

REVUE DE L'INSTRUMENTATION DE LA DIVISION PS

H. Koziol et C. Metzger

1. Introduction
2. Analyse du parc d'instruments
 - a) situation présente
 - b) besoins futurs
 - c) évolution de l'instrumentation
3. Aspects financiers
 - a) passé et présent
 - b) besoins futurs
4. Conclusions et recommandations

Remerciements

Références

Figures

Appendices

1. Introduction

La capacité de la division de développer et de construire de nouveaux équipements, d'adapter les accélérateurs existants et leur opération aux besoins de la recherche dépend largement de l'instrumentation à disposition dans les laboratoires et les salles de contrôle.

A part le fait que seule une instrumentation puissante rend possible certaines mesures, elle permet des gains de temps appréciables et peut partiellement compenser une situation défavorable entre "manpower" à disposition et travail à effectuer.

La fraction de son budget que la division PS a jusqu'ici consacrée à l'instrumentation n'est pas négligeable et il apparaît inévitable que ces dépenses soient affectées par les restrictions budgétaires envisagées durant la période de construction du LEP.

Ces restrictions soulèvent la question de savoir comment une réduction des achats d'instruments peut affecter la capacité de la division dans ses développements. Le chef de la division, G.L. Munday, nous a demandé d'étudier cette question et de donner, si nécessaire, quelques recommandations. Soulignons que cette étude ne concerne que les instruments électroniques commerciaux.

2. Analyse du parc d'instruments

a) Situation présente

Sources d'information

Il existe, sur ordinateurs, deux fichiers recensant les équipements électroniques de provenance commerciale.

- fichier de maintenance (K.B. Hansen) : sur ce fichier sont recensés les quelques 8000 instruments* appartenant à la division et les 5000 châssis et tiroirs CAMAC de l'interface du nouveau complexe de contrôle : soit au total 13000 pièces d'équipement réparties en 1800 types différents. A titre de comparaison le "pool" EP contrôle 3500 instruments répartis en 1500 types¹⁾.
- fichier d'inventaire (P. Noverraz) : est porté à l'inventaire tout objet d'une valeur d'achat supérieure à 1000 SFrs ou d'un prix inférieur mais complémentaire d'un objet déjà répertorié (ex. tiroir d'oscilloscope). Dans ce fichier les biens mobiliers du PS sont classés en catégories suivant la nature et l'emploi de l'objet, selon le système d'inventaire adopté en 1955 par l'administration du CERN²⁾.

*) Dans ce contexte on appelle instruments : les instruments de mesure, les calculateurs de table et leurs accessoires.

Echantillon d'instruments analysés

Au départ nous avons considéré deux seuils pour limiter l'échantillon d'instruments à analyser.

- prix d'achat supérieur à 8000 SFrs
- valeur réelle $[\text{coût} * (\frac{10 - n}{10})]$, ou $n = \text{âge de l'instrument}$ supérieure à 15.000 SFrs (proposition de G. Nassibian).

Dans le premier cas nous aurions eu à considérer 439 instruments et 19 calculatrices de table tandis que dans le second seulement 43 instruments et 10 calculatrices. Comparés aux 8000 instruments répertoriés dans le fichier de maintenance, ces deux échantillons sont nettement insuffisants.

D'autre part un seuil de ce genre est toujours arbitraire. Il est donc préférable de prendre toute une classe d'instruments. Pour cette raison nous avons choisi comme échantillon les 2548 instruments répertoriés dans le fichier d'inventaire sous la rubrique "D : Matériel de mesure électrique" dont la liste de détail est donnée dans l'appendice A.

Cet échantillon ne tient pas compte des instruments appartenant aux groupes du synchro-cyclotron.

Critères d'évaluation

Pour les évaluations qui vont suivre nous avons considéré :

- le prix d'achat en SFrs
- le prix d'achat, pondéré par l'indice de variation des coûts, en SFrs 1980
- deux appréciations de la valeur actuelle de l'instrument (voir détail : appendice B) tenant compte d'un :
 - 1) amortissement linéaire
 - 2) amortissement exponentiel pondéré.

Distribution et utilisation des instruments

Compte tenu des besoins de chaque groupe, les instruments semblent être distribués équitablement au sein de la division. Cependant ces besoins sont très inégaux. En effet, cinq des onze groupes de la division tota-

lisent plus de 90% des dépenses de ces deux dernières années (fig. 1). Cela a pour conséquence que les autres groupes ont parfois des difficultés à satisfaire des besoins occasionnels ne justifiant pas l'achat d'instruments sophistiqués.

Environ 375 instruments (dont 106 oscilloscopes et 200 tiroirs) - 15% du parc - sont installés à demeure dans les salles de contrôle et les salles d'équipements. Ils représentent environ 40% de la valeur actuelle du parc (amort. lin : 39%; amort. exp : 41%), ce qui signifie que la majorité de ces instruments sont récents.

678 instruments - 27% du parc - ont quinze ans ou plus. Malgré ce nombre élevé de vieux instruments, on peut considérer que le renouvellement du parc s'est effectué correctement au fil des ans (figs. 2 et 3). A quelques exceptions près, les vieux instruments sont encore utilisés mais la maintenance de certains d'entre eux devient problématique; les pièces de rechange se faisant de plus en plus rares.

Les instruments de laboratoires ont un taux d'utilisation très variable, entre 5 et 60%, mais la plupart doivent rester à disposition de l'utilisateur pour éviter des pertes de temps.

