

Une histoire des transistors en France

1^{ère} partie : LE TRANSISTOR A POINTES

Christian ADAM Radiomuseum.org Janvier 2008 - Janvier 2010

Remerciements

J'ai ouvert sur le site Radiomuseum.org le 25 Janvier 2008 un forum [27] dont j'étais loin d'imaginer l'extension qu'il prendrait. Grâce à tous ses contributeurs* que je remercie, nous avons pu réunir la matière première pour documenter l'histoire du transistor en France. Cette première partie se veut une synthèse de l'histoire du transistor à pointes dans notre pays, à l'éclairage des dates clés aux Etats-Unis et en Allemagne. En filigrane du forum apparaît le Transistron développé par la Compagnie des Freins et Signaux Westinghouse. Je ne connaissais pas cette histoire pour laquelle on trouve maintenant beaucoup de renseignements sur Internet grâce à MM. Armand Van Dormael [12] [13] et Michael Riordan [1]. J'ai essayé à mon tour d'en faire une synthèse avec l'aide des revues de l'époque pour apporter des éléments inédits et mieux la faire connaître. Puis j'ai terminé avec les transistors à pointes français qui nous sont connus... grâce au forum !

***Merci en particulier** à Jean-Claude Pigeon (décédé en 2008) qui a permis d'amorcer le forum en apportant les premiers éléments, à Jacky Parmentier pour son exploitation scrupuleuse de toutes les informations de la revue TSF & TV jusqu'à fin 1955 et à Mark Burgess de Nouvelle Zélande, spécialiste du transistor, qui connaît notre langue et... encore mieux nos transistors ! Son site en anglais [42] rend universelle cette information que nous avons collectée avec sa participation.

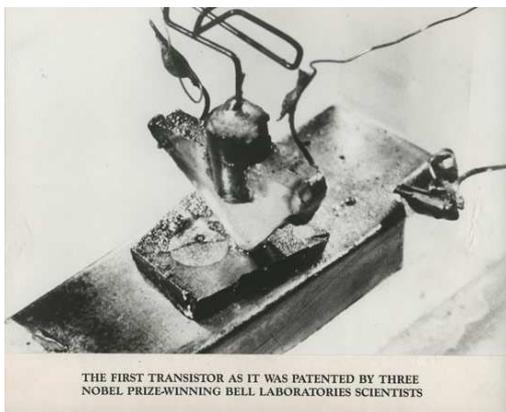
Enfin merci à ceux qui m'ont fourni des photos pour cette première partie : Patrice Zeissloff, Marc Gianella et Andrew Wylie

Pour finir, un grand merci au docteur Mataré qui a eu la courtoisie de répondre à mes emails pour compléter les informations.

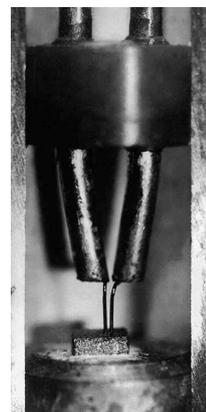
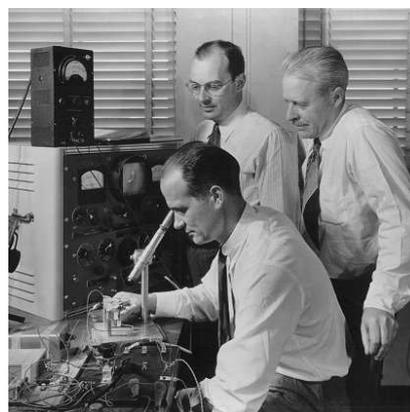
1) L'INVENTION AMERICAINE DU TRANSISTOR A POINTES (1947) PUIS A JONCTION (1948)

23 Décembre 1947: deux scientifiques américains des laboratoires Bell, John Bardeen et Walter Brattain, présentent à leur chef William Schockley leur premier prototype fonctionnel de transistor à pointes, qu'ils ont tenu secret pendant quelques semaines. Ils ont démontré expérimentalement que si deux pointes très fines sont disposées suffisamment proches l'une de l'autre (moins de 50 microns) en contact sur un bloc de germanium (à teneur maîtrisée en impuretés) et polarisées convenablement, le courant dans l'une influe sur le courant de l'autre. Il y a donc possibilité d'amplifier le signal grâce à un composant « solide » alors que jusque là seuls les tubes à vides en étaient capables. Le nom transistor vient de la contraction TRANSfer reSISTOR, donné par J.R. Pierce.

William Schockley est à la fois content de ce magnifique cadeau de Noël mais aussi extrêmement dépité de ne pas avoir été intimement associé à ce travail de découverte du composant objet de ses recherches depuis des années. Il ne le pardonnera pas à ses collaborateurs et cherchera immédiatement à faire mieux. Dans les semaines qui suivent, il conçoit le transistor à jonction basé sur l'association de 3 couches de germanium convenablement dopées. Il a l'intuition qui se révélera juste que ce dernier sera plus fiable et plus facile à industrialiser que son prédécesseur à pointes.



THE FIRST TRANSISTOR AS IT WAS PATENTED BY THREE NOBEL PRIZEWINNING BELL LABORATORIES SCIENTISTS



Photos: le premier prototype du transistor à pointes, ses inventeurs, le premier transistor à pointes de production, le type A [1] (source Internet)

L'information est gardée secrète au sein des BELL Labs pendant six mois, le temps entre autres de déposer les brevets : le 17 Juin pour le transistor à pointes et le 26 Juin pour le transistor à jonctions. Puis le 30 Juin 1948 l'information de l'invention du transistor aux Etats Unis est rendue publique par le biais d'une présentation officielle à New York [41]. Elle passe presque inaperçue dans la presse grand public car les journalistes ont du mal à imaginer le formidable progrès que le transistor fera faire à l'électronique. Seul le New York Times en fera mention dans un très court paragraphe dans son édition du 1^{er} Juillet [17].

Patented Oct. 3, 1950

2,524,035

UNITED STATES PATENT OFFICE

2,524,035

THREE-ELECTRODE CIRCUIT ELEMENT
UTILIZING SEMICONDUCTIVE MATERIALSJohn Bardeen, Summit, and Walter H. Brattain,
Morristown, N. J., assignors to Bell Telephone
Laboratories, Incorporated, New York, N. Y., a
corporation of New York

Application June 17, 1948, Serial No. 33,466

40 Claims. (Cl. 179-171)

Extrait du brevet du 17 Juin 1948 des Bell Labs pour le transistor à pointe (inventeurs Bardeen et Brattain)

Patented Sept. 25, 1951

2,569,347

UNITED STATES PATENT OFFICE

2,569,347

CIRCUIT ELEMENT UTILIZING SEMICON-
DUCTIVE MATERIALWilliam Shockley, Madison, N. J., assignor to Bell
Telephone Laboratories, Incorporated, New
York, N. Y., a corporation of New York

Application June 26, 1948, Serial No. 35,423

34 Claims. (Cl. 332-52)

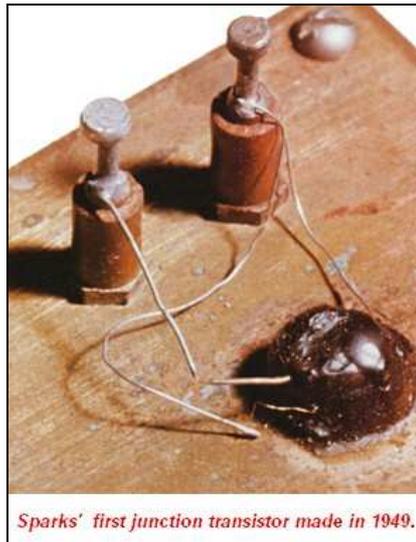
Extrait du brevet du 26 Juin 1948 des Bell Labs pour le transistor à jonctions (inventeur Shockley)

En France, E. Aisberg donne l'information dans le numéro de Septembre 1948 de sa revue « Toute la radio » [31]. Il sera le premier de la presse spécialisée en Europe à le faire [28]. En Allemagne cette information fait l'objet d'un article très documenté [33] qui donne également le schéma de principe d'un poste superhétérodyne à 11 transistors. Son auteur cite la revue française parmi ses sources. Cependant outre-Rhin c'est Radio Technik n°10 qui a été la première revue à donner l'information.



