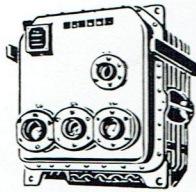


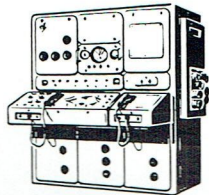
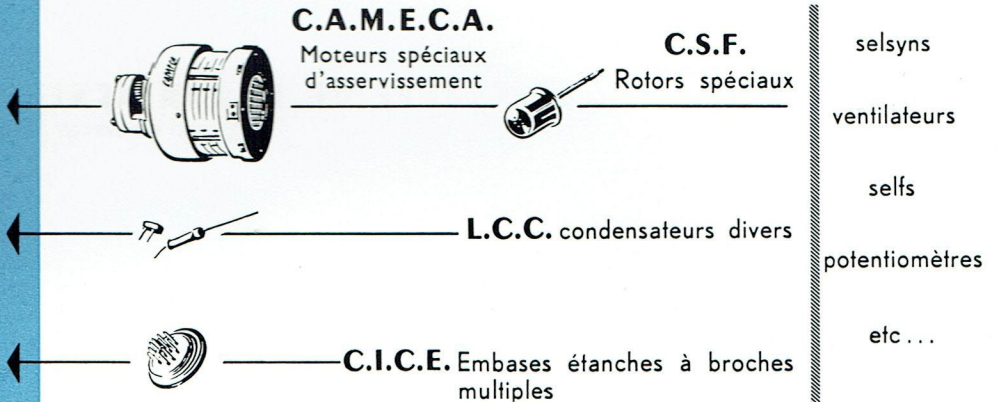
# CHAINE DE FABRICATION DES CALCULATEURS C.S.F. (SCHÉMA)



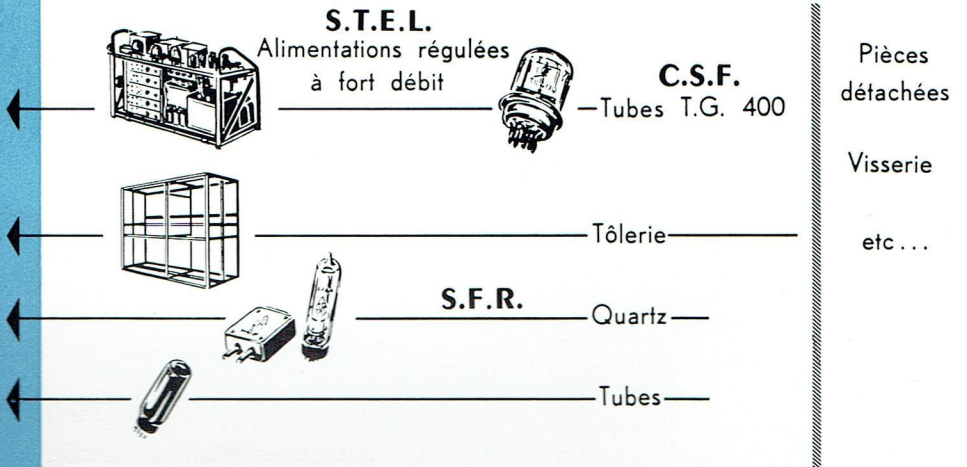
**C.S.F.**  
Condensateurs spéciaux



**C.S.F.**  
Fabrication cuves  
Montage blocs calcul  
Réglage



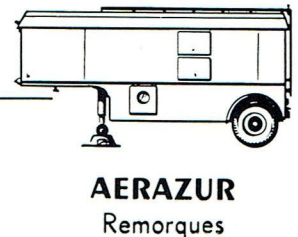
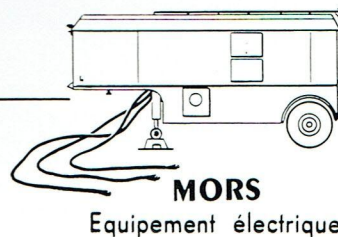
**S.F.R.**  
Montage  
Installation partielle  
Contrôle



RECETTE



## SOUS-TRAITANTS





*Production en série  
d'un nouveau matériel :*

## LES CALCULATEURS



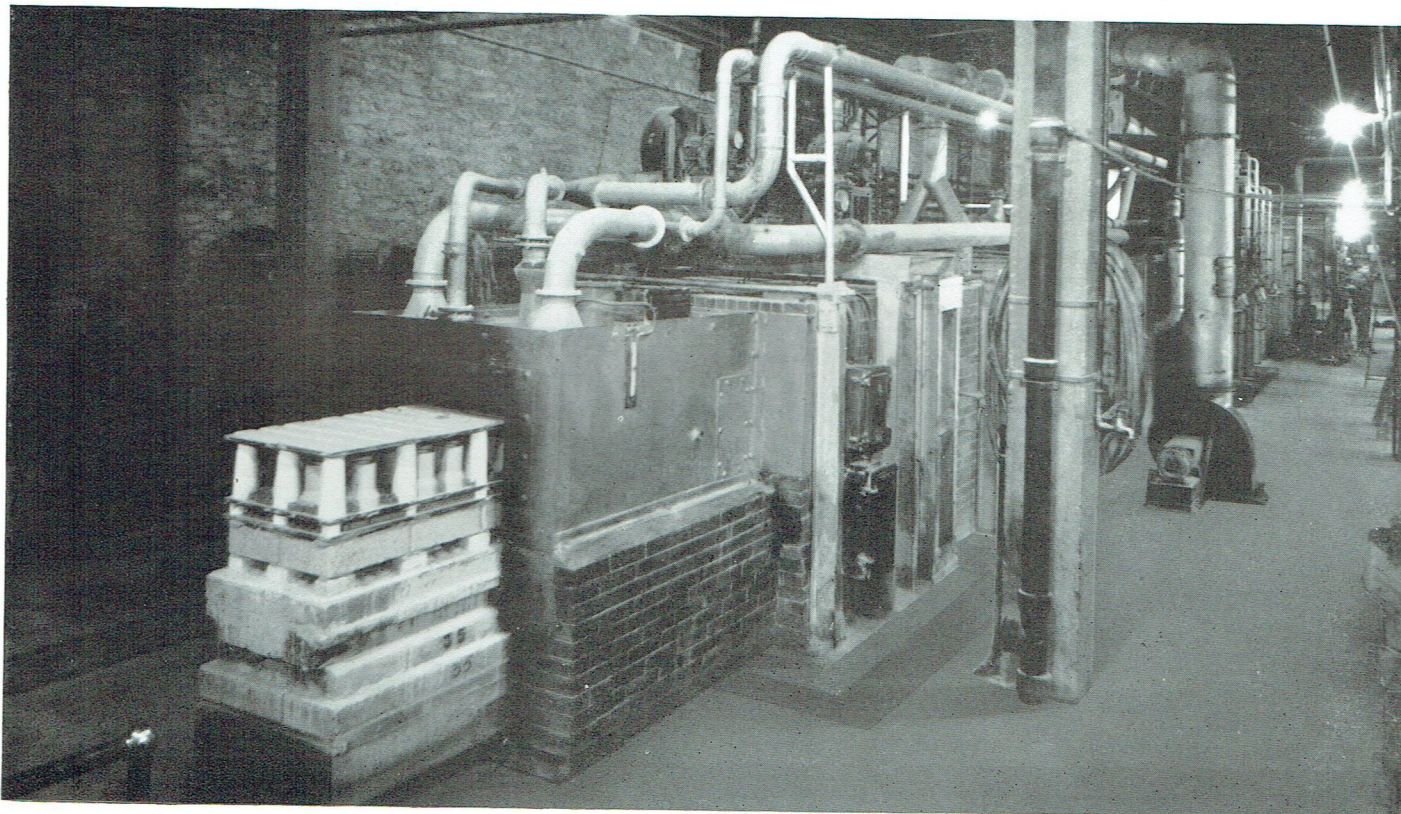
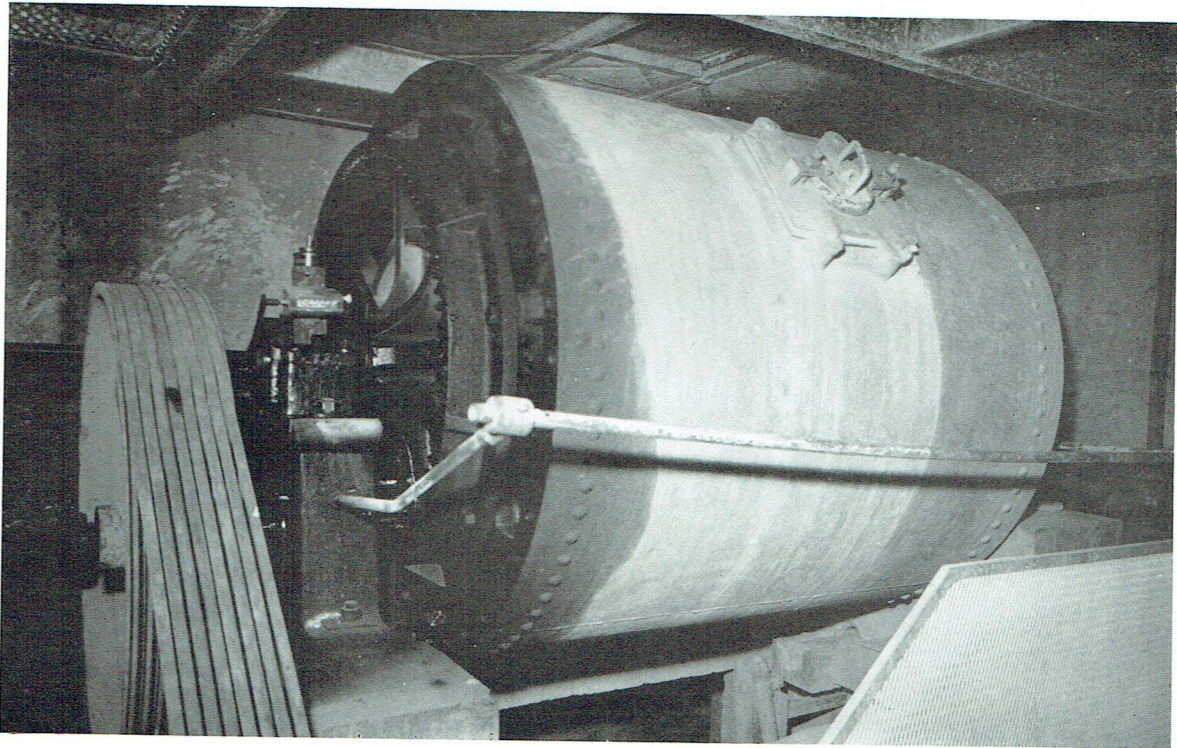
**L**E principe de fonctionnement du calculateur électronique C.S.F. : Appareil de Préparation de Tir HF 90, a été décrit dans le n° 1/1955 de *télonde*. Ce sont maintenant les moyens mis en œuvre par les Sociétés du Groupe de la Compagnie Générale de T.S.F. qui seront ici présentés.