Des échanges ou des prêts d'instruments d'un laboratoire à l'autre se font régulièrement, mais ils restent limités au cadre des utilisateurs se faisant confiance.

Dans l'ensemble on peut conclure que le parc d'instrument et son renouvellement permanent répondent aux besoins de la division.

b) Besoins immédiats et futurs

Dans l'immédiat, c'est surtout pour l'observation des signaux "single shot" que la division a besoin de nouveaux instruments afin de résoudre les problèmes liés à l'accélération des antiprotons et leurs transferts. Toutefois, les instruments permettant de telles observations, en particulier les oscilloscopes à mémoires numériques, sont relativement récents et encore peu nombreux sur le marché³⁾ (table 1). La division en possède déjà quelques uns et, dans les deux ans à venir, une dizaine de tels oscilloscopes en supplément équilibreraient harmonieusement le parc.

Dans un proche futur, les principales demandes viendront du projet "LEAR". L'instrumentation de base est en cours d'approvisionnement mais, vu les performances spécifiées, les budgets alloués à ce poste nous paraissent insuffisants. Il est plus que probable que la division devra faire un effort supplémentaire pour ce projet.

Pour un futur plus éloigné, mis à part le renouvellement régulier du parc, les besoins dépendront essentiellement des nouveaux projets.

c) Evolution de l'instrumentation

Les rapides progrès réalisés en informatique ont une influence grandissante sur l'instrumentation. Certes, les méthodes de mesure restent les mêmes. Mais les techniques actuelles permettent d'intégrer dans les instruments des systèmes d'exploitation incluant un ou plusieurs microprocesseurs. Cette nouvelle conception des instruments a de nombreux avantages, par exemple :

- réglage à présélection entraînant rapidité, facilité d'utilisation et diminution des sources d'erreurs (grande utilité dans les salles de contrôle surtout)
- compensation automatique des erreurs instrumentales
- analyse partielle des mesures (statistique)
- extension du bus numérique pour la saisie des données, permettant d'inclure l'instrument dans un système plus performant.

Le mariage instrumentation-microinformatique est encore loin d'être parfait car, malgré la standardisation du bus de communication (IEEE 488) et du protocole de conversation, ce n'est qu'au prix d'un effort considérable et d'un volumineux logiciel que l'on arrive à composer des systèmes de mesures avec des instruments programmables provenant de firmes différentes. Les fabricants sont conscients de ces difficultés et continuent leurs efforts de standardisation à travers le comité IEEE qui va bientôt édicter de nouvelles conventions⁴⁾ pour le logiciel et les commandes numériques.

Parallèlement à cette évolution, on voit apparaître sur le marché des micro-systèmes qui sont directement interfacés pour recevoir les

les signaux des transducteurs, devenant ainsi de véritables instruments. Un parc d'interfaces modulaires permet d'adapter le micro-système aux besoins des utilisateurs. En incorporant des interfaces de sortie on peut construire des micro-systèmes de régulation.

Pour l'instant, les instruments programmables acquis par la division ne représentent qu'un faible pourcentage du parc qui est, cependant, très représentatif de cette évolution. Dans les prochaines années, on doit s'attendre à une augmentation régulière des achats de ce type d'instruments dont le prix sera au début nettement plus élevé que celui des instruments non programmables.

3. Aspects financiers

a) Passé et présent

La fig. 3 nous montre l'évolution des dépenses annuelles de ces dix dernières années pour la classe des instruments étudiée. En excluant les instruments acquis par le groupe AA, on se rend compte que les dépenses annuelles pondérées en SFrs 1980 sont pratiquement constantes : 750 kFrs. Cette constance est à rapprocher de celle de l'effectif total du personnel de la division⁵⁾ durant ce même laps de temps (fig. 4).

Les dépenses de ces deux dernières années échappent à cette constance. Mais l'image d'un budget à valeur constante - personnel constant n'est peut-être pas si fautive si l'on tient compte :

- des achats sur les budgets de construction du AA, par du personnel extérieur à la division
- des achats, toujours plus fréquents, d'instruments programmables qui ont fortement modifié le profil des achats de ces deux dernières années (fig. 5).

b) Besoins futurs

Prévisions sans restrictions budgétaires

En admettant un budget à valeur constante la valeur actuelle du parc [4.200 kSFrs 1980 pour l'amortissement exponentiel pondéré (fig. 6)] devrait rester constante. En tenant compte proportionnellement de la valeur actuelle du parc du groupe AA, la valeur moyenne des futures dépenses annuelles passe de 750 kFrs à :

- 960 kSFrs 1980 amortissement linéaire
- 900 kSFrs 1980 " exponentiel

Remarque : le montant de cette estimation dépend du facteur d'amortissement choisi. Il diminue lorsqu'on augmente la période d'amortissement.

Prévisions avec restrictions budgétaires

Dans l'ensemble le parc actuel permet de supporter une restriction budgétaire. Pour quelques années on peut ramener la valeur moyenne des dépenses à 600 kSFrs 1980 ou même à 500 kSFrs 1980 (fig. 3 b). Cette somme doit être considérée comme un minimum vital pour assurer les activités actuelles de la division.

En vertu du principe budget à valeur constante - personnel constant, une restriction plus importante - budget moindre ou longue période - deviendrait dommageable sans transfert de personnel sur de nouveaux projets.

4. Conclusions et recommandations

Parc d'instruments

Le parc d'instruments et son renouvellement régulier répondent aux besoins actuels de la division. Les nouvelles acquisitions sont très représentatives du développement et de l'évolution des instruments commerciaux qui, en devenant plus puissants, s'adaptent mieux aux besoins spécifiques de l'opération des machines.