Couverture de Toute la Radio n°128 de Septembre 1948 qui annonce en France l'invention du transistor (source Internet)

Les trois inventeurs américains ont des egos très forts qui se confrontent lors de la revendication de la paternité de l'invention. Shockley le visionnaire pousse rapidement les recherches des Bell Labs dans la direction du transistor à jonctions dont le premier prototype sera réalisé en 1949 [18] et présenté publiquement par ces mêmes Bell Labs en Juillet 1951 [13].



Réplique du premier prototype fonctionnel de transistor à jonction (1949) source Internet

L'invention du transistor n'est pas le fruit du hasard. Depuis les années 1900 on utilise la galène, la pyrite de fer et la zincite pour détecter les ondes électromagnétiques. La période jusqu'aux années 30 correspond à une utilisation empirique de ces semi-conducteurs, bien que Julius Lilienfeld ait théorisé puis essayé de réaliser un transistor à effet de champ dès 1926 [17][18].

La période 1931-1940 voit le début des recherches théoriques sur l'état solide au niveau mondial. En 1933 la compagnie américaine WESTINGHOUSE sort son détecteur à oxyde de cuivre, le WESTECTOR. Voici la publicité parue en France d'un détecteur double. Notons le nom de sa filiale en France: Compagnie des Freins WESTINGHOUSE. Nous en reparlerons par la suite au vu du rôle important qu'elle va jouer.



*Publicité pour le WESTECTOR dans la revue Radio REF (Réseau des Emetteurs Français) d' Août 1933.
Source Christian Adam*

Dés 1942, aux Etats Unis, des recherches sont entreprises pour la réalisation de diodes au germanium et au silicium dans le but de résister aux grandes surtensions requises par les radars [8]. Il en est de même en Allemagne où des chercheurs poursuivent les mêmes objectifs avant et pendant la guerre.

Les trois chercheurs américains recevront le prix Nobel en 1956 pour leur travail. Ils ont été les premiers à faire fonctionner un transistor à pointes puis à jonction et donc sont à l'origine de l'industrie mondiale des transistors. Mais d'autres chercheurs dans d'autres pays ne sont pas restés inactifs, même si leurs travaux ont été éclipsés par l'équipe des Bell Labs...



Les lauréats du prix Nobel de Physique en 1956 (source Internet)

2) LA CO-INVENTION FRANCAISE (TRANSISTRON) PAR DEUX SCIENTIFIQUES ALLEMANDS (1948)

En France, à la Libération, Henri Jannès, directeur du C.N.E.T (Centre National d'Etudes des Télécommunications) fait le triste constat : « La technique française, en ce qui concerne la fabrication des petits tubes et des tubes spéciaux, est en retard de dix ans sur la technique américaine » [17]. En effet, la France n'avait pas comme en Allemagne ou aux Etats-Unis des équipes de recherche travaillant sur le remplacement des tubes par des composants « solid state ».

Les détecteurs en germanium et silicium récupérés à partir de matériels militaires allemands et américains font l'objet d'études au SRCT, le service d'études propre au ministère des P.T.T., dont le directeur est Pierre Marzin. La possibilité de monter à des fréquences très élevées de l'ordre de 3 Mhz leur confère un intérêt certain pour les réseaux de télécommunications.

Comme dans beaucoup de domaines, des spécialistes allemands viendront après guerre renforcer les équipes scientifiques des pays vainqueurs. Les français arrivent à convaincre en 1946 deux chercheurs allemands spécialistes du domaine des semi-conducteurs de venir poursuivre en France leurs travaux initiés pendant la guerre [17]. Ils ont été comme d'autres scientifiques « débriefés » par les services de renseignements alliés. Il faut se remémorer l'état de dévastation de l'Allemagne en 1946 pour comprendre à quel point la proposition pour des scientifiques de venir travailler en France pouvait représenter une réelle opportunité, à la fois pour leur carrière, mais aussi tout simplement pour faire face aux difficultés de la vie quotidienne en Allemagne occupée.



Photo de gauche : Pierre Marzin, directeur du SRCT

Photo du milieu : Herbert Franz Mataré (vers 1950)

*Photo de droite : Heinrich Johann Welker
(source Internet)*

Le docteur Herbert Franz Mataré est né en 1912. Il a étudié à Aix la Chapelle puis à Genève où il a aussi appris le français. En 1939 il rejoint le laboratoire de TELEFUNKEN à Berlin. Il se consacre durant la guerre à l'amélioration du

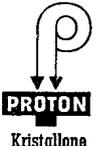
récepteur à bande centimétrique. Il a travaillé sur des duo-diodes en cherchant à reproduire des caractéristiques proches entre les 2 pointes pour pouvoir éliminer le bruit. Après la guerre il devient professeur avant d'accepter de rejoindre en France début 1947 la Compagnie des Freins et Signaux Westinghouse (C.F.S.W).

Le docteur Heinrich Johann Welker (1912 – 1981) a travaillé avec Sommerfeld pour obtenir son doctorat. Il publie avec lui des articles fondamentaux qui feront date. Pendant la guerre il travaille pour le service des recherches des transmissions, entre autres sur des détecteurs à cristal pour ondes centimétriques mais aussi sur un « cristal à 3 électrodes » [30]. Dans les conditions difficiles de l'après-guerre en Allemagne, il s'est établi comme ingénieur indépendant et travaille en coopération avec Wolfgang Büll, qu'il avait connu lors de ses travaux sur les détecteurs centimétriques en 1942. Wolfgang Büll est le fondateur de la société PROTON qui fabriquera après-guerre en petites quantités des diodes au germanium issues de ses recherches durant le conflit.

GERMANIUM-KRISTALLDIODEN

für Rundfunk und UKW

Type BN6 DM 3.50



Präzisionsausführung mit höchstwertigen Materialien. Aufsteckbare, gefederte Anschlüsse (leichter Ein- und Ausbau wie bei einer Röhre, keine Beschädigung durch Erwärmung oder spannungführ. LötKolben)

Im In- und Ausland 1000fach bewährt!

PROTON (Ing. W. Büll) Planegg vor München

POSTSCHECKKONTO MÜNCHEN 81008

Publicité pour PROTON, extraite de Radiopraktiker 45/46 1952. Source Christian Adam.

Heinrich Welker rejoint comme Herbert Mataré la France début 1947 et travaille avec lui pour la Compagnie des Freins et Signaux WESTINGHOUSE, société française qui n'a plus après guerre de relation de dépendance avec l'ancienne maison mère américaine [30].

Sous l'impulsion de Pierre Marzin et de son adjoint René Sueur, cette société a négocié et signé en Novembre 1947 [43] un contrat de 6 millions de Francs avec le SRCT pour développer et industrialiser des diodes au germanium et au silicium. Comme WESTINGHOUSE était déjà connue pour ses redresseurs au sélénium, ce contrat lui permettait d'élargir le champ d'activités vers les redresseurs hautes fréquences. La compagnie n'a pas attendu la signature du contrat et a anticipé les travaux.

Il fallait créer de toutes pièces un laboratoire séparé consacré au germanium et au silicium, indépendamment du sélénium. Mataré et Welker ont donc investi un petit pavillon d'Aulnay-sous-Bois pour en faire leur laboratoire. Welker se chargeant de l'élaboration du germanium et Mataré de la technique de production des diodes et des mesures associées. L'objectif était de concurrencer les diodes américaines SYLVANIA telle la 1N34 [30]. Dès mi-1947 la production commence. Début 1948 3000 diodes sont réalisées mensuellement et ce volume passe à 10 000 / 20 000 par mois début 1949 avec des performances suffisamment bonnes pour atteindre 3 cm de longueur d'onde.