Notifié en juin 1953, le contrat off shore concernant la fourniture de ces calculateurs devait être entièrement exécuté le 30 juin 1955, alors qu'à la date de notification, aucun appareil similaire n'avait encore été produit même en petite série. Etant donné le volume de cette commande, il a fallu, d'une part, mettre en place dans un temps record toute la chaîne de fabrication qui s'étendait de la production de gros condensateurs spéciaux — éléments originaux de calcul analogique — jusqu'à la recette par le client de l'appareil prêt à fonctionner; et d'autre part, installer les moyens nécessités par le maintien du débit considérable imposé à la chaîne tout en créant aux différents stades de développement des installations originales de contrôle.

D'où l'acquisition, la création souvent, et l'installation de moyens de *production*, de *montage* et de *contrôle* assez nombreux et divers pour qu'il ait été jugé intéressant d'en présenter brièvement une sélection aux lecteurs de *télonde*.

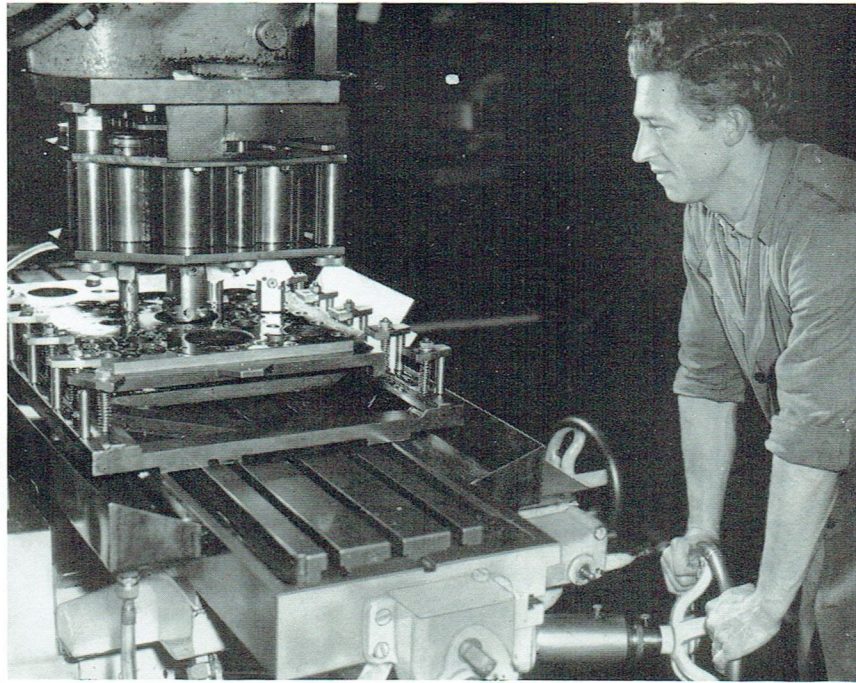
Précisons que ces moyens étaient répartis dans huit usines différentes dont l'une située à Montreuil, a été entièrement acquise et équipée pour la production des condensateurs variables spéciaux.

*Les moyens de production*

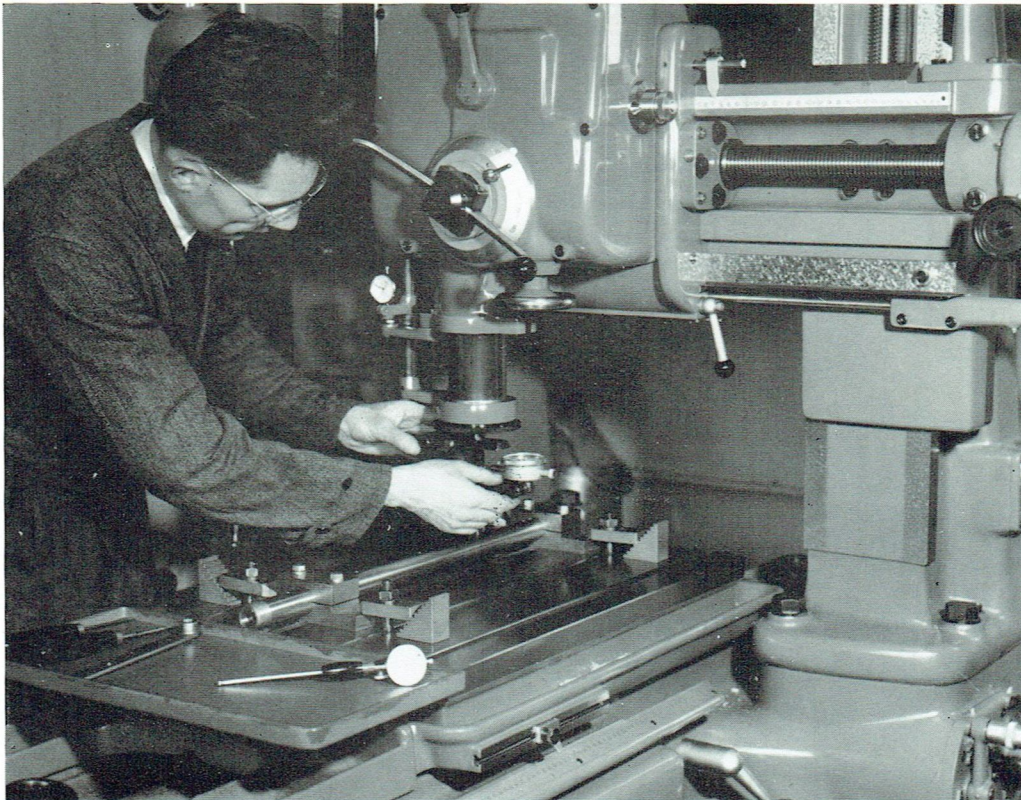


*La pâte qui deviendra stéatite acquiert son homogénéité dans ces broyeurs de la CICE, où une tonne de ses constituants est malaxée pendant 24 heures.*

*Homogénéité et Stabilité : ces deux qualités exigées de la stéatite des condensateurs spéciaux peuvent être garanties au terme d'une longue suite de traitements chimiques, mécaniques et thermiques. Le cycle est accompli à la sortie de ce four tunnel continu de près de 40 m. où les stators que l'on distingue sur le chariot ont été portés à 1.400°, suivant une courbe de température rigoureusement contrôlée.*

