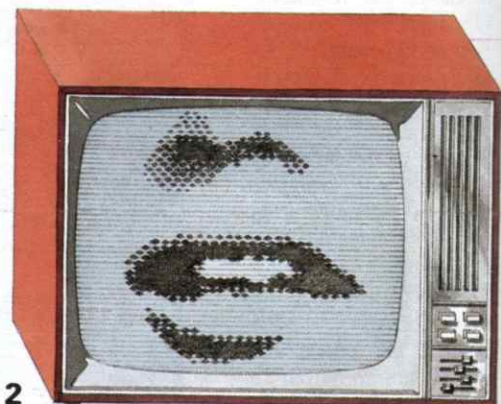
DANS LES ANNÉES CINQUANTE



COMMENT LA TÉLÉVISION RECRÉE L'IMAGE



1 — Une image imprimée est constituée de points qui sont apparents lorsqu'on la regarde à la loupe, parfois même à l'œil nu. Vus de suffisamment loin, ces points se fondent sur la rétine qui n'a qu'un faible pouvoir séparateur. Ainsi, c'est un défaut de notre organe de la vision qui nous permet de voir une image nette au lieu d'une image en pointillés.



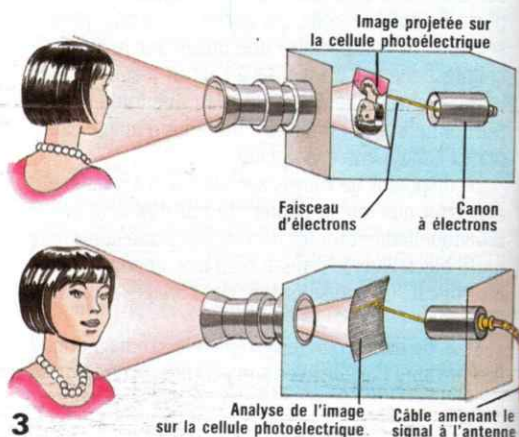
2 — Une image de télévision est aussi constituée de points. Mais ceux-ci sont alignés et l'écran compte ainsi 525 lignes aux Etats-Unis et au Japon, 625 en Europe. Dans ce dernier cas, cela fait 520 625 points pour l'image (625 lignes de 833 points). La télévision à haute définition promise pour 1995 comptera 1 200 lignes environ et environ 2,5 millions de points.

sité de la lumière, l'émission sera plus forte pour le blanc que pour le gris, elle sera nulle pour le noir. L'invention est brevetée simultanément à Paris, Londres et New York ; elle ne dépassera jamais ce stade.

Mais l'idée d'une plaque percée de trous vient trois ans plus tard à un étudiant berlinois de 24 ans, Paul Nipkow, et cette fois elle fera son chemin. Le brevet du "téléscope électrique" est déposé le 6 juin 1884.

A Paris, le journal *La Lumière électrique* commente l'événement : « On parle, depuis quelque temps, d'un nouvel appareil électrique qui serait pour l'œil ce que le téléphone est pour l'oreille. En un mot, en même temps que l'on causerait par le téléphone avec une personne plus ou moins éloignée, on pourrait également la voir. Jusqu'à présent, le problème n'est pas encore résolu, mais les électriciens se livrent à des études très sérieuses. Le dernier système proposé est celui de M. Nipkow, fondé sur les principes de la téléphonie synchrone et sur les effets photoélectriques de la lumière. »

Nipkow raconte que l'inspiration lui en est venue à la lecture de son auteur favori, Jules Verne. Il imagine avant l'heure que la télévision couleur est possible car, dans son principe le plus élémentaire, on peut parfaitement concevoir de transmettre électriquement l'image d'une mosaïque colorée, par télégraphie. Il suffirait de donner à l'opérateur, dans un ordre déterminé, les couleurs de chaque élément de la mosaïque pour qu'elle soit reconstituée à



3 — La prise de vue se fait avec une caméra vidéo. L'objectif forme une image sur l'écran du tube cathodique, un écran transparent constitué d'une surface photoémissive. A l'arrière du tube, un canon émet un faisceau d'électrons qui balaye cet écran point par point et ligne par ligne (comme l'œil lisant les lettres et les lignes d'une page de livre). Au point d'impact du spot électronique, un courant électrique est produit par la cellule photoémissive et ce courant est proportionnel à la luminosité du point d'image sous ce spot. Ce courant est acheminé par câble vers le studio de traitement de l'émetteur.

4 — Le signal vidéo est dirigé vers l'émetteur après avoir été amplifié, corrigé et codé avec le son. L'émetteur commence par produire une onde au moyen d'un oscillateur de grande stabilité. Cette onde, dite porteuse, est à son tour modulée par le signal vidéo avant d'être rayonnée par l'antenne.

distance. En remplaçant l'opérateur humain par un dispositif électromécanique capable de saisir automatiquement ces éléments, on doit pouvoir transmettre une image animée.

Ce dispositif essentiel consiste en un disque percé de nombreux trous disposés en spirale, et qui tourne à grande vitesse. C'est grâce à lui que Nipkow réalise en 1884 les premières analyses et synthèses d'images (*voir dessin p. 72*).

Mais à l'époque, il n'existe pas de cellules photoélectriques assez sensibles, ni de système amplificateur assez puissant, ni même de moyens suffisants de transmission par radio. Le disque de Nipkow restera en sommeil pendant 36 ans. A partir de 1925, les conditions techniques lui sont enfin favorables, et l'on ressuscite cette invention presque oubliée. Pendant quelques années, tous les procédés expérimentaux de télévision s'en inspireront. Mais si l'idée de Nipkow est née prématurément, elle s'est réalisée trop tard. Car les années 30 voient arriver des systèmes électroniques qui rendent pos-

sibles des vitesses et des finesse d'exploration de l'image très supérieures à celles qu'autorisait ce procédé électromagnétique conçu au XIX^e siècle et que pénalisait l'inertie des pièces en mouvement.

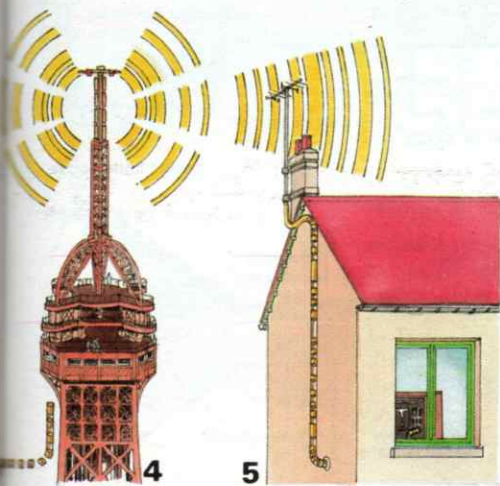
Dès la fin du siècle dernier, des chercheurs se tournent vers des solutions électroniques, plus rapides et plus souples. Vers 1877, l'Anglais William Crookes avait inventé le tube cathodique, dans lequel un faisceau d'électrons, émis par une électrode — la cathode —, fournit l'image d'un signal électrique sur un écran luminescent. Les rayons cathodiques ont besoin d'un vide très poussé pour se propager et éviter d'être arrêtés ou déviés par les molécules d'air. On utilise un champ magnétique pour assurer la concentration et le guidage (les techniciens disent la "déviation") du faisceau d'électrons, qui a la propriété d'exciter la phosphorescence de certains corps. C'est pour cette raison que le tube cathodique va jouer un rôle décisif dans la création d'images de télévision.

Le premier instrument électronique applicable, encore qu'assez théoriquement, est le tube triode amplificateur de l'Américain Lee de Forest, développé au début du siècle.

A la même époque, l'Allemand Karl Braun met au point un dispositif de balayage du faisceau qui sera mis à profit par Boris Rosing, physicien russe de l'institut de technologie de Saint-Petersbourg. En 1907, il fait breveter son propre système de reproduction d'images.

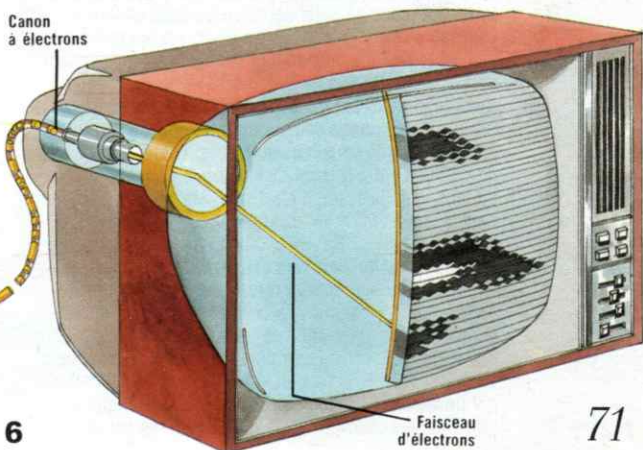
En télévision, cela commence à bouger un peu partout. Le Hongrois Denes von Mihaly, appuyé par son ministre de la Guerre et la société Telefonfabrik de Budapest, entreprend de construire un téléviseur. En 1919, son "telehor" transmet à une distance de quelques kilomètres des images de ciseaux, de pinces et de lettres en mouvement. La démonstration soulève l'enthousiasme des officiels et la passion des foules.