Mais quand son travail lui laisse le temps, Mataré reprend ses travaux sur la duo-diode entamés en Allemagne durant la guerre. Début 1948 – donc un peu après les américains - il arrive à piloter le courant dans une diode à partir de l'autre, même avec les 2 pointes distantes de 100µ. Welker essaie d'interpréter ces résultats sur la base de la théorie de Schottky [30].

Et c'est ainsi que le 13 Août 1948, les docteurs Herbert F. Mataré et Heinrich J. Welker déposent en France un brevet [10] pour leur « Transistron », suite à leurs travaux pour le compte de la Compagnie des Freins et Signaux Westinghouse (C.F.S.W.) à Aulnay-sous-Bois près de Paris. Ces travaux ont été financés dans le cadre d'un second contrat par le ministère des P.T.T. qui recherchait le moyen de remplacer les amplificateurs relais à tubes dans les liaisons téléphoniques, beaucoup trop gourmands en énergie [11].

Le « Transistron » n'est rien moins que la version européenne du transistor à pointes dont le nom a été subtilement changé par René Sueur pour se démarquer du vocable américain de transistor [25]. La photo ci-dessous montre la première réalisation en Juin 1948 selon Mataré (donc un peu avant l'annonce officielle US du 30 Juin 1948). Remarquer l'analogie de ce transistor à pointes avec la photo du type A américain en première page.



First European transistor constructed in June, 1948 at the Semiconductor Laboratory of P & S Westinghouse in Paris, France by H. F. Mataré

*Premier transistor européen construit en Juin 1948 au laboratoire de la Compagnie des Freins et Signaux Westinghouse, Paris, par H.F. Mataré et H. Welker (source Deutsches Museum [29]).
Noter la similitude avec le type A de Bell*

Ce dépôt de brevet est un baroud d'honneur en réaction à l'annonce américaine du 30 Juin 1948 en vue de se préparer à une future guerre des brevets. Elle n'aura finalement pas lieu : les Bell Labs décident en 1951 d'offrir des licences à des conditions très favorables [17]. Les frais de licence seront faibles (25 000\$) et rendront le transistor accessible y compris à de jeunes « start-up » telles TEXAS INSTRUMENTS aux Etats-Unis et SONY au Japon... qui se développeront comme l'on sait à partir de cette licence !

Il est cependant reconnu de nos jours par la communauté scientifique – américains y compris - que vu le secret ayant entouré l'invention des Bell labs, l'invention du transistor à pointes de Mataré et Welker s'est faite de manière indépendante [1] [2]. Déjà en son temps l'indépendance de l'invention n'avait pas été contestée, voir par exemple ce qu'en dit Aisberg : « Aussi, jusqu'à preuve du contraire, devons-nous considérer comme acquis que l'étude de la triode au germanium a été accomplie au laboratoire des P.T.T. parallèlement avec le travail de recherche américain » [28] . Le docteur H. Mataré revendiquera sur le tard en 2000 [2] l'invention sans pour autant pouvoir apporter la preuve formelle de son antériorité. Ses archives personnelles sont conservées au « Deutches Museum » de Munich auquel il a également légué en 2005 les prototypes illustrés dans cet article.

L'existence du « transistor français » était parvenue aux oreilles des équipes américaines des Bell Labs qui ont détaché en 1949 l'un des leurs, Alan Holden, visiter le laboratoire d'Aulnay-sous-Bois. Il écrira dans une lettre du 14 Mai 1949 à Shockley « Quand nous arrivâmes, ils étaient en train de transmettre à un petit récepteur radio situé à l'extérieur à partir d'un émetteur situé à l'intérieur et modulé par un transistor ... Cette équipe des PTT me semble très bonne. Ils ont de petits groupes dans toutes sortes de « trous de rats », maisons de fermes, fromageries et prisons dans la banlieue de Paris. Ils sont tous jeunes et enthousiastes ».

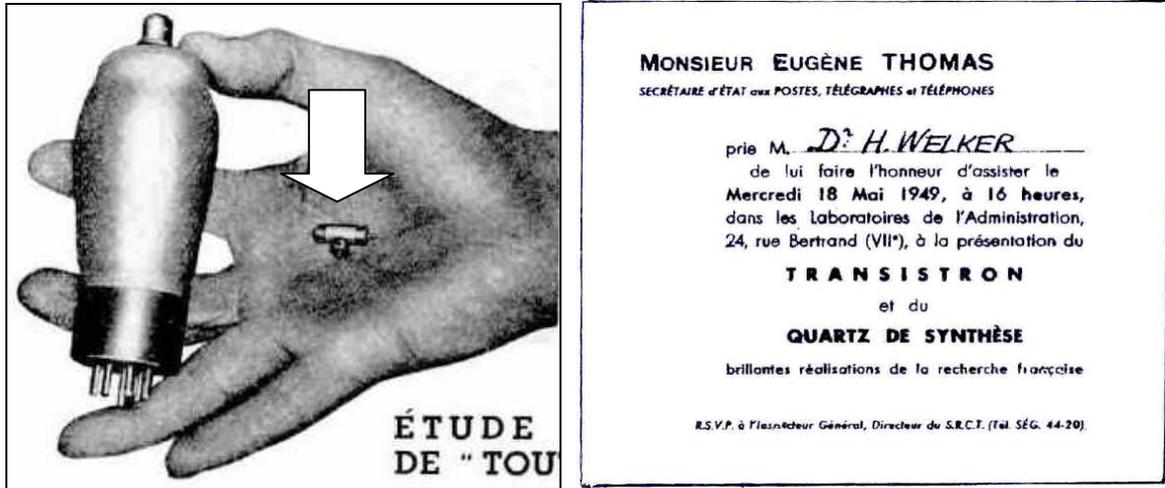
« They have little groups in all sorts of rat holes , farm houses, cheese factories, and jails in the Paris suburbs.
They are all young and eager »

Lettre de Holden à Shockley, mai 1949

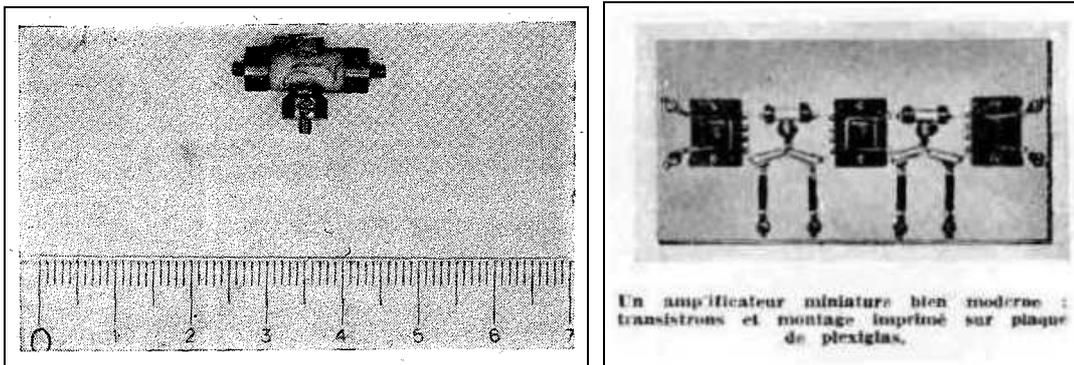


Cette invention « française » (on devrait dire franco-allemande car les travaux des 2 chercheurs allemands ont commencé en Allemagne avant et pendant la guerre 39-45) sera rendue publique le 18 Mai 1949 – soit quatre jours après la visite des Bell Labs - et sera qualifiée par les autorités à juste titre de « brillante réalisation de la recherche française ».