Budget

Un budget annuel de base de 500 à 600 kSFrs 1980 doit permettre un renouvellement du parc suffisant pour suivre l'évolution technologique et ne pas diminuer la capacité de la division. Cette somme représente un minimum vital pour les activités actuelles. L'instrumentation spécifique à tous nouveaux projets devra faire l'objet de crédits supplémentaires.

Gestion du parc

La gestion du parc est satisfaisante et ne nécessite pas de remaniement fondamental. Les quelques améliorations que nous proposons ne demandent aucun nouveau mécanisme et peuvent se faire en renforçant ou en utilisant des services existants.

Renforcement du service de maintenance

Pour conserver la qualité et la rapidité qui ont caractérisé jusqu'ici le service de maintenance des instruments, il faut renforcer ce service dont les charges augmentent sans cesse surtout depuis l'installation du nouveau système de contrôle.

Maintenance des vieux instruments

La maintenance des vieux instruments représente une lourde charge. Une élimination systématique étant hors de cause, nous proposons de limiter les efforts de maintenance et d'échanger les vieux instruments défectueux lorsque de nouveaux produits les remplacent avantageusement.

Prêt d'instruments

Les principales difficultés rencontrées par les prêteurs sont :

- faire rentrer les instruments dans les délais convenus
- retrouver des instruments détériorés.

Pour favoriser le prêt et aplanir ces difficultés, nous proposons qu'un protocole de prêt soit établi et que le prêteur puisse faire appel, s'il le désire, à un intermédiaire qui pourrait être le service de maintenance.

Information

Au cours des entretiens que nous avons eus, une majorité d'interlocuteurs ont manifesté le désir d'être mieux informés, surtout des achats de nouveaux instruments. Nous proposons donc d'ouvrir à l'essai, dans le "PS Information" une rubrique "Instrumentation" qui répertorie les instruments disponibles et les acquisitions récentes.

D'autre part il semble utile de diffuser une information plus générale et de rendre compte de visite d'exposition. Le Club des Electroniciens est certainement le meilleur moyen de diffuser cette information.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent spécialement à Messieurs K.B. Hansen et P. Noverraz qui nous ont fourni l'information nécessaire à cette analyse qui a également bénéficié de fructueux entretiens avec Messieurs S. Battisti, D. Bloess, E. Brouzet, R. Cappi, D. Fiander, G. Gelato, H. Haseroth, I. Kamber, A. Krusche, P. Lefèvre, G. Nassibian, P. Pearce et W. PirkI.

Distribution :

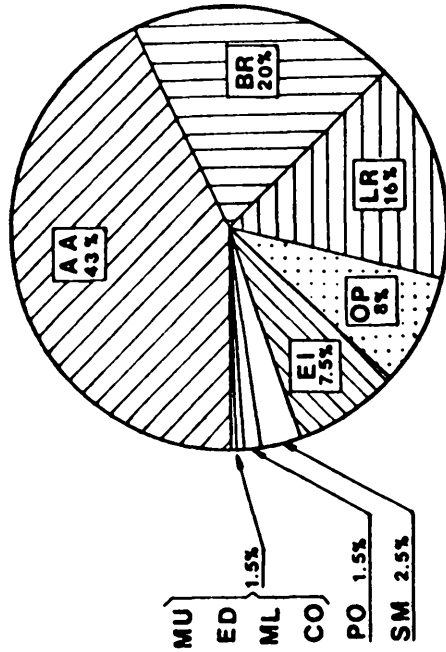
Chefs de groupe PS

Personnes nommées

REFERENCES

1. G. Bianchetti et al., EP Loan Pool User's Guide, 1980.
2. F. Bonaudi, Correspondance interne S.C., Inventaire du CERN 369/mb/OFF/20, 1955.
3. R. Nelson, Special report, Storage oscilloscopes, EDN, Vol. 24, number 12, 1981.
4. A. Santoni, IEEE-488, Compatible instrument, EDN, Vol. 24, number 20, 1979.
5. Rapport annuel CERN, 1970 à 1980.

1979



1980

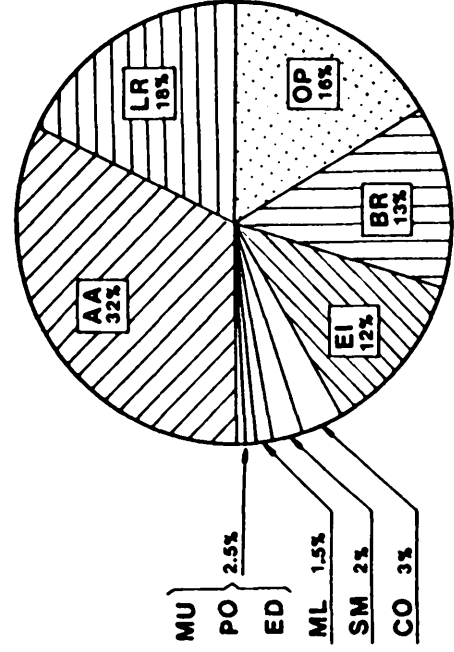


Fig. 1 - Répartition des dépenses de 1979 et 1980 entre les onze groupes de la division PS.