A l'aube des années 20, les grands principes de la



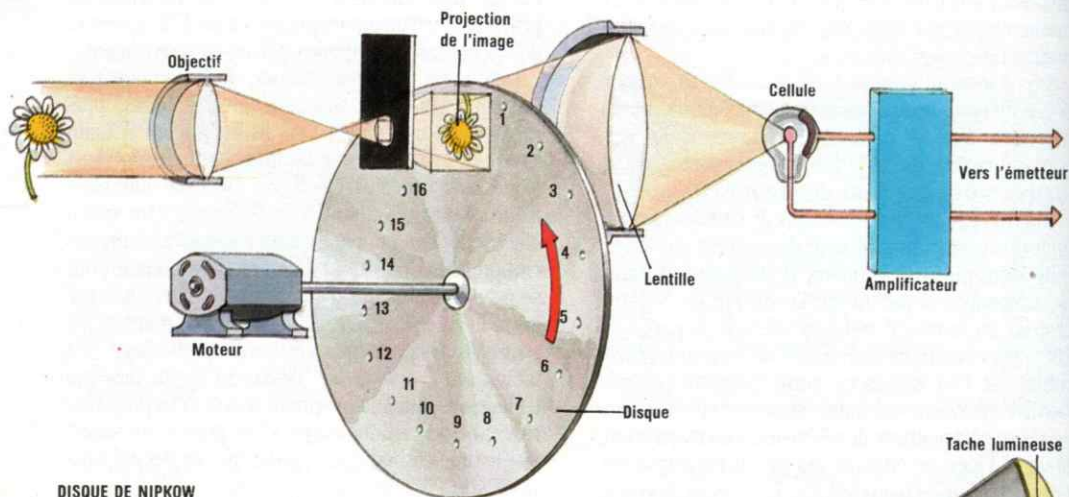
5 — A la réception, chaque antenne montée sur le toit des habitations capte l'onde provenant de l'émetteur et l'achemine par câble au téléviseur où, après traitement dans les circuits électroniques, le signal vidéo en est extrait et appliqué à l'entrée du tube cathodique.

6 — Le signal vidéo module un faisceau électronique émis par le canon à électrons. Ce faisceau balaye l'écran revêtu de matière luminescente et provoque son illumination, point par point, ligne par ligne. Cette illumination est proportionnelle à l'intensité du signal et donc aux intensités lumineuses du sujet. C'est encore un défaut de l'œil qui permet de voir l'image. En effet nous ne devrions percevoir qu'un point balayant les lignes. La persistance des impressions lumineuses sur la rétine fait que la première ligne ne s'est pas encore éteinte quand le spot achève le balayage de la 625^e.



6

LE TUBE CATHODIQUE : UNE AVENTURE VIEILLE DE 3/4 DE SIÈCLE



DISQUE DE NIPKOW

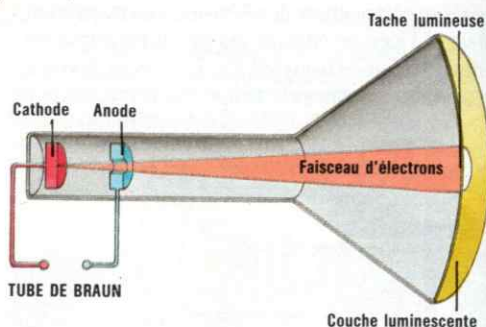
Le système de télévision imaginé par Paul Nipkow

(1884) comporte un moteur faisant tourner un disque percé de 16 trous arrangés en un début de spirale. L'objectif d'un appareil de prise de vue projette l'image du sujet filmé sur le haut du disque. Pendant sa rotation le premier trou du disque balaye le haut de l'image, parcourant ainsi une ligne. Le second trou effectue le même balayage un peu au-dessous (puisque'il est sur une spirale) parcourant une seconde ligne et le processus se répète ainsi pour les autres trous et c'est finalement en 16 lignes que l'image est balayée et analysée. Derrière le disque, dans l'axe optique, se trouvent une lentille de focalisation et une cellule photoélectrique. Celle-ci recueille l'intensité lumineuse de chaque "point" image que délimite un trou. Chaque trou, durant son passage dans la fenêtre, explore ainsi une ligne de l'image. Les variations de l'intensité lumineuse rencontrées durant le balayage modulent le signal électrique engendré par la cellule, lequel forme ce qu'on appelle aujourd'hui un signal vidéo. Il est amplifié et dirigé sur l'émetteur.

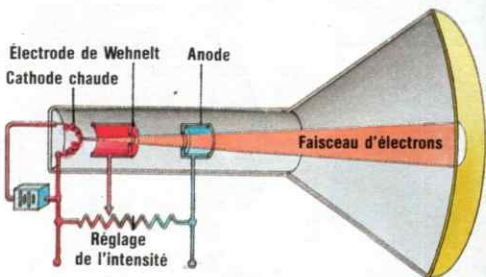
Le tube cathodique de l'Allemand Braun (1897) est simplement constitué d'une cathode et d'une anode. Une forte différence de potentiel entre les deux génère le faisceau électronique. Mais les électrons tendent à se disperser en l'absence de tout dispositif de focalisation.

Le tube cathodique de Wehnelt (1898) améliore celui de Braun : une cathode chaude fournit un flux d'électrons plus importants sous tension élevée. Une électrode dite de Wehnelt entre la cathode et l'anode permet de régler l'intensité du faisceau d'électrons. Mais il n'y a toujours pas de dispositif de focalisation.

L'iconscope de Zworykin (1934) est le premier analyseur d'image tout électronique. L'objectif forme cette image sur un tapis de cellules photoélectriques disposées sur une plaque de mica. Ces cellules perdent ainsi un flux d'électrons proportionnel à leur éclairnement. En même temps, cette mosaïque de cellules est balayée par un faisceau produit par un canon électronique et guidé par les champs magnétiques générés par des



TUBE DE BRAUN



TUBE DE WEHNELT

électrodes de déflexion. Ce faisceau apporte une nouvelle charge d'électrons aux cellules qui viennent d'en perdre sous l'action de la lumière. Le courant ainsi fourni constitue le signal électrique caractéristique du niveau d'éclairnement de la cellule considérée. Le phénomène se poursuit ainsi à la vitesse du balayage, donnant naissance au signal vidéo. L'avantage majeur de l'iconscope sur les dispositifs antérieurs tient au fait que chaque cellule se comporte comme un condensateur qui se charge en fonction du niveau d'éclairnement.

Le tube moderne inspiré du tube de Vichert (qui en 1899 imagina l'électrode de concentration) et de l'iconscope de Zworykin : une électrode de concentration focalise le faisceau électronique sur l'écran. Des électrodes de déviation guident le faisceau pour qu'il assure sa fonction de balayage.

télévision sont d'ores et déjà établis. Les sociétés commerciales financent libéralement des laboratoires d'études, qu'elles confient à des pionniers mondialement connus : John Baird en Angleterre, René Barthélémy, Henri de France et Marc Chauvière en France, Jenkins et Zworykin aux USA, Schröter et Karolus en Allemagne. On expérimente, à l'émission et à la réception, le disque de Nipkow, celui à lentilles du physicien Léon Brillouin, et le tambour à miroirs de Weiller.

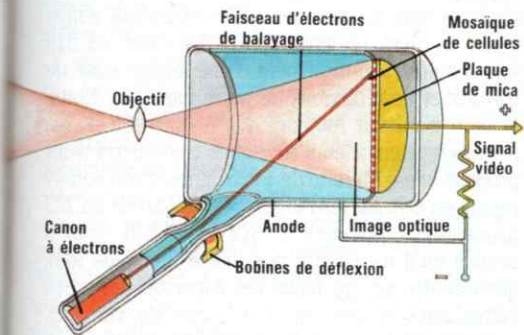
Pour émettre les images, on étudie les cellules photoélectriques simples, les photomultiplicateurs, ces détecteurs d'énergie lumineuse les plus sensibles au monde, et autres variantes, comme les cellules à étages d'amplification. Pour recevoir les images, on lance des projets sur la lampe au néon

dite "catère", la cellule de Kerr. La recherche est en ébullition. Le monde de la physique autant que celui de la rue attend ce miracle moderne : la transmission à distance d'images qui bougent, par voie hertzienne.

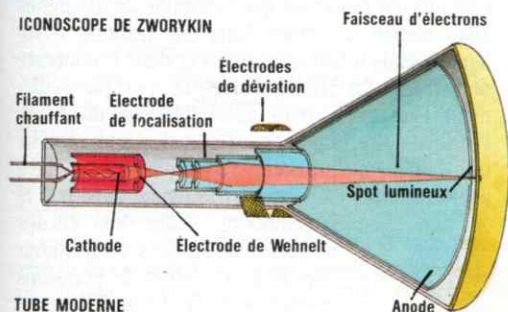
En 1927, la Bell Telephone organise une grande première : une émission télévisée en direct entre New York et Washington. L'émetteur est une plage photosensible composée de 2500 cellules de sélénium. A l'extrémité réceptrice, un écran de 65 cm x 82 cm est équipé d'un nombre correspondant de lampes au néon. Un distributeur rotatif relie successivement chacune des cellules à chacune des lampes, au rythme de 16 tours par seconde. L'idée de l'ingénieur Carey, conçue plus d'un demi-siècle auparavant, trouve enfin son application dans une démonstration spectaculaire.