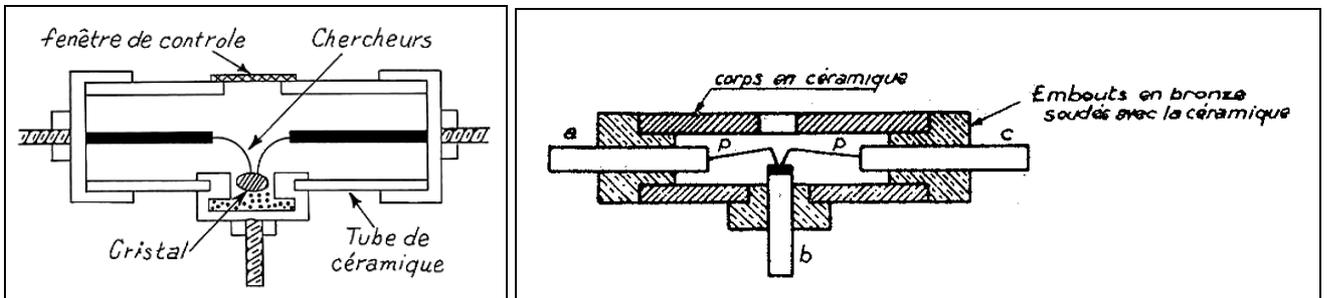
La presse spécialisée n'est pas conviée à cette présentation officielle, ce qui provoquera le courroux d'Eugène Aisberg, directeur de la revue « Toute la Radio » dans son article « Transistron = transistor + ? » publié en Août 1949 [28]. C'est donc par la voie des quotidiens que la nouvelle est diffusée. Ils montrent la photo du Secrétaire d'Etat aux P.T.T., M. Eugène Thomas, tenant dans sa main une lampe et le nouveau Transistron :



Le Transistron montré en comparaison avec une lampe PTT de la S.I.F. [28] et le carton d'invitation du Dr. Welker à la présentation officielle du Transistron (document extrait de [11])

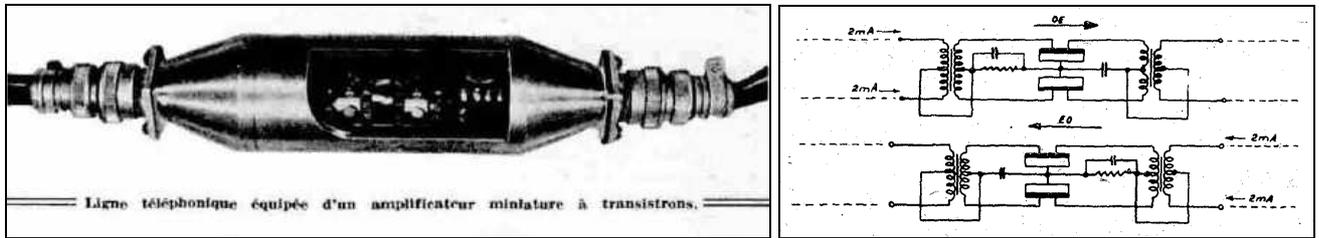


Photos du Transistron 1949 avec une règle pour l'échelle [25] (source Patrice Zeissloff) et un montage innovant sur plaque plexiglas [28]



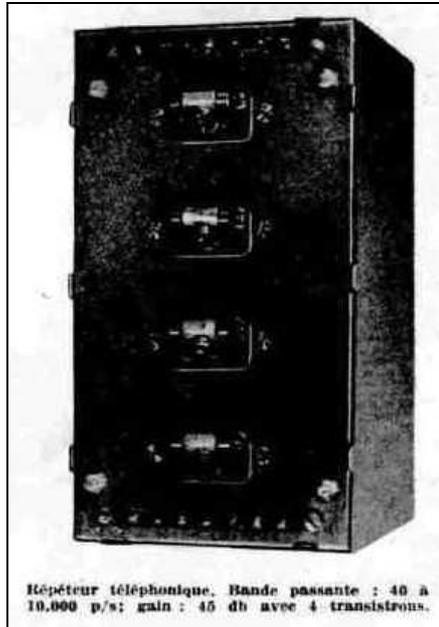
Vues en coupe du Transistron 1949 extraites de [28] à gauche et [25] (source Patrice Zeissloff) à droite. Noter la présence de la fenêtre qui permet l'ajustement des pointes sur le germanium. La vue de droite semble plus conforme à la réalité (blocage des tiges par vis pointeau [25])

A cette présentation publique du « Transistron triode type P.T.T. 601 » seront montrés quelques appareils équipés de ce nouvel amplificateur « solide » : un poste récepteur radio , un poste émetteur, et des répéteurs téléphoniques illustrés dans [25] et [28]. Voici les vues des répéteurs téléphoniques :



Ligne téléphonique équipée d'un amplificateur miniature à transistors.

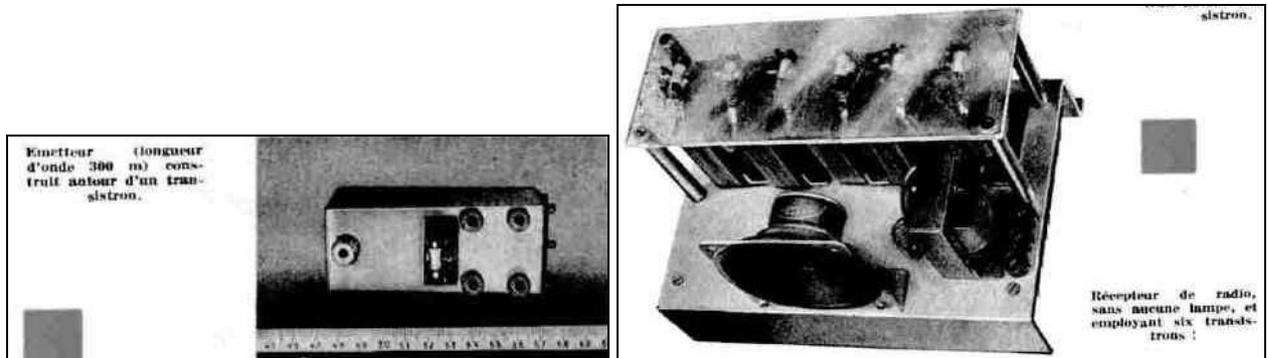
Répéteur auto-alimenté à 2 Transistors avec son schéma (source Patrice Zeissloff)



Répéteur téléphonique. Bande passante : 40 à 10.000 p/s; gain : 45 db avec 4 transistors.

Répéteur téléphonique de station à 4 Transistors, gain 45dB, 40 à 10 000 Hz [28] (source Patrice Zeissloff)

Et voici les photos de l'émetteur radio à 1 Transistor et du récepteur radio à 6 Transistors. Est-ce l'émetteur et le récepteur dont parlait Alan Holden dans sa lettre ? Il y a tout lieu de le penser.



Émetteur et récepteur respectivement à 1 et 6 Transistors (source Patrice Zeissloff)

Malgré les conditions difficiles dues à l'après-guerre, une production en quantité limitée est obtenue début 1949 et livrée aux services commanditaires des PTT. Le premier objectif industriel est d'équiper la ligne téléphonique Paris-Limoges de répéteurs à Transistors. Voici une photo de cette version industrielle de 1949-50:

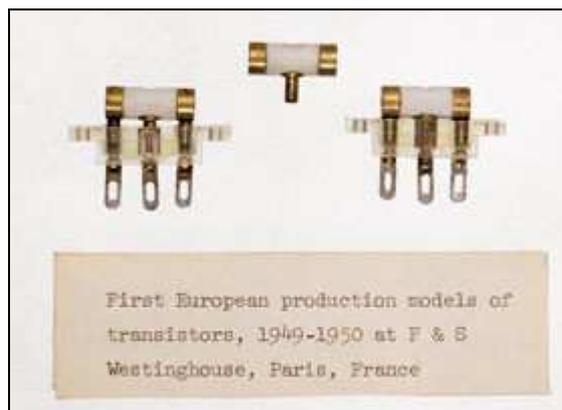
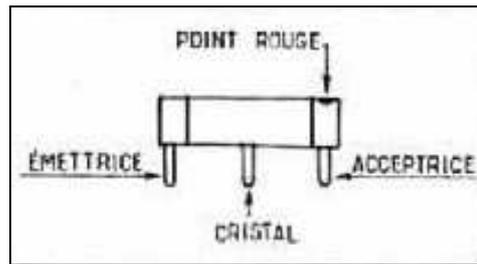


Photo de la version de production 1949-50 (source Deutsches Museum [29])

On retrouve pour cette première version de production une construction proche de la représentation donnée dans la référence [14] et dont le dessin suit. A noter le nom des électrodes : Emettrice (émetteur) , Cristal (base) et Acceptrice (collecteur).



