

Curt Herzstark et sa calculatrice de poche CURTA.

1ère partie

[Traduction libre de Noël Jouenne de l'article de Peter Kradolfer, traduit de l'allemand en anglais par Andries de Man,

publié dans le magazine *Backup*, 6/88 pp. 5-9

Le lecteur peut trouver la source sur le site de Rick Furr en cliquant sur le logo Curta ou bien [ici](#). Il ne s'agit pas d'un exercice de littérature mais de rendre le plus compréhensible possible l'article d'un des derniers hommes à avoir approché Curt Herzstark]

backup 6/88 page 5-9

Mes efforts dans la rédaction de l'information sur le développement des calculatrices mécaniques m'ont permis de me familiariser avec Curt Herzstark. Il est décédé; récemment, le 27 octobre 1988, À l'âge de 86 ans. Sa mort m'a frappée. Nous avons encore tant de choses À dire. Mais la nature prend son cours, et tout ce qui me reste sont d'excellents souvenirs des nombreuses et intéressantes conversations que j'ai eues avec Curt Herzstark. Une autre chose est d'essayer d'Écrire son patrimoine intellectuel. Dans ce sens, la présente première partie de ma contribution est aussi une nécrologie.

Peter Kradolfer

Cela a commencé par une lettre envoyée à Curt Herzstark en avril 1988. Je lui demandais si il ne pouvait pas me dire certaines choses sur la CURTA 1. Seulement deux jours plus tard, le téléphone sonna : "Oui, nous vous invitons à venir, je suis en bonne santé", ce qui n'est pas évident à l'âge de 86 ans. Surpris

par une telle spontanéité, j'ai pris le train afin de lui rendre visite. C'était un jour que je ne vais pas facilement oublier. "Vous ne devriez pas épuiser cet homme, il est certainement d'une époque où l'on a besoin d'un peu de repos" est l'avertissement que j'ai reçu de ma femme quand je suis parti. J'ai l'intention de revenir au bout de trois heures, tout au plus. Mais cela n'a pas été le cas. Après cinq heures de conversation animée, peut-on imaginer Curt Herzstark stipulé laconiquement : "Eh bien, nous ne serons jamais en mesure de terminer aujourd'hui, mais veuillez revenir." J'ai accepté cette invitation. Ce qui a commencé comme une seule visite s'est transformé en une série de réunions. Cependant, nous n'avons jamais fini. Il est difficile de raconter l'histoire d'une vie aussi riche en quelques jours seulement. Dans un premier temps, Curt Herzstark m'a impressionné par ses réalisations techniques. Plus j'ai appris à connaître sa vie, plus j'ai été ému par les malheurs qu'il avait eu et qu'il a surmonté au cours de sa vie. Je vais parler de nos conversations à partir d'un point de vue personnel, et non pas historique. Elles mettront en lumière de nombreux détails intéressants de sa vie.

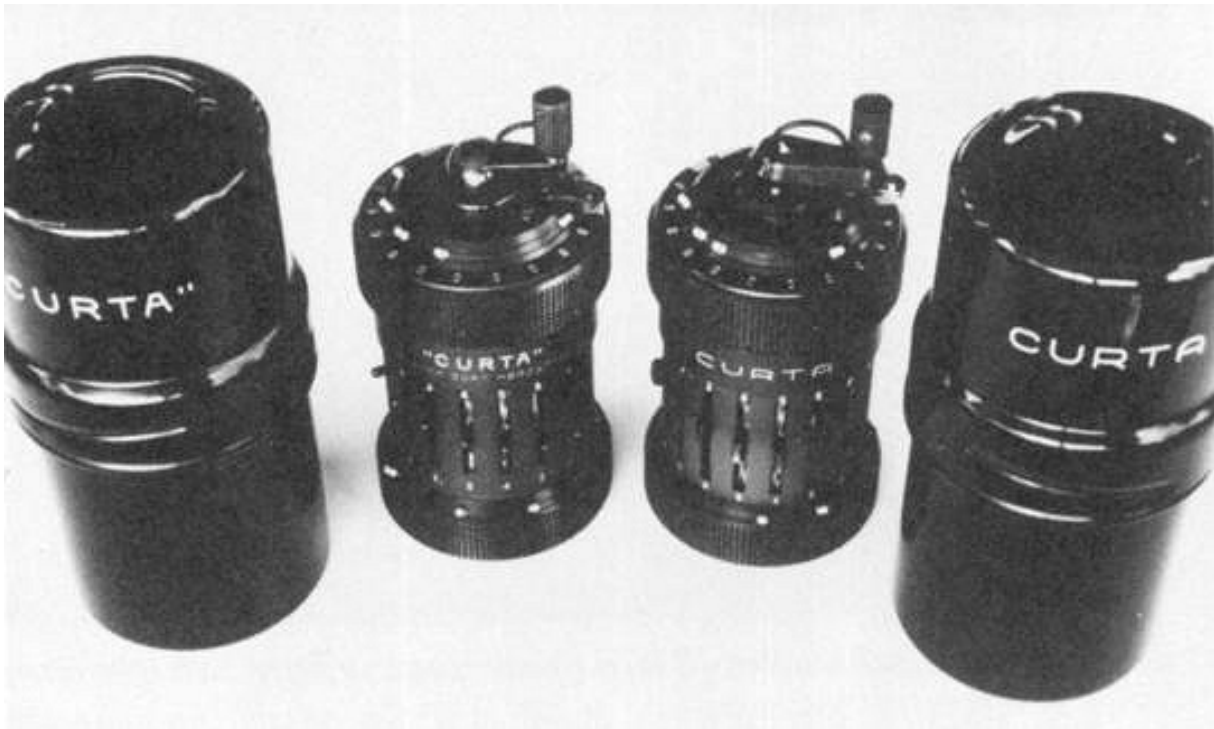


Figure 1: Deux CURTA modèle avec le numéro de série 4086 (à gauche) et 63122 (à droite). La plus ancienne calculatrice (à gauche) a été produite en 1947, la plus jeune à droite date de 1966, à peu près vers la fin de la production. En dépit des dix-neuf ans qui les séparent, les deux machines sont les mêmes. [On notera toutefois la différence dans la manivelle. La manivelle sphérique est en métal moulé alors que l'autre est en plastique.]

Résumé

Aujourd'hui, une calculatrice de poche est généralement une version électronique du gadget plus ou moins sophistiqué. Peu de gens savent qu'il existe déjà des calculatrices mécaniques peu de temps après la Deuxième Guerre mondiale. Et

seuls quelques collectionneurs savent qui est l'inventeur de la plus célèbre et compacte calculatrice mécanique. Curt Herzstark était, à côté de Konrad Zuse, le seul pionnier des calculatrices mécaniques encore en vie en 1988 [1]. Sa réalisation est unique à deux égards. Tout d'abord, il a inventé la plus petite calculatrice de poche à quatre fonctions qui ait jamais atteint la production de masse. Deuxièmement, le brevet a été accordé dès 1938, mais la production n'a commencé qu'en 1947. Un concept qui vaut la peine d'entrer en production neuf ans après l'obtention d'un brevet doit être extrêmement ingénieux ! Seules les dimensions et le poids de la machine sont "petits" - la CURTA se tient facilement en la main et ne pèse que quelques 100 grammes. En revanche, son rendement est grand. Avec une précision de 11 ou 15 chiffres, la machine est encore (1988) plus précise que la plupart des calculatrices électroniques modernes. Et elle a aussi été nettement plus rapide que toutes les calculatrices sur le marché après la guerre. Les particularités de sa construction permettent d'effectuer une multiplication avec le chiffre 9 en utilisant seulement deux tours de la manivelle.

Curt Herzstark, l'homme



Figure 2: Curt Herzstark en juin 1988, photographié durant la première exposition de calculatrice Suisse à Biel.

Curt Herzstark est né en 1902, fils d'un homme d'affaires à Vienne. Le père Herzstark fonda en 1905 à Vienne, la compagnie "Rechenmaschinenwerk AUSTRIA Herzstark & Co." [Fabrique de Calculatrices mécaniques], qui construisait les différentes variétés de calculatrices Thomas brevetées Herzstark. Le nom "AUSTRIA Rechenmaschinen" [2] est bien connu des collectionneurs de calculatrices. Durant la Première Guerre mondiale les usines AUSTRIA ont dû

fabriquer des pièces de précision pour des obus ce qui permis d'acquérir par cette occasion, de l'expérience dans l'interchangeabilité [3]. En 1916, après le "Realgymnasium" [3a], Curt commença un apprentissage comme mécanicien de précision et outilleur à l'usine de son père. Son mentor, Joh. Hayard, venait de Glashütte [4], un des centres de mécanique de précision à ce moment-là. Ainsi Curt Herzstark eu la chance d'avoir une très bonne éducation, en dépit de la guerre. Le plus important pour parfaire sa profession d'inventeur de calculatrices tenait à sa familiarisation avec la nouvelle méthode d'interchangeabilité. Après avoir terminé ses études "avec mention", il commença à étudier l'ingénierie à la "Höhere Staatsgewerbeschule" à Vienne, qui peut être comparée à la moderne suisse "Höhere Technische Lehranstalten" (HTL). Curt Herzstark n'a de stages que dans l'usine de son père, où il travaille à l'assemblage et à la vente. En 1926, il devient responsable de la réorganisation de la vente de produits en Autriche et en Tchécoslovaquie. Les choses auraient pu suivre un fil régulier à partir de là, mais les tremblements de l'histoire du monde ont rendu cela impossible.

En mars 1938, l'Autriche a été "ramenée la maison" dans le Reich par les nazis. En conséquence, l'armée allemande surveillait l'industrie des pays annexés [5], alors ils ont également surveillé les usines de l'Autriche. La firme pouvait maintenir son existence en remplissant les très difficiles essais pour la construction de jauges pour le bureau de l'armée à Berlin. En d'autres termes : la société n'a pas été nationalisés par les nazis, en dépit de la non appartenance à la race arienne [6] de Curt Herzstark, qui avait été promu directeur technique de l'usine. En d'autres termes, la firme AUSTRIA n'a pas été nationalisée, mais a dû adapter sa production aux souhaits exprimés par les nazis.

Tout allait bien, jusqu'en 1943. L'Allemagne était déjà à sa cinquième année de guerre et les échecs émergeaient : en mai 1943, la capitulation de l'armée allemande, italienne en Afrique, la chute de Mussolini en juillet, l'avance des troupes soviétiques à la frontière orientale et des bombardements offensifs de l'armée américano-britannique des cibles dans le nord et l'ouest de l'Allemagne ne sont que quelques-uns des principaux événements de cette année. Curt Herzstark a été arrêté. Il est accusé d' "aider les Juifs et les éléments subversifs" et "d'indécents contacts avec les femmes ariennes". Le seul reproche qu'ils pourraient tenir contre lui était que les employés, qui n'étaient pas du tout enclins au racisme, ont été capturés grâce aux écoutes des retransmissions de l'ennemi (l'anglais) et qu'il a essayé de les défendre. L'un des accusés a été exécuté. Quand il a été appelé comme témoin dans cette affaire, Curt Herzstark n'est pas rentré chez eux. Sans aucune garantie d'une procédure régulière, il est envoyé à Vienne en "détention préventive", telle que cette injustice a cyniquement été appelée. Après cela il a été mis en prison pour juifs et finalement expédié à Prague, dans l'infâme pénitencier de Pankraz. Là, il a été pris en charge par la SS. Curt Herzstark m'a dit des choses sur le traitement à Prague qui m'ont choqué. J'ai été très attristé par toutes les cruautés et les actes de mépris d'êtres humains intelligents exécutés à ce moment-là. Curt Herzstark m'a dit littéralement : "Les gens disent beaucoup, je vous dis seulement ce que j'ai vécu moi-même", et il a ajouté : "Et j'ai même été chanceux, je suis allé à Buchenwald" [7]. Je fut surpris, car je connaissais Buchenwald, et je savais que

dix milliers d'êtres humains ont trouvé la mort. Donc, à l'automne 1943 Herzstark a été déporté au camp de concentration de Buchenwald "pour applications spéciales". Les rapports de l'armée sur la précision de production de l'entreprise AUSTRIA et en particulier au sujet de la connaissance de Herzstark dans le domaine du plomb poussait les nazis à traiter Herzstark comme un "esclave de l'intelligence". Porté à la pointe du désespoir dans le "petit camp", il a été autorisé à se déplacer vers le "grand camp" à la fin de 1943 et a été appelé à travailler dans l'usine Gustloff [8] liée au camp de concentration. Le nom "Gustloff - Factories" a été utilisé pour les entreprises expropriées dans l'Allemagne nazie. Il y avait beaucoup de ces usines en Allemagne et elles ont tous travaillé pour l'armée. L'usine Gustloff de Buchenwald utilisait des travailleurs expérimentés qui ont été transférés là de toute l'Europe. De manière générale, ils ne sont pas juifs. Bientôt Herzstark obtint des tâches spéciales de contrôle dont il a fait preuve, chaque fois que possible, dans l'intérêt de ses compatriotes prisonniers, ce qui lui a fait courir plusieurs fois un assez grand risque personnel. En dehors de la fabrication d'articles pour l'armée, il y a aussi des reprises de réparation des butins de la guerre. Par exemple, après la retraite des Allemands de l'Italie à l'été 1944, plusieurs camions chargés de la fabrication des machines Olivetti ont été transportés à Buchenwald. Herzstark a reçu l'ordre de les réparer. Après cela, les fabricants Thüringer ont été invités à stocker des machines de production bon marché. Herzstark devait les présenter à la clientèle. Il a reconnu l'un d'entre eux comme le célèbre "Waffen Walther" [Arms - Walther], qui était également célèbre pour la construction de la "Calculatrice Universelle Walther". [9]