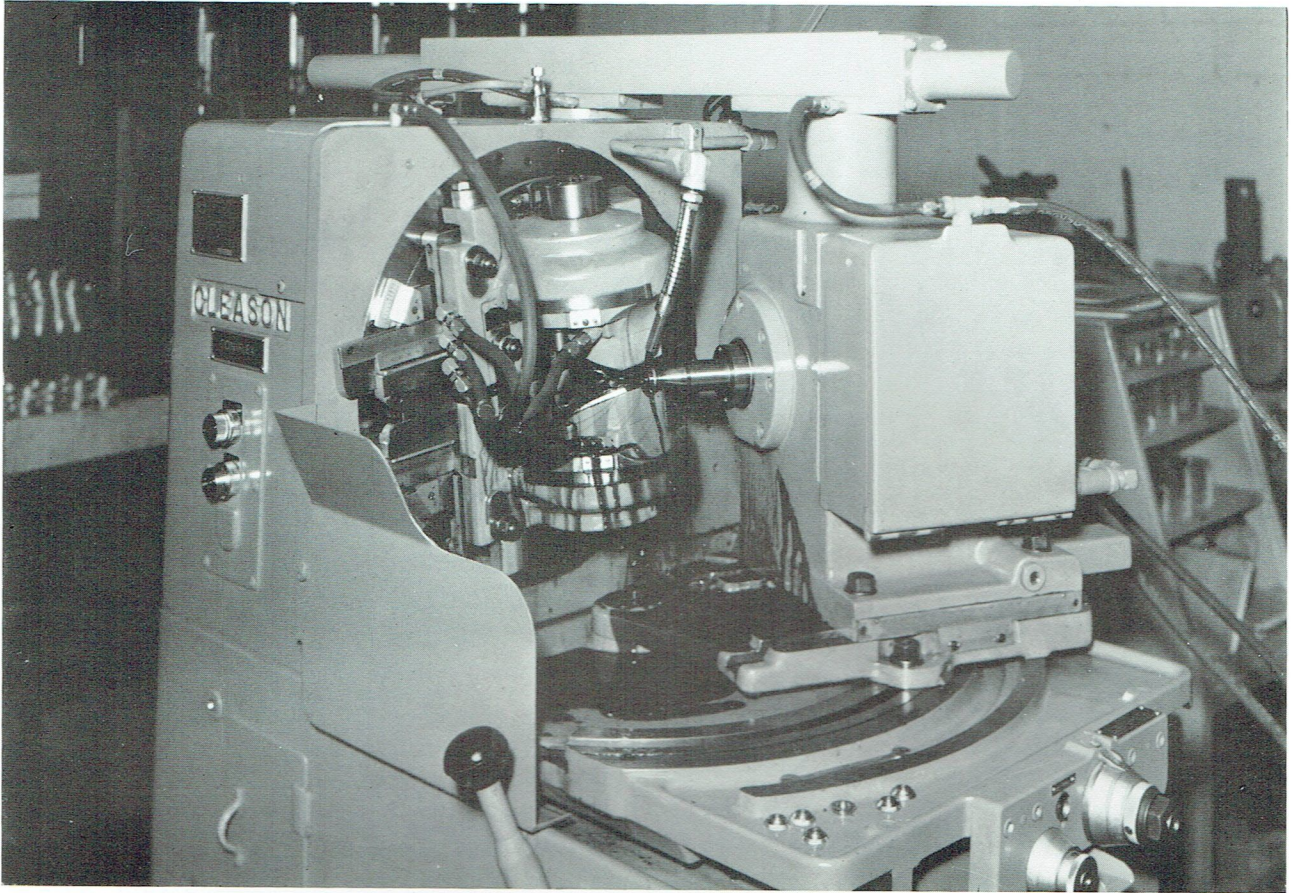


*Après les moyens céramiques voici quelques moyens mécaniques :*

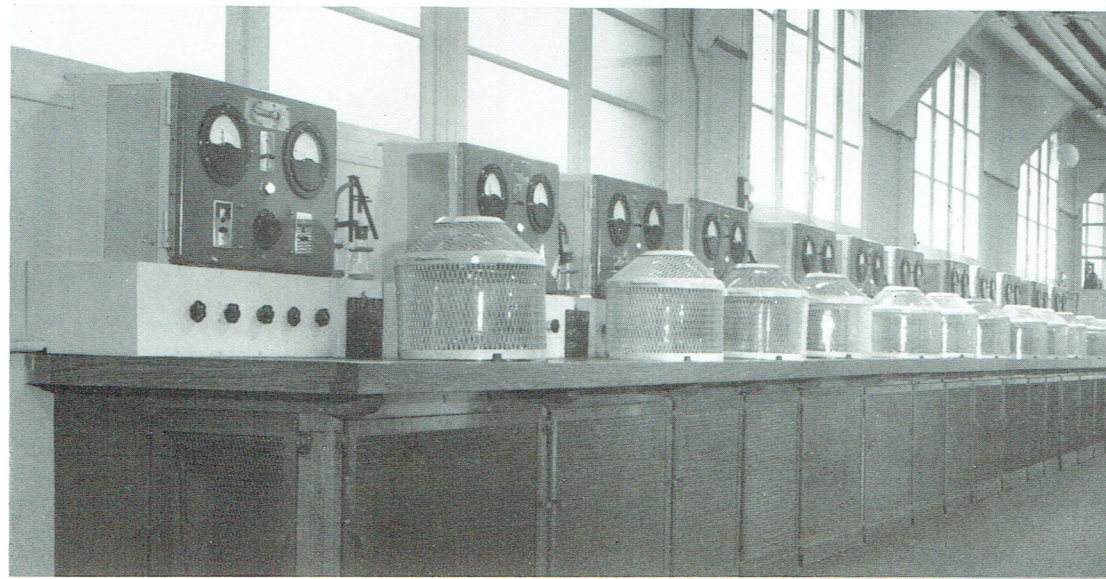


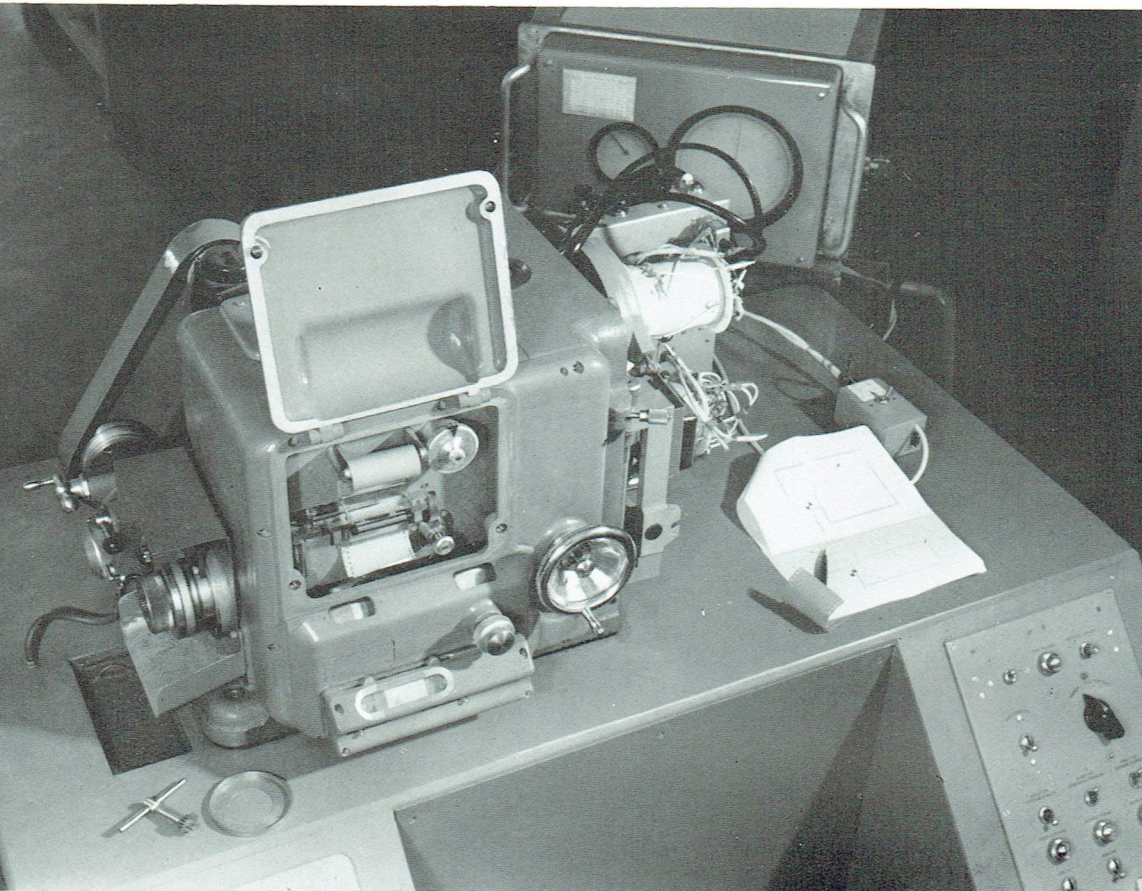
*Une fraiseuse à têtes multiples utilisée à l'usinage des platines de bloc de calcul.*

*Une pointeuse de haute précision.*



*Une machine à tailler les engrenages. Le métal à travailler est attaqué par une fraise qui permet, sur un pignon de 37 dents pour fixer les idées, d'exécuter le travail 10 fois plus rapidement que les couteaux des machines classiques.*





*Souvent il n'existait sur aucun marché les outils permettant d'effectuer les travaux exigés par cette fabrication. Il a fallu alors réaliser entièrement des machines originales comme cette machine automatique à tailler les cames pour la correction hors tout des condensateurs spéciaux.*

*Elle découpe à gauche un profil circulaire (comme celui qui est posé sur le socle) destiné au condensateur à régler qui est comparé dans la partie droite de la machine avec un condensateur étalon (ce dernier est bien visible; on distingue au-dessous la partie supérieure du condensateur à régler).*

*Au centre une bande d'enregistrement inscrit le résultat de la comparaison puis, lorsque la came est taillée, la courbe d'étalonnage du condensateur.*



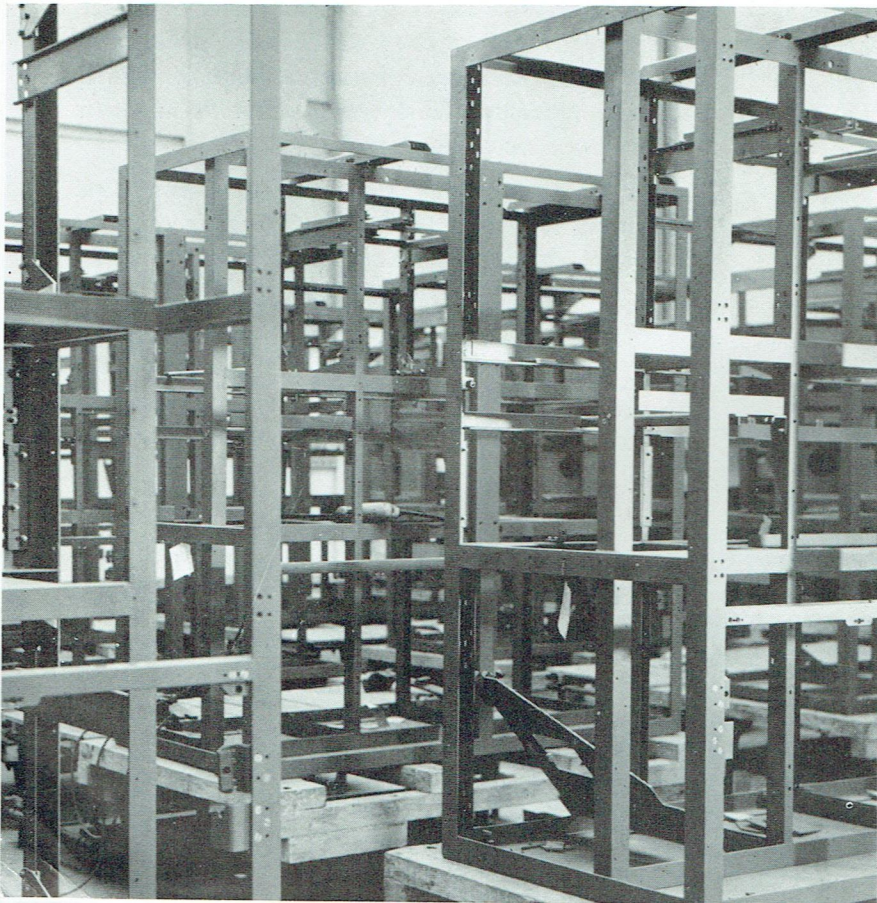
*L'importance du débit qu'il fallait assurer à la chaîne a nécessité des installations de production en très grande série.*

*Une batterie de cloches à pulvérisation d'argent sous vide permet l'argenture simultanée de 24 armatures de condensateurs spéciaux.*



*Les cuves à électrolyse utilisées pour la fabrication des rotors spéciaux des moteurs CAMECA.*

## *montages*



Ces quelques images illustrent l'étendue du registre des disciplines industrielles nécessaires au développement des calculateurs. Une diversité comparable se retrouve dans les *moyens* qui durent être définis et installés pour les *assemblages* ou *montages* des éléments de ces appareils...