Dessin du Transistron dénommé « Westrel » dans la référence [14]

La référence [30] cite 1000 Transistrons produits au premier semestre de 1949. René Sueur annonce « une production en grande quantité pour Novembre 1949 » [25]. L'usine où sera montée la ligne de production du Transistron est celle de Westinghouse à Sevran-Freinville [32], distante de quelques kilomètres du labo d'Aulnay.



Carte postale montrant l'usine de Freinville en 1968 et logo de l'usine (extrait de [32])

En 1950 Brattain et Shockley profitent d'un déplacement en Angleterre pour venir visiter le laboratoire de la C.S.F.W. à Paris. Mataré leur fait la démonstration d'un appel téléphonique vers Alger, via une ligne équipée de répéteurs à Transistrons. Il se rappelle que Shockley en est resté impressionné [1].

Mais l'antériorité du brevet Bell et le recentrage vers le nucléaire – dixit Mataré - conduisent Westinghouse à l'arrêt de ces travaux et à la fermeture du labo d'Aulnay-sous-Bois. Les deux chercheurs allemands quittent la France: Welker rejoint en 1951 son pays l'Allemagne pour travailler à SIEMENS Erlangen où il occupera des postes très importants et terminera à la tête des labos de recherche de SIEMENS. Mataré le suit en 1952 et fonde avec un homme d'affaire (Jacob Michael) la compagnie Intermetall qui produira des semi-conducteurs (voir plus loin).

La belle aventure du Transistron se poursuit en France, au sein de la C.F.S.W. mais sans ses géniteurs, les docteurs Mataré et Welker. La revue TSF et TV de Mars 1952 [37] rend compte des nouveautés du salon français de la pièce détachée au Parc des Expositions à la porte de Versailles. Sur le stand Westinghouse on note la démonstration d'un « récepteur sans tubes électroniques, mais uniquement des transistors ... Ce récepteur de type détectrice à réaction comportait seulement quatre transistors et actionnait néanmoins un haut-parleur ».

Une photo élogieuse de cet appareil est publiée dans le numéro d'Avril (n°164) de la revue « Toute la Radio ». Le mois suivant, dans la même revue [14], paraît un article « Le récepteur à transistors Westinghouse » sous la plume de M. Calon, du service des recherches de la C.S.F.W. Il décrit ce poste à quatre transistors de type « Westrel N » qui sont en fait des Transistrons. Le schéma accompagne l'article.

Rappelons que le poste récepteur radio présenté en 1949 par la même compagnie était quant à lui équipé de six Transistrons. L'article insiste sur le fait que les Transistrons sont interchangeables, témoignant de la reproductibilité de la fabrication. Voici la fameuse photo et le schéma du poste Westinghouse :

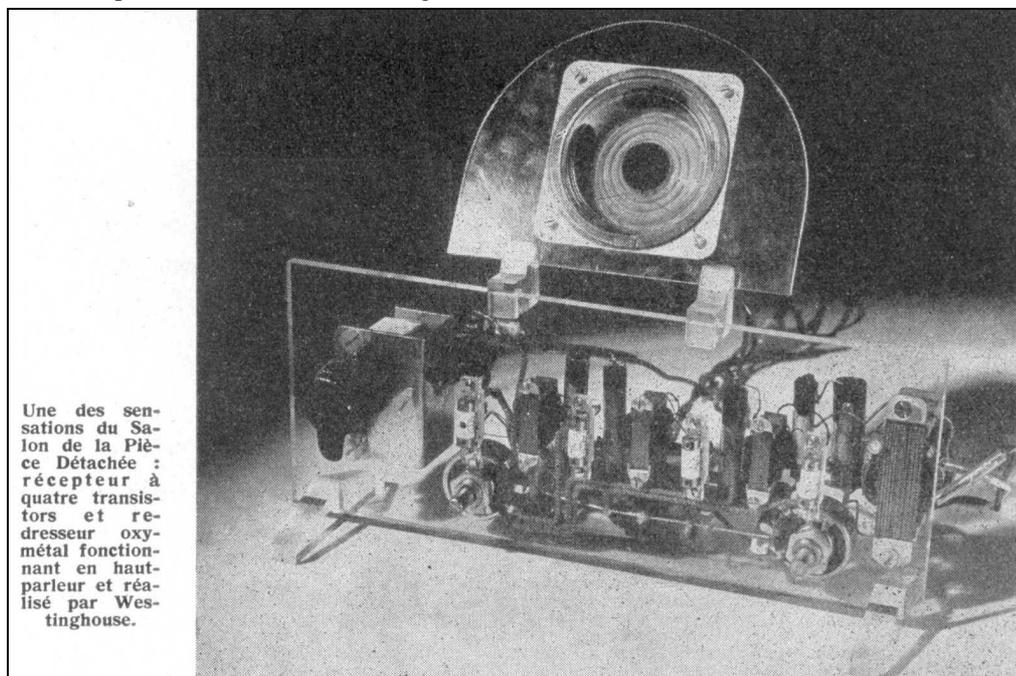


Photo du poste Westinghouse à quatre Transistrons (Toute la Radio Avril 1952). Source Marc Gianella.

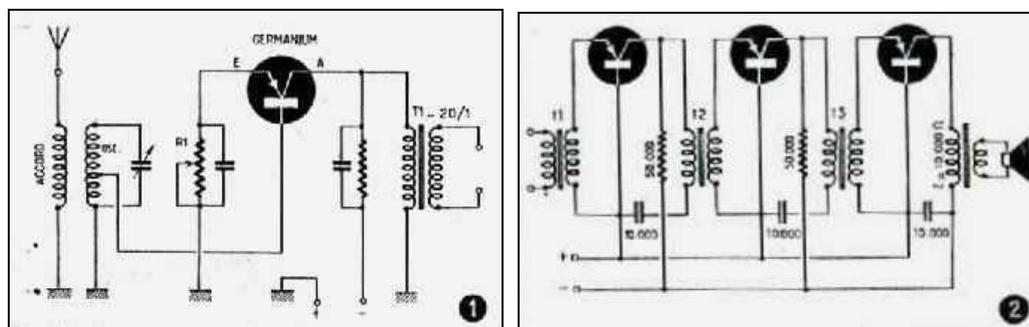


Schéma du poste Westinghouse (Toute la Radio Mai 1952 [14])

Et pour conclure cette année 1952 riche en événements pour le Transistron, on trouve dans les archives du MIT en accès libre sur Internet une note d'Octobre 1952 [40] montrant que les équipes du MIT ont évalué le Transistron. Voici l'extrait qui cite ce rapport :

<u>Transistor Measurements & Specifications</u>		
M-1404	N.T. Jones	TRANSISTOR GROUP EXPERIMENTAL PROCEDURES
M-1541	N.T. Jones	BRIEF DESCRIPTION OF TRANSISTOR TYPES
M-1540-1	J.F. Jacobs	NOTES ON THE SPECIFICATIONS OF THE RCA TA-165
M-1610	N. T. Jones	EVALUATION OF SAMPLE FRENCH WESTCREL TRANSISTORS
M-1620	N.T. Jones	INTERPRETATION OF TRANSISTOR DATA CARDS



Extrait de la note [40] montrant que le MIT a testé le Transistron WESTCREL français

Enfin – survivants de cette belle épopée - les photos actuelles de deux exemplaires plus récents du Transistron de la Compagnie des Freins et Signaux Westinghouse:



*Photos actuelles connues du Transistron dénommé WESTCREL :
à gauche WESTCREL type H 160 (C22) collection FEB [24]
et à droite WESTCREL (source Andrew Wylie [13])
Dimensions selon [24] : diamètre et longueur cylindre horizontal 6 x 17mm*

Notons pour conclure l'évolution des dénominations du Transistron Westinghouse :

- pour sa première révélation en 1949 il est présenté sous le nom « Transistron Triode type 601 P.T.T » [25]
- puis en 1952 [14] il est désigné par « WESTCREL type N »
- puis il apparaît sous le nom de « Triode à cristal » WESTCREL type H [24] (est-ce une faute de lecture H pour N ?)
- enfin il est fait mention d'un transistor à pointe de type GAN-1 produit par Westinghouse France en 1954 [35]. C'est le seul transistor français dans ce tableau de transistors publié en Février 1954. Est-ce le même sous une autre dénomination ? Nous n'en savons pas plus à cette heure.