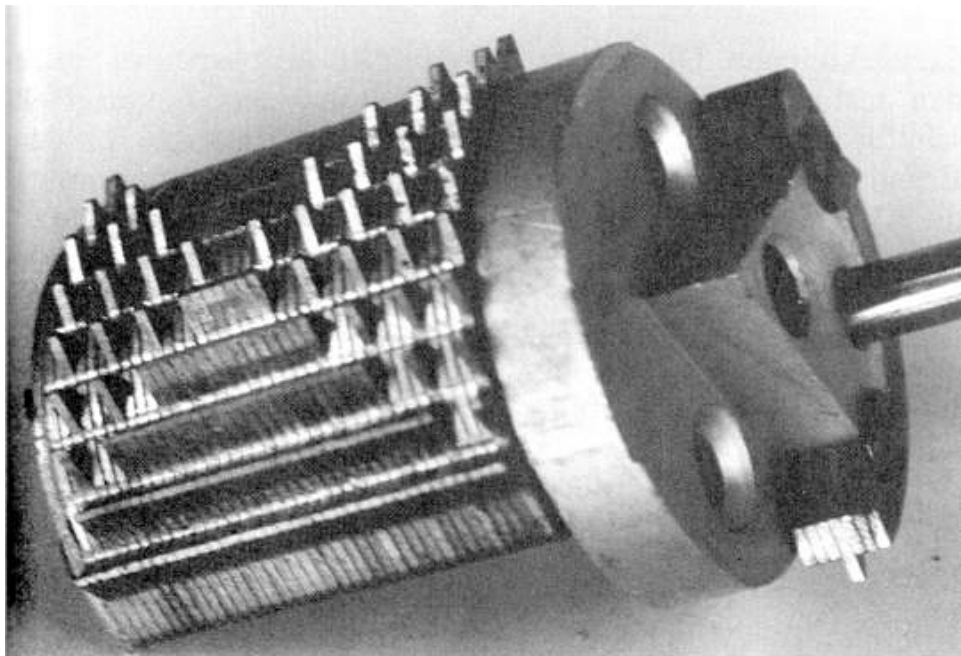


Figure 3: Détail de la roue centrale (cylindre de Leibniz) d'une CURTA, appelée aussi tambour de retenue. Taille originale environ 2x2.5x4 cm.

La caculatrice CURTA

Curt Herzstark eu l'idée de la construction d'une calculatrice de poche à quatre fonctions à partir de remarques faites par les clients au cours de ses ventes comme voyageur de commerce. En outre, il était nécessaire de trouver un produit qui pourrait à long terme permettre à l'entreprise AUSTRIA de survivre indépendamment des fournisseurs. Il existait des calculatrices [10], mais elles n'étaient pas en mesure de faire les ajouts et les soustractions. Pour toutes les calculatrices deux principaux problèmes doivent être résolus, le mécanisme de conduite et le déroulement des dizaines. Les deux étaient résolus dans la machine d'Herzstark dans une voie unique et originale. Nous reviendrons sur ce point plus tard (voir la figure 3).



Figure 4: Trois prototypes de la CURTA aux environs de 1940, photographiées au domicile de Curt Herzstarks en avril 1988.

Au cours de l'hiver 1937/1938, après des années de bricolage, la construction de la calculatrice à quatre fonctions était essentiellement terminée, et un premier prototype avait été construit (voir la figure 4, la machine 1 à l'extrême droite). Deux inventions - le complément de tambour et la boîte de réduction - ont été déposées juste après que les nazis prirent le pouvoir en Autriche en 1938. Deux brevets ont été délivrés en vertu du RRD [11] No 747073 et 747074, mais la production n'a pas démarré; à partir de l'été 1938 les usines de l'Autriche ont dû faire des appareils de mesure pour l'armée allemande. D'autre part, Curt Herzstark ne voulait pas rendre son invention publique pour des raisons de concurrence.

Dans un premier temps, son séjour dans le camp de concentration de Buchenwald a infligé un sérieux coup à sa santé. Son état s'est peu à peu amélioré et il a pu travailler dans les usines Gustloff, à la fin de l'année 1943. À sa grande

surprise, le commandant du camp était déjà informé de son travail sur une calculatrice. Il lui a alors été ordonné de faire un dessin de son invention. Ils voulaient donner la machine au Führer après le succès de la guerre ! Cela n'a pas marché. Quoi qu'il en soit, Herzstark eu accès à une petite planche à dessin et a travaillé à sa machine sans ménager une minute, même le dimanche. Jusqu'à la Libération, en 1945, il a redessiné sa construction de mémoire.

Durant une de mes visites, J'ai demandé à Curt Herzstark l'origine de nom CURTA. Je savais que sur ses premiers dessins il utilisait le nom de LILIPUT. Il me fit la réponse suivante :

Liliput est bien le nom d'origine, mais la société ne l'aimait pas. Au cours de la foire de Bâle (1948) Mlle Ramaker, la correspondante commerciale de Contina AG, a déclaré : "Cette machine est la fille de Monsieur Herzstark. Lorsque le père est appelé CURT, la fille doit être appelée CURTA." C'est la raison pour laquelle la machine a depuis été appelée CURTA.

Je suis allé trop vite. Nous avons l'idée et le nom, mais pas encore la machine. Curt Herzstark était encore à Buchenwald. C'était 1944, et les Alliés ont menacé le Reich de plus en plus près. Le 18 août 1944, la fabrique Gustloff a été bombardée; plusieurs centaines de prisonniers sont morts et la moitié de l'usine a été détruite. Au cours du deuxième bombardement un autre prisonnier allongé à côté de lui était mortellement blessé par une bombe à fragmentation. Curt Herzstark survécu par miracle. Ici, à 600 mètres sous la surface, ils ont tenté de reprendre la production. Deux jours avant la Libération, des prisonniers se sont rendus à Buchenwald. Enfin, les Américains ont libéré le camp de Buchenwald le 11 avril 1945.

Curt Herzstark était vivant et libre. En outre, il avait un jeu complet des dessins de construction pour sa mini calculatrice de poche. Maintenant, le moment était venu de trouver un moyen de la réaliser. Il a contacté les usines Rheinmetall. Et, comme une sorte de compensation, Herzstark a été nommé directeur de l'usine de Rheinmetall pour superviser sa reconstruction. Sa fortune n'a pas duré longtemps, car en juillet 1945 Thüringen et Sachsen sont devenues une partie de la zone d'occupation soviétique, fondée sur la convention de Potsdam. Les quelques mois jusqu'en novembre 1945 ont été suffisants pour réviser les dessins et faire trois prototypes. Ces trois prototypes existent encore (voir la figure 4).

Les Soviétiques ont commencé à reconstruire leurs parties de l'Allemagne en fonction de leurs propres plans. En conséquence, Curt Herzstark fuit à Vienne, où il prit contact avec un ami de la famille Herzstark, le fabricant de machines de bureau suisses Jost. La prise de contrôle de production Jost lui fut accordée - imaginez : la CURTA réalisée en Suisse - au moment où la Principauté de Liechtenstein est apparue. Le prince Franz Josef II du Liechtenstein [12] essayait de convertir son pays agricole pauvre en une société industrielle moderne. Et il a réussi, comme on a pu le lire dans la presse lors de l'anniversaire de son gouvernement en 1988. La famille royale a invité Herzstark à construire une usine de production de sa calculatrice à Mauren. Il s'agissait d'une offre

alléchante, et la société Contina AG a été fondée en 1946. Ce développement fut une déception pour la société Jost, qui n'a été que partiellement compensée par l'obtention d'une exclusivité pour la commercialisation de la CURTA. Curt Herzstark est devenu le directeur technique de la Contina AG. Le véritable moteur et le décideur de l'entreprise est une société de financement. On pouvait s'attendre à des problèmes en raison de cette difficile et obscure structure d'organisation, ce qui ne tardera pas à arriver. Dans un premier temps, Curt Herzstark réussit à fabriquer la première machine CURTA avec une équipe d'experts mécaniciens innovants [13]. Le premier hangar de production en 1947 n'est que provisoire, une salle de bal de l'hôtel Hirschen à Mauren. Quelques temps après, la production a démarré, une nouvelle usine a été construite pour la société Contina AG. On peut facilement comparer le bâtiment actuel (Figure 5) à l'usine depuis les années 50. Une figure dans la brochure "Exemples de calcul pour la calculatrice CURTA", imprimée vers 1955, montre à la page 51 une photo de l' "USINE CONTINA A MAUREN, PRINCIPAUTÉ DE LIECHTENSTEIN".



Figure 5: Vue générale de l'usine CONTINA AG à Mauren, FL. Aujourd'hui, le bâtiment appartient toujours à Hilti AG.

La première calculatrice CURTA était un modèle au format 8x6x11; en 1954 le modèle II au format 11x8x15 [14] complète la gamme. Le manque d'expertise technique dans la société de financement, déjà mentionné, aboutit à la séparation entre Contina AG et l'inventeur Herzstark. L'entreprise s'éteint et les actions, dont celles détenues par Herzstark, perdent leur valeur.

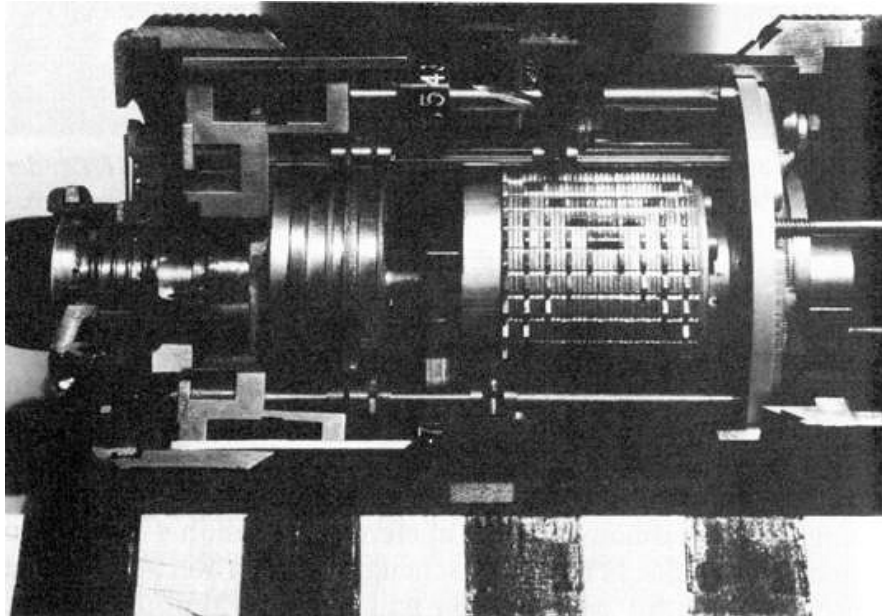


Figure 6 : Coupe d'une CURTA I montrant les détails de l'intérieur. La règle ci-dessous est divisée en centimètres.

On lui a dit qu'il pouvait acheter des actions d'une nouvelle entreprise, qui venait de s'établir. Mais comment pourrait-il payer ? Curt Herzstark n'avait pas de capitale ! Herzstark a été en mesure d'empêcher la perte de ses brevets grâce à un éminent juriste suisse spécialiste des brevets. Les brevets étaient encore à son nom et non affectés à l'entreprise Contina AG. Herzstark licencié comme directeur technique en 1951, est devenu un free-lance employé pendant un certain temps. La fin est facilement esquissée : La société CONTINA AG a été rachetée par l'entreprise Hilti en 1966, et la production de calculatrices a été arrêtée en 1972. Jusqu'à cette date, 80 000 CURTA I et un peu plus de 61 000 CURTA II ont été réalisées. Je vous expliquerai les différences de construction dans la deuxième partie.

Jusqu'à présent, l'histoire de Curt Herzstark est intimement liée à la calculatrice CURTA. Beaucoup de choses de la vie de Curt Herzstark me fascinent. L'une d'elle est le fait que personnellement j'ai pu parler avec quelqu'un qui a été dans un camp de concentration. Pour moi, un Suisse qui avait 7 ans à la fin de la guerre, ce fut une expérience qui m'a fait découvrir une partie de l'histoire du monde pour la première fois. Mais c'est aussi la personnalité de l'inventeur. La première fois que j'ai rendu visite à Herzstark j'étais émerveillé par mon respect pour lui. Cela c'est délié plus tard au cours des visites, et nous sommes devenus amis. Le 29 septembre 1988, lors de ma dernière visite, Curt Herzstark me dit : "... il faut préserver mon patrimoine intellectuel ...". Ensuite, il y avait sa modestie. Il a raconté une histoire sur ses vieux jours, mais il n'a jamais mis ses réalisations en premier. Au début, je pensais qu'une personne de cette importance devait être riche. C'était faux. Déjà lors de notre première conversation téléphonique, il a dit : "Vous verrez je vis modestement." Cela était vrai. Beaucoup plus tard, j'ai tenté de savoir quelle était la cause de tout cela. Il

semble y en avoir une seule : le sort de l'inventeur. L'inventeur a de bonnes idées, mais faire de l'argent avec elles - c'est plutôt l'affaire des autres !

Quoi de plus !

Une deuxième partie, à paraître dans un des prochains numéros, sera consacrée à la construction et au fonctionnement de la CURTA. Des détails de la CURTA I seront présentés et expliqués avec des photos et des dessins. Nous allons également étendre nos propos à la mécanique Kessler A. et H. Künzli.

Notes :

1 Curt Herzstark, est né le 26 janvier 1902 à Vienne, meurt le 27 octobre 1988 à Nendeln, Principauté du Liechtenstein; Conrad Zuse, est né le 22 juin 1910 à Berlin, meurt en décembre 1995.

2 La calculatrice Austria est une calculatrice à quatre fonctions actionnée par un cylindre. Environ 7 000 calculatrices ont été produites entre 1906 et 1914. Elles étaient fabriquées en trois tailles, avec 14, 18 et 22 chiffres au totalisateur. Le cylindre à retenue est inspiré du cylindre de Leibniz (1671) et a été utilisé dans un grand nombre de réalisations depuis 1821, à l'exemple du Français C.X. Thomas. Le nom de calculatrice Thomas est souvent utilisé comme synonyme pour ce genre de calculatrices.