Et pourtant, toutes ces techniques si douloureusement, si héroïquement élaborées depuis des décennies, sont déjà condamnées. La page électromagnétique est tournée, définitivement. L'homme qui va introduire le tout-électronique dans l'univers télévisuel s'appelle Vladimir Kosma Zworykin. Il était l'assistant de Boris Rosing dans ses études sur la télévision cathodique. On le retrouve ensuite au Collège de France, où il mène des travaux sur les rayons X ; son patron de recherche est Paul Langevin. Il s'expatrie aux Etats-Unis en 1919 et prend la citoyenneté américaine. Il entre à la compagnie RCA, dont il sera directeur des recherches quelques années plus tard. Un des plus grands postes de responsabilité scientifique et technique dans le monde de l'industrie.

En 1934, il invente l'"iconoscope", le premier tube de prise de vue intégralement électronique (*voir dessin page ci-contre*). Innovation fondamentale de la télévision, l'iconoscope a été, depuis, perfec-

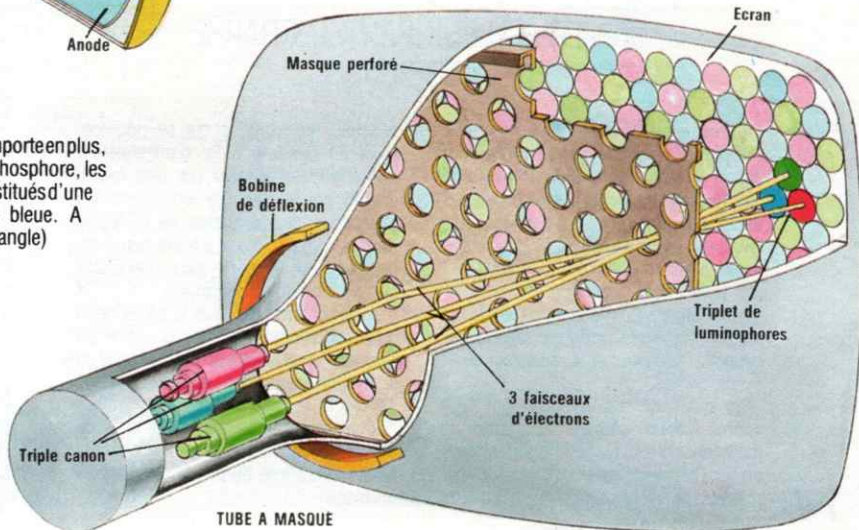


ICONOSCOPE DE ZWORYKIN



TUBE MODERNE

Le tube à masque des années 1960 comporte en plus, côté écran, une couche de pastilles de phosphore, les luminophores, groupées en triplets constitués d'une pastille rouge, d'une verte et d'une bleue. A l'opposé, trois canons à électrons (en triangle) émettent respectivement les faisceaux du rouge, du vert et du bleu. Ces faisceaux sont orientés pour se croiser dans un des trous du masque (plaque percée d'autant de trous qu'il y a de triplets) avant d'atteindre leurs luminophores respectifs. La plaque arrête ainsi les électrons marginaux qui pourraient atteindre les pastilles voisines.



TUBE A MASQUE

tionné et miniaturisé. Il a donné naissance aux tubes modernes qui équipent toutes les caméras vidéo.

L'icône n'a pas été sans concurrents. A l'époque où Zworykin le met au monde, un modeste fermier américain, Phil Farnsworth, invente, pratiquement seul et sans aide extérieure, ce qu'il appelle un "dissecteur d'images", procédé qui pallie certaines faiblesses du système Zworykin. Au lieu de diriger sur l'image électronique un faisceau d'électrons, Farnsworth imagine de déplacer l'ensemble de cette image devant une photocathode par un mouvement alternatif ; tous les éléments constitutifs de l'image sont alors recueillis séquentiellement par la cathode.

Un procédé dont la complexité réduisait les chances commerciales. RCA, dont Zworykin était l'enfant chéri, et qui avait consacré sept millions de dollars à la recherche sur la télévision et deux autres millions en frais de brevets, n'était pas encline à céder devant la concurrence. Aux Jeux olympiques de 1936 à Berlin, caméras à icône et caméras Farnsworth opéraient côte à côte. Quatre ans plus tard, à l'âge de 34 ans, Farnsworth déclarait forfait.

Puis vient la guerre. L'essor formidable de la télévision est pour ainsi dire stoppé net. En avril 1943, dans la France occupée, les Allemands organisent des émissions à l'intention de leurs soldats hospitalisés en région parisienne. Ils emploient quelques techniciens français, qui assurent la relève à la Libération. Mais les programmes publics ne reprennent pas aussitôt, les Américains ayant confisqué à leur tour une bonne partie du temps d'antenne au bénéfice de leurs troupes. En 1948, la télévision française ne compte guère que 5 000 spectateurs.

C'est l'annonce de la retransmission du couronnement de la reine d'Angleterre, en 1953, qui déclenche le grand boom d'achat de téléviseurs dans la France républicaine. Le parc des récepteurs en activité dans les ménages double en une seule semaine. L'élan est donné ; la même année, l'Assemblée nationale vote les crédits qui feront de la télévision française un grand service public.

Quatre ans plus tôt, le pays a officiellement adopté un standard haute définition à 819 lignes, créé par Henri de France. C'est François Mitterand, alors ministre de l'Information, qui signe le décret fixant cette norme.

Le choix de cette définition a été souvent critiqué. Certes, elle dotait la France de "la plus belle télévision du monde", aux images les plus nettes. Henri de France s'est expliqué sur cette importante décision, dans un entretien qu'il a eu quelque temps avant sa mort, en avril 1986 : « Le choix du 819 lignes a été l'aboutissement d'une longue suite de travaux et de réflexions de notre part. Aux États-Unis, il n'existait toujours que les 525 lignes, les Anglais tenaient à leurs 405 lignes, Barthélémy avait proposé une définition de 1 025 lignes, Thomson — rejoint en cela par les Belges — s'était arrêté au 729 lignes. Alors pourquoi le 819 lignes ? Il nous a semblé qu'il n'était pas possible d'aller plus loin, que c'était l'extrême limite des capacités des tubes cathodiques et des tubes de prise de vue (...). Certains ont pu penser que l'adoption du 819 lignes allait mettre la France dans une position d'isolement. Mais il faut nous replacer dans le contexte de l'époque. La France d'alors, ce n'est pas seulement l'hexagone, mais aussi l'Afrique du Nord, l'Afrique noire, l'Indochine. Nous avions un marché très largement suffisant, d'autant que les Belges avaient adopté en partie le 819 lignes, ainsi que le Luxembourg. Mais les choses n'étaient pas simples, et Wladimir Porché a été l'objet de pressions très fortes en faveur du 525 lignes américain, de la part des firmes étrangères. »

D'autres ont plaidé une thèse contraire. La France, en effet, a le choix entre plusieurs solutions. Ou bien s'en tenir, comme l'Angleterre, à la basse définition d'avant-guerre, très économique ; ou bien s'arrêter aux 625 lignes, c'est-à-dire à la définition américaine transposée à notre courant de 50 périodes, et qui a pour elle une très honnête qualité d'image alliée à un prix intéressant. Ou bien adopter l'une des hautes définitions réalisées dans les laboratoires français : le 819 de Henri de

LE MERVEILLEUX PANTÉLÉGRAPHE DE L'ABBÉ CASELLI

Le système de télégraphie imaginé il y a plus d'un siècle par ce professeur italien, et qui a permis de transmettre des dessins de Paris à Amiens, faisait appel au principe qui deviendra plus tard celui de la télévision : l'exploration avant la transmission d'une image point par point, ligne par ligne ; ainsi analysée, elle sera reconstituée de la même façon au moment de la réception, l'émetteur et le récepteur étant synchronisés.

Le dispositif mis au point par Giovanni Caselli préfigurait même la méthode de balayage utilisée encore aujourd'hui en télévision.