3) H. MATARÉ FAIT RENAITRE LE TRANSISTRON EN ALLEMAGNE

L'invention du transistor américain mais aussi du Transistron français était parvenue aux oreilles de Jacob Michael, propriétaire en Allemagne avant guerre de la société DEFAKA et propriétaire aux Etats-Unis de New England Industries. Il cherchait un moyen de transférer sa fortune aux Etats-Unis, sachant que les banques allemandes n'ont pu transférer des devises qu'à partir de 1953 [45]. Fabriquer des transistors en Allemagne lui permettrait d'atteindre cet objectif. Il a donc contacté le docteur Mataré pour l'associer à cette démarche. Le choix de s'associer avec l'un des pères du Transistron plutôt qu'avec une équipe américaine s'explique à la fois par la nationalité du Dr. Mataré et par le fait que le Transistron avait à l'époque de meilleures caractéristiques en haute fréquence que le transistor américain. Jacob Michael fonde donc INTERMETALL GmbH à Düsseldorf [45].

En Allemagne, cette nouvelle compagnie produit rapidement des diodes et des transistors à pointe sur la base des travaux antérieurs faits en France par les docteurs Mataré et Welker. Il semble que ce soit l'une des premières productions industrielles (en grande série) avec commercialisation de semi-conducteurs en Europe [11]. En été 1953 20 000 diodes à pointes au Germanium sont produites par mois [30]. Le site de Rudi Herzog, spécialiste allemand du transistor, [23] nous apprend qu'en Novembre 1953 les transistors Intermetall connus sont les types GSN1 et GSN2. On peut y voir une photo du GSN1. On notera aussi l'analogie entre les noms GAN-1 (voir ci-dessus) et GSN1. Pure coïncidence ?

Voici un GSN2 et son emballage. Noter le logo d'Intermetall :



Transistor GSN2 d'Intermetall (source Andrew Wylie)

Intermetall n'est cependant pas la première compagnie qui ait produit des transistors en Allemagne : les références [22,23 & 30] indiquent deux autres sociétés allemandes, les Laboratoires du Dr. Rost et la SAF qui ont commercialisés en très faibles quantités des transistors à pointes dès fin 1952 / début 1953.

Le point d'orgue du développement très rapide d'Intermetall sera la présentation au Salon de la Radio de Düsseldorf en 1953 d'un prototype de taille très réduite de radio à transistors, un an avant la première radio américaine à transistors,

le Regency TR1 et deux ans avant Sony et son premier modèle export, le type TR55. En témoigne la photo ci-dessous des archives du Dr. Mataré :



*Publicité pour l'exposition Radio & TV de Düsseldorf parue dans Radio Plans n°60 d'Octobre 1952
Source Christian Adam*

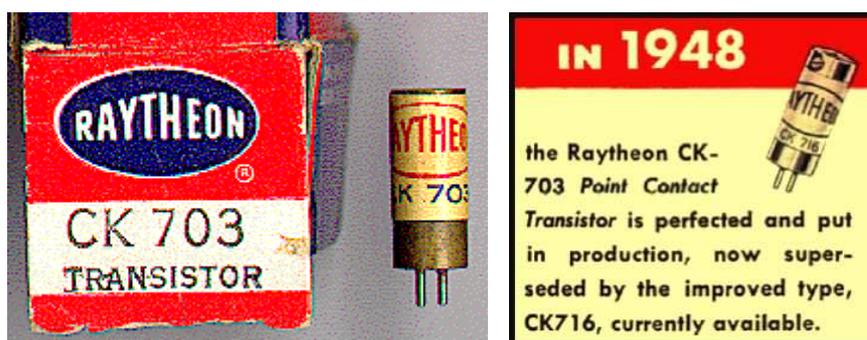
Photo: Prototype de radio miniature à transistors au salon de Düsseldorf (source H. Mataré)

La revue Le Haut Parleur [3] mentionne sobrement l'événement dans son article « L'industrie allemande au Salon de Düsseldorf ». Le docteur Mataré nous précise que c'est le même constructeur français de radio que celui ayant déjà produit le modèle exposé au salon de Paris en 1952 qui l'a réalisé [45].

En fin de cette même année 1953, le financier de l'équipe, Jacob Michael, décide de vendre Intermetall qui s'oriente vers la production à la compagnie Clevite Corp. de Cleveland (US). Dépité par l'arrêt de la recherche, Mataré part aux US où il fera une brillante et très longue carrière dans le domaine des semi-conducteurs.

4) LES PREMIER TRANSISTOR A POINTES COMMERCIALISE AUX ETATS-UNIS

En Amérique l'industrialisation avance également à grands pas. Le transistor à pointes (dont le premier type commercialisé a été le CK703 de RAYTHEON, d'abord pour les laboratoires déjà dès fin 1948 puis diffusé plus largement en 1950) a été rapidement supplanté par le transistor à jonctions révélé en 1951 et disponible dans le commerce dès fin 1952.



*Le CK 703 de RAYTHEON : premier transistor à pointes commercialisé aux Etats-Unis (source Andrew Wylie)
et son successeur, le CK 716 (source Internet)*

En France les choses sont malheureusement allées un peu moins vite...

5) LES AUTRES TRANSISTORS A POINTE FRANÇAIS CONNUS

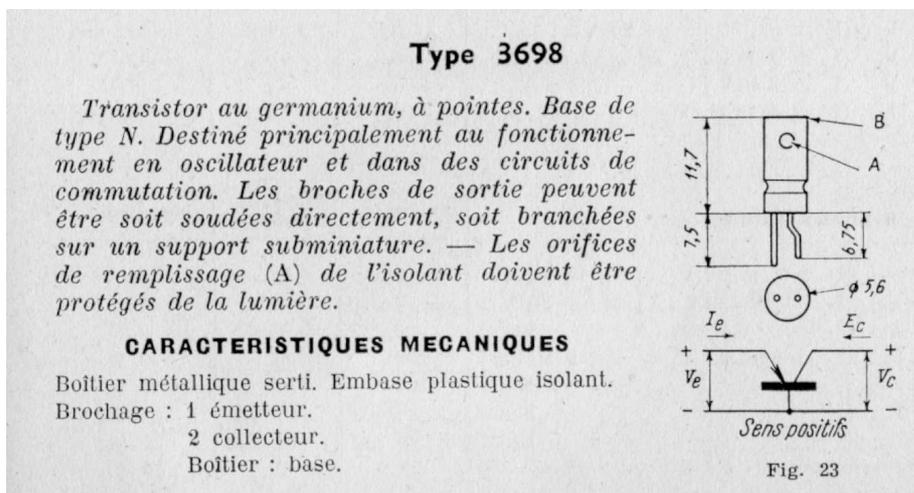
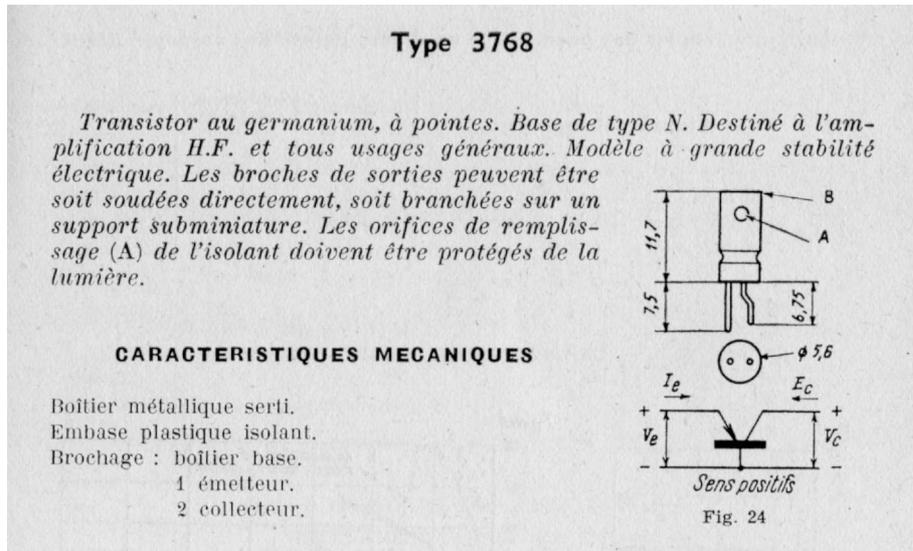
Après l'épisode méconnu du Transistron de Westinghouse France et contrairement à ce que l'on aurait pu penser, la France n'exploite pas son avancée. Ceci est d'autant plus incompréhensible que le Transistron français était meilleur à l'époque que son pendant US, en particulier en ce qui concerne sa réponse en fréquence [45].