3 L'interchangeabilité est un procédé industriel reposant sur de petites tolérances, également appelé "Normalisation". Chaque partie est fabriquée avec des tolérances très précises de sorte que chaque pièce puisse être assemblée sans modification. Auparavant, les parties devaient être appairées entre elles pour pouvoir être assemblée. Une belle description de ces difficultés peut être trouvée dans le volume V du "Schriften des Braunschweigischen Hochschulbundes e.V.:" E.E. Wiberg, Die Leibniz'sche Rechenmaschine und die Julius Universität in Helmstedt: Braunschweig 1977.

3a Grande école.

4 Glashütte est en Saxe, de nos jours RDA. Glashütte est un symbole et fait partie des noms les plus célèbres dans le domaine des calculatrices comme, par exemple, Burkhardt, et Saxonia Vereinigte Glashuetter Rechenmaschinenfabrik.

5 Les états Autrichiens furent abolis, et sept régions furent formées.

6 Le père Herzstark était un Juif libéral, sa mère une arienne, Curt Herzstark a été bouleversé d'un point de vue évangélique.

7 Buchenwald était un camp de concentration nazi à Ettersberg à côté de Weimar, de 1937 à 1945 environ 240 000 personnes y furent déportées d'environ 32 nations; environ 56 000 y sont morts. De nos jours, Buchenwald est un mémorial établi en RDA.

8 Wilhelm Gustloff était le nom du président du parti nazi NSDAP en Suisse qui fut tué à Davos au début 1936. Cela ressemble à une expropriation qui fut renommée "Gustloff-Factories" en sa mémoire.

9 La calculatrice Walther "Universal Calculator" est une machine à quatre opérations fonctionnant à partir d'une roue Odhner à levier.

10 Voir aussi : P. Kradolfer: Einige Rosinen aus der Entwicklung der Rechenmaschinen, Part 3; page 13.

11 DRP Deutsches Reichspatent : le nom "Deutsches Reich" fut utilisé en Allemagne de 1871 à 1945.

12 Franz Josef II célébra son 50ème anniversaire à la tête du Liechtensteins en 1988.

13 Exitant, entre autres, des mécaniciens de précision Suisses Arnold Kessler et Hans Künzli, qui ensemble décidèrent de raconter leur histoire (voir la deuxième partie).

14 La notation abrégée 8x6x11 indique 8 chiffres au numérateur, 6 chiffres au compteur et 11 chiffres au totalisateur. La CURTA II est de type 11x8x15. Ces deux modèles ont chacun une grande capacité, compte tenu de leur faible poids d'environ 300 gr.

Curt Herzstark et sa calculatrice de poche CURTA

Deuxième partie : Fabrication et fonctionnement de la CURTA

backup 1/89 page 41-45

[Traduction libre de Noël Jouenne, avec l'aide de Deepseek]

Je n'ai reçu aucune formation en mécanique et ne peux pas entrer dans tous les détails du miracle de précision mécanique qu'est la CURTA, et je ne le souhaite pas non plus. Une grande partie de ce que je vais raconter sera imprécise ou incomplète. Cependant, les idées de Herzstark et de ses concepteurs sont si brillantes qu'elles ne me fascinent pas seulement, mais, je l'espère, fascineront également de nombreux lecteurs. Je vais donc tenter de décrire la CURTA d'un point de vue technique, en tant que profane s'adressant à d'autres profanes, en hommage à la mémoire de Curt Herzstark, récemment disparu.

Peter Kradolfer [1]

Résumé

La deuxième partie de la contribution actuelle, intitulée *Curt Herzstark et sa calculatrice de poche CURTA*, se concentre sur l'analyse des principes constructifs de cette machine. Le mécanisme d'entraînement constitue le premier problème à résoudre pour les machines mécaniques. Sa solution, le cylindre à gradins complémentaire, sera décrite en détail. Une esquisse de la solution au deuxième problème majeur, celui de la retenue des dizaines, devra être abandonnée en raison de contraintes d'espace. À la place, la question des idées brevetées sera approfondie, suivie d'explications sur les évolutions constructives au fil du temps. Les problèmes techniques rencontrés aux débuts seront discutés par des collaborateurs de la première heure.

En raison de limitations de place, une partie de ce contenu paraîtra dans le supplément 2/89.

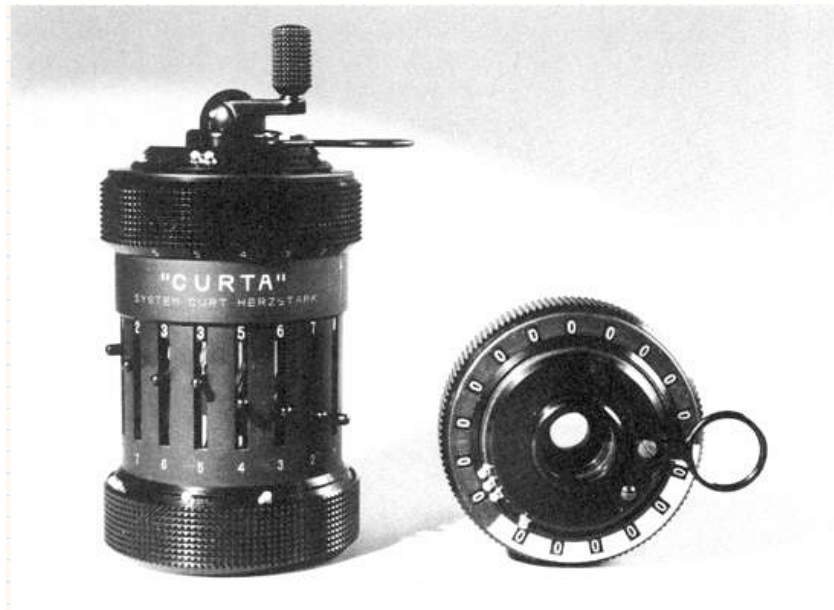


Figure 1 : CURTA 1 dans sa forme originale, avec ses molettes de réglage rondes. La machine porte le numéro de série 4086 et a été fabriquée en 1947 ou 1948. À droite, le chariot est représenté : la partie claire correspond au compteur de tours à 6 chiffres, tandis que la partie sombre correspond au registre de résultats à 11 chiffres. La CURTA est la plus petite calculatrice mécanique capable d'effectuer les quatre opérations arithmétiques de base jamais produite en grande quantité.

Généralités

Déjà dans la première partie [2], j'ai mentionné que le mécanisme d'entraînement et la retenue des dizaines ont constitué deux problèmes centraux dans la conception des calculatrices pendant des décennies. Par mécanisme d'entraînement, je ne fais pas référence aux éléments opérationnels visibles de l'extérieur, comme la manivelle, les leviers de réglage ou les touches, mais au principe de construction de base permettant d'effectuer les calculs. Jusqu'en 1947, toutes les calculatrices mécaniques produites en grande quantité étaient, à quelques exceptions près, soit basées sur le cylindre à gradins (remontant à Leibniz), soit sur la roue à broches (introduite par Odhner) [3]. Curt Herzstark a inventé quelque chose de nouveau : le cylindre à gradins complémentaire.

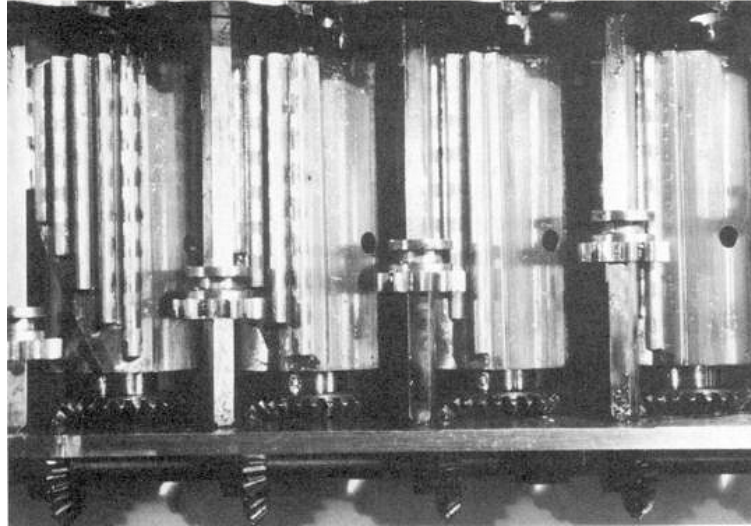


Figure 2 : Un détail d'une machine classique à cylindre à gradins. On distingue clairement quatre cylindres à gradins actionnant des engrenages utilisés pour saisir les nombres (augmentant de gauche à droite). Dans la construction originale présentée ici, les engrenages de réglage sont déplacés par des glissières. L'image montre une SAXONIA portant le numéro de série 1283, un exemplaire qui pourrait dater de 1898.

Ce terme nécessite une explication en deux points. "Complémenté" fait référence à un algorithme qui transforme une soustraction en une addition. Autrement dit : au lieu d'effectuer une soustraction comme $481 - 247$, on réalise une addition du type $481 + x$ (voir l'encadré). "Cylindre à gradins" désigne un élément d'entraînement cylindrique doté de nervures saillantes de longueurs variables (voir Figure 2).

L'inventeur Curt Herzstark a combiné ces deux idées de manière unique dans sa calculatrice CURTA. Les questions "À quoi sert l'addition par complément ?" et "Comment cela a-t-il été réalisé dans la CURTA ?" seront abordées ensuite.

Qu'est-ce que l'addition par complément, et à quoi sert-elle ?

Une addition est toujours plus simple qu'une soustraction, en ce qui concerne la retenue générale. Je me contente d'affirmer que cela est ainsi. Pour le prouver, le lecteur peut réaliser une expérience simple, en calculant mentalement ou sur papier : $189 + 17 = ?$ et $207 - 18 = ?$ Lequel des deux est plus facile ? Lorsque j'ai demandé à plusieurs personnes de faire ces exercices, elles ont toutes répondu spontanément que l'addition était plus simple. Cela a également été mon expérience personnelle. Je pense que l'explication est simple. Dans le premier exercice, une retenue positive doit être effectuée ; dans le second, une retenue négative, ce qui est généralement plus difficile. C'est pourquoi la plupart des constructeurs de calculatrices, depuis Schickard et Pascal [4], ont tenté de concevoir des machines capables non seulement d'effectuer des additions directes, mais aussi des soustractions directes. La retenue des dizaines jusqu'au dernier chiffre, pour les deux opérations, était extrêmement importante et difficile à réaliser techniquement.

Comment convertir une soustraction en une addition ? L'algorithme de l'"addition par complément" repose sur l'addition du complément à neuf du nombre à soustraire. L'exemple dans l'encadré explique cela.

219875 - 5789 = ?		
We assume that we have an 11-digit machine.		
So the minuend is:	00 000 219 875	Line 1
and the subtrahend is:	00 000 005 789	
The nines-complement of the second number is:	99 999 994 210	Line 3
It is made by completing each digit to 9.		
Now we add line 1 and line 3:	100 000 214 085	
The leading 1 lies outside the range of 11 digits, and is omitted.		
The result is 1 short, so we add 1 and get:	00 000 214 086	
The right result!		

Lorsque j'ai entendu parler de cette méthode pour la première fois, j'ai été émerveillé de voir qu'elle fonctionnait. J'ai appris à apprécier de plus en plus l'importance de l'addition par complément – la soustraction dans les ordinateurs modernes fonctionne de la même manière. La seule différence est que les ordinateurs travaillent dans un système binaire, donc uniquement avec l'ensemble $\{0,1\}$. Les calculatrices mécaniques, quant à elles, reposent sur le système décimal, qui nous est plus familier, avec un ensemble $\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ de base 10. Au cours de l'une de nos conversations, Curt Herzstark a déclaré à propos de l'addition par complément de la CURTA : *"La soustraction par la CURTA est en quelque sorte une illusion, elle ne soustrait pas du tout, elle ne fait qu'additionner. Le tour fonctionne, et c'est ce qui compte."*

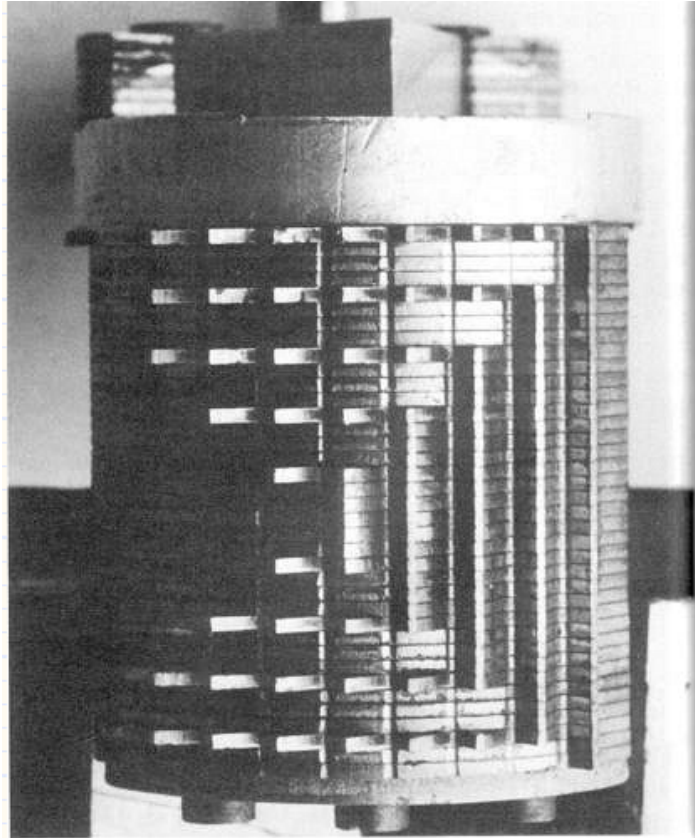


Figure 3 : Détail d'un cylindre à gradins complémenté, tel qu'inventé par Herzstark. Les lamelles ont une épaisseur d'environ 0,6 mm, la hauteur totale de la pièce est de 27 mm, avec un diamètre de 24 mm.