Dans ce dispositif ce n'est pas un

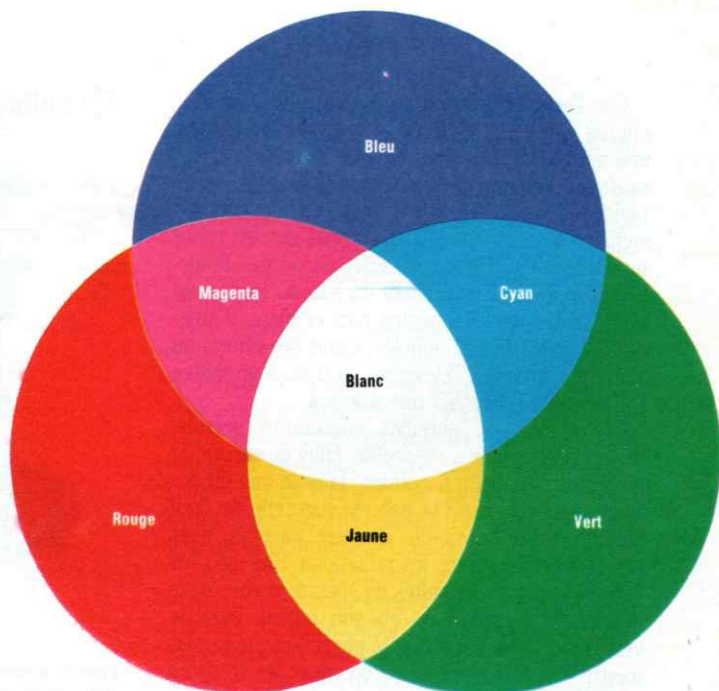
faisceau électronique qui se déplace, mais un pendule muni d'un stylet. Il opère ses va-et-vient sur une feuille d'étain qui se déroule lentement. Un courant électrique passe de la feuille dans le stylet. L'image à transmettre est dessinée sur la feuille avec une encre non conductrice d'électricité.

Ainsi, chaque fois que le stylet dans ses oscillations rencontre un point du dessin, le courant est coupé dans la ligne de transmission, et cette absence de signal se traduit dans le récepteur par une interruption passagère du tracé sur la feuille. L'image se reconstitue alors sous forme de points et de lignes en blanc.

France, voire le 1025 de Barthélémy. On est d'accord pour rejeter la basse définition, dont la qualité ne satisfait plus. La véritable bataille s'engage autour du 625 et du 819 lignes. Sont pour le 819 : une partie de l'industrie autonome française, qui compte sur sa supériorité dans le domaine de la haute définition pour grossir ses exportations, et tous ceux qui associent la qualité du 819 lignes au prestige de la France. Sont pour le 625 lignes : des industriels affiliés à des firmes étrangères ou utilisant leurs brevets, et beaucoup de gens qui pensent que la définition de 819 lignes sera trop coûteuse à exploiter, qu'elle freinera l'essor de la TV, que ce serait un mauvais calcul de l'adopter, comportant trop d'inconnues, alors que le 625 lignes a derrière lui l'expérience de millions de postes américains.

L'Europe, pratiquement unanime, se prononce contre notre système, lui trouvant des mérites trop théoriques. La France reste seule avec sa définition. Le 819 lignes a des inconvénients inhérents dans la transmission de ses ondes. Il est en outre incompatible avec les autres définitions. En voulant que la TV française fût la meilleure du monde, disent les opposants du 819 lignes, on a choisi une solution lente et coûteuse, alors qu'il fallait au contraire, dans le plus bref délai, gagner à la TV une large clientèle populaire.

Le problème du lignage sera bientôt éclipsé par celui de la couleur. Celle-ci est introduite dès 1951 aux Etats-Unis avec le procédé NTSC (National Television System Committee, que les mauvaises langues traduisent par *Never twice the same color* : jamais deux fois la même couleur). L'Europe n'y viendra que 15 ans plus tard. Pourtant, l'idée de la télévision couleur était déjà vieille. Nipkow, on s'en souvient, y pensait déjà en 1884. Au début du siècle, l'Allemand Otto von Bronk dépose un brevet dans ce sens, et Zworykin en fait autant en 1925. Baird met au point, trois ans plus tard, un procédé qui sera appliqué expérimentalement aux Etats-Unis dès 1929, et qui utilise une propriété de l'œil humain mise en évidence par Maxwell : notre perception des objets multicolores repose sur une "trivariance" visuelle, c'est-à-dire par reconstitution à partir de trois couleurs de base, le rouge, le vert et le bleu. Baird imagine donc de recouvrir les perforations d'un disque de Nipkow par des filtres de



TROIS COULEURS POUR LES FAIRE TOUTES

Les luminophores — ces pastilles de phosphore qui tapissent l'écran d'un téléviseur couleur et que chacun peut observer avec une loupe lorsqu'il est allumé — sont bleus, rouges et verts. Toutes les teintes peuvent être reconstituées avec ces trois couleurs primaires par synthèse additive : le blanc est l'addition des trois lumières, le noir est l'absence de lumière et les couleurs intermédiaires sont le mélange dans des proportions variables de deux ou trois couleurs primaires.

couleur appropriée.

Cependant, il faut attendre 1949 pour que la chaîne CBS (*Columbia Broadcasting System*) réalise le premier procédé adapté à la télévision cathodique : une transmission séquentielle de couleurs obtenue en introduisant un disque à trois filtres entre l'optique et le tube analyseur d'une caméra noir et blanc. Chacun des filtres représente une couleur primaire, respectivement le rouge, le vert et le bleu. A la réception, un disque équivalent est monté devant un tube-image à écran blanc. Sa vitesse de rotation et sa phase sont synchrones avec celles du disque placé à la source d'émission. Les trois images, en rouge, vert et bleu, se succèdent donc sur l'écran. La synthèse, dite additive, est faite par l'œil grâce à la persistance des impressions rétinienne, phénomène avec lequel nous sommes maintenant bien familiers.

En 1950, la FCC (Federal Communication Commission) agréa ce système pour la télédiffusion publique. A titre provisoire seulement, car les autorités fédérales ne sauraient tolérer trop longtemps que la fréquence requise par la couleur occupe une bande trois fois plus large que celle du noir et blanc, alors que les besoins en transmissions hertziennes se multiplient, aux Etats-Unis comme ailleurs.

Car l'espace hertzien n'est pas infini. La FFC enjoint donc aux différentes sociétés de trouver une autre technique pour l'avenir, avec deux impératifs : le système couleur devra utiliser la même bande de fréquence que le noir et blanc, et les signaux devront pouvoir être reçus par les tubes monochromes. Il s'agit en effet de ne pas bouleverser le marché en rendant du jour au lendemain inutilisables tous les postes noir et blanc d'Amérique. L'industrie est appelée à unir ses efforts au sein du National Television System Committee (NTSC), pour chercher une solution.

Techniquement, pareilles contraintes sembleraient impossibles à respecter. Mais là encore, la technique va profiter, comme dans le cas du balayage de l'écran, de la pousse naturelle de l'œil humain. Notre sensibilité oculaire, en effet, n'est pas la même à toutes les radiations. Elle est plus faible aux deux extrémités du spectre visible, dans le bleu et le rouge, qu'en son milieu, dans le vert-jaune. Cette particularité physiologique va permettre à la télévision de reconstituer les couleurs en trichant.

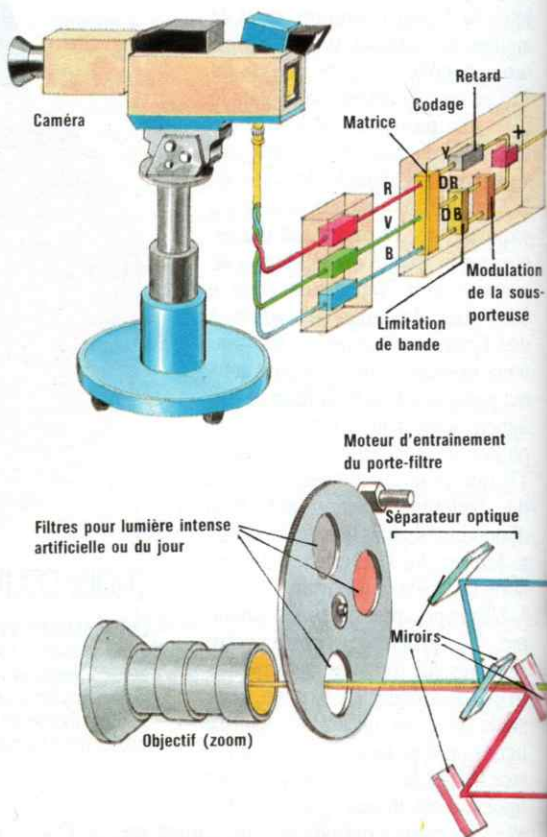
Dans la caméra, trois tubes analyseurs dotés respectivement d'un filtre vert, rouge et bleu, fournissent sélectivement les signaux électriques de l'image des couleurs correspondantes (*voir dessins ci-contre*). Chacun de ces trois signaux est caractérisé par sa luminance, c'est-à-dire sa lumière, et par sa chrominance, c'est-à-dire sa couleur verte, rouge ou bleue.

À la transmission des ondes hertziennes, le signal de luminance est émis normalement, sur toute la largeur de la bande de fréquence (5 MHz) ; les postes noir et blanc peuvent donc recevoir l'image monochrome dans tous ses détails.

L'œil étant par ailleurs moins sensible aux teintes qu'à la luminance, on peut sans inconvénient émettre les voies du bleu et du rouge sur une bande d'ondes plus étroite, de 4 MHz, appelée sous-porteuse de chrominance. Quant au vert, il n'est pas transmis du tout, car il peut être reconstitué dans le téléviseur lui-même ; en effet, pour obtenir le signal du vert, il suffit de soustraire les signaux de chrominance bleu et rouge du signal de luminance, lequel correspond au blanc, c'est-à-dire à la somme des trois couleurs primaires. Supposons par exemple que le bleu représente 20 % de la tension du signal de luminance, et le rouge 35 % ; la fraction restante, 45 %, appartient au vert.