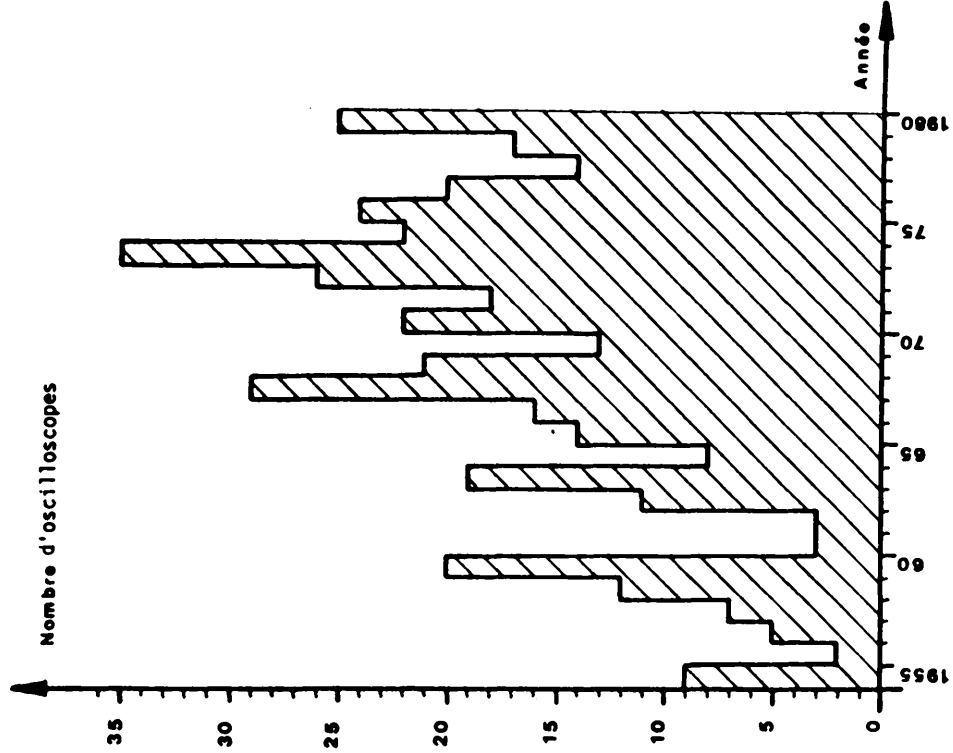


Fig. 2 - Distribution des oscilloscopes portés à l'inventaire en fonction de leur année d'achat.

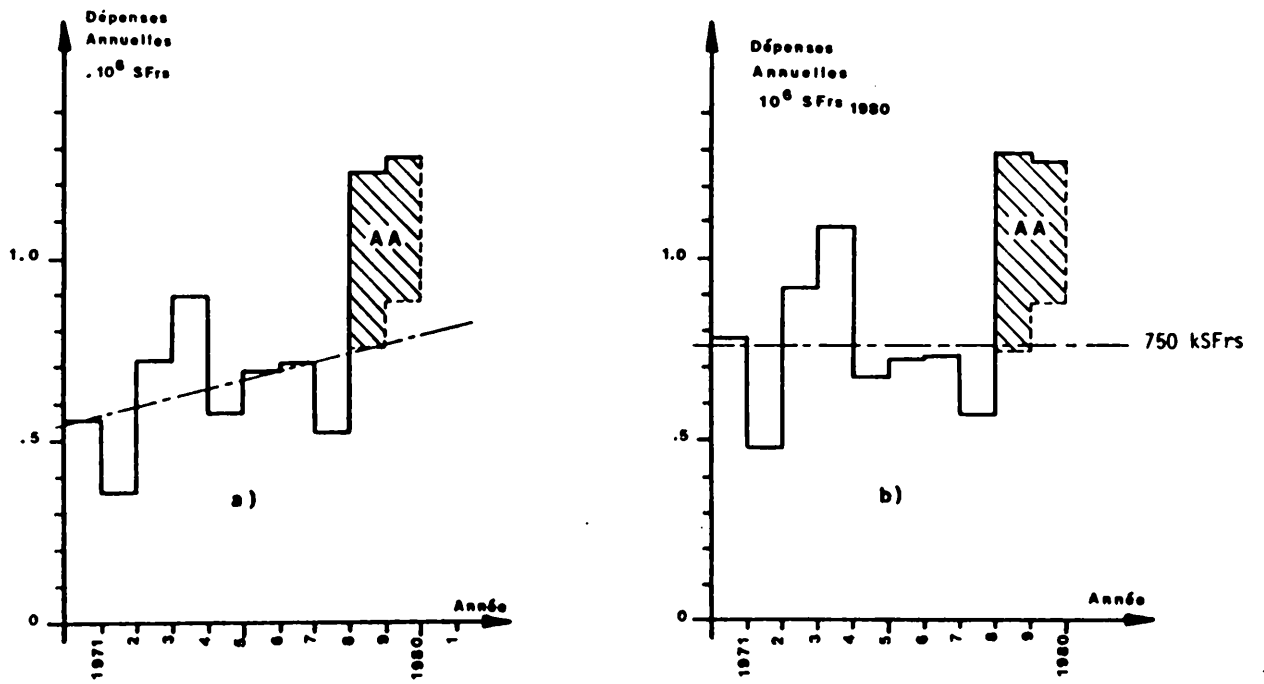


Fig. 3 - Distribution des dépenses annuelles.

a) non pondérée, b) pondérée par l'indice de variation des coûts.