En fait, les vraies raisons de l'arrêt des contrats du SCRT à Westinghouse nous sont données par Christian LICOPPE [43]. Le SCRT avait décidé de monter à son compte ses propres études. Son directeur Pierre Marzin obtient que le

second marché d'études de Westinghouse pour le Transistron soit restreint à un marché de recherches pures : la dispersion sur les gains des Transistrons nécessite des études fondamentales et des investissements lourds pour y palier. Une réunion orageuse au premier semestre de 1951 permet de rompre le contrat avec la société Westinghouse, jugée « incapable » de faire le travail de fond qui s'imposait et de financer les investissements nécessaires. Etait-ce plus une décision politique pour permettre au SRCT de reprendre la main ? Il se pourrait bien...

Nous avons vu ci-dessus que le seul transistor français début 1954 était le GAN-1 de Westinghouse. Quelques rares autres transistors à pointes seront produits postérieurement en France :

Les suivants seront produit par le LCT (Laboratoire Central de Télécommunications). Le LCT a développé et commercialisé (fin 1954 ou début 1955 [36]) des transistors à pointes, les types 3698 et 3768. En fait ces transistors ont été réalisés sous licence des Bell Labs et ces références sont à priori les équivalents des transistors 1698 et 1768 américains [27], ce qui explique leur ressemblance physique [27][42].



*Documentation des transistors à pointe du LCT extraite de [36]. Source Christian Adam
La photo montre le 1698 des Bell Labs industrialisé par Western Electric (source Mark Burgess)
Noter la ressemblance.*

Enfin on trouve encore la mention d'un transistor à pointes de la C.F.T.H. (Compagnie française THOMSON HOUSTON) dans le compte rendu fait par la revue Toute la Radio de Mai 1955 du salon de la pièce détachée de Paris qui s'est tenu du 11 au 15 Mars [27].

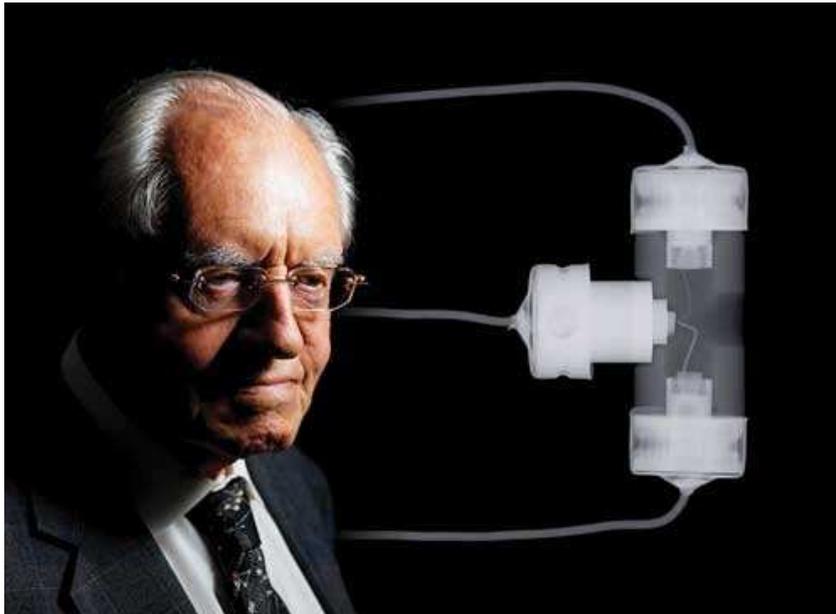
6) CONCLUSION

Il est intéressant de noter qu'à la fois pour l'équipe américaine des Bell Labs et pour l'équipe franco-allemande du Transistron, l'invention du transistor à pointes provient de l'expérimentation sur les duo-diodes : en rapprochant suffisamment (moins de 100μ) 2 pointes de diodes sur une base de Germanium, on constate une interférence entre les 2 diodes : le courant de l'une agit sur celui de l'autre. Le transistor à pointe est une retombée directe des recherches faites sur les diodes HF pour les radars et de la maîtrise suffisante de la purification du germanium des 2 côtés de l'Atlantique.

Cette histoire de l'invention simultanée en Amérique et en France du transistor à pointes mérite d'être mieux connue, en particulier et paradoxalement en France où cette réalité historique du Transistron franco-allemand a été quelque peu perdue de vue, alors que la lecture ordonnée des revues d'époque et de la littérature spécialisée permettent d'en retrouver la trace.

Le Transistron, transistor à pointes franco-allemand est ressorti de l'oubli grâce aux efforts de H. Mataré pour faire mieux connaître sur le tard sa contribution à cette grande invention. Son article « The lesser known history of the crystal amplifier » a été refusé par le comité de lecture du symposium IEEE célébrant les 50 ans du transistor [2]. C'est grâce à la thèse de doctorat allemande de Kai Christian Handel [30] et surtout grâce au travail et à l'énergie du belge Armand Van Dormael [11][12] et de l'historien américain Michael Riordan [1] que cette histoire est revenue sur le devant de la scène. En Allemagne – contrairement à la France - cette histoire sera relatée par la presse nationale [29].

Le Dr. Mataré est toujours actif en 2010 et vit à Malibu aux Etats-Unis. Il est l'auteur de plus de 80 brevets. Il a reçu en 2008 le prix allemand « Ehrenring – Ring of Honor » qui passe pour le « Nobel de la technologie » en juste honneur pour ses travaux [34]. Voici la très belle photo de lui prise en 2005 avec son Transistron vu en radiographie :



*Le docteur Herbert Mataré et son Transistron (vu en radiographie) en 2005
Photo extraite de [1] « How Europe missed the transistor »*

Pour notre pays, l'histoire du Transistron est celle d'une avance technologique inexploitée : nous n'avons pas su profiter de l'avantage initial obtenu par les équipes françaises et les 2 scientifiques allemands, les docteurs Mataré et Welker à la C.F.S. Westinghouse pour poursuivre l'effort et allons prendre du retard bien sûr par rapport à l'Amérique mais aussi par rapport à l'Allemagne.

Mais terminons sur cette note positive : dans le contexte extrêmement difficile des années d'après-guerre, le Transistron franco-allemand aura été le premier transistor produit en petite série en Europe, préfigurant l'Europe des chercheurs et ouvrant également la voie au transistor à jonctions sur le vieux continent dévasté par le second conflit mondial. Et laissons le mot de la fin à l'historien américain Michael Riordan dans son remarquable article au titre évocateur « How Europe missed the transistor » [1]: « A peine 4 ans après que la seconde guerre mondiale se soit achevée en Europe, un brillant phoenix technologique s'est miraculeusement levé des cendres encore fumantes de la dévastation ».