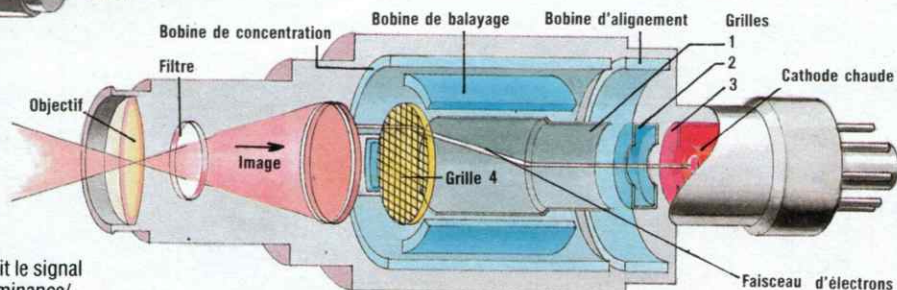
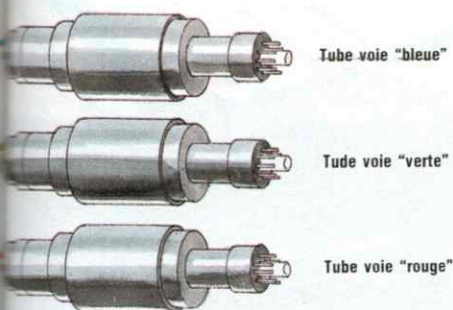
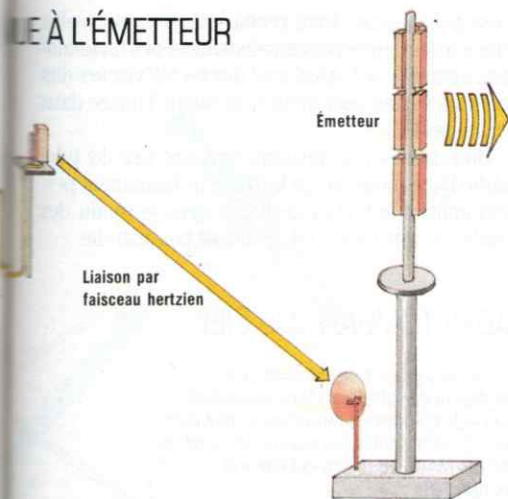
Evidemment, il ne suffit pas de savoir transmettre de tels signaux, encore faut-il pouvoir les capter. Parallèlement à l'élaboration de ce système de transmission, dit NTSC, la firme RCA met au point aux États-Unis un téléviseur couleur, le premier au monde à être commercialisé. Alors que le tube cathodique d'un appareil noir et blanc dispose d'un seul canon à électrons, le tube couleur en

TÉLÉVISION COULEUR : DE LA PRISE DE



Pour une émission de télévision en couleurs, la scène est filmée avec une caméra vidéo (1). Juste derrière l'objectif se trouve un disque rotatif comportant essentiellement un orifice laissant passer la lumière du jour et deux filtres, l'un pour la lumière artificielle et l'autre en cas de lumière intense (2). L'image transmise est triplée grâce à un jeu de miroirs (3). Ce sont des miroirs dichroïques, c'est-à-dire qu'ils sont traités pour filtrer la lumière afin de séparer les images du rouge, du vert et du bleu. Chacune de ces images est reçue par un tube cathodique qui va générer le signal vidéo de chacune de ces trois couleurs (3). Ainsi dans chacun de ces tubes, l'image est projetée sur l'écran photoconducteur. En arrière une cathode génère le faisceau électronique qui balaye l'écran. Sous l'action de la lumière, la couche photosensible perd des électrons proportionnellement à l'intensité lumineuse tandis que le faisceau de balayage rétablit la charge d'électrons. Ce processus se fait au niveau du spot de balayage, point par point, ligne à ligne, générant le signal vidéo. Le tube comporte également des bobines dont les champs magnétiques concentrent le faisceau d'électrons et commandent sa déviation horizontale (balayage de ligne) et verticale (changement de ligne). Revenons au schéma (1) pour suivre les trois signaux à leur sortie de la caméra. Avant l'émission, ces signaux sont codés dans une matrice afin de séparer la luminance (l'image noir et blanc) et la chrominance (les signaux qui coloreront cette image noir et blanc dans un téléviseur

LE À L'ÉMETTEUR



couleur). Le codeur produit le signal composite luminance/chrominance. En ce qui concerne la chrominance et en simplifiant à l'extrême, disons que seuls les signaux du rouge (R) et du bleu (B) sont codés car le signal du vert pourra être reconstitué par le téléviseur (c'est en effet le signal obtenu en retirant de la luminance les signaux du bleu et du rouge). Ce codage comporte une limitation de la bande passante à 1,5 MHz, puis une modulation de l'onde porteuse de 4,5 MHz (appelée sous-porteuse, par comparaison à l'onde porteuse de la luminance, de 6 MHz, à laquelle elle sera mêlée). Le codage de la chrominance avec sa phase de limitation de bande à 1,5 MHz, est plus long (même s'il s'agit de quelques microsecondes) que celui de la luminance (Y). Celle-ci est donc retardée afin que les 3 signaux se retrouvent ensemble dans le signal composite (le multiplex fréquentiel) qui est dirigé vers l'émetteur.

comporte trois, un par couleur, pour générer les faisceaux électroniques du vert, du bleu et du rouge.

Ces faisceaux, tout comme dans la technique du noir et blanc, balaient l'écran de phosphore, ligne par ligne, grâce à un système de déviation identique, utilisant un bobinage pour induire un champ magnétique.

Bien entendu, ces faisceaux ne sont pas eux-mêmes "coloriés", ils sont seulement modulés par les signaux de leur couleur respective. Ce qui est coloré, c'est le phosphore de l'écran, qui à l'époque assume la structure d'une mosaïque de minuscules pastilles de substances fluorescentes vertes, rouges et bleues. Ces pastilles, les luminophores, sont disposés en groupe de trois, en triangles, sur les 525 lignes de la définition américaine.

Chaque fois que le faisceau du vert, par exemple, bombarde une pastille verte, celle-ci s'illumine, plus ou moins fortement selon la modulation du faisceau d'électrons (*voir dessin p. 73*).

Pour assurer que chaque faisceau vienne frapper uniquement les pastilles correspondant à la couleur donnée, on place devant l'écran un masque sous forme d'une plaque percée d'autant de petites perforations qu'il y a de triplets de luminophores verts, rouges et bleus. Les trois faisceaux convergent successivement vers chacun de ces trous, et comme ils ne sont pas exactement dans son axe, ils s'y croisent pour aller exciter leur pastille respective.

C'est ce tube cathodique à masque qui équipe encore nos téléviseurs d'aujourd'hui, mais, bien sûr, dans une version considérablement améliorée. Le phosphore est déposé en fines bandes verticales rouges, vertes et bleues; les pastilles, ovales maintenant, sont délimitées par les trous du masque, lequel est parfois remplacé par une grille métallique.

La luminosité a été accrue de plus de 80 % par rapport à celle de la toute première génération de téléviseurs couleur. Les canons à électrons ne sont plus disposés en triangles, mais alignés, ce qui facilite leur positionnement par rapport au masque.

L'angle de déviation, qui était de 90° pour les faisceaux marginaux (ceux qui vont toucher l'extrême bord de l'écran), s'est ouvert à 110° , ce qui a permis de diminuer la profondeur du tube et construire des postes moins encombrants; un modèle de 70 cm de largeur d'écran pèse aujourd'hui 30 kg, au lieu de 80 kg en 1968.