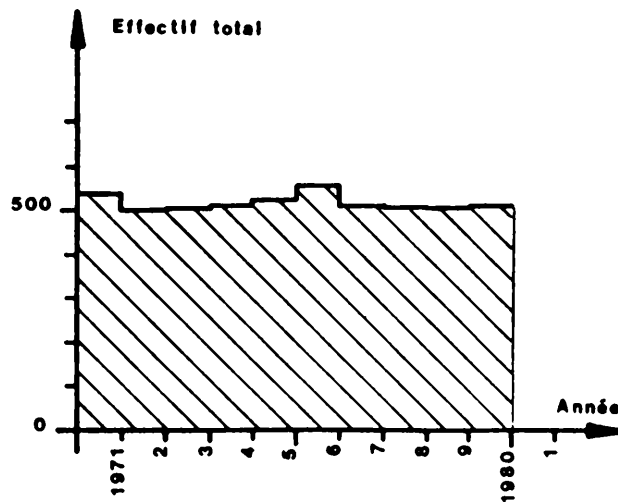


Fig. 4 - Effectif total de la division.

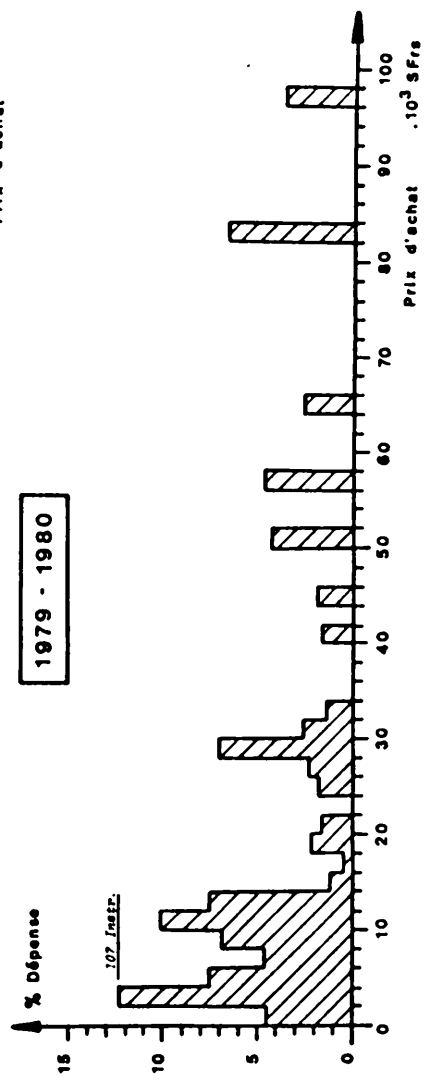
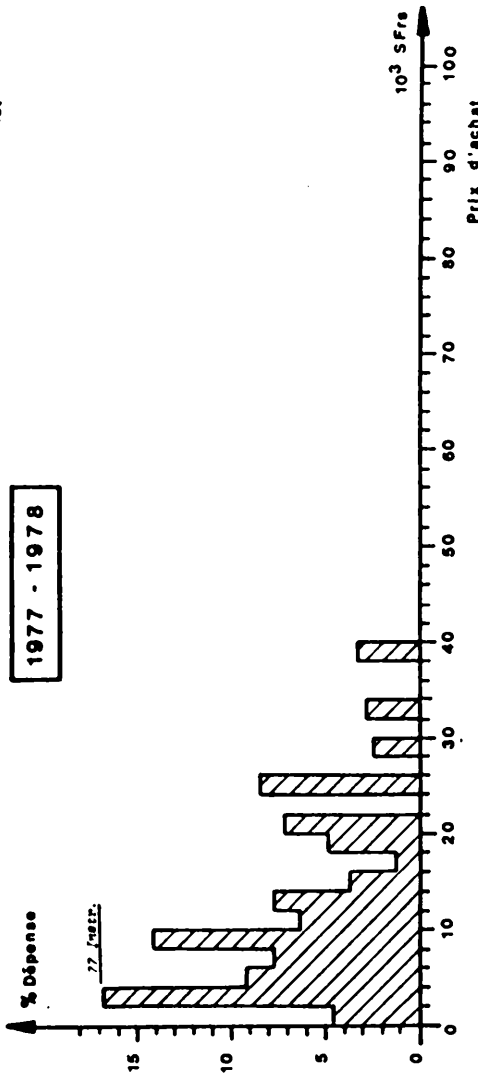