La méthode peut être expliquée à l'aide d'un cercle numérique, mais elle peut également être démontrée mathématiquement [5]. Dans ce qui suit, nous nous concentrerons sur la réalisation technique de cette idée.

Comment l'addition par complément a-t-elle été réalisée dans la CURTA ?

Pour décrire la construction, je m'appuie sur un article du professeur Karl Holecek, qui enseignait la mécanique de précision à l'Université technique de Vienne. Il écrivait en 1950 [5] (cité dans [2]) :

"Une calculatrice soustrait automatiquement par addition lorsqu'elle ne transfère pas au compteur principal le nombre à soustraire, mais plutôt son complément à neuf, puis ajoute un un à la position la plus basse. Le problème de construction consiste à permettre un choix entre deux structures dentées à utiliser. La petitesse de l'espace disponible et le manque de fiabilité attendu ont empêché l'utilisation de dents mobiles.

La solution fut une construction simple, consistant en un corps rigide unissant deux cylindres à gradins normaux, dont l'un est placé à l'envers."

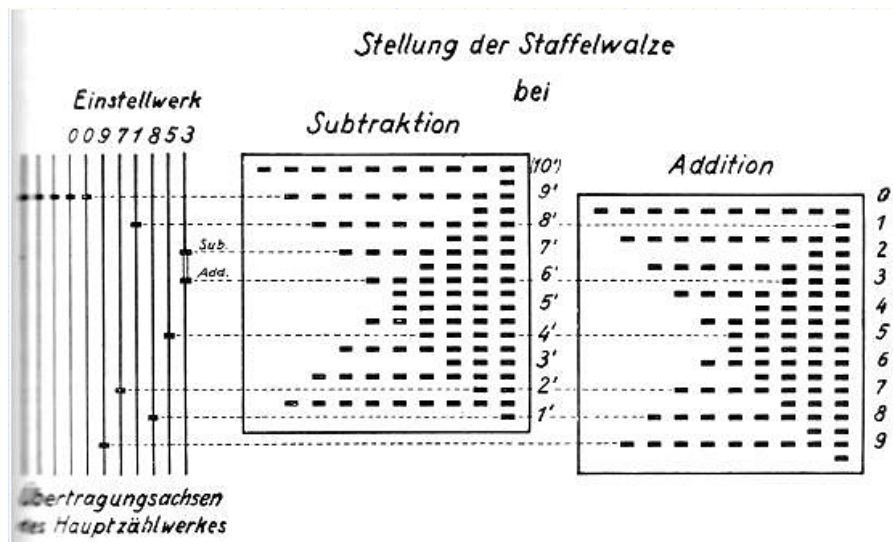


Figure 4 : Schéma du fonctionnement du cylindre à gradins complété de Herzstark, tel qu'il est souvent représenté dans la littérature sur les calculatrices des années cinquante. [d'après 3, p.59].

La Figure 2 montre le cylindre à gradins traditionnel, tandis que les Figures 3 et 4 illustrent le cylindre à gradins complété de la CURTA et son fonctionnement. Pour comprendre le mode de fonctionnement, je cite une nouvelle fois le professeur Holecek [2] :

"Le premier ensemble de dents, utilisé pour les additions, commence, comme tout cylindre à gradins ordinaire, en haut avec une seule dent et se termine en bas avec neuf dents. Ces segments de dents sont désignés par les chiffres 1 à 9 dans la partie droite de la Figure 4. Bien sûr, leur distance dans le sens vertical est égale à la distance parcourue par les engrenages de réglage lorsqu'ils sont déplacés d'une unité. Le second groupe de dents – les dents de complément – est entremêlé avec le premier de telle manière qu'à une fois et demie la distance entre les segments, en dessous de chaque segment de denture normale, se trouve un segment de denture de complément qui, ajouté au premier, donne neuf. Ce système permet de soustraire le nombre défini en tirant simplement vers le haut, à l'aide de la manivelle, le cylindre à gradins sur une fois et demie la distance entre les segments, puis en le tournant dans la même direction que pour l'addition. Au cours de cette opération, le complément à neuf à 11 chiffres est automatiquement ajouté, et la première position est augmentée de un."

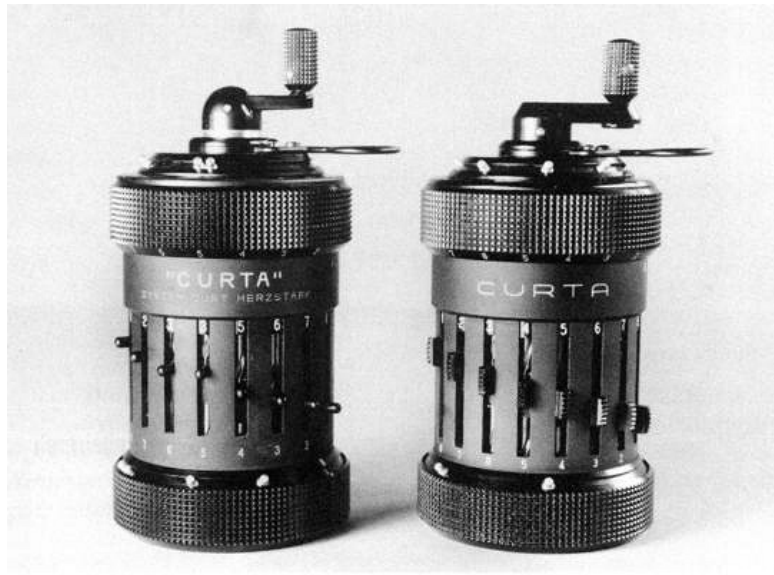


Figure 5 : À gauche, une CURTA 1 à 11 chiffres des débuts (n° 4086, vers 1947) avec la manivelle tirée vers le haut en position de soustraction, et à droite une CURTA I plus récente (n° 63122, vers 1966) avec la manivelle en position d'addition. Le déplacement vertical n'est que d'environ 3 mm.

Holecek poursuit : *"Les segments de complément ne sont pas en fonctionnement lors de l'addition, car ils se déplacent entre les positions possibles des engrenages de réglage. Lorsque le cylindre à gradins est déplacé vers le haut sur une fois et demie la distance entre les segments (Figure 4, centre), alors la denture complétée s'engage avec les engrenages de réglage, et chaque engrenage du mécanisme de réglage ne tourne pas sur le nombre de dents correspondant au nombre défini, mais sur son complément à neuf. Dans la Figure 4, on peut voir cela pour le nombre 971853. Le centre de la figure montre le cylindre à gradins en position de soustraction. Les segments dentés de la denture complétée sont désignés par 1' à 9'.*

Afin de transférer le complément à neuf complet à 11 chiffres pour la soustraction, neuf doit être ajouté à chacune des trois positions les plus avancées, car elles ne s'engagent pas avec le mécanisme de réglage. À cette fin, les trois arbres les plus avancés ont des engrenages fixes en position zéro, qui sont engagés par le segment à 9 dents 9' en cas de soustraction. De cette manière, le complément à neuf à 11 chiffres est véritablement ajouté si le cylindre à gradins est en position haute."

Comme indiqué dans l'encadré, la soustraction nécessite, en plus de l'ajout du complément à neuf, une incrémentation de la position la plus basse de 1. À cette fin, l'arbre de la première position est équipé d'un second engrenage de réglage. Avant d'entrer dans les détails, nous aimerions discuter des avantages de la construction décrite.

Avantages du cylindre à gradins complété dans les calculs avec une CURTA

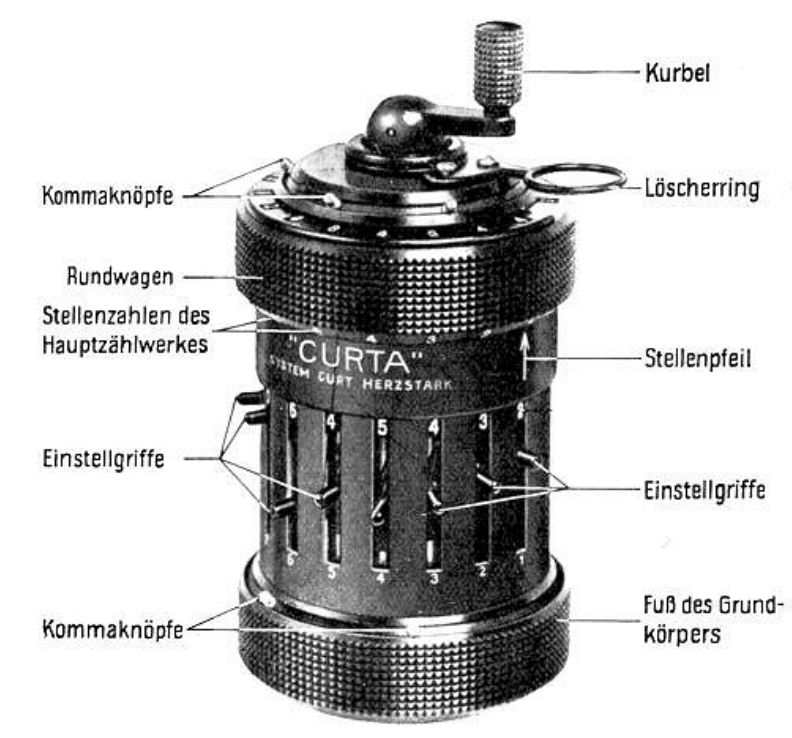


Figure 6 : Définitions des parties opérationnelles les plus importantes de la CURTA (reproduit de [3, p.56]).

Avant ma première visite chez Curt Herzstark en avril 1988, j'ai appris à utiliser la machine dans le train. Je m'attendais à ce que Herzstark me questionne à ce sujet. En effet, il m'a rapidement demandé : *"Connaissez-vous la multiplication rapide ?"* Grâce à mes exercices, j'ai pu répondre par l'affirmative. Pour en être capable, j'avais étudié le manuel, une simple feuille pliée [6] contenant les instructions pour les opérations de base. À partir de ce manuel, je prends l'exemple suivant pour montrer les avantages de la multiplication rapide. Pour les définitions utilisées, voir la Figure 6.

$$133 \times 89 = ?$$

Machine prête, c'est-à-dire tous les compteurs réinitialisés et le chariot en position 1.

1. **Réglez le nombre 133** à l'aide des molettes de réglage.
2. **Tirez la manivelle vers le haut** et effectuez une révolution soustractive, ce qui calcule $133 \times (-1)$.
3. **Placez le chariot en position 2** (les utilisateurs expérimentés peuvent le faire de la main gauche).
4. **Avec la manivelle toujours tirée**, effectuez 1 révolution soustractive, ce qui calcule $133 \times (-10)$.
5. **Placez le chariot en position 3**.
6. **Remettez la manivelle en position d'addition** et effectuez 1 révolution additive, ce qui calcule 133×100 .

Une vérification est fournie par le compteur de révolutions, qui affiche 89, confirmant que nous avons bien multiplié 133 par 89. Le résultat **11837** peut être lu sur le compteur de résultats. Comment expliquer ce résultat correct ? Nous avons calculé : $133 \times (-11 + 100)$, ce qui équivaut à 133×89 . Nous l'avons fait en **3 révolutions** au lieu de 17.

Quelqu'un reproduisant cet algorithme pour la première fois pourrait le trouver plutôt compliqué. Il serait beaucoup plus simple de tourner la manivelle jusqu'à... enfin, jusqu'à ce qu'une erreur se produise. Plus je tourne la manivelle, plus vite je risque de faire une révolution de trop ou de moins. Bien sûr, on peut corriger cela sans problème. Mais encore faut-il repérer l'erreur. En pratique, je tourne simplement la manivelle jusqu'à ce que le nombre 89 apparaisse dans le compteur de révolutions (voir Figure 1), sans avoir à réfléchir si une révolution additive ou soustractive est nécessaire – je surveille le compteur de révolutions et change de mode au bon moment. C'est une différence essentielle entre le fonctionnement d'une CURTA et celui de toute autre calculatrice manuelle.

Avant d'écrire cette phrase, j'ai essayé d'effectuer la même opération – 133×89 – sur l'une de mes autres calculatrices mécaniques, en utilisant la méthode de l'addition par complément progressive. Avec ma TIM [7], je peux aussi, au lieu de calculer 133×89 , calculer $133 \times (-11 + 100)$, et le résultat est le même. La grande différence est qu'après le calcul, le compteur de révolutions affiche 111 au lieu de 89. Les chiffres des dizaines et des unités sont en rouge, mais cela n'est pas d'une grande utilité pour obtenir le bon multiplicande 89. Ce point est particulièrement important dans les multiplications en chaîne, comme par exemple $38 \times 14 \times 67 \times 63,44 = ?$

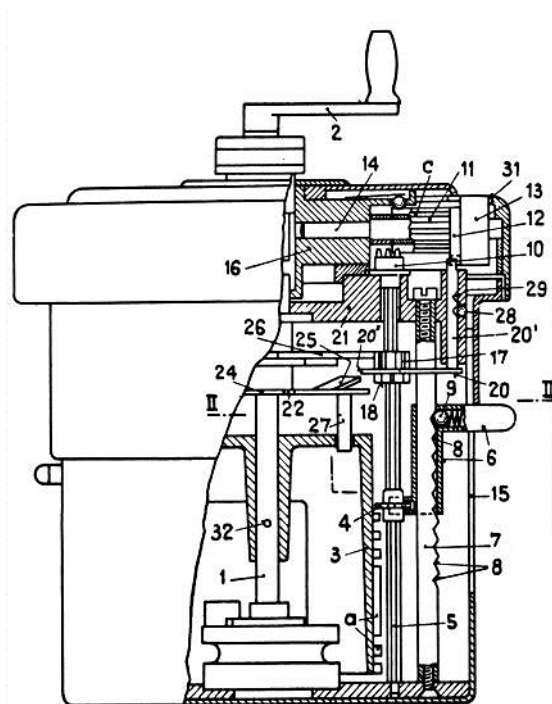


Figure 7 : Dessin en coupe de la CURTA issu de la demande de brevet suisse n° 267995 du 1er août 1950. Une version presque identique est présentée dans le brevet DRP 747074 de 1939.