*... puisqu'ils s'étendent des moyens classiques utilisés pour l'habillage des carcasses...*



*... jusqu'au montage de dispositifs entièrement originaux pour le centrage des condensateurs, centrage réalisé à quelques fractions de micron près sur des pièces de plus de 5 cm de diamètre.*

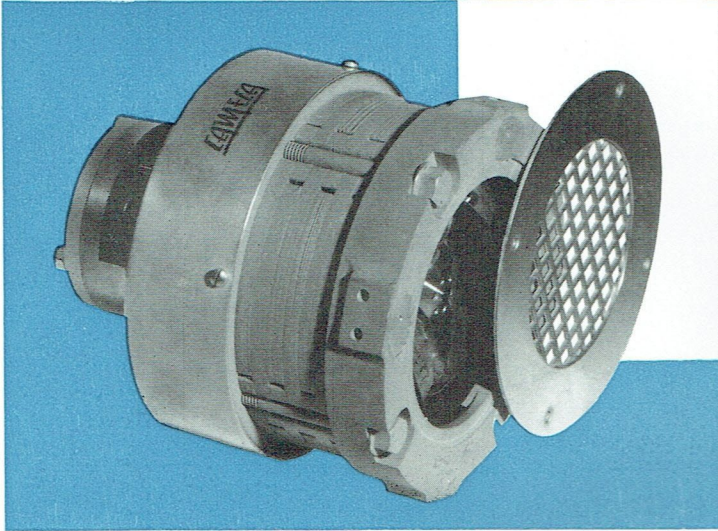
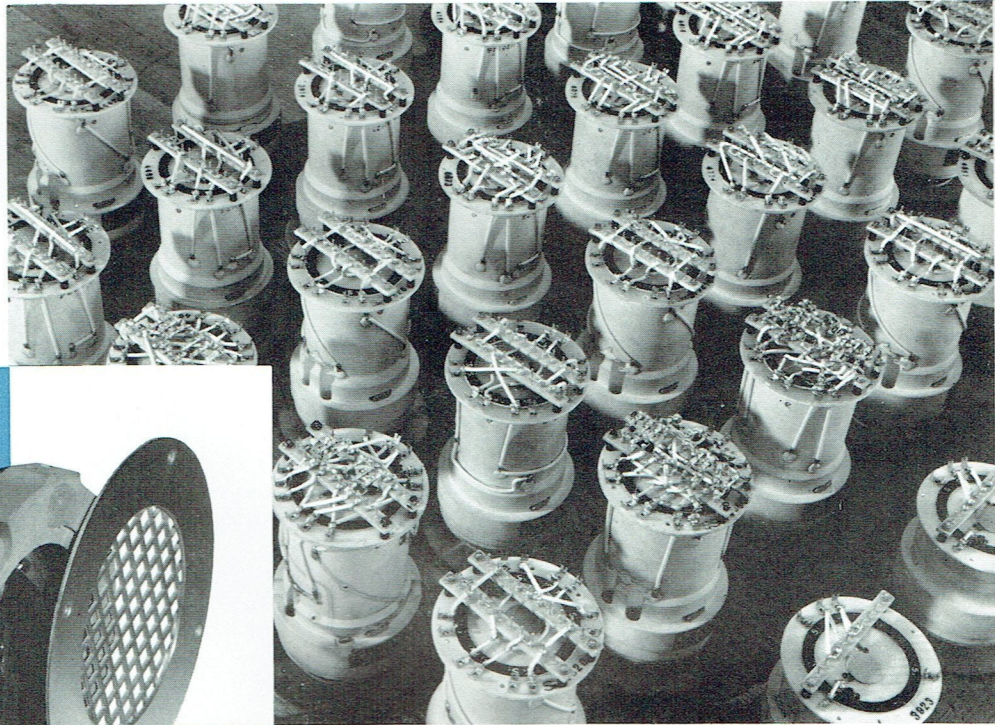


*Une chaîne de montage des condensateurs dans la nouvelle usine CSF de Montreuil. C'est à l'un des 12 postes de cette chaîne qu'est réalisé le centrage.*

*On voit à droite le pointage des éléments rentrant dans la chaîne. Le condensateur est terminé sur la table de gauche;*