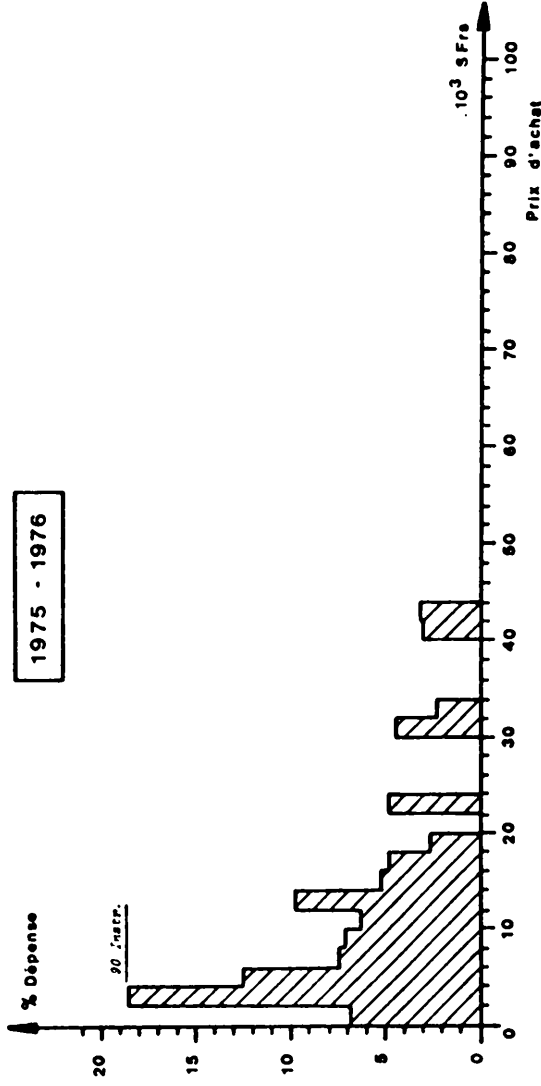
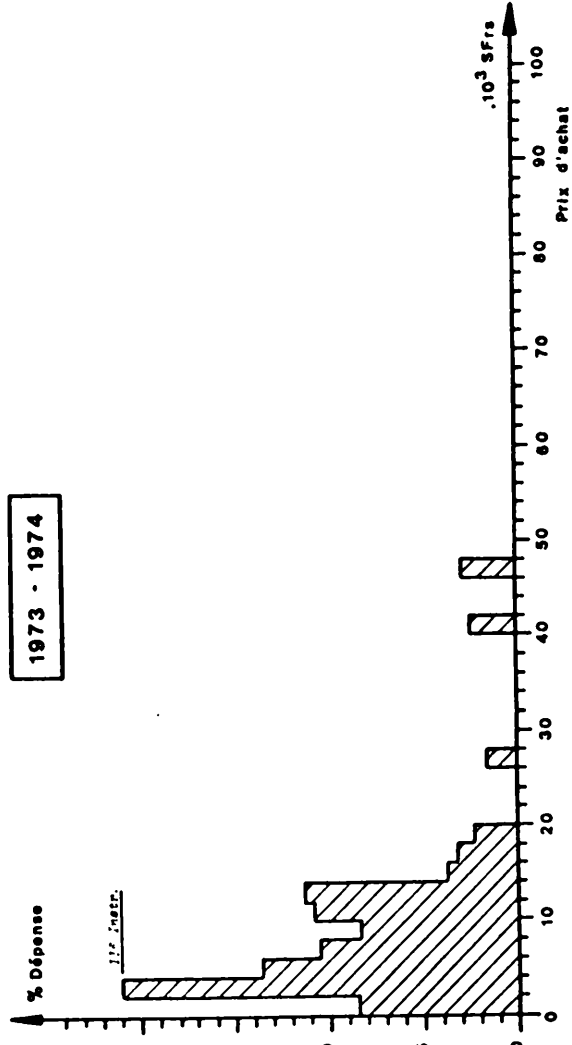
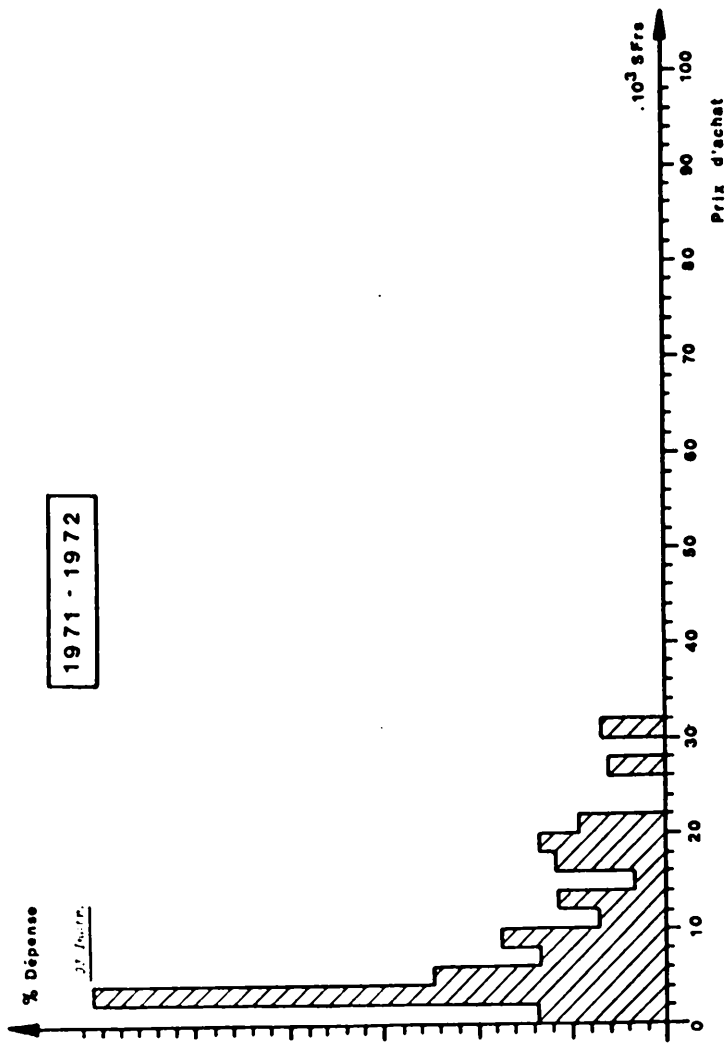


Fig. 5 - Evolution de la distribution des dépenses.