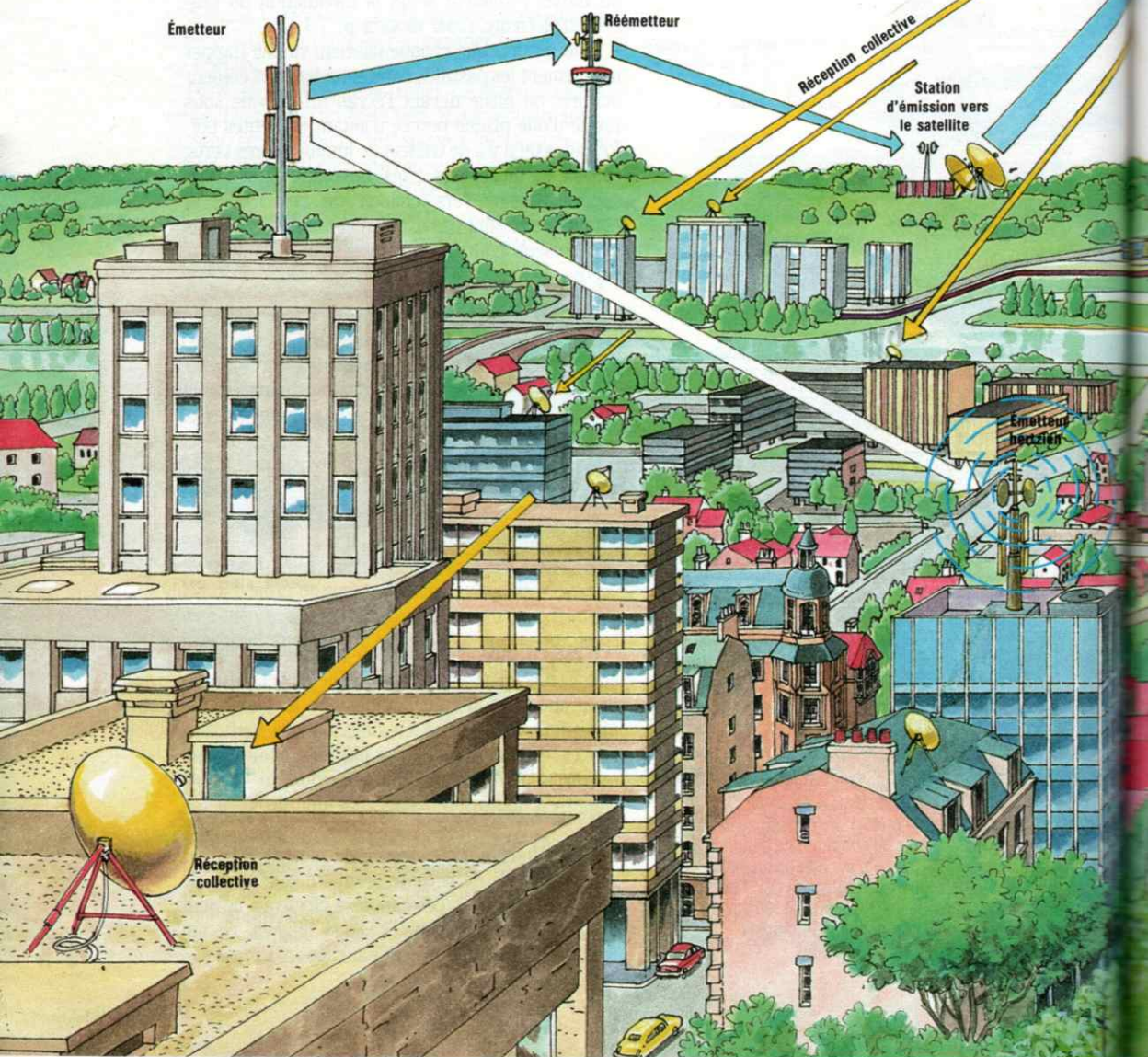
Ces deux dernières années, le tube, à l'origine très bombé pour résister à la pression due au vide

créé à l'intérieur, a été rendu beaucoup plus plan grâce à des verres mieux résistants et des technologies nouvelles (1). Ainsi sont nés les téléviseurs dits "à coins carrés", qui déforment moins l'image dans les angles.

Bref, toutes ces améliorations ont fait du tube cathodique moderne un instrument hautement perfectionné, d'une grande qualité dans le rendu des couleurs, très fiable, relativement bon marché.

1987 : CHAQUE FOYER POURRA CAPTER LES IMAGES TOMBANT DU CIEL

La télévision européenne, et même mondiale, est une réalité depuis plusieurs années grâce à des satellites de télécommunication de faible ou de moyenne puissance. En 1987, l'Europe se dotera de satellites à forte puissance (230 W par canal), TDF-1 et TV-SAT 1, qui permettront la réception directe à l'aide d'antennes individuelles de faible diamètre ou d'antennes collectives relativement petites et donc peu coûteuses. D'autres antennes assureront le relais avec le réseau câblé. Les programmes seront diffusés avec la nouvelle norme D2-MAC Paquet par la France et l'Allemagne. Plus tard, les émissions seront aussi relayées par les émetteurs hertziens.

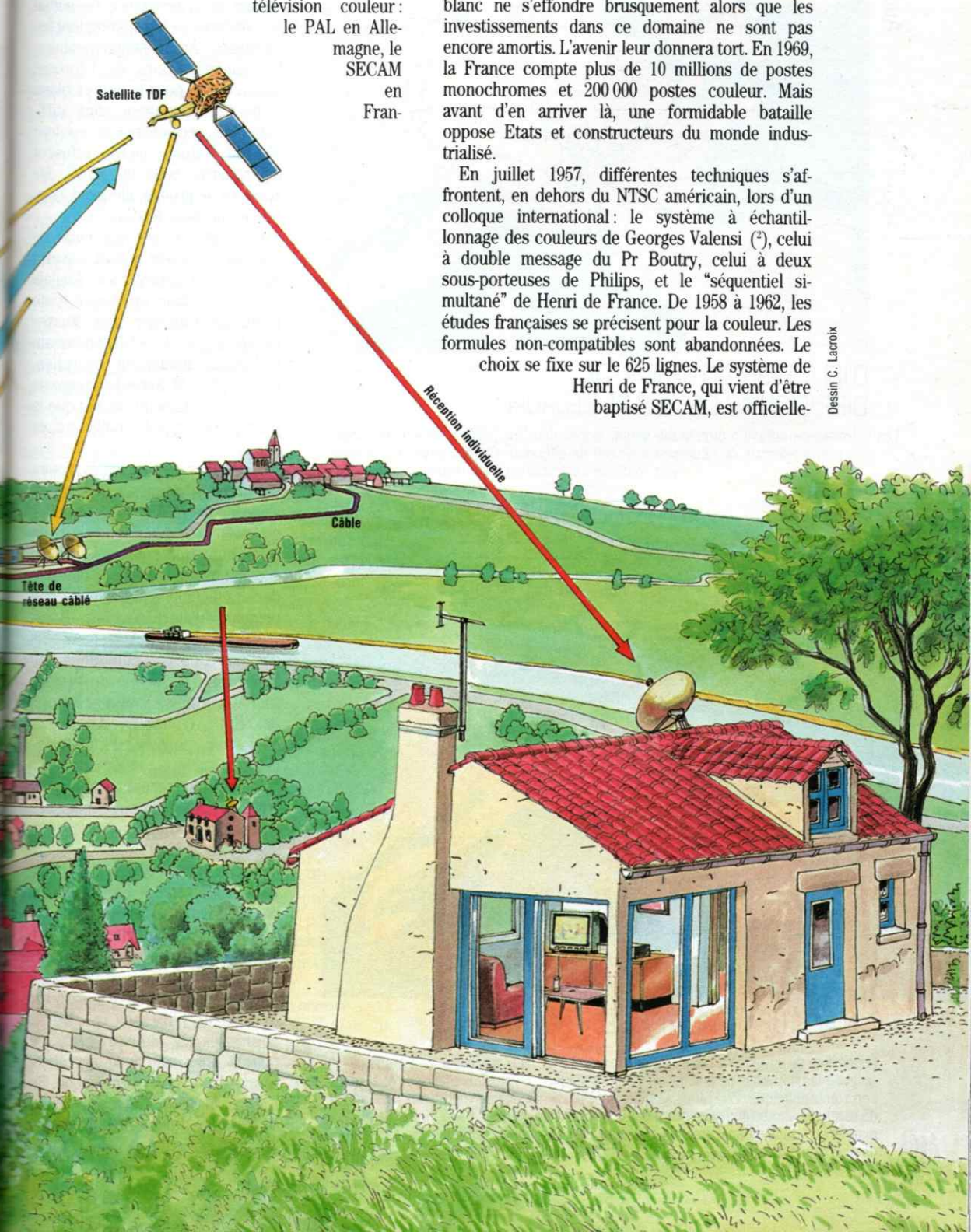


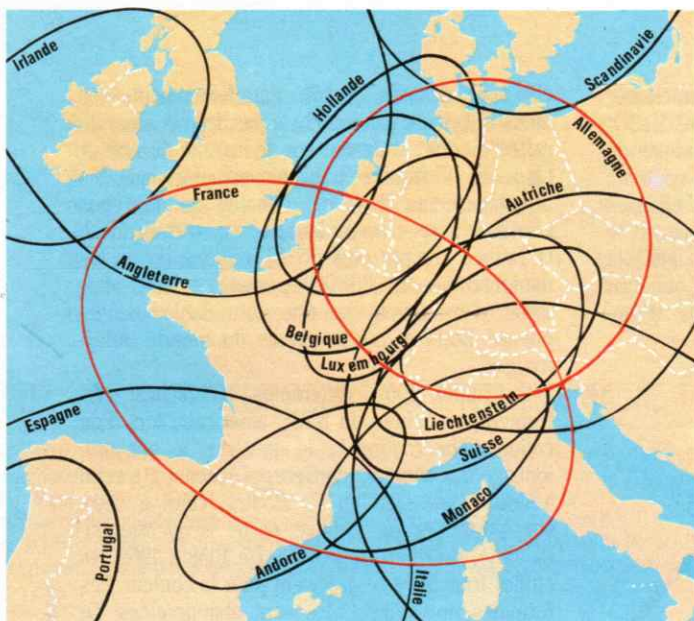
Avec quinze ans de retard sur l'Amérique, l'Europe développera, à partir du système NTSC, ses propres techniques de télévision couleur : le PAL en Allemagne, le SECAM en France

ce (voir dessins p. 76). Paradoxalement, nos industriels n'ont pas franchi le pas de la couleur de gaité de cœur, craignant que le marché du noir et blanc ne s'effondre brusquement alors que les investissements dans ce domaine ne sont pas encore amortis. L'avenir leur donnera tort. En 1969, la France compte plus de 10 millions de postes monochromes et 200 000 postes couleur. Mais avant d'en arriver là, une formidable bataille oppose Etats et constructeurs du monde industrialisé.