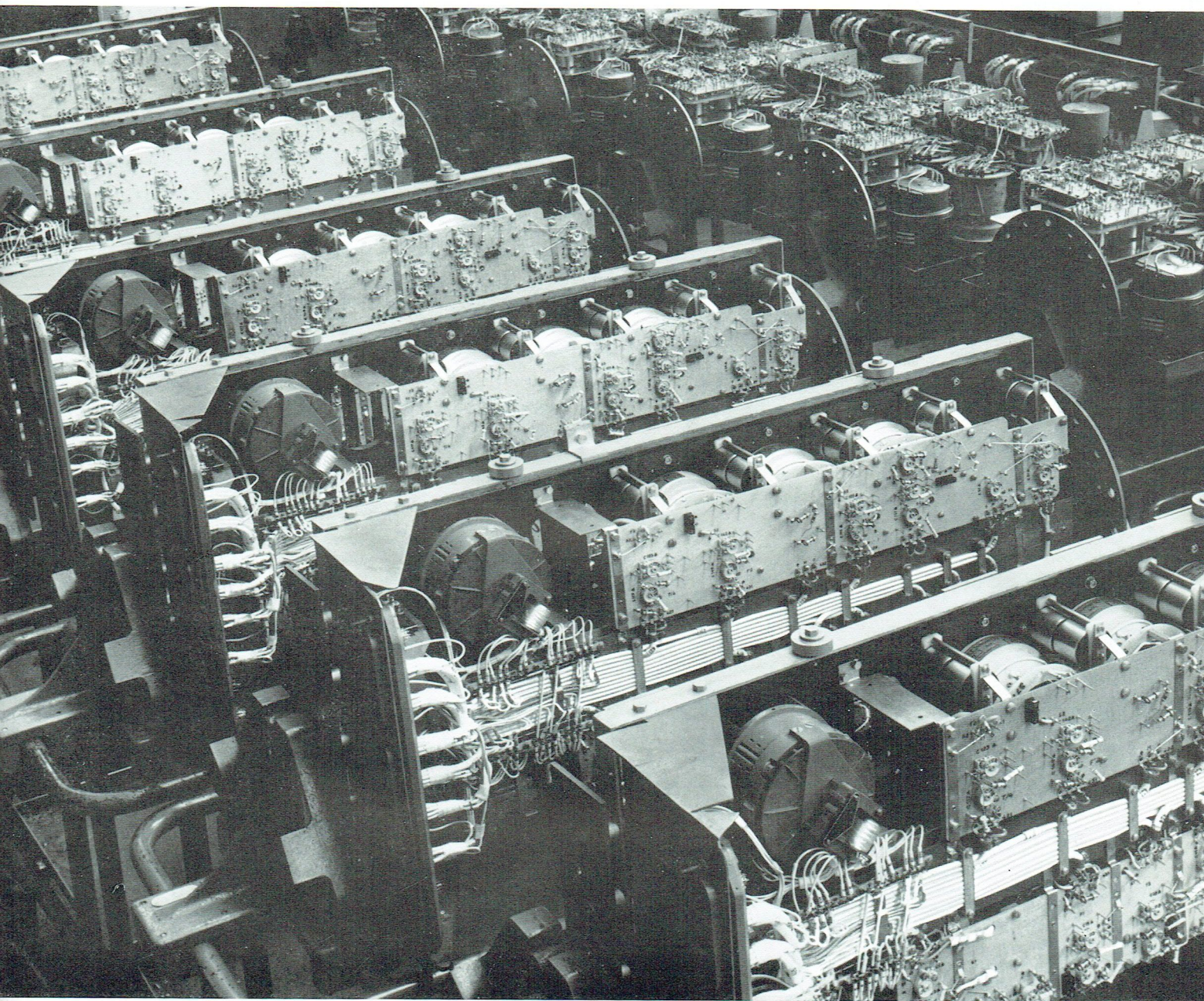




*Alimentée par des moteurs et condensateurs spéciaux...*

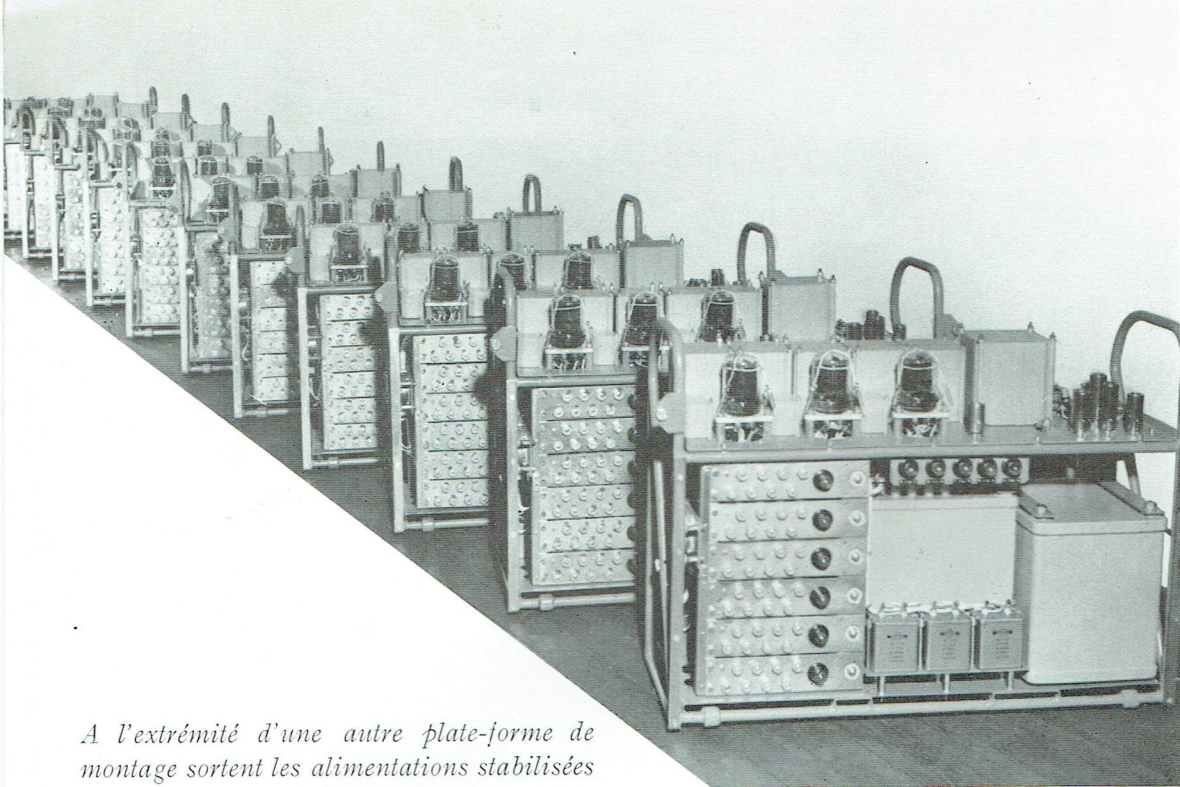
*...voici la chaîne de montage des blocs de calcul à l'usine CSF de Montrouge...*





*... les blocs à la sortie de la chaîne.*

On voit clairement sur ces images des blocs qu'il n'existe aucun tube électronique dans la chaîne de calcul, ce qui assure une grande facilité de maintenance du matériel et surtout permet au calculateur de conserver toute sa précision après de très nombreuses heures de fonctionnement.



*A l'extrémité d'une autre plate-forme de montage sortent les alimentations stabilisées à grand débit STEL.*

*Pour le câblage également, le groupe des Sociétés de la Compagnie Générale de T.S.F. devait disposer de moyens exceptionnels, tels ceux utilisés par la SFR pour le câblage des herse et des cadres...*





*et pour le câblage en série des meubles.*

La remarquable précision du calculateur CSF a pu être obtenue non seulement par la définition la plus étudiée des moyens de fabrication et de montage, mais encore par le déploiement tout au long de la chaîne de production de *moyens de contrôle* spécialement adaptés à cette fabrication nouvelle.

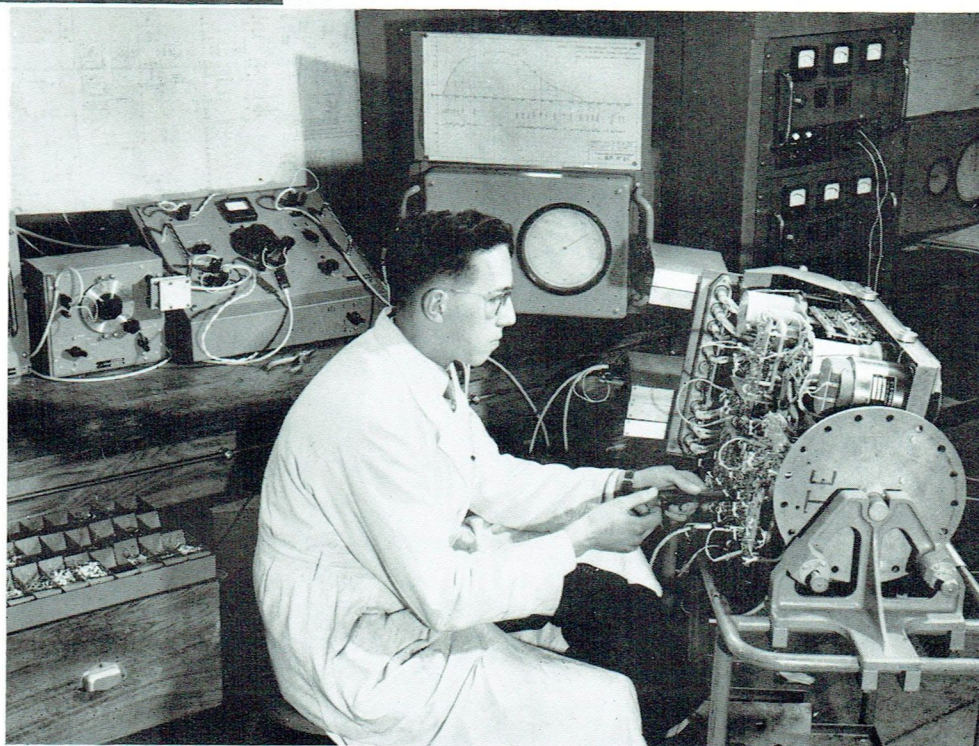
*En tête de chaîne, les éléments constitutifs des condensateurs subissent des vérifications dimensionnelles poussées. Les tolérances sont inférieures à 2 microns. Vérification des rotors à gauche, des stators au centre. A droite classement des galets de centrage suivant leur écart en microns d'un diamètre repère.*

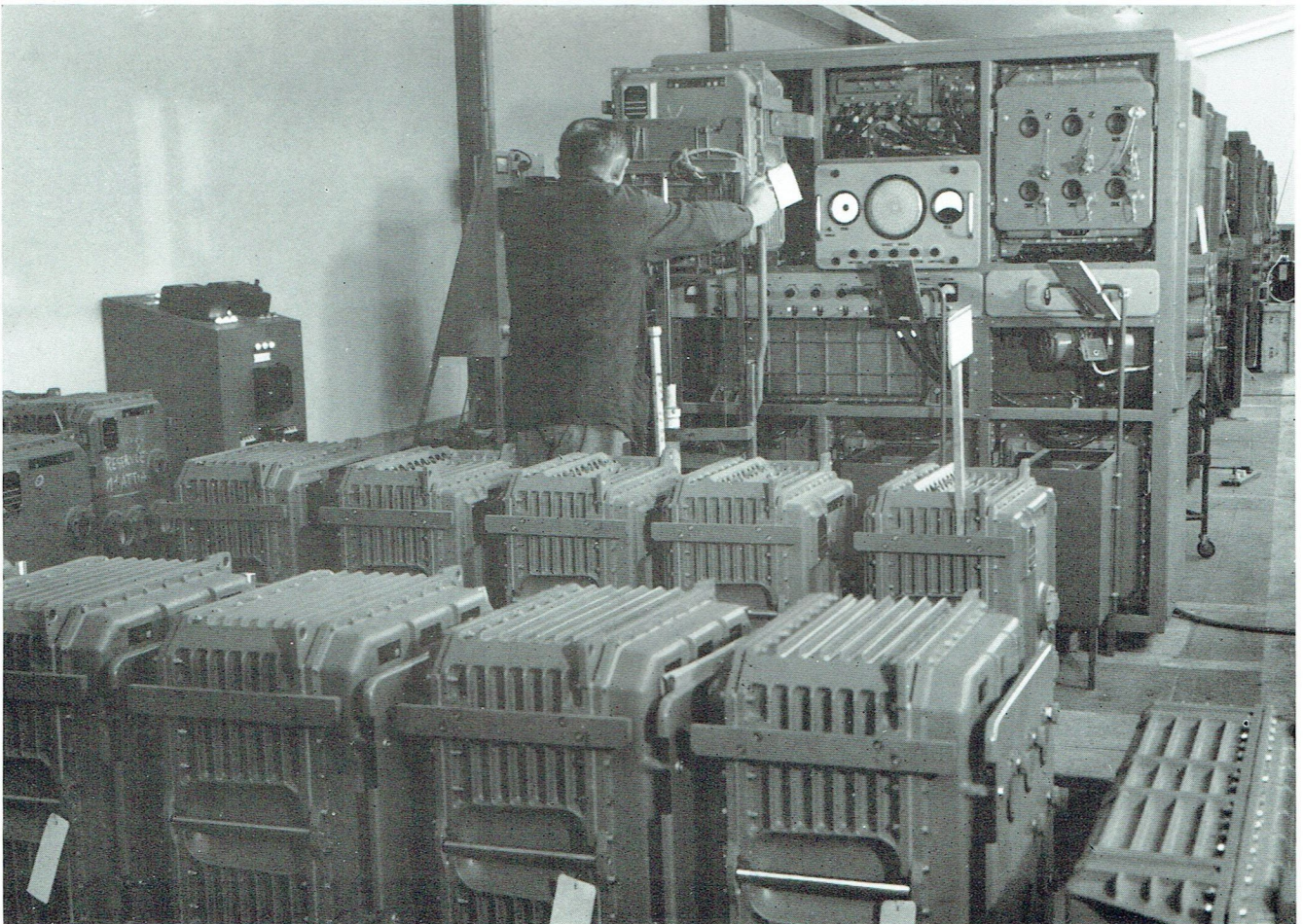
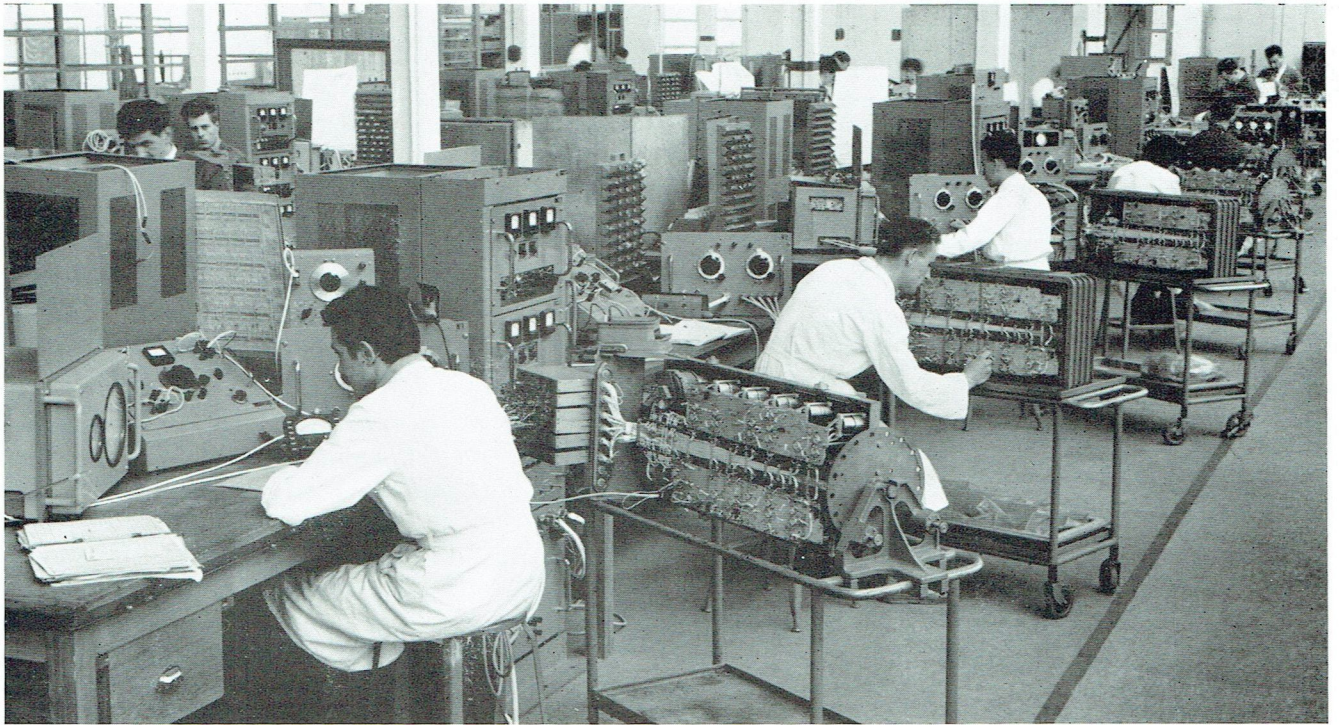