Pendant l'ère de production de la CURTA, c'est-à-dire de 1947 à 1970 [8], les CURTA étaient accompagnées d'un petit livret intitulé *"Rechenbeispiele für die CURTA"* [Exemples de calculs pour la CURTA]. Il contenait de nombreux autres exemples. C'est un passe-temps passionnant pour tout amateur moderne de calculatrices mécaniques de (re)découvrir les finesses de son application pratique. Le livret présente des applications pratiques dans les domaines du commerce et de l'industrie, des statistiques, de l'ingénierie et de la géodésie. La géodésie ou l'arpentage a toujours été un domaine d'application important pour diverses méthodes de calcul. Hélas, je ne peux pas entrer dans les détails à ce sujet, je mentionne seulement le calcul des moyennes arithmétiques et des écarts-types.

Les brevets de la CURTA

L'une des tâches passionnantes de mes recherches sur la CURTA a été de déterminer quelles parties de la machine étaient brevetées. De mon point de vue, la petite taille de la machine mériterait déjà d'être brevetée. En examinant les deux premiers brevets, **DRP 747073 de 1938** et **DRP 747074 de 1939**, on constate qu'il existe d'autres règles pour l'octroi des brevets. Une protection par brevet doit se limiter à l'innovation du produit. Bien que la "petite taille" fût quelque chose de nouveau, elle ne méritait clairement pas d'être protégée, car elle n'était pas suffisamment innovante.

Examinons les demandes de brevet originales. Ou plutôt les deux mentionnées précédemment, car il existe plus de **30 (!) demandes de brevet** dans **14 pays** au nom de Curt Herzstark qui ont un lien avec la CURTA. Je vais donc me limiter.

Le premier brevet, **DRP 747073**, valable depuis le **19 août 1938**, se lit sous le titre **"Revendications"** :

"Calculatrice avec un seul cylindre à gradins et un mécanisme pour effectuer des soustractions en changeant le sens de rotation du cylindre à gradins, caractérisée par l'établissement sur le cylindre à gradins, en plus de la denture à gradins normale, d'une seconde denture rigide complétée, de telle manière que par un déplacement axial du cylindre à gradins, la denture normale ou la denture complétée peut être mise en prise avec les engrenages de réglage." Cette longue phrase, qui résume très bien les revendications, est suivie de trois sections complétant et détaillant les revendications. Nous avons donc vu que le premier brevet concerne le cylindre à gradins complété, sans mentionner explicitement ce terme.

Le second brevet, comme le premier accordé à Vienne mais désigné **DRP [9]** et "orné" de l'aigle allemand et d'une swastika en raison des conditions politiques changées, protège les engrenages de transmission.

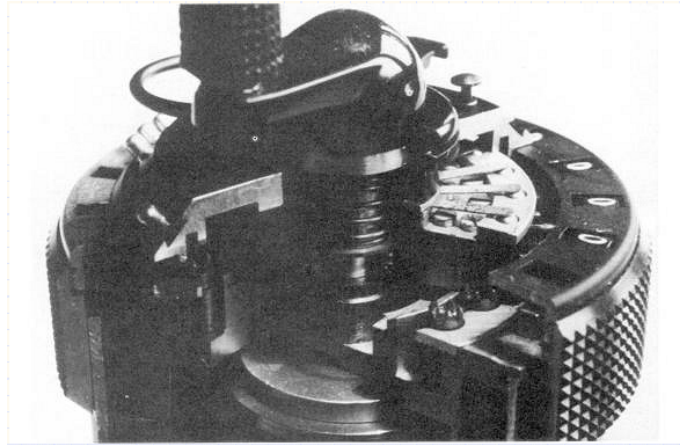


Figure 8 : Modèle en coupe d'une CURTA I, partie supérieure. À droite, on voit une partie du mécanisme de comptage des résultats avec l'étoile de ressorts poussant des billes d'acier d'un diamètre de seulement 2 mm pour empêcher les cadrans numériques horizontaux de tourner trop loin. Les extrémités supérieures en forme de couronne des éléments de transmission, entraînant les cadrans numériques selon un angle, sont visibles en dessous. Elles constituaient un problème technique très particulier.

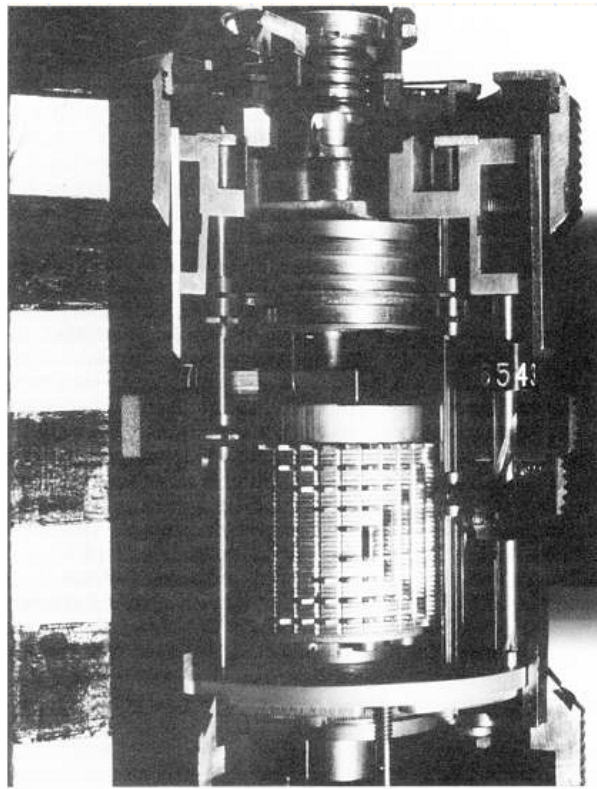


Figure 9 : Détails de la section d'entraînement. Au centre, on voit le cylindre à gradins complété. Au-dessus se trouve la cloche des dizaines et le ressort du mécanisme de comptage. Dans la partie supérieure du cylindre à gradins, les dents du compteur de révolutions sont visibles. Devant cela, un élément d'entraînement avec un engrenage de retenue des dizaines en haut et, en

dessous, une glissière de réglage qui, au moyen d'une fourche, engage les engrenages de réglage avec le cylindre à gradins.

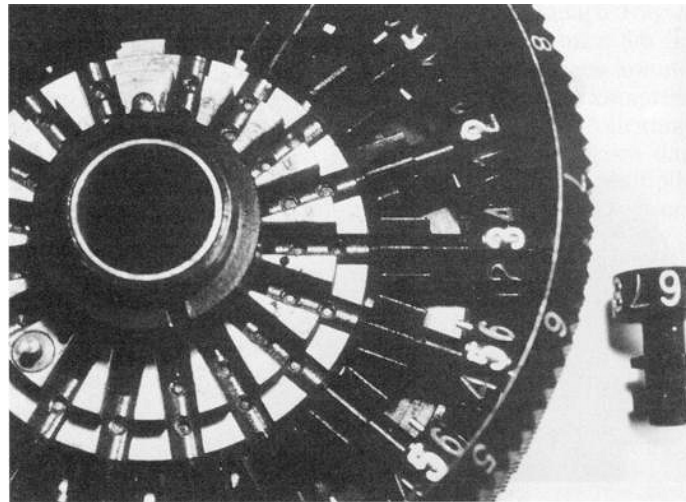


Figure 10 : Un chariot détaché, photographié par le bas. On distingue les cadrans numériques montés horizontalement et le corps du compteur en forme d'étoile. Les deux cadrans numériques en bas à droite montrent chacun une goupille, utilisée pour la retenue des dizaines. Cette goupille a un diamètre d'environ 0,8 mm. Pour un certain nombre de cadrans, selon leur position, les goupilles devaient être meulées à moitié de leur longueur. La goupille fait glisser, au moyen d'une pièce intermédiaire appelée levier des dizaines, l'engrenage de retenue des dizaines vers le bas, à portée de la dent à dix crans montée au-dessus du cylindre à gradins.



Figure 11 : Deux plaques de remise à zéro, à gauche celle de la CURTA II à 15 chiffres, à droite celle de la CURTA I à 11 chiffres. On distingue clairement les crémaillères incurvées avec un anneau denté extérieur et intérieur. Cette construction permet de remettre à zéro le compteur de révolutions ou le compteur de résultats à volonté. Cela est nécessaire car de nombreux calculs nécessitent la conservation de résultats intermédiaires.

Je cite la première ligne des revendications : *"Calculatrice avec un seul cylindre à gradins et des éléments de réglage et de comptage disposés en cercle autour de celui-ci, caractérisée en ce que le mécanisme de transmission entre les engrenages de réglage (4) et les cadrans numériques (13) possède un engrenage (10,11), qui prolonge la durée d'engagement du cylindre à gradins avec les engrenages de réglage, répartissant ainsi la friction des éléments de comptage sur un mouvement aussi large que possible de la manivelle et réduisant la vitesse des cadrans numériques."* Fin de citation. Elle est suivie de trois points supplémentaires. Les numéros entre parenthèses renvoient au dessin présenté dans la Figure 7.

La Figure 8 montre des parties de l'engrenage dans un modèle en coupe. Comme je n'ai pas entièrement compris la ligne citée du brevet, j'ai étudié d'autres documents pour découvrir l'idée derrière cet engrenage. L'étude de la CURTA ouverte, du modèle en coupe et des conversations avec les concepteurs m'ont finalement aidé à comprendre l'idée.

L'essentiel est que les engrenages de réglage sur les éléments d'entraînement et les engrenages en couronne à leur sommet ont cinq dents (voir Figures 8 et 9). En revanche, les engrenages sur les cadrans numériques en ont dix. Cela révèle ce que le brevet cité entendait par *"prolonge la durée d'engagement du cylindre à gradins avec les engrenages de réglage"*. Pour transférer un neuf, l'élément d'entraînement, composé d'un arbre, d'un engrenage de réglage, d'un engrenage de retenue des dizaines et d'un engrenage en couronne, effectue presque deux tours complets. Les Figures 8 à 11 montrent les détails décrits, ainsi que d'autres.

Comme déjà mentionné, en plus des deux principaux brevets allemands, il existe de nombreux brevets supplémentaires en Allemagne et dans le monde entier. À titre d'exemple, je cite la revendication du brevet suisse, nettement plus récent, de 1950 : *"Calculatrice pour les quatre opérations arithmétiques avec un seul cylindre à gradins et des éléments de réglage et de comptage disposés en cercle autour de celui-ci, caractérisée par des engrenages de réglage et de retenue des dizaines ayant chacun cinq dents et par une transmission entre les engrenages de réglage et les cadrans numériques avec un engrenage de telle sorte que les cadrans numériques effectuent un dixième de tour complet par dent du cylindre à gradins."* Elle se poursuit avec 9 (!) revendications supplémentaires.

Seconde partie : Construction et fonctionnement de la CURTA

Les modifications des détails de construction de la CURTA

J'ai déjà mentionné dans la première partie de ma contribution [10] que la CURTA n'a subi que peu de modifications pendant plusieurs décennies. Pendant

toute cette période (de 1947 à 1970), il n'y a eu que deux modèles : la CURTA 1 à 11 chiffres et la CURTA II à 15 chiffres. En revanche, la calculatrice allemande la plus célèbre, la MERCEDES-EUKLID, a été commercialisée en 21 (!) modèles différents [11].

Pour la CURTA, et je me limiterai à la CURTA I, il est vraiment difficile de trouver des différences constructives. Cependant, il en existe quelques-unes. Je vais commenter les changements apportés au boîtier, aux molettes de réglage, au levier de remise à zéro et à la manivelle.

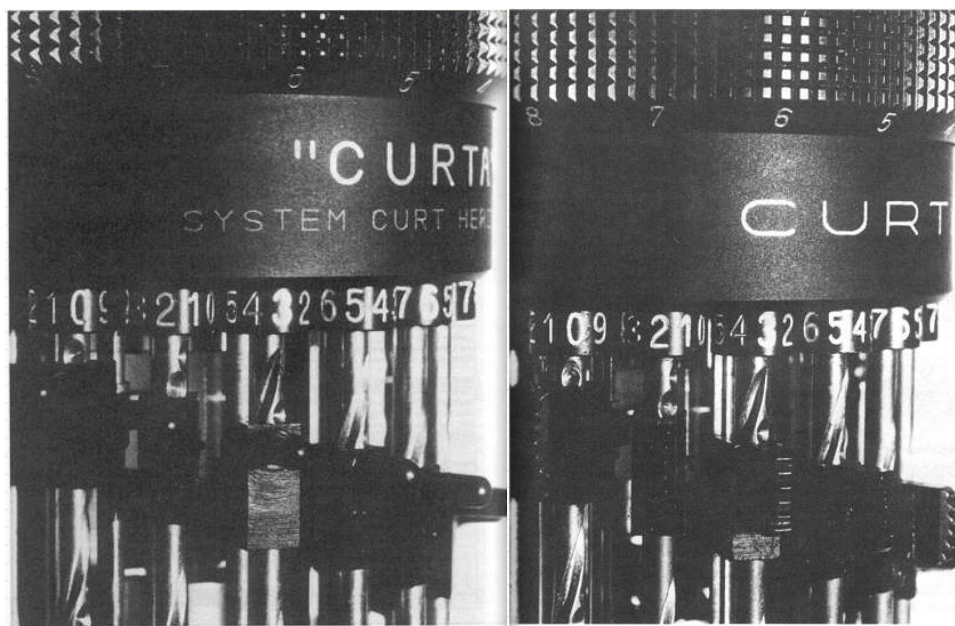
Le boîtier

Pour les premiers modèles, le dessus du boîtier était vissé sur la base avec un filetage normal, tournant à droite. Pour les modèles ultérieurs, un filetage tournant à gauche a été utilisé. J'ai demandé à Curt Herzstark pourquoi ce changement avait été apporté. Voici sa réponse :

"Lors du vissage du dessus, il était possible que la manivelle tourne également un peu vers la droite. Cela empêchait la machine d'être prête à l'emploi. Plusieurs verrous empêchaient cela. Pour les libérer, il fallait tourner la manivelle jusqu'à ce qu'elle revienne à sa position de repos. Cela n'était pas seulement laborieux, mais aussi ennuyeux. Le filetage à gauche élimine cette source d'erreurs – la manivelle ne peut de toute façon pas tourner à gauche."