En juillet 1957, différentes techniques s'affrontent, en dehors du NTSC américain, lors d'un colloque international : le système à échantillonnage des couleurs de Georges Valensi (?), celui à double message du Pr Boutry, celui à deux sous-porteuses de Philips, et le "séquentiel simultané" de Henri de France. De 1958 à 1962, les études françaises se précisent pour la couleur. Les formules non-compatibles sont abandonnées. Le choix se fixe sur le 625 lignes. Le système de Henri de France, qui vient d'être baptisé SECAM, est officielle-

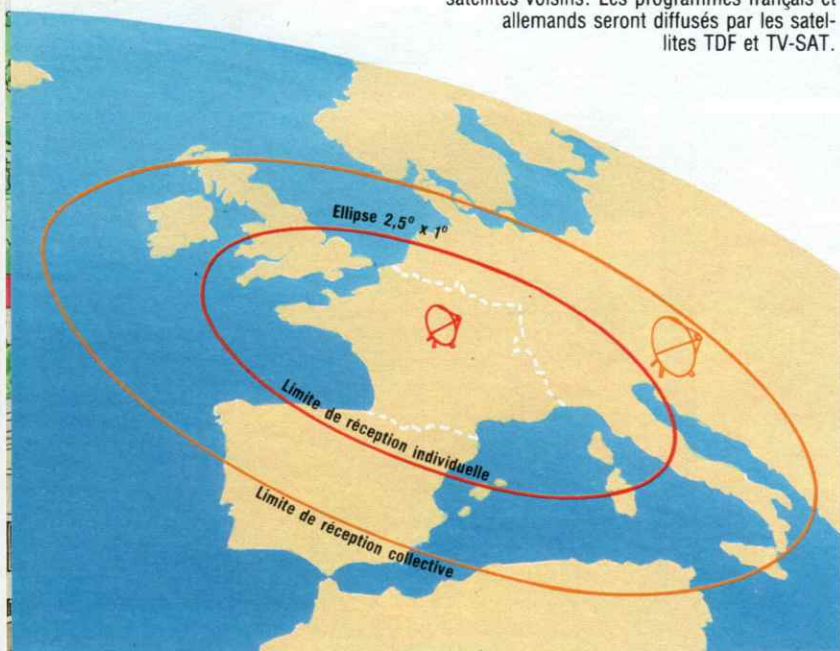
Dessin C. Lacroix





D'ICI À 1995, UN RÉSEAU DE DIFFUSION AU-DESSUS DE L'EUROPE...

Les satellites de diffusion directe qui seront lancés dans les prochaines années, tisseront au-dessus de l'Europe un réseau de diffusion. Chaque pays pourra recevoir, outre les émissions de ses satellites, celles des satellites voisins. Les programmes français et allemands seront diffusés par les satellites TDF et TV-SAT.



... MAIS TDF-1 ÉMETTRA DÈS 1987

Le satellite de diffusion directe TDF qui sera lancé en 1987 permettra à l'Europe de recevoir les nouvelles émissions en D2-MAC-Paquet, en plusieurs langues et avec son stéréophonique. En France, la puissance de ce satellite permettra aux particuliers de capter les émissions avec de petites antennes paraboliques (50 à 70 cm de diamètre). La zone de réception s'étendra hors de France en adoptant des antennes de plus grand diamètre.

ment présenté au Comité consultatif des radiotélécommunications (CCIR) en 1962. La qualité de ses images et la résistance du signal aux distorsions impressionnent les étrangers. Atout supplémentaire, les magnétoscopes de l'époque donc conçus pour le noir et blanc seulement, acceptent sans difficulté de reproduire la couleur SECAM, alors qu'ils refusent d'enregistrer celle du NTSC. De son côté, le groupe allemand Telefunken propose le PAL.

Cette guerre des standards de télévision couleur s'était ouverte très tôt. D'emblée, les Anglais s'étaient déclarés opposés à toute technique française. Les Russes penchent pour le NTSC américain et lorsque, finalement, ils retiennent le SECAM, après le voyage de De Gaulle à Moscou, on sait que la politique n'est pas étrangère à ce choix.

En France même, les avis sont loin d'être unanimes. On craint de s'isoler encore une fois, commercialement et industriellement, du reste du monde, comme il arrive si souvent quand la France s'enferme dans sa technique individuelle, que personne d'autre n'adopte. Il est vrai que le SECAM, pas plus que notre haute définition à 819 lignes, ne s'est révélé un produit très exportable, sauf en Europe de l'Est (à cause de l'URSS), et dans une poignée d'Etats africains.

Mais il faut reconnaître que sur son propre marché national, l'industrie française de la télévision, en s'assurant l'exclusivité d'une technique, a très bien prospéré face à celle de l'Allemagne et de la Hollande d'abord, puis du Japon, tandis que celle des Etats-Unis s'est effondrée, minée par la concurrence japonaise. Les Japonais ont en effet adopté le système de couleur NTSC, ce qui leur a permis par la suite d'envahir le marché américain avec des téléviseurs adaptés à cette technique. En France, le SECAM fait ses débuts officiels le 1^{er} octobre 1967.

La division du monde ne pro-

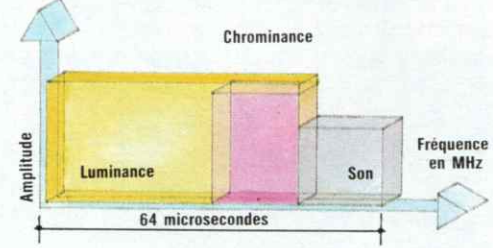
vient pas uniquement, d'ailleurs, des trois standards couleur différents, NTSC, PAL et SECAM. Elle s'est instaurée dès le début de la télévision, au temps du seul noir et blanc et pour d'autres motifs : fréquence du courant électrique de 60 Hz aux Etats-Unis et au Japon, de 50 Hz ailleurs, ce qui a déterminé les normes de définition américaines (525 lignes) et européennes (625 lignes) ; transmission du son en modulation de fréquence dans la plupart des pays, et en modulation d'amplitude en France, en Angleterre, au Bénélux.

Très vite se posèrent donc les problèmes de transcoding : comment passer d'un système à l'autre ? Comment faire circuler les programmes dans le monde entier ? Dès 1941, l'Union européenne de radiodiffusion prévoit la création, en temps utile, d'une bourse d'échanges. En août 1950, la BBC établit une liaison télévisée provisoire entre Calais, Douvre et Londres. En juillet 1952, la BBC et la RTF mettent au point un convertisseur qui fait le pont entre nos images et celles d'Outre-Manche. La démonstration décisive sera la transmission en direct, le 2 juin 1953, vers la France, la Belgique, les Pays-Bas et l'Allemagne, du couronnement d'Elisabeth II. L'internationalisation de la télédiffusion est en bonne voie, concrétisée par la fondation d'Eurovision, qui englobe Belgique, Danemark, France, Grande-Bretagne, Italie, Pays-Bas, Allemagne fédérale et Suisse. Durant la Semaine internationale de télévision de juin 1954, les huit participants, avec leurs 44 stations de télévision, se partageront 18 programmes et 31 heures de transmission. Les émissions passent par un réseau long de 6 400 km, jalonné de 80 centres-relais.

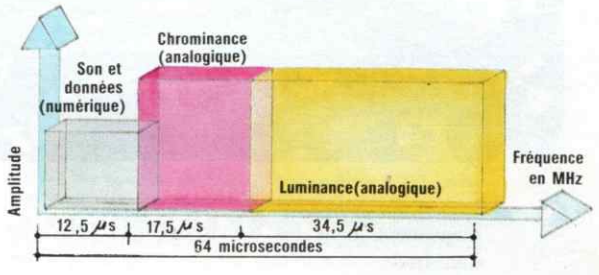
Le début des échanges réguliers coïncide avec le lancement, en 1962, du satellite relais bidirectionnel entre les Etats-Unis et l'Europe. Le premier satellite d'Intelsat, *Early Bird*, est mis en service l'année suivante. La télévision entre dans l'ère spatiale. Le 1^{er} octobre 1967, on inaugure un échange d'actualités en couleur grâce au transcoding PAL-SECAM, une affaire techniquement très subtile et qui se complique encore, à cause des lignages différents, lorsqu'on veut transcoder aussi le NTSC pour passer simultanément au PAL et au SECAM, ou inversement. La BBC a conçu à cet effet un convertisseur très complexe, qui a rendu possible la Mondovision, notamment pour la transmission en direct des premiers pas de l'homme sur la Lune, le 21 juillet 1969.