*Contrôle dans l'eau de l'étanchéité d'une cuve mise préalablement en pression. A noter l'épaisseur des hublots en plexiglas permettant l'éclairage des cadrans par la tranche, de l'extérieur — et les broches multiples étanches CICE.*

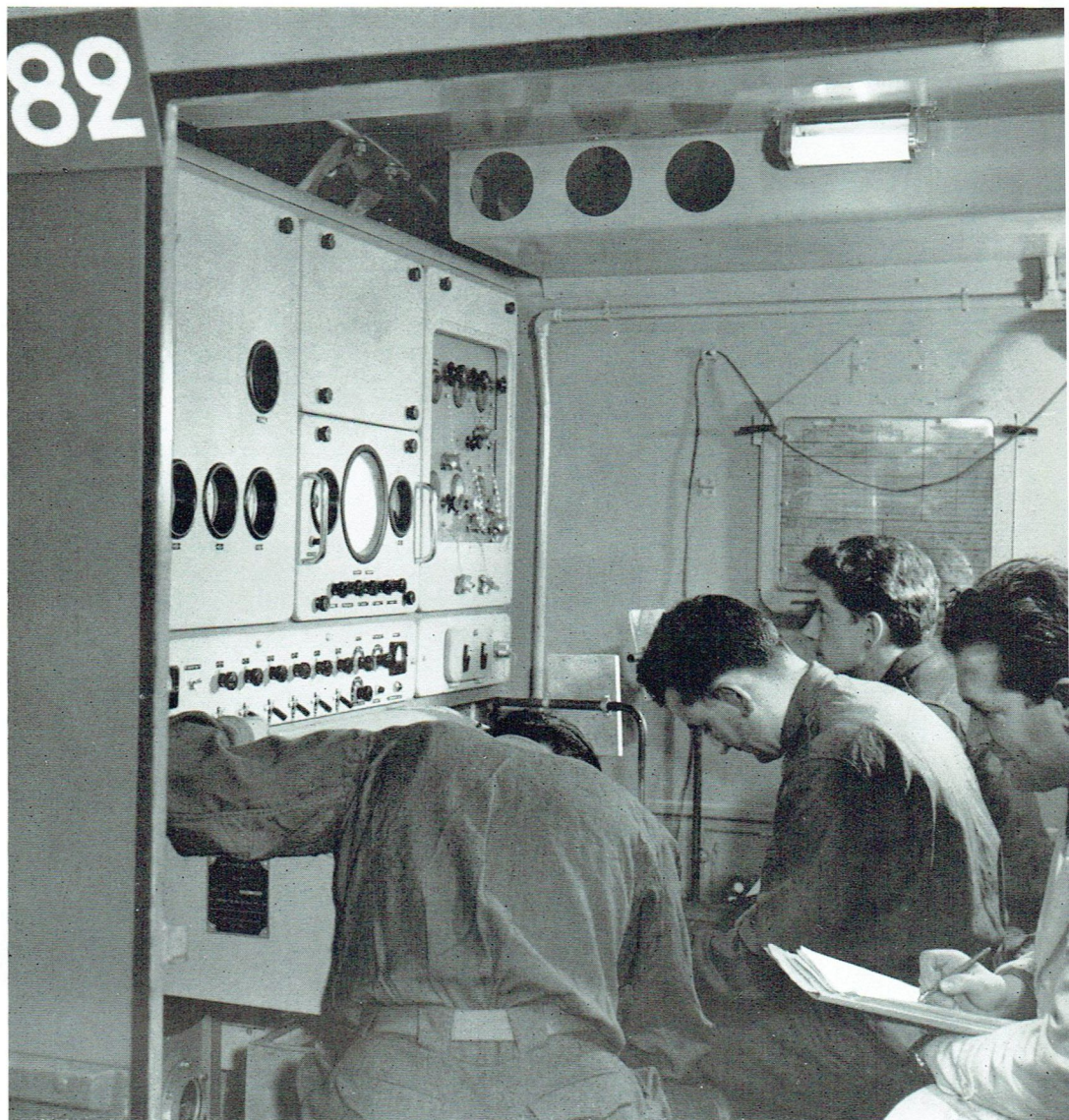
*Vérifications et ajustage des circuits de calcul.*





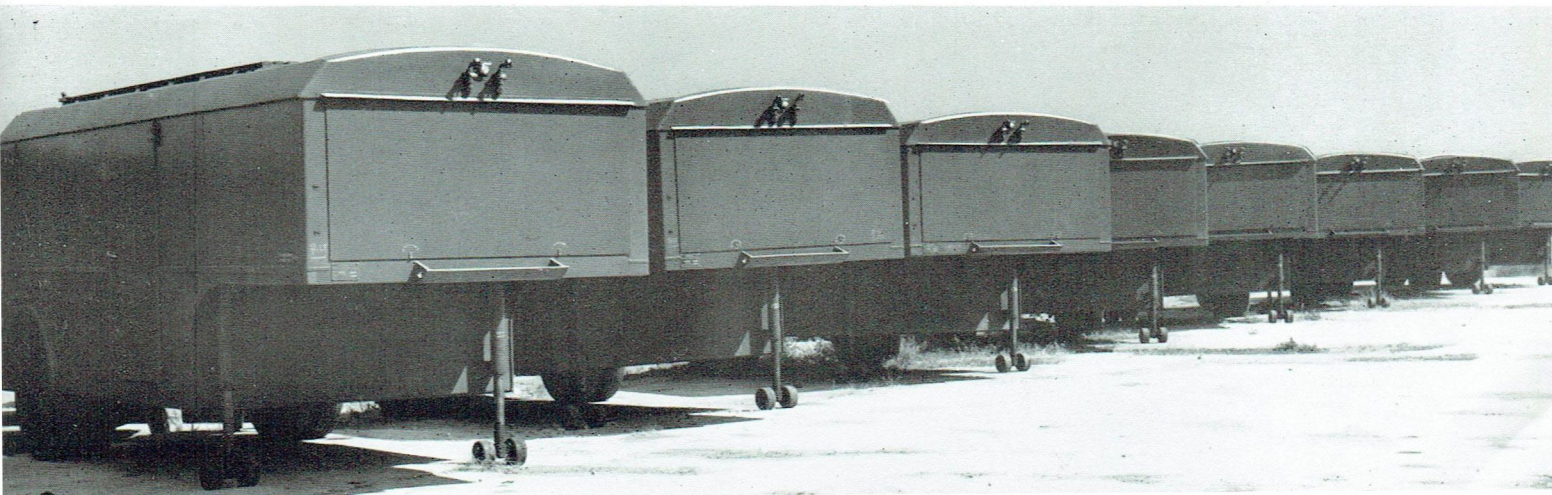
*Plate-forme de réglage des calculs des blocs balistiques. A chaque poste est vérifiée la loi des fonctions balistiques telles qu'elles doivent être traduites par le calculateur.*

*Après mise au point d'ensemble du calculateur complet et vérification des calculs effectués, les blocs sont enlevés pour permettre l'installation du meuble en remorque.*