En effet, une petite rotation de la manivelle suffit à bloquer le fonctionnement de la machine. Le véritable objectif des verrous engagés dans une telle manipulation est de prévenir les erreurs de l'opérateur. Plusieurs mécanismes de verrouillage avaient déjà été protégés par des brevets à un stade précoce, ce qui montre leur importance. Je n'entrerai pas dans les détails ici.

Curt Herzstark m'a également raconté une autre anecdote amusante à propos du boîtier. Lors d'une visite à la **CONTINA AG**, le prince Heinrich du Liechtenstein a apporté un étui en cuir qu'il avait fait fabriquer spécialement pour la CURTA. *"Une machine aussi délicate doit être choyée, le boîtier en métal est bien trop rigide"*, a-t-il déclaré. Le directeur Herzstark a voulu examiner l'étui de plus près. En le manipulant, la machine a failli tomber au sol parce que le couvercle en cuir s'est détaché. Cette expérience a mis fin à cette nouvelle idée. Pendant un certain temps, les boîtiers en métal ont été remplacés par des boîtiers en plastique. Selon Curt Herzstark, ces derniers ne répondaient pas aux exigences, et on est donc revenu aux boîtiers en métal. C'est pourquoi, aujourd'hui, le but ultime de tout collectionneur de calculatrices est de posséder une CURTA dans un boîtier en métal avec un filetage normal !



Figures 12 et 13 : Anneau de comptage avec les arbres de réglage et les cadrans numériques de réglage qui y sont connectés. On distingue clairement les deux versions des molettes de réglage, avant et après la fin de 1948, ainsi que la manière identique dont elles s'engagent dans la rainure en spirale.

Molettes de réglage

Dans les dessins du brevet (voir Figure 7, supplément 1/89), on voit des broches cylindriques fixées aux glissières de réglage. Au début de la production, elles étaient fabriquées de cette manière. Plus tard [12], la forme des molettes de réglage a été modifiée, et la différence est visible dans les Figures 12 et 13. En observant les deux images, on constate que le support des glissières de réglage n'a pas changé, bien que 15 années séparent les deux machines représentées. Une rainure en forme de spirale, dans laquelle glissent une vis de guidage en bronze et une bille en acier, transforme un mouvement vertical en une rotation. La vitesse [12a] de la rainure est exactement dix fois supérieure à la distance parcourue par la glissière de réglage lorsqu'elle est déplacée d'une unité. Ainsi, un tel déplacement fait tourner le cadran numérique connecté à l'arbre de réglage jusqu'au chiffre suivant. Les billes ont un diamètre de seulement 2 mm et sont pressées par des ressorts dans les cavités visibles sur les images. Cela arrête la glissière à chaque chiffre et permet un réglage précis (voir aussi Figure 17).

J'ai voulu savoir auprès de M. Herzstark pourquoi ils avaient modifié les molettes de réglage. Il m'a répondu : *"À l'origine, je pensais qu'il fallait pouvoir voir les chiffres vers lesquels les glissières étaient déplacées. Cela nécessitait une molette de réglage aussi fine que possible, afin qu'elle masque le moins possible les chiffres. Plus tard, nous avons réalisé qu'il valait mieux se concentrer sur les cadrans numériques. Cela a permis une conception des molettes de réglage plus ergonomique pour les doigts."* [12b]

Levier de remise à zéro

Il arrivait souvent que l'anneau du levier de remise à zéro (voir Figure 14) se brise. Comme la machine est ronde, elle pouvait facilement rouler hors du bureau si elle n'était pas manipulée avec précaution. À l'origine, il fallait démonter la machine pour remplacer le levier. Pour éviter cela, le levier de remise à zéro a été repensé de manière à pouvoir être monté sur la plaque de remise à zéro depuis l'extérieur, sans avoir à démonter la machine.

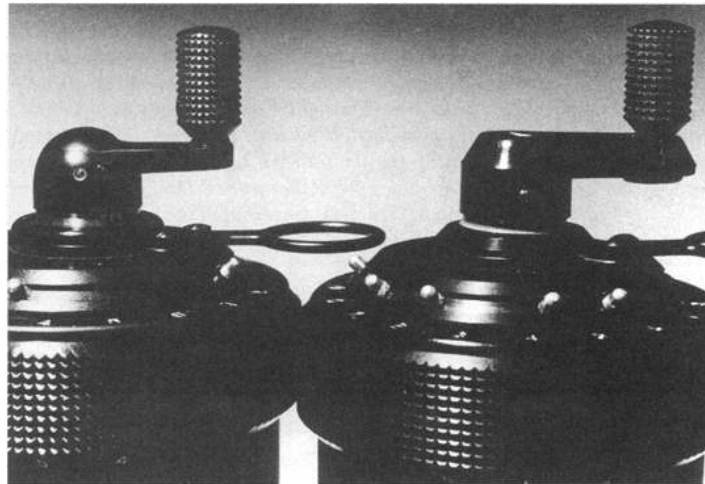


Figure 14 : À gauche, la machine ancienne n° 4086, et à droite, la machine plus récente n° 63122, avec leurs manivelles de forme différente. Le levier en forme d'anneau sous la manivelle est le levier de remise à zéro. En dessous, on voit clairement l'anneau de comptage, qui doit être poussé vers le haut et tourné d'une position lors de calculs à plusieurs chiffres. Pour obtenir un rainurage profond et antidérapant, l'anneau a été découpé et fraisé.

La manivelle

Un changement extérieur a été apporté à la manivelle. À l'origine, elle était ronde, mais elle a ensuite été dotée de bords. La Figure 14 montre cette différence. Cela a simplifié la fabrication et réduit les coûts. Comme je l'ai déjà mentionné dans une contribution précédente, la CURTA coûtait environ **450 francs suisses** en 1950. Converti en monnaie actuelle, cela représenterait **1500 francs suisses** [13], un prix supérieur à ce que les collectionneurs paient aujourd'hui. Je m'attends à ce que le prix pour les collectionneurs augmente, car les CURTA deviennent plus rares et plus recherchées. Dans les années 1950, son prix était vraiment élevé pour une calculatrice à quatre fonctions, mais pas sans raison. Sa fabrication était très complexe. Par exemple, de nombreux chiffres étaient gravés. L'anneau de comptage était découpé et fraisé. Sans aucun doute, l'avantage de cette production élaborée était une qualité extrêmement élevée du produit fini. En effet, même aujourd'hui, il est difficile de trouver une CURTA qui ne fonctionne pas. Ce n'est pas très courant pour un équipement de précision qui est resté inutilisé pendant des décennies. Tout collectionneur peut vous raconter des histoires à ce sujet. Souvent, il a vécu des moments d'angoisse en nettoyant une machine – tout était bloqué !

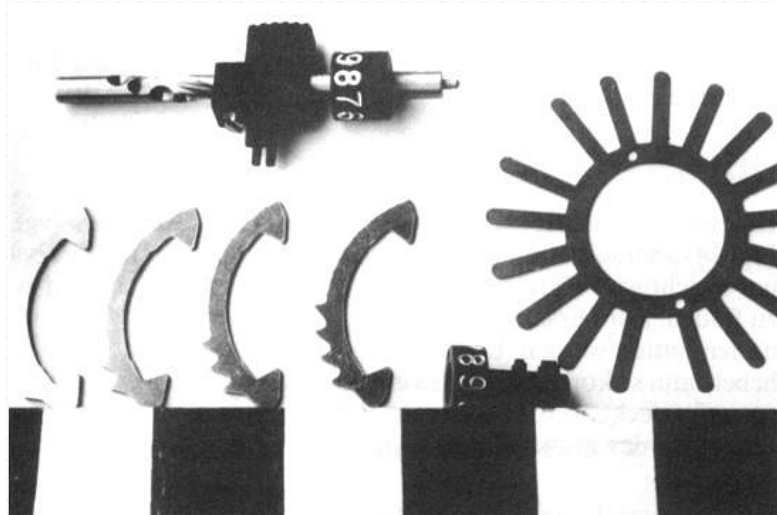


Figure 15 : Quelques pièces de la CURTA. Au total, la CURTA 1 est composée de 687 pièces, dont 139 sont différentes. À droite, l'étoile de ressorts, utilisée pour empêcher les compteurs de tourner trop loin. En haut à gauche, un arbre de réglage avec glissière de réglage et fourche pour déplacer l'engrenage de réglage. En dessous, quatre segments du cylindre à gradins complété pour les chiffres 1 à 4. Entre ces segments et l'étoile de ressorts, un cadran numérique. L'échelle photographiée indique la taille : chaque bloc représente 1 centimètre.

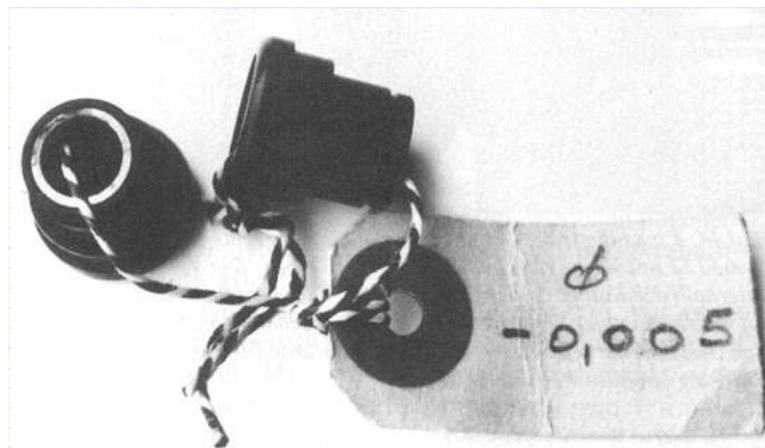


Figure 16 : Les deux roulements montrés font partie du chariot et supportent l'arbre principal. L'étiquette avec les spécifications de tolérance illustre la grande précision nécessaire pour la fabrication des pièces de la CURTA.

Un entretien avec les concepteurs de la CURTA

Ma relation avec Curt Herzstark m'a également permis d'entrer en contact avec les concepteurs des "premiers jours". J'ai rencontré les mécaniciens Arnold Kessler et Hans Künzli [14] et j'ai pu leur poser quelques questions.

Quels problèmes constructifs difficiles ont dû être résolus, et comment l'ont-ils été ?

Künzli : *"Un problème sur lequel j'ai travaillé longtemps était la construction du cylindre à gradins (voir Figure 3 pour le design final). J'ai d'abord essayé de fraiser et de tourner des pièces à partir d'un bloc d'aluminium. Bien que j'y sois parvenu, j'ai dû admettre que la méthode était bien trop complexe pour être utilisée en production de masse. Après quelques séances de brainstorming, l'idée est venue d'utiliser des pièces découpées à la matrice (Figure 15). De cette façon, nous pouvions utiliser de l'acier résistant à l'abrasion. Le seul problème était les tolérances. Le cylindre à gradins est composé de 37 segments [15] – une tolérance positive de seulement un centième de millimètre entraîne déjà un blocage. Pour les soustractions, le cylindre à gradins doit être tiré vers le haut de seulement 3 mm. La tolérance positive mentionnée s'ajoute à un huitième de ce déplacement – donc cela ne pouvait pas fonctionner. Pour une première série de 6 prototypes, les segments ont dû être meulés à leur taille prescrite. Même ainsi, seulement 2 machines de cette série fonctionnaient. La deuxième série était meilleure – 4 sur 6 fonctionnaient. Plus tard, nous avons trouvé la solution. Chaque segment devait être légèrement courbé et avoir une tolérance négative. En pressant plus ou moins les segments ensemble, nous pouvions forcer le cylindre à gradins à atteindre sa taille prescrite."*

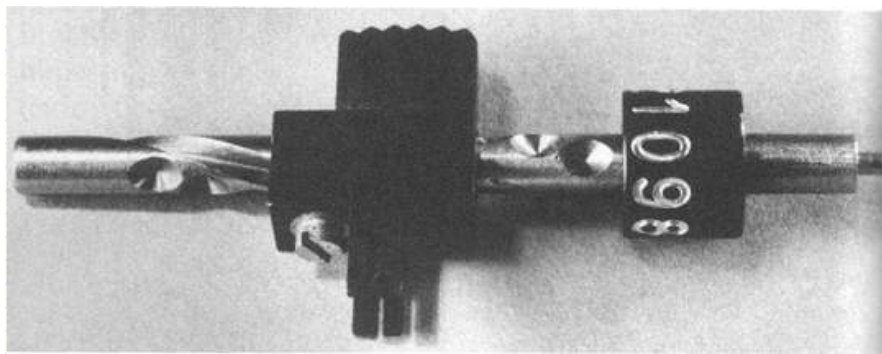


Figure 17 : Glissière de réglage avec arbre de réglage. La rainure en spirale est visible, guidant la petite vis en bronze, ainsi que les cavités peu profondes où repose la petite bille. La glissière peut être arrêtée à chaque position correspondant à un chiffre.