225 millions de postes sont alors en service dans le monde, dont 22 millions reçoivent la couleur. 20 millions de ces derniers sont aux Etats-Unis, au Canada, au Japon. Les Français ont cette année là plus de 10 millions de récepteurs monochromes, mais seulement 200 000 téléviseurs couleur, qui ne peuvent encore capter que sur les trois quarts de la surface de l'hexagone. Des deux chaînes nationales

EN 1987, D2-MAC-PAQUET : UNE IMAGE PLUS PURE QU'EN PAL-SECAM



Les standards actuels SECAM et PAL font appel à un multiplexage fréquentiel pour la transmission. Cela signifie que les signaux de luminance (qui occupent 6 MHz) et de chrominance (4,4 MHz) sont imbriqués les uns dans les autres pour être transmis ensemble. Cette superposition provoque des intermodulations entre chrominance et luminance qui altèrent l'image. Le son est transmis sur une fréquence voisine.



Le nouveau standard D2-MAC Paquet fait appel à un multiplexage temporel qui sépare tous les signaux dans le temps. Le codage d'une ligne, qui dure 64 microsecondes (comme en SECAM ou en PAL), comporte tout d'abord le son et les signaux de synchronisation durant 12 µs (codés en numérique), puis la chrominance durant 17,5 µs (codée en analogique) et enfin la luminance durant 34,5 µs (codée en analogique). Cette succession dans le temps élimine toute interférence : l'image est d'une grande pureté.

alors en activité, seule la deuxième diffuse en couleur.

Un an avant, la cérémonie d'ouverture des Jeux olympiques de Grenoble (1968) avait été montrée en direct dans 32 pays, aux Etats-Unis grâce au satellite *Early Bird*, au Japon et en URSS grâce à l'engin soviétique *Molnya*. Pour la première fois, une émission télévisée était suivie en même temps par plus de 600 millions de spectateurs. Elle avait exigé le concours de 1 000 techniciens et de 150 caméras.

Tandis que la télévision se "mondialise", elle poursuit son évolution technologique. Le transistor fait son apparition dans les récepteurs. Il s'est déjà imposé dans les postes de radio, qu'on n'appelle d'ailleurs plus que "transistors", mais son emploi ne semblait pas se justifier, techniquement ou écono-

1936 : UN HUBLOT BOMBÉ



miquement, dans les téléviseurs, aux yeux des industriels.

Intéressant pour les appareils portables, il n'apporte en effet que peu d'avantages dans les récepteurs domestiques, auxquels le tube cathodique impose de toute façon une taille irréductible. Aussi le transistor entre-t-il sans conviction ni hâte dans la fabricatin des postes de télévision, suivi par le circuit imprimé, le circuit intégré, la carte hybride regroupant plusieurs fonctions.

Avec la micro-électronique, on réalise, à partir de la fin des années 70, des téléviseurs de poche. Le tube cathodique fait lui-même l'objet d'une extrême miniaturisation et prend la forme d'un écran plat format timbre poste. Le premier appareil de ce type, réduit à une dimension de 2,5 cm × 1,7 cm, est commercialisé en 1982 par le Japonais Seiko.

Intégré à une montre-bracelet, ce téléviseur ne

reçoit qu'en noir et blanc. Un an après, la même firme sort un modèle de même calibre, pour la couler cette fois. Il se réclame de la technologie des cristaux liquides, que les ingénieurs souhaitent aussi mettre à profit, non plus pour rapetisser le tube, mais au contraire pour créer des écrans muraux très plats et très grands, de façon à rapprocher l'image de la télévision de celle du cinéma.

Depuis peu, deux technologies sont utilisées pour arriver à ce but : les cristaux liquides, mais aussi les cellules au phosphore. La télévision grand écran n'utilise pas le balayage électronique classique. Les cellules ou les cristaux forment une mosaïque qui, vue à la loupe, ressemble à la structure d'un écran de luminophores. Mais ici, chaque élément comporte son circuit électrique d'alimentation, imprimé par un procédé dit de matricage. Les cellules sont alimentées les unes après les autres, ligne par ligne, par le signal vidéo.

Elles s'éclairent ainsi comme les luminophores d'un tube ordinaire, formant l'image selon les mêmes principes. Les cristaux liquides, s'ils ont servi à produire la télévision-bracelet de Seiko, sont employés aujourd'hui dans des écrans de 2 à 6 mètres, principalement au Japon.

De tels écrans sont proposés par Matsushita pour des présentations dans les expositions ou les magasins. Leur définition actuellement médiocre et leur faible luminosité ne les destinent pas encore à l'usage domestique. Sony, l'an dernier, faisait la démonstration d'un téléviseur géant, le Jumbotron, mesurant 25 m × 40 m et comportant 453 600 cellules au phosphore.

Toute la chaîne de l'image de télévision est aujourd'hui en mutation. C'est tout d'abord le cas des standards 525 et 625 lignes. Depuis plusieurs années, les laboratoires travaillent sur une télévision à très haute définition — 1 100 ou 1 200 lignes — qui donne une image comparable à celle du cinéma.

Entre-temps, un nouveau système de télévision — le D2-MAC Paquet en Europe — aura été introduit pour faciliter le passage à la haute définition, mais aussi pour adapter la télévision aux technologies modernes de l'image et des télécommunications. La retrans-

LES 50 ANS DE LA TÉLÉVISION À LA VILLETTE À PARIS

Une exposition sur le cinquantenaire de la télévision aura lieu du 2 décembre 1986 au 15 mars 1987 à la Cité des sciences et des techniques. Elle comportera essentiellement une chenille de 140 téléviseurs traversant 10 espaces.

Chacun d'eux correspond à une époque de la télévision, de 1935 à 1999, illustrée par la diffusion d'archives de l'INA (Institut national de l'audiovisuel). Au bout de la chenille, un mur d'écrans évoquera le monde de l'image.

mission par satellite, qui exige un signal robuste, insensible au parasitage, pour la diffusion de programmes à l'échelle de continents entiers, suppose un standard unique, une normalisation très soigneusement définie.

Cela entraînera la disparition du PAL et du SECAM au profit du D2-MAC Paquet, et probablement celle du NTSC.

Pour le son, de nouvelles normes permettront de passer de quatre à huit voies, donc d'obtenir une qualité stéréophonique et la diffusion des programmes en plusieurs langues. Les télévisions locales utiliseront autant les satellites que les réseaux câblés. Les récepteurs seront aptes à être connectés à toutes sortes de périphériques divers — magnétoscopes, vidéodisques, ordinateurs entre autres.

Les qualités du D2-MAC Paquet viennent du codage des signaux de télévision, qui sont ordonnés dans le temps et non plus imbriqués les uns dans les autres comme en PAL ou en SECAM. Le balayage de chacune des 625 lignes dure 64 microsecondes, dont 12 microsecondes pour passer le son et les signaux de synchronisation, 17,5 microsecondes pour passer la chrominance et 34,5 pour passer la luminance. Les salves de signaux se succédant, aucune interférence ne peut se produire. Ce qui assure la pureté des couleurs et la résistance aux parasites (voir dessin p. 81).

Avec le D2-MAC, pour la première fois, le son est en codage numérique, comme sur un disque compact à la lecture par laser. On sait que cela permet une qualité haute fidélité et l'élimination de tous parasites.

Mais le signal numérique permet aussi d'intercaler de multiples données: sous-titrages des films, textes, renseignements fournis par les banques de données comme Antiope, par exemple.

Les signaux d'image, codant la luminance et la chrominance, continueront pendant un temps, comme c'est le cas aujourd'hui, d'être diffusés sous forme analogique. Mais on pourra envisager ultérieurement la transmission numérique des images, lorsque la puissance des satellites sera suffisante, qu'on saura comprimer le signal en numérique — il faudrait une bande de 27 MHz pour passer un débit d'informations de quelque 150 millions de bits par seconde —, et que d'autres obstacles techniques auront été résolus. Le D2-MAC Paquet, système évolutif, le

prévoit, puisqu'une norme numérique existe déjà et est appliquée pour le traitement des signaux avant leur diffusion sur l'antenne et le satellite.

Le passage vers le tout numérique apparaît d'ailleurs particulièrement lent, puisqu'il ne sera pas accompli avant l'an 2000. Or l'évolution est en cours depuis plus de 10 ans et a fait l'objet d'une normalisation internationale dès 1982.

Le standard D2-MAC Paquet entrera en service pour la première fois pour les émissions avec les satellites de diffusion directe TDF en France et TV-SAT en Allemagne. Les derniers accidents de la fusée Ariane ont retardé le programme de lancement, qui débutera en avril 1987 au lieu de juillet 1986, comme prévu initialement.

Ainsi, dans les treize prochaines années, la télévision va évoluer considérablement vers le grand écran cinémascope, la haute définition, la haute fidélité et un rayonnement mondial.

A l'évidence, il y a accélération du progrès et de sa transformation. Car en treize ans, la télévision changera beaucoup plus qu'elle ne vient de le faire en un demi-siècle.

Frédéric Blassel

(1) Voir "La fin de l'écran bombé", *Science & Vie* n°813, janvier 1985, p. 126.

(2) Dès 1937, Valensi dépose un brevet dans lequel il énonce les principes essentiels sous lesquels se fonderont aussi bien le NTSC, le PAL et le SECAM. Il préconise notamment la séparation de la luminance et de la chrominance.

1986 : L'ÉCRAN PLAT GÉANT