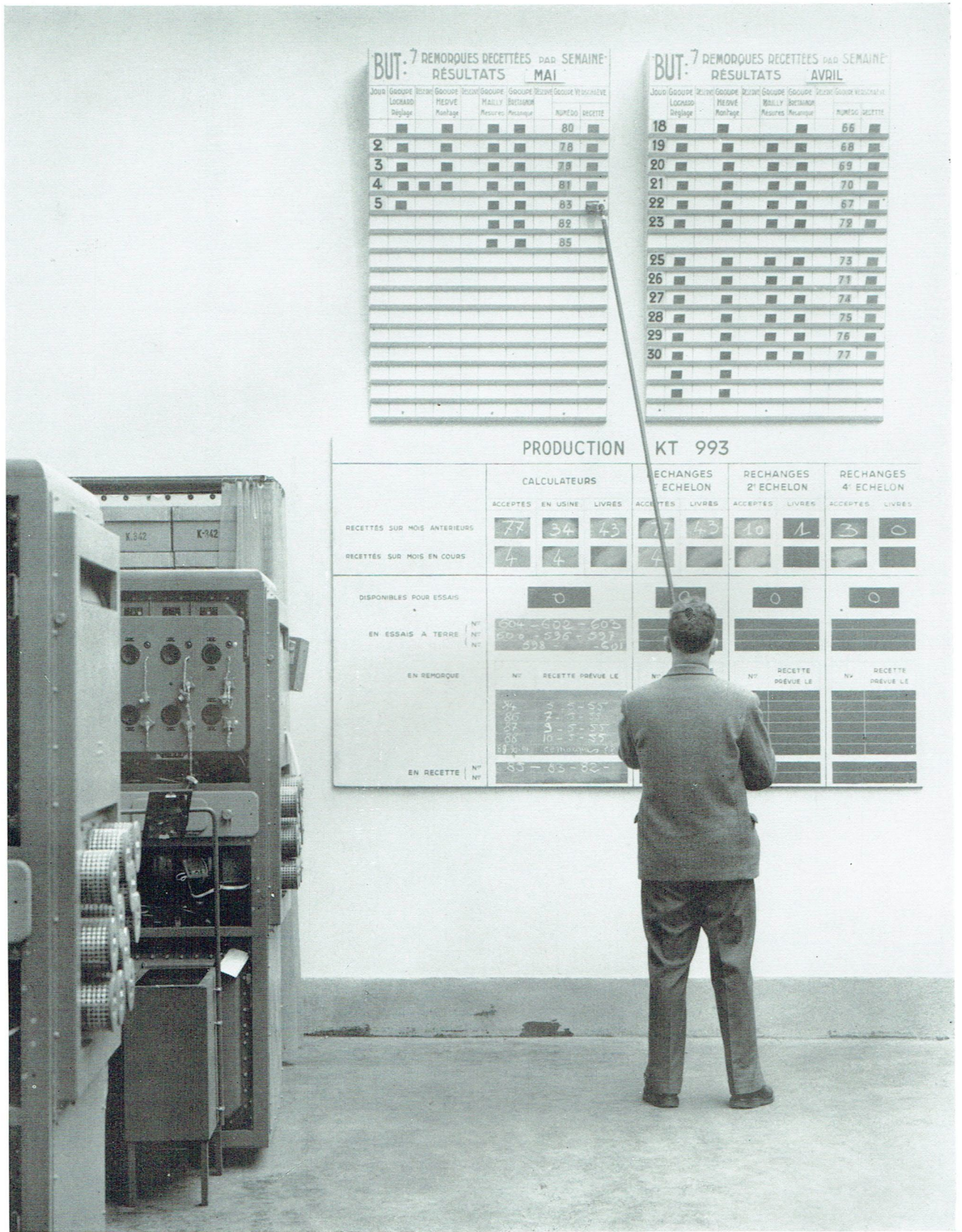


*Enfin, l'ensemble étant remonté, ont lieu les sévères essais de recette.*

Dans l'heure qui suit la fin de ces essais, les remorques sont livrées aux utilisateurs.







**BUT. 7 REMORQUES RECETTES PAR SEMAINE - RÉSULTATS MAI**

Jour	GOODE LOCKARD Déplage	BEZAN MEDVE Montage	BEZAN MAILLY Mesures	BEZAN BRISTANOR Recharge	GOODE BEZAN GOODE BEZAN	NUMERO RECETTE
						80
2						78
3						79
4						81
5						83
						82
						85

**BUT. 7 REMORQUES RECETTES PAR SEMAINE - RÉSULTATS AVRIL**

Jour	GOODE LOCKARD Déplage	BEZAN MEDVE Montage	BEZAN MAILLY Mesures	BEZAN BRISTANOR Recharge	GOODE BEZAN GOODE BEZAN	NUMERO RECETTE
18						66
19						68
20						69
21						70
22						67
23						72
25						73
26						71
27						74
28						75
29						76
30						77

**PRODUCTION KT 993**

	CALCULATEURS			RECHANGES 1 <sup>er</sup> ECHOLON		RECHANGES 2 <sup>e</sup> ECHOLON		RECHANGES 4 <sup>e</sup> ECHOLON	
	ACCEPTES	EN USINE	LIVRES	ACCEPTES	LIVRES	ACCEPTES	LIVRES	ACCEPTES	LIVRES
RECETTES SUR MOIS ANTERIEURS	77	34	43	77	43	10	1	3	0
RECETTES SUR MOIS EN COURS	4	4		4					
DISPONIBLES POUR ESSAIS	0			0		0		0	
EN ESSAIS A TERRE	N° 604 - 602 - 603 604 - 596 - 597 598 - 599 - 601								
EN REMORQUE	N° RECETTE PRÉVUE LE			N° RECETTE PRÉVUE LE		N° RECETTE PRÉVUE LE		N° RECETTE PRÉVUE LE	
	34 - 5 - 50 85 - 2 - 35 27 - 3 - 35 88 - 10 - 35 89 - 10 - 35								
EN RECETTE	N° 83 - 83 - 82 -								

Le débit de la chaîne est affiché dans le hall de montage final sur un tableau que tout le personnel intéressé peut consulter.

Complétons ce coup d'œil par quelques chiffres pris au hasard :

100 machines neuves installées pour cette fabrication qui a occupé plus de 600 ouvriers sur 5.000 mètres carrés de surface couverte; plus de 3.000 mètres de plans d'exécution et 300 kg de dossiers de fabrication et enfin 24 mois seulement pour la conception, la production et la livraison de la série contractuelle complète de ces matériels complexes relevant d'une technique entièrement nouvelle.

On aura ainsi l'idée de l'effort demandé au Groupe de nos Sociétés. Effort qui a dû être produit dans des branches techniques différentes et que seule la diversité des fabrications assurées par les Sociétés du Groupe a permis de soutenir avec l'efficacité désirable. Effort couronné de succès puisqu'il a permis la livraison dans les délais fixés d'appareils entièrement originaux qui apportent à un problème balistique ancien une solution nouvelle due à une technique entièrement française.

Succès dont il convient de faire revenir le mérite à ceux qui en ont été les artisans : MM. Honoré, Torcheux, et Roy, les inventeurs; les experts militaires

qui ont voulu cet appareil parfait, accordé leur confiance à une technique d'avant-garde, et entouré le développement de ces calculateurs de leurs directives et de leurs conseils : officiers et ingénieurs militaires de l'Atelier de Fabrication de Levallois, de la Direction des Études et Fabrication d'Armement, du Service Technique de l'Armée, groupés autour des Ingénieurs généraux Combaux et Jund, l'Ingénieur en chef Joyau, le Lieutenant Colonel André, le Commandant Jannin, l'Ingénieur Principal Rombout, l'Ingénieur Principal Rouiller, pour ne citer que les chefs de file; l'équipe des ingénieurs de nos sociétés qui, travaillant en coopération avec les différents services de l'Armée, sous l'impulsion de M. Bigard, Directeur Industriel C.S.F.R., dirigés par M. Uffler, Directeur du Département Calculateurs et par M. Danzin, responsable des pièces détachées, ont mérité la confiance que notre Groupe avait mise en eux de mener à bien cette difficile entreprise; et enfin le personnel des différentes usines du Groupe, grâce à la qualité et à la conscience duquel le débit contractuel de la chaîne a pu être assuré tout en maintenant, sinon améliorant, les exceptionnelles performances demandées au matériel.

Voici quelques uns des Collaborateurs du Groupe C.S.F. au cours d'un " Comité Calculateurs " (Comité de Direction Inter-usines).

Autour de MM. Bigard, Directeur-Général Industriel C.S.F.R., Uffler, Directeur du Département Calculateurs C.S.F., Aubert, Directeur-Général Technique C.S.F.R. (*au fond, de droite à gauche*), MM. Golliet, Directeur du Département Matériel C.S.F., Ducrot, Ingénieur C.S.F., Bonne, Sous-Directeur Industriel C.S.F., Lahondé, Albaret, Sénicourt, Ingénieurs C.S.F.; Toussaint, Directeur du Département Matériel Levallois S.F.R., Coutancier, Précicaud, Ingénieurs C.S.F.

Ne figurent pas sur la photographie :

MM. Honoré et Torcheux, Ingénieurs-Conseils ; Briais, Casnedi, Géronimi, Lévêque, Payeur, Perthuis, Romersa, Samuel, Shirman, Ingénieurs C.S.F.; Durand, Germain, Lembrouck, Ingénieurs S.F.R.



## L'avenir du CALCULATEUR

La C.S.F. a réalisé en grande série la fabrication du calculateur de tir de 90 mm. Ce calculateur basé sur des procédés originaux, utilisant des courants de HF, est le mieux adapté à tous les problèmes de résolution instantanée d'équations, tels que ceux exigés par la conduite de tir sur but mobile.

La quasi instantanéité de réponse des servo-mécanismes permet d'élaborer immédiatement les éléments de tir sur les avions les plus rapides. La précision du calculateur supérieure au 1/1000, sa robustesse due au fait qu'aucune lampe n'intervient dans les circuits de calcul, l'absence de réglage préalable, toutes ces qualités font du calculateur électronique un appareil susceptible d'apporter des solutions sûres et adaptées à un certain nombre de problèmes.

Citons, par exemple, l'interception de l'aviation ennemie par la chasse. Un calculateur C.S.F. déjà réalisé permet d'abord de choisir parmi les diverses solutions celle qui correspond à certains désirs préafichés du commandement, puis d'élaborer de façon continue les ordres à envoyer à l'aviation amie.