“Only four years after World War II had ended in Europe, a shining technological phoenix had miraculously risen from the still-smoldering ashes of the devastation” (Michael Riordan)

Après avoir co-découvert le transistor à pointes, la France - comme tous les autres pays - se tournera vers le transistor à jonction plus stable et plus facile à produire en série. 1955 sera l'année du transistor à jonction en France...

Christian ADAM
Dimanche 31 Janvier 2010 à Colmar, France

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Michael RIORDAN « How Europe missed the Transistor » Nov 2005
<http://www.pbs.org/transistor/materials/how-europe-missed-transistor.pdf>
- [2] John MARKOFF « Herbert F. Mataré : An Inventor of the Transistor Has His Moment »
Article du New York Times 24 feb 2003
« Fifty-five years later, Herbert F. Mataré may finally get his due »
<http://www.mindfully.org/Technology/2003/Transistor-Matare-Inventor24feb03.htm>
- [3] Revue Le Haut-Parleur n°948 du 15 Octobre 1953
- [4] Maurice BERNARD
Télécommunications et Semi conducteurs 2004
Conférence donnée le 30 Septembre 2004 à la journée Jean-Pierre NOBLANC
<http://www.colidre-ft.asso.fr/html/bernard240405.pdf>
- [5] « Les nouveaux éléments semi-conducteurs au germanium »
Par J.P. VASSEUR Ingénieur à la Compagnie Générale de T.S.F. (C.S.F.)
Paru dans « TSF et TV » Avril 1955
- [6] Revue Toute la Radio n°198 de Septembre 1955
Article « Guide des Transistors »
Pages 284 et 285
- [7] Intervention de Pierre Aigrain à l'Université de Paris 1, le 27 avril 1987
<http://picardp1.ivry.cnrs.fr/Aigrain.html>
- [8] Revue Le Haut-Parleur n°1006 du 15 Août 1958
Article « Les semi-conducteurs à l'usine de Saint-Egrève »
Pages 9 et 10
- [9] Les premiers postes à transistors français
Site internet de Jean-Luc Fournier avec la collaboration de Jean-Claude Pigeon
http://pagesperso-orange.fr/jeanluc.fournier/sixties/TRX_debut/sixties_trx_debut_france.htm
- [10] Brevet français n° FR1010427A du 13 Août 1948
Compagnie des Freins et Signaux Westinghouse
<http://v3.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=FR&NR=1010427&KC=&FT=E>
- [11] Armand Van Dormael « The French Transistor »
http://www.ieee.org/portal/cms_docs_iportals/iportals/aboutus/history_center/conferences/che2004/VanDormael.pdf
- [12] Armand Van Dormael "A Tale of Two Transistors (revised 24 feb 2008)"
- [13] Site web d'Andrew Wylie (Angleterre)
http://ourworld.compuserve.com/homepages/Andrew_Wylie/homepage.htm
- [14] « Le recepteur à transistors Westinghouse »
par M. CALON Service des Recherches de la Compagnie des Freins et Signaux Westinghouse
Paru dans « Toute la Radio » n°165 de Mai 1952
- [15] Revue Le Haut-Parleur n°1004 du 15 Juin 1958
Article « Le SOLISTOR 59, nouveau récepteur à transistors et cablage imprimé »
Pages 14 et 15 et photo de couverture.
- [16] Revue Le Haut-Parleur n°1007 du 15 Septembre 1958
Article « Nouveaux transistors HF, MF et BF pour postes portatifs »
Pages 30 à 33
- [17] Philippe Dupuis, Michel Joindot, André Gilloire
Comment le transistor a ouvert la voie aux technologies radioélectriques modernes
http://cnfrs.institut-telecom.fr/pages/pages_evenements/journees_scient/docs_journees_2007/P_Dupuis_JS07.doc
- [18] Jacques Dezoteux et Roger Petit-Jean
Les Transistors
Que sais-je ? N°1121 1974
- [19] Revue Le Haut-Parleur n°965 du 15 Mars 1955
- [20] Revue Le Haut Parleur du 15 Décembre 1956

[21] Revue Toute la Radio n°211 de Décembre 1956

[22] Forum Radiomuseum.org en Allemand par Ernst ERB

http://www.radiomuseum.org/forum/transistoren_erste_und_transistor_radios_halbleitertechnik.html

[23] Site « Transistor Museum » de Jack Ward (US)

<http://www.transistormuseum.com/>

[24] Bulletin n°64 FEB (Fédération des Equipes Bull) Octobre 2008

Thème consacré au Transistron

http://www.feb-patrimoine.com/nsrev/FEB_ACTU/64/febact-n%C2%B064.pdf

[25] Le Transistron Triode type 601 P.T.T. par R. Sueur ingénieur en chef des P.T.T.

Paru dans l'Onde Electrique n°272 Novembre 1949

pages 389 à 397

[26] Bibliographie de Mataré et Welker extraite de WIKIPEDIA

http://en.wikipedia.org/wiki/Herbert_Matar%C3%A9

http://en.wikipedia.org/wiki/Heinrich_Welker

[27] Forum Radiomuseum.org « Les premiers transistors en France » lancé par C. ADAM (sincères remerciements à tous les contributeurs)

http://www.radiomuseum.org/forum/les_premiers_transistors_composants_en_france.html

[28] La technique française n'abandonne pas : Transistron = Transistor + ?

Revue Toute la Radio n°137 Août 1949

E. Aisberg pages 218 à 220

[29] 60 Jahre Eurotransistor

Article du Spiegel 17 Avril 2008

<http://www.spiegel.de/netzwelt/tech/0,1518,547455,00.html>

[30] Thèse de doctorat de Kai Christian Handel soutenue le 29 Juin 1999

Anfänge der Halbleiterforschung und -entwicklung

Contient une interview avec le Dr. Mataré

[31] Le transistor remplacera-t-il le tube à vide ?,

N°128 de Toute la Radio, septembre 1948

Eugène Aisberg,

[32] Site Adamantane de Jean-Pierre Desthuilliers

www.adamantane.net/itineraire/entreprises/westinghouse

[33] Funk-Technik n°24 1948

Halbleiter als Verstärker „Transistor“

Pages 616 et 617

[34] Ehrenring / Ring of Honor 2008

Prof. Dr. Herbert F. Mataré "ein deutscher Erfinder des Transistors"

<http://www.uni-koblenz.de/~physik/ERS/html/2008/Ehrenring.html>

[35] Revue TSF & Télévision de Février 1954

Tableau II Types de transistors sur le marché

[36] Lexique général des transistors

M. MOTTE 2^{ème} trimestre 1955

TP Editions

[37] Revue TST et TV du 20 Mars 1952

Article « La pièce détachée au salon de 1952 »

[38] Montages pratiques à transistors

M. LEROUX 2^{ème} trimestre 1956

TP Editions

[39] La grande épopée de l'électronique

Elisabeth Antébi 1982

Editions Hologrammes

[40] Internal publications of the arithmetic section

MIT Memorandum M-1669

John F. Jacobs October 7, 1952

[41] *Crystal Fire: The invention of the transistor and the birth of the information age*
Michael RIORDAN & Lillian HODDESON 1997
Editor: W.W. Norton & Compagny New york London

[42] Site web de Mark Burgess
<http://sites.google.com/site/transistorhistory/Home>

[43] *Les premières années des recherches sur les semi-conducteurs et les "Transistrons" au CNET (1946-1956)*
Christian LICOPPE
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/reso_0984-5372_1996_hos_14_1_3670

[44] *Le CNET et les semi-conducteurs, du début des années 1950 au milieu des années 1960*
Claude BERNARD
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/reso_0984-5372_1996_hos_14_1_3671

[45] *Correspondance du docteur MATARE avec Christian ADAM*
Emails du Dr. Mataré du 29 Nov. et du 1er Déc. 2009