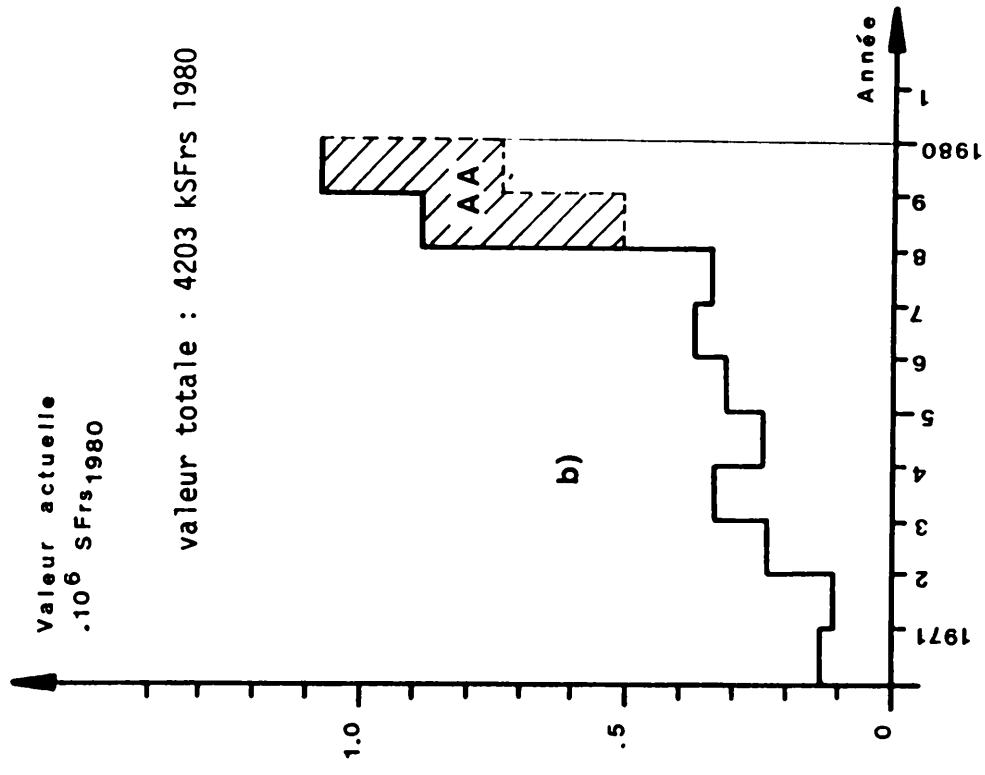
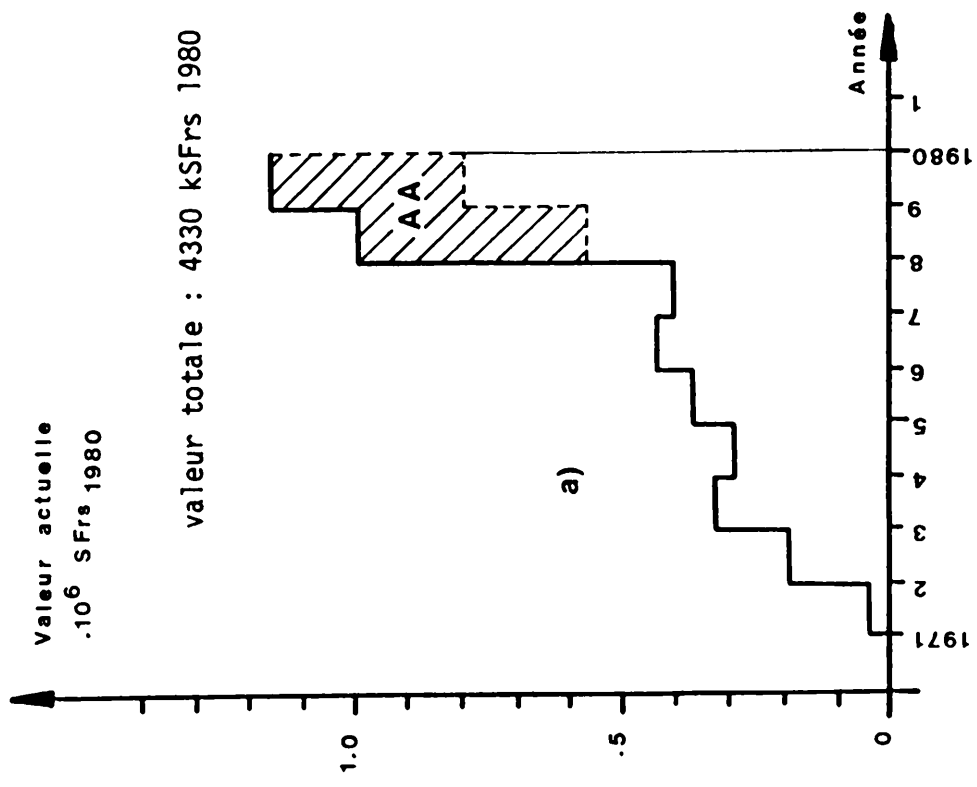


Fig. 6 - Distribution de la valeur actuelle du parc d'instruments.
a) amortissement linéaire, b) amortissement exponentiel pondéré.