La souplesse de ce calculateur permet d'envisager l'extension de son champ d'applications. Conçu à l'origine pour la résolution des problèmes de tir, son emploi n'est pas exclu des applications civiles. Les calculateurs analogiques de ce type, peuvent trouver leur emploi chaque fois qu'interviennent des facteurs dynamiques modifiant instantanément les éléments des équations à résoudre.

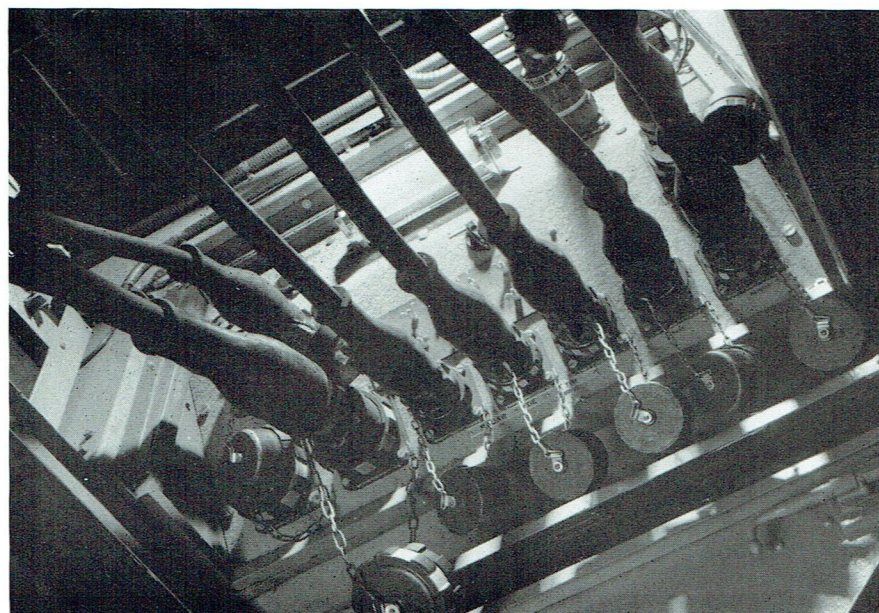
Citons parmi les champs possibles d'applications :

— La métrologie simple ou complexe telle que la détermination des coefficients, résultat de plusieurs mesures simultanées et fluctuantes (soufflerie d'aviation par exemple). La rapidité de variation de différents facteurs conduit à des résultats aléatoires et difficiles à exploiter si des procédés de mesure discontinus sont employés.

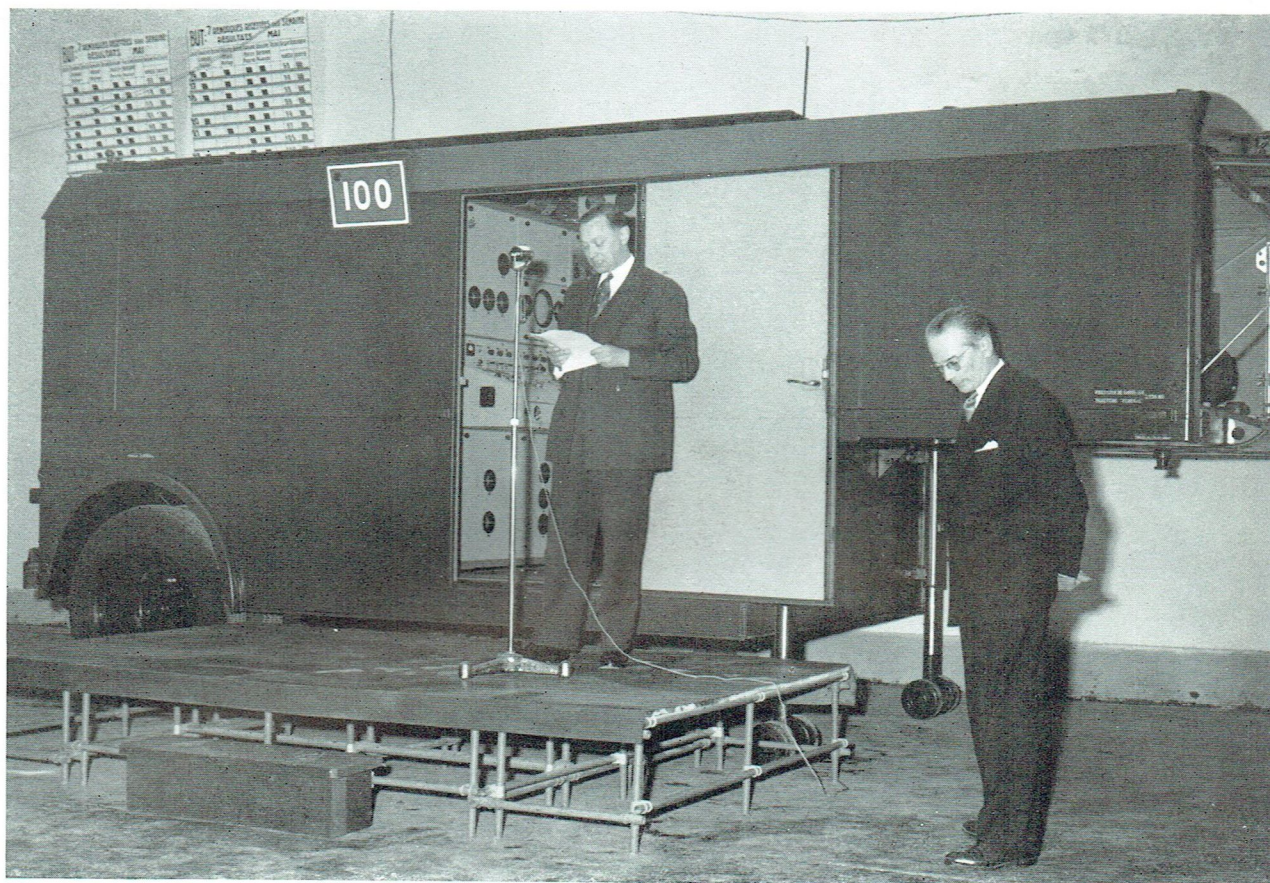
— Les problèmes de haute technique de bureaux d'études spécialisés, tels que détermination de profils d'avions, de carènes de navires, de dimensions et formes de barrage, etc... L'utilité du calculateur se manifeste dans les centres d'essais pour les travaux d'analyse et également chez les constructeurs pour réaliser la synthèse ou choix optimum, notamment à l'aide de simulateurs, maquettes vivantes où les différentes données modifiables à volonté fournissent immédiatement des résultats qui peuvent s'enregistrer sur scope.

— Aux grandes administrations, par exemple E.D.F., S.N.C.F., se posent des problèmes de dispatching et de régulation de plus en plus complexes où le cerveau humain a de grosses difficultés pour trouver le meilleur rendement.

Les photographies qui précèdent, illustrent différents procédés de fabrication du calculateur de tir de 90 mm. Des progrès constants continuent d'être réalisés sur nos calculateurs qui se traduisent par des réductions de poids et d'encombrement tout en gardant les qualités actuelles de précision et de robustesse.



## Recette du 100<sup>e</sup> calculateur



Monsieur Toussaint, Directeur du Département Matériel Levallois prononçant son adresse.

C'est pour témoigner à ce personnel l'estime en laquelle la Direction Générale tient son effort qu'une fête intime a été organisée récemment dans le hall de l'Usine S.F.R. de Levallois à l'occasion de la sortie du 100<sup>e</sup> calculateur.

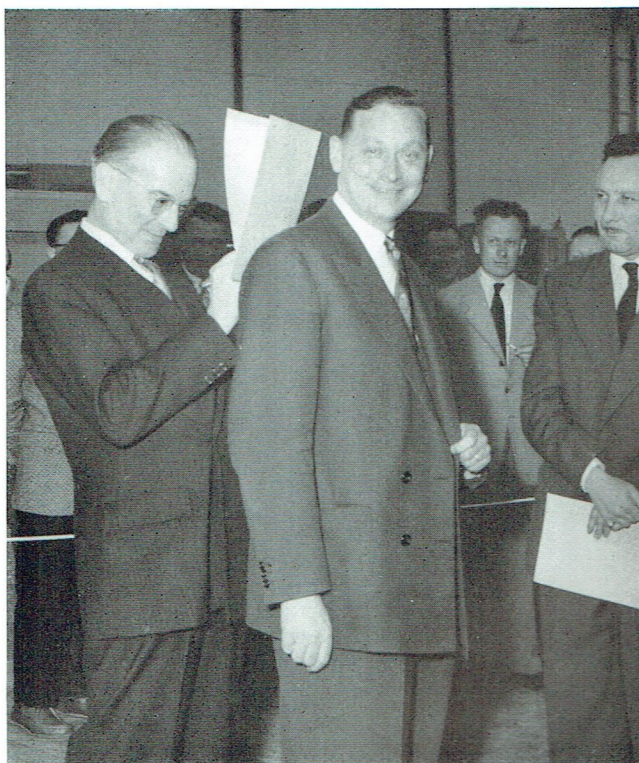
Y étaient également conviées, seules personnalités de l'extérieur parmi les collaborateurs des Sociétés du Groupe, les Membres de l'équipe militaire de recette, qui ont su au cours des longues semaines de leur travail dans l'Usine de la S.F.R., faire apprécier de tous leur esprit de collaboration en même temps que leur vigilante fermeté dans la défense des intérêts qu'ils représentaient.



Les ouvrières S.F.R. ont le sourire.

Monsieur Ponte,  
signant le Procès-  
verbal de recette du  
100<sup>e</sup> calculateur.

Au centre,  
M. Toussaint,  
à droite  
M. Leutchmann.



De gauche à droite : M. Bigard, le Commandant Jannin de la Section Technique de l'Armée, le Capitaine Pillot,  
le Capitaine Chevallard, chefs des équipes militaires de recette en usine, M. Ponte.