Kessler : *"Il était extrêmement difficile de fraiser la rainure en spirale dans les arbres de réglage (Figure 17). Les outils que nous utilisions s'usaient très rapidement. Il n'existait pas d'outils en acier trempé pour ces petites dimensions. Non seulement l'usure des outils nous posait problème, mais aussi la rugosité de surface de la rainure. Avec une huile de perçage spéciale, nous avons finalement réussi à obtenir des rainures avec la bonne rugosité. En utilisation, le mouvement des glissières devait être fluide, sans à-coups. La lubrification était exclue. Des tests ont montré que la poussière et l'huile formaient rapidement une sorte de résine. Finalement, nous avons trouvé une solution qui ne nécessitait aucun entretien – la petite vis de guidage devait être en bronze. Cela garantissait un glissement fluide sur la surface en acier. Des problèmes similaires d'usure sont apparus pour la came de réinitialisation de la cloche des dizaines (Figure 18). Après plusieurs essais, nous avons finalement trouvé le bon chromage."*

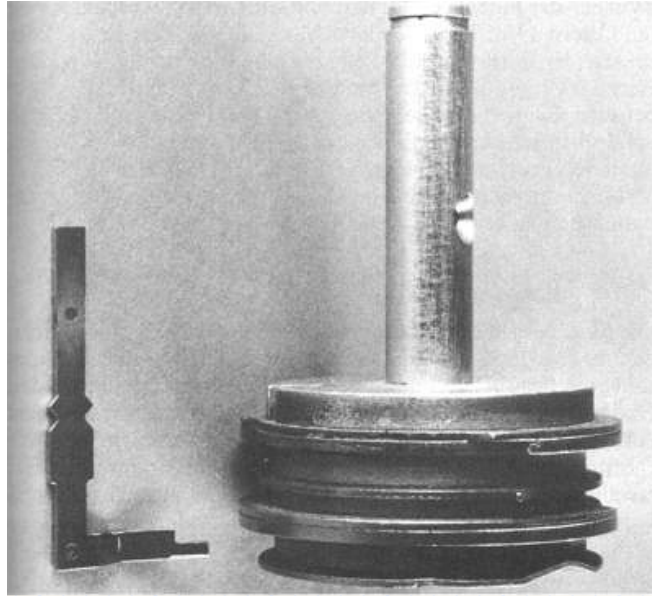


Figure 18 : Cloche des dizaines avec, tout en bas à droite, la came de réinitialisation. À gauche de celle-ci, un levier de retenue en acier chromé. Une goupille sur les cadrans numériques pousse le levier de retenue vers le bas. Lorsque la cloche des dizaines, solidement connectée à la manivelle, tourne, elle repousse les leviers de retenue et les engrenages de retenue qu'ils actionnent (voir aussi Figures 24 à 26).

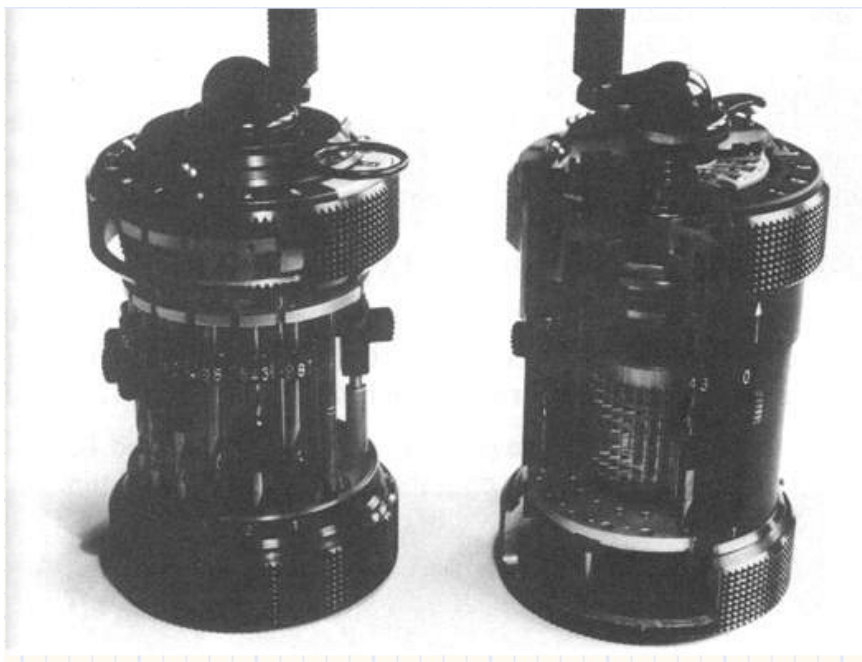


Figure 19 : Un modèle ouvert et un modèle en coupe, tous deux équipés des glissières de réglage ergonomiques. À droite des deux machines, le bouton d'inversion est visible. En le faisant glisser vers le bas, le compteur de révolutions compte les révolutions additives de manière négative. Cela peut être utile dans de nombreux calculs.

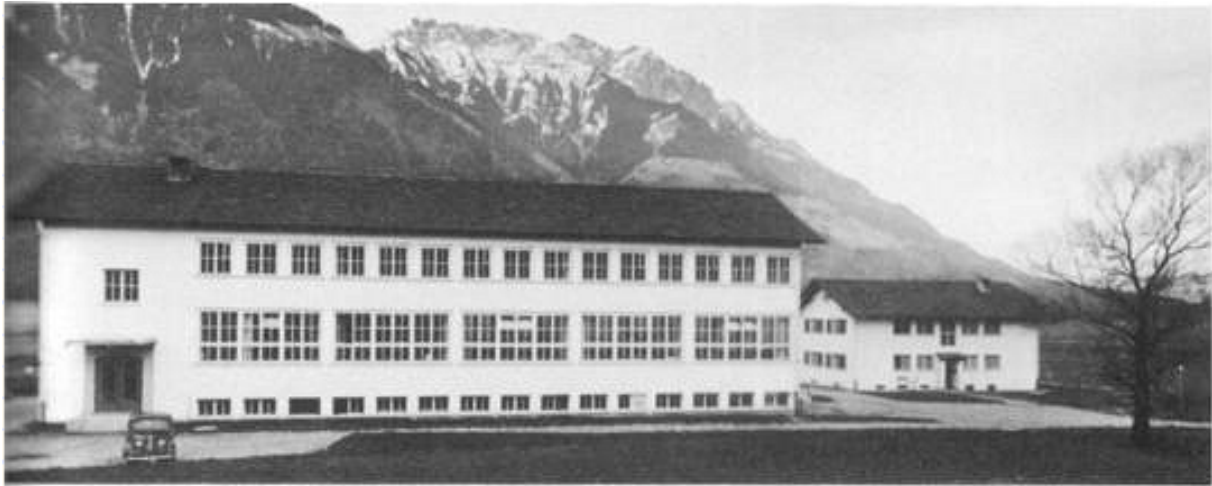


Figure 20 : Le bâtiment de fabrication de la CONTINA AG à Mauren, dans la Principauté du Liechtenstein, où l'entreprise a déménagé en 1948. Photo de 1952.

Pourquoi les chiffres étaient-ils gravés sur les cadrans numériques, et non imprimés ?

Künzli : *"Les cadrans numériques étaient anodisés en noir. Les chiffres devaient être clairement visibles, c'est pourquoi ils étaient gravés après le traitement de surface. L'anodisation posait un problème typique. Au début, l'épaisseur de la couche était trop importante, ce qui entraînait des problèmes lors de l'utilisation."*

Vous avez mentionné que l'anneau de comptage était découpé et fraisé. Quelle était la raison de cette méthode élaborée ? N'existait-il pas des méthodes plus simples et moins coûteuses ?

Kessler : *"En effet, ces méthodes existaient. Mais cette pièce devait être poussée vers le haut et tournée d'une décade pour chaque calcul à plusieurs chiffres. Cela nécessitait que l'anneau ne glisse en aucun cas, même après des années d'utilisation. Le simple processus de 'randrieren' [15a] était exclu, car il ne pouvait pas être réalisé suffisamment en profondeur."*



Figure 21 : La première présentation de la CURTA à la Foire commerciale de Bâle en 1949. Au centre, l'inventeur Curt Herzstark, tout à gauche Hans Künzli. Les autres messieurs sont (de gauche à droite) : von Gerlicy, Asal et Maier.

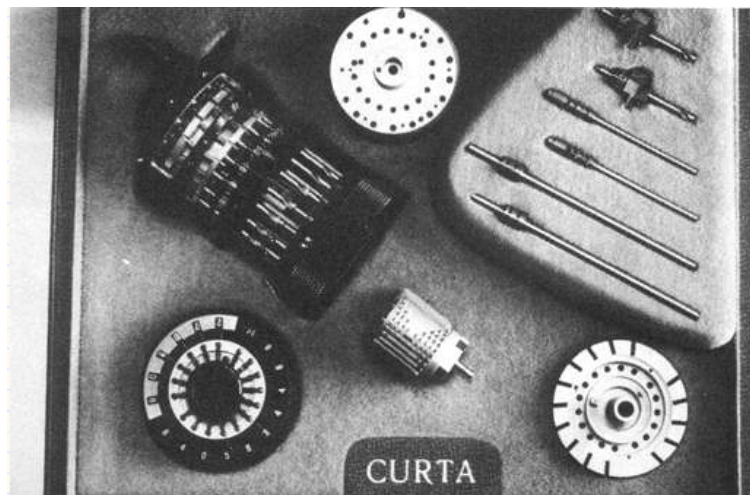


Figure 22 : Une "valise d'échantillons" utilisée lors des visites aux clients pour expliquer les détails techniques. Elle contient : un modèle ouvert, en dessous duquel se trouve un chariot sans plaque de remise à zéro, au-dessus de l'étiquette un cylindre à gradins complété, et tout en haut un moulage principal inférieur avec ses nombreux trous pour accueillir les arbres de transmission et de réglage. On le trouve au bas d'une machine complète. À droite, il y a deux glissières de réglage, deux arbres de transmission et deux arbres principaux. En bas à droite, le corps de la machine.

Quel est le souvenir le plus agréable que vous gardez du développement de la CURTA ?

Kessler : *"Le manuel de service que j'ai pu réaliser. Et la première présentation de la CURTA à la Foire commerciale de Bâle en 1949 (voir Figure 21). C'était très excitant de partager mon enthousiasme pour la machine avec les gens qui se pressaient autour du stand. Il y avait de nombreux professeurs, géomètres et enseignants qui voulaient connaître chaque détail – bien que les enseignants n'achetaient généralement rien."*

Künzli : *"Oui, vendre lors des foires, nous aimions ça. Surtout au début, ce n'était pas quelque chose dont nous pouvions être sûrs. Il y a eu des périodes sombres."*

Racontez-nous !

Künzli a poursuivi : *"Par exemple, le refus d'une très grosse commande américaine. À la Foire commerciale de Bâle en 1949, un Américain est venu au stand et a voulu commander 10 000 CURTA [16] pour la vente au détail dans les grands magasins américains. Cela dépassait mes compétences, alors j'ai appelé le directeur de la Société de Financement. Il a simplement refusé, disant que la CURTA ne pouvait être vendue que dans des magasins spécialisés."*

La Principauté du Liechtenstein ne disposait d'aucun mécanicien de précision qualifié après la Seconde Guerre mondiale. Ainsi, la CONTINA AG a tenté d'attirer des mécaniciens par des annonces dans les journaux suisses. Monsieur Künzli a répondu à l'une de ces annonces dans la *Neue Zürcher Zeitung*. Lors de son entretien d'embauche, on lui a dit qu'il pouvait également amener sa femme, car l'entreprise avait besoin d'une secrétaire. C'est ainsi que Hans et Paula Künzli sont devenus deux des quatre premiers employés de la CONTINA AG et ont apporté une contribution significative pendant les premières années pionnières.

Madame Künzli, quels souvenirs gardez-vous de cette époque pionnière ?

Mme Künzli : *"Le début, le 1er avril 1947, avec des plans ambitieux et une réalité contrastée : la production a commencé dans la salle de bal de l'Hôtel Hirschen à Mauren, nous n'étions que quatre. Ensuite, une belle période a commencé : l'expansion jusqu'en 1951, lorsqu'un conflit a éclaté entre la Société de Financement et Curt Herzstark. C'était autour de Pâques 1951. Un beau matin, le maître de poste m'a dit qu'il n'avait pas le droit de me remettre le courrier. Monsieur Herzstark s'est vu refuser l'accès à l'usine. Cela a été une douche froide pour moi. J'avais déjà eu l'impression que la Société de Financement causait plus de problèmes que de soutien à notre directeur Curt Herzstark. Mais je ne m'attendais pas à ce qu'ils aillent aussi loin."*



Figure 23 : Salle de fabrication de la CONTINA AG en 1951, Curt Herzstark effectue une tournée d'inspection (debout à l'arrière gauche).

Une explication de cet incident.

Dès le début, la Société de Financement a rencontré des problèmes financiers, pour des raisons évidentes. En vendant de nouvelles actions, la CONTINA AG devait être placée sur une base financière solide. Cela signifiait que toutes les anciennes actions perdaient complètement leur valeur, y compris la part importante détenue par Curt Herzstark. Évidemment, il n'était pas d'accord, ce qui a conduit au conflit mentionné ci-dessus. Grâce à l'aide d'un éminent avocat en brevets de Zurich, la perte des droits de brevet a pu être évitée. Malgré cela, Curt Herzstark n'a travaillé que quelques années de plus pour l'entreprise en tant que consultant indépendant.