DIGITAL STORAGE SCOPES

MANUFACTURER	MODEL	SAMPLING RATE (MHz)	MEMORY SIZE (BITS)	NONSTORAGE BANDWIDTH (MHz)	PRICE	COMMENTS
GOULD	DS04000	1.8	8 x 1024	10	\$4100	4-TRACE CAPABILITY AT 1280 POINTS PER TRACE
	DS04020	2	8 x 4096	10	\$4700	
	DS04040	10	8 x 5120	25	\$5700	
	DS04100	1	8 x 1024	—	\$3100	
	DS04200	0.8	10 x 4096	—	\$3700	
NICOLET	EXPLORER I	1	12 x 4096	—	\$3990	INCLUDES DISK DRIVE
	EXPLORER II	(1)	12 x 4096	—	\$3200	
	EXPLORER III	(1)	12 x 4096	—	\$5200	
PHILIPS	PM3310	50	8 x 1024	—	\$6395	SAMPLING TO 80 MHz
TEKTRONIX	468	25	8 x 1024	100	\$5800	CHOICE OF VECTOR OR SINE-WAVE INTERPOLATION USES 7000 SERIES PLUG-INS; ON-BOARD DIGITAL PROCESSING
	5223	1 ²	10 x 1024 ³	10	\$4995	
	7854	0.5 ⁴	10 x 1024	400 ⁵	\$10,500	

NOTES:

- ¹\$1700 MODEL 201-2 PLUG-IN PROVIDES 0.2-MHz DIGITIZING AT 12-BIT RESOLUTION (2-CHANNEL)
- ²\$3900 MODEL 204-A PLUG-IN PROVIDES 20-MHz DIGITIZING AT 8-BIT RESOLUTION (2-CHANNEL)
- ³\$1750 MODEL 206-1 PLUG-IN PROVIDES 2-MHz DIGITIZING AT 12-BIT RESOLUTION (1-CHANNEL)
- ⁴\$2600 MODEL 206-2 PLUG-IN PROVIDES 2-MHz DIGITIZING AT 12-BIT RESOLUTION (2-CHANNEL)
- ⁵REQUIRES \$775 MODEL 5B25N TIME-BASE PLUG-IN
- ⁶1024 WORDS PER VERTICAL COMPARTMENT, REQUIRES 5000 SERIES PLUG-INS
- ⁷WITH EXTERNAL CLOCK
- ⁸SCOPE CAN DIGITIZE REPETITIVE WAVEFORMS TO FULL NONSTORAGE BANDWIDTH

Table 1 - Oscilloscopes à mémoires numériques disponibles sur le marché³⁾.

APPENDICE A

Nombre d'instruments répertoriés

D : MATERIEL DE MESURES ELECTRIQUES Portatifs

DA :	Voltmètres, ampèremètres, wattmètres, contrôleurs universels, galvanomètres, ohmmètres, compteurs d'énergie. - Phasemètres - Potentiomètre - Avomètre - Transistorimètre -	104
DB :	Electromètres, fluxmètres, perméamètres, luxomètres, balances de Cotton. - Magnétomètre - Appareillage de mesures Magnétique. Coulomètre - Gaussmètre	27
DC :	Appareils de mesure basés sur la résonance nucléaire, voltmètres électroniques, lampemètres. Voltmètres électroniques, digital à lampe et à tube - Wattmètres (Power-Meter) - Multimètre.	326
DD :	Oscilloscopes, oscillographes, enregistreurs, enregistreurs sur bande, échelles, circuits de coïncidence. Préamplificateurs - tiroirs d'oscilloscope - Compteurs d'impulsions - Convertisseurs de fréquence - Compteur électronique - Frequency Meter -	1662*
DE :	Générateurs étalonnés, récepteurs, émetteurs, ondemètres, amplificateurs, mélangeurs, modulateurs, détecteurs, photomultiplicateurs. Atténuateur - Q Mètre - Simulateur Linac - Cabines de modulation - Discriminateurs - Appareils photo-électriques Oscillateurs - Analyseurs rapides - Générateur LASER -	364
DF :	Ponts de mesure de toutes sortes, piles Weston, étalons, instruments étalons. Impédance-mètre - Potentiomètre -	65

2548

dont 415 oscilloscopes (83 types différents) et environ 800 tiroirs et sondes d'oscilloscopes.

APPENDICE B

Appréciation de la valeur actuelle

Afin d'accroître la crédibilité de ce paramètre nous avons comparé deux types d'amortissement des instruments.

- amortissement linéaire sur une période de 10 ans (proposition de G. Nassibian)

$$\text{valeur actuelle} = \text{coût} * \left(\frac{10 - n}{10}\right)$$

où n = âge de l'instrument.

- amortissement exponentiel pondéré.

La valeur actuelle est amortie exponentiellement et pondérée par un facteur d'actualisation tenant compte de l'apparition sur le marché de produits nouveaux remplaçant avantageusement l'instrument.

$$\text{valeur actuelle} = \text{coût} * e^{-an} * \text{Fact.}$$

où n = âge de l'instrument (en année)

a = facteur d'amortissement

F_{act.} = facteur d'actualisation.

Facteur d'amortissement

En reliant l'amortissement à la loi de la fiabilité appliquée en électronique on peut évaluer le facteur d'amortissement de la façon suivante :

$$a = \frac{1}{\text{MTBF}} * \text{heures d'utilisation annuelle}$$

avec un MTBF = 40000h usuellement admis pour les instruments et 6900h d'utilisation annuelle (utilisation du PS en 1980), nous obtenons :

$$a = 0,1725$$

ce qui diminue la valeur actuelle d'un facteur 2 tous les quatre ans donnant ainsi un amortissement acceptable.

facteur d'actualisation

Pour simplifier les estimations nous nous sommes limités à trois valeurs :

- | | | |
|------------|-------|---------------------------------------|
| $F_{act.}$ | = 1 | aucun nouveau produit sur le marché |
| | = 0.5 | nouveau produit existant |
| | = 0 | instrument âgé de quinze ans ou plus. |