Mon entretien n'était pas encore terminé. Nous avons longuement parlé des relations entre les habitants du Liechtenstein et les artisans suisses. Les relations n'étaient pas bonnes, bien au contraire. Dans un discours public, quelqu'un a exigé *"... d'éduquer notre peuple aussi rapidement et soigneusement que possible... afin de nous débarrasser des Suisses."* D'un autre côté, les relations entre les employés et le directeur technique Herzstark étaient excellentes. Je me souviens des mots avec lesquels Curt Herzstark m'a donné les adresses des personnes interrogées : *"Arnold Kessler et Hans et Paula Künzli, vous devez leur parler. Sans leur aide, la CURTA n'aurait pas pu devenir ce qu'elle est"*, et il a ajouté laconiquement, *"c'étaient des gens formidables !"*

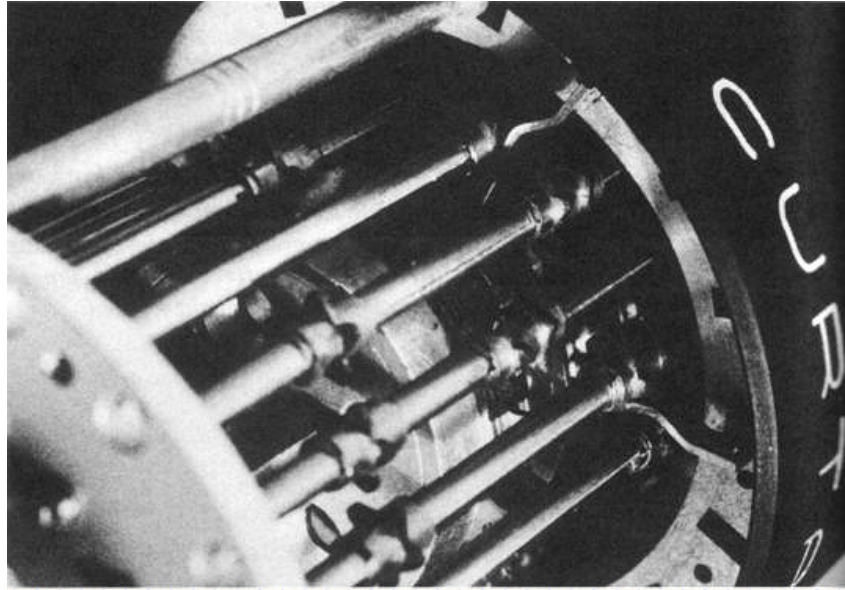


Figure 24 : Une CURTA I partiellement démontée. On voit certains arbres de transmission et deux leviers de retenue, actionnés par les cadrans numériques au-dessus d'eux, qui font glisser l'engrenage de retenue des dizaines à portée de la dent de retenue des dizaines, située au-dessus de la denture du compteur de révolutions, mais qui n'est pas visible sur la photo. Sur les autres éléments de transmission, on peut voir des engrenages de réglage.

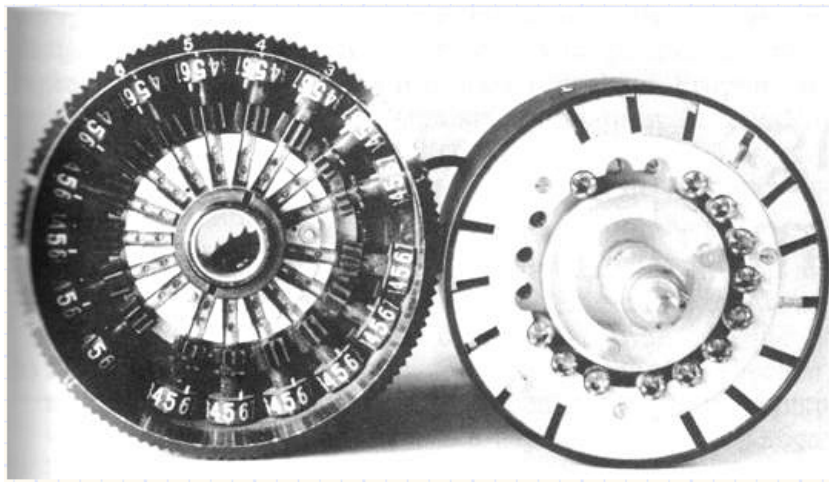


Figure 25 : Chariot démonté vu par le bas (à gauche) et le corps de la machine (à droite), qui est monté sous le chariot dans la machine complète. Deux leviers de retenue des dizaines sont visibles.

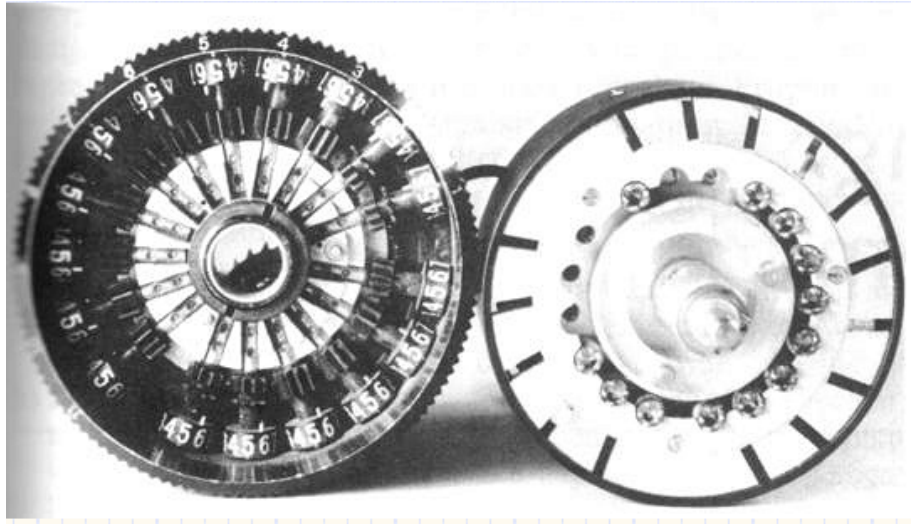


Figure 26 : Le même corps de machine que dans la Figure 25, photographié par le bas. Un engrenage de retenue des dizaines, qui peut être déplacé le long de l'élément de transmission, est montré en position glissée vers le bas.



Figure 27 : La "carte de visite" de la CURTA, le fond de la machine avec le numéro de série, à partir duquel le collectionneur peut déduire l'année de production.

Le mécanisme de retenue des dizaines de la CURTA

La description de cette construction ingénieuse est un passage obligé. Les limitations d'espace me restreignent ici à ne montrer que quelques images. J'espère que les Figures 18 et 24 à 26 montrent suffisamment de détails pour clarifier au moins l'idée principale au lecteur intéressé. Peut-être que sa description sera donnée dans une autre contribution, ou dans un futur livre. Peut-être qu'un autre lecteur reprendra le fil et publiera sa propre contribution.

Je ne sais pas si j'ai réussi à accomplir la tâche que Curt Herzstark m'a confiée : *"préservé mon héritage intellectuel"*. Ce dont je suis sûr, c'est que je n'oublierai jamais ma rencontre avec la CURTA, son inventeur et ses concepteurs. J'espère

que ces deux publications inciteront le lecteur à ne pas oublier non plus la CURTA. J'ai également établi de nouveaux contacts. Ces derniers, ainsi que les nombreuses réponses reçues, sont à la fois une récompense et une motivation. Une motivation pour continuer mon engagement avec les calculatrices historiques. Peut-être que vous, cher lecteur, pourrez m'aider dans cette démarche. J'attends vos réponses avec impatience.

Littérature utilisée :

- **P. Kradolfer** : *"Einige Rosinen aus der Entwicklung der Rechenmaschinen"* [Quelques points forts de l'évolution des calculatrices], Saarlander Aarau, 1988.
- **K. Holecek** : *"Neue konstruktive Wege in Rechenmaschinenbau"* [Nouvelles méthodes de conception dans la construction des calculatrices], discours des 19 et 20 octobre 1950, publié dans une édition spéciale du *"Heft Feinwerktechnik"*, volume 55, 11 juin 1951.
- **W. Lind** : *"Büromaschinen"* [Machines de bureau], partie 1, C.F. Winter'sche Verlagshandlung Füssen, 2e édition, 1954.

Notes :

1. **Peter Kradolfer**, dipl. Ing. ETH SIA et professeur de lycée technique, Innerbergstrasse 27B, CH-3044 Ingerberg.
2. Voir le supplément 6/88, page 5, et les suppléments 1/89 et 2/89.
3. **Leibniz (1646-1716)** a construit dès 1671 des calculatrices à quatre fonctions avec des cylindres à gradins comme élément central d'entraînement. **Odhner (1845-1905)** a fabriqué à partir de 1874 à Saint-Pétersbourg des machines entraînées par des roues à broches, c'est-à-dire des engrenages à nombre variable de dents. Pour plus de détails, voir la littérature, par exemple [1, p.3]. Les machines à multiplication ne sont pas mentionnées ici, voir [1, p.32].
4. **Wilhelm Schickard (1592-1635)** est aujourd'hui considéré comme le premier inventeur et fabricant d'une calculatrice à quatre fonctions avec retenue des dizaines. Il a fabriqué sa machine en 1623. **Blaise Pascal (1623-1662)**, longtemps considéré comme le premier inventeur d'une calculatrice, a construit en 1642 une machine à additionner/soustraire avec retenue automatique des dizaines.
5. Pour le cercle numérique, voir [1, p.27] ; pour la preuve mathématique, voir [2, p.2].
6. Il existe également une brochure au format A6 avec des exemples.
7. La **TIM** est une calculatrice à cylindre à gradins fabriquée dans les années 1930 par **Ludwig Spitz & Co. GmbH** à Berlin.
8. La production a commencé le **1er avril 1947**. En 1966, la **CONTINA AG** a été rachetée par la société **HILTI AG** à Schaan. La CURTA a été produite jusqu'en **novembre 1970**. Elle a été vendue jusqu'au début de 1973, puis le silence s'est fait autour de ce miracle mécanique, devenu aujourd'hui un objet de collection.

9. **D.R.P.** signifie *Deutsches Reichspatent* (brevet du Reich allemand). Le terme *Deutsches Reich* a été utilisé pour l'Allemagne de 1871 à 1945. Le titre exact du brevet est : *Reichspatentamt, Patentschrift Nr. 747073 "Curt Herzstark in Wien. Rechenmaschine mit einer einzigen von Einstellrädchen umgebenen Staffelwalze"* [Calculatrice avec un seul cylindre à gradins entouré d'engrenages de réglage].
10. Voir aussi le supplément 6/88 : *Curt Herzstark and his calculator CURTA. Part 1* ; pages 5 et suivantes, et les suppléments 1/89, pages 6 et suivantes, et 2/89, pages 6 et suivantes.
11. Un aperçu peut être trouvé dans **E. Martin** : *Die Rechenmaschine und ihre Entwicklung* [Les calculatrices et leur développement], 2e édition, 1936, pages 433 et suivantes. La **Mercedes Euklid** est une calculatrice à quatre fonctions avec un levier de proportion et une construction de **Chr. Hamann**, Berlin. Sa description détaillée sera présentée dans une future contribution.
12. Depuis **novembre 1948**.
 - 12a. [AdM : Je parle de la distance axiale correspondant à un tour complet d'une vis. Mon dictionnaire ne me donne pas d'indication sur le terme anglais approprié. J'utilise ici une traduction littérale du terme néerlandais, qui me semble plus proche de l'anglais que le terme allemand.]
 - 12b. [AdM : Un examen attentif de la Figure 7 montre que dans la version très originale, aucun cadran de contrôle n'était prévu : l'arbre 7 contient simplement une denture en forme de scie, pas une rainure en spirale, et ne semble pas pouvoir tourner. Je ne vois pas les cadrans de contrôle ni de trou pour les observer.]
13. Selon la **Banque nationale suisse**, 100 francs suisses de 1950 équivalent à 334,90 francs suisses en 1988.
14. **Arnold Kessler** (né en 1926) a travaillé de **novembre 1948 à 1952** comme mécanicien à la **Contina AG** ; il vit maintenant à St Antoni. **Hans Künzli** (né en 1921) a travaillé depuis le début de la production, le **1er avril 1947**, jusqu'en 1951 comme mécanicien de test pour la CURTA ; sa femme **Paula** était la première secrétaire en même temps ; le couple Künzli vit maintenant à Hergiswil.
15. Seulement la denture pour le compteur principal, sans les 7 segments pour le compteur de révolutions.
 - 15a. [De **Gernot Hilger** <gernot.hilger(at)netcologne.de> : C'est une expression du sud de l'Allemagne/Suisse pour *Rändeln*, qui signifie moletage. Vous connaissez probablement ce procédé.]
16. Production en 1949 : environ 300 à 400 par mois ; en 1952 : environ 1000 par mois.

Note de Jürgen Müller : Lorsque je suis tombé pour la première fois sur l'article de votre site web, j'étais curieux d'en savoir plus sur le magazine *Backup*, espérant qu'il pourrait contenir plus d'informations sur les calculatrices historiques. Il était difficile à trouver, étant donné le titre très commun... J'ai trouvé un exemplaire dans la bibliothèque d'un enseignant local. Il s'est avéré que *Backup* était destiné aux enseignants du secondaire en informatique. Il

traitait principalement d'algorithmes fondamentaux et de programmes pour les micro-ordinateurs de l'époque, mais contenait quelques articles sur l'histoire de l'informatique (souvent par **Peter Kradolfer**). Par conséquent, ce n'est pas une ressource très significative pour les amateurs de calculatrices. Néanmoins, voici les données bibliographiques complètes que j'ai trouvées :

- Titre : *Backup -- Informatikzeitschrift für Schule und Weiterbildung*.
- Éditeur : **Sauerländer Verlag**, Aarau, Suisse.
- Numéros disponibles : 1.1986 - 5.1990.
- ISSN : 0258-4891.

J'ai eu quelques doutes concernant les droits d'auteur. Bien que le magazine *Backup* ait cessé de paraître en 1990, après seulement quelques années de publication.

The Calculator Reference by [Rick Furr \(rfurr@vcalc.net\)](mailto:rfurr@vcalc.net)