

FR7601418
CEA-N-1848

- Note CEA-N-1848 -

Centre d'Etudes de Bruyères-le-Châtel

**INSTALLATION ET ESSAIS DE L'ACCELERATEUR SAMES 150 keV
DU SERVICE DE PHYSIQUE NUCLEAIRE
CENTRE D'ETUDES DE BRUYERES-LE-CHATEL**

par

André DANDINE, Louis SINOPOLI

- Janvier 1976 -

Note CEA-N-1848

DESCRIPTION-MATIÈRE (mots clefs extraits du thesaurus SIDON/INIS)

en français

en anglais

SYSTEMES DE PULSATION DE FAISCEAUX

BEAM PULSERS

ACCELERATEURS

ACCELERATORS

FAISCEAUX DE PROTONS

PROTON BEAMS

FAISCEAUX DE DEUTERONS

DEUTERON BEAMS

OPTIQUE DES FAISCEAUX

BEAM OPTICS

GROUPEURS POUR FAISCEAUX DE PARTICULES

BEAM BUNCHERS

DOMAINE 100 - 1000 KEV

KEV RANGE 100-1000

- Note CEA-N-1848 -

Centre d'Etudes de Bruyères-le-Châtel

**INSTALLATION ET ESSAIS DE L'ACCELERATEUR SAMES 150 keV
DU SERVICE DE PHYSIQUE NUCLEAIRE
CENTRE D'ETUDES DE BRUYERES-LE-CHATEL**

par

André DANDINE, Louis SINOPOLI

SOMMAIRE

RESUME

1 - GENERALITES

2 - DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

- 2.1. - Accélérateur SAMES 150 keV
- 2.2. - Extension directe
- 2.3. - Aimant d'analyse
- 2.4. - Extension déviée
- 2.5. - Le vide
- 2.6. - Système de pulsation

3 - RESULTATS DES ESSAIS

- 3.1. - Essais en faisceau direct
- 3.2. - Essais en faisceau analysé

4 - CONCLUSIONS

5 ~ REFERENCES

- GENERALITES -

L'accélérateur SAMES 150 keV a été installé dans le "Hall neutrons" du bâtiment L (Salle L.2) .

Cette machine devant être exploitée en "libre service" par les physiciens, il nous a paru judicieux, de placer le pupitre de commande dans la salle de mesure n° 2 voisine du Hall, fig. 1 .

Le but principal de cette machine est :

- 1) de permettre aux physiciens de préparer leurs expériences dans le "Hall neutrons" sans utiliser le faisceau du tandem .
- 2) de faire des mesures avec des neutrons de 14 MeV ; l'emplacement de la cible de cet accélérateur, coïncide avec celui de la cible du tandem .

L'accélérateur SAMES qui peut produire des neutrons de 14 MeV (réaction D-T), ou éventuellement des neutrons de 3 MeV (réaction D-D), a été équipé d'un aimant de déflexion à 16°, et d'un système de pulsation du faisceau à 1,25 MHz et à 2,5 MHz avec regroupement à 5 MHz .

Afin de diminuer le bruit de fond produit sur le diaphragme de hachage d'une part, et le rayonnement H.F. (principalement la fréquence 5 MHz du groupeur) d'autre part, il est prévu d'installer un mur de parpaings vers le milieu de l'extension .

Pour certaines expériences utilisant le faisceau du tandem, l'extension SAMES pourrait être gênante, à cause de la diffusion neutro-nique parasite ; aussi nous avons été amenés à concevoir une extension déplaçable, le tronçon terminal pouvant être entièrement dissocié du reste de l'installation .

- a) Tous les circuits de refroidissement des appareils utilisent l'eau recyclée du bâtiment .
- b) La puissance électrique absorbée par toute l'installation, est d'environ 12 KVA .
- c) Afin de permettre un alignement optique de l'installation, des supports de thodolite, ainsi que des repères muraux, ont été scellés dans les prolongements des axes direct et dévié du faisceau .

2 - DESCRIPTION DE L'INSTALLATION . fig. 2 .

2.1. - L'accélérateur SAMES 150 keV .

Cet accélérateur à source haute fréquence constitue un ensemble compact et entièrement blindé . L'isolement intérieur est assuré par du gaz SF 6 à une pression absolue de $1,5 \text{ kg/cm}^2$. La haute tension est produite par un générateur extérieur de 150 keV type KM. 150.7 pouvant débiter 7 mA, et réglé en tension à 10^{-4} . La puissance nécessaire aux différentes alimentations, logées dans la tête H.T. de l'accélérateur, est fournie par un transformateur isolé à 150 kV .

En fonctionnement continu à 150 kV, le courant ionique mesuré à la sortie de l'accélérateur, après un diaphragme de 30 mm de diamètre, est de l'ordre de 2,5 mA (électrons secondaires piégés) .

Toutes les télécommandes se font à partir d'un pupitre placé dans la salle de mesures n° 2 .

2.2. - Extension directe .

Après le tube accélérateur, cette extension est composée de la manière suivante :

- a) Une lentille quadrupolaire électrostatique, permet de ramener les dimensions du faisceau à des valeurs acceptables pour le système de pulsation . Cette lentille, à la sortie de laquelle est installé un diaphragme de 10 mm de diamètre, donne un point de focalisation d'environ 8 mm à 2 mètres de distance .
- b) Les plaques du hacheur auxiliaire et du hacheur principal du système de pulsation ; ces plaques jouent le rôle de déviateur de faisceau, et sont alimentées par une tension de $\pm 3.000 \text{ V}$.
- c) La chambre d'analyse, placée entre les pôles de l'aimant, avec une sortie à 16° , et une sortie à 0° .

2.3. - L'aimant d'analyse .

L'électro-aimant et son alimentation ont été fournis par la Société TEKELEC .

- a) L'électro-aimant : de type à pôles circulaires de 150 mm de diamètre, il est capable de dévier à 45° des deutons de 150 keV . Les pôles sont équipés de pièces polaires calculées pour dévier le faisceau à 16° . Le rayon de courbure moyen à 16° est de 53,2 cm et l'entrefer de 44 mm . Cet electro-aimant est supporté par une armoire qui renferme les équipements électroniques des hacheurs de la pulsation du faisceau .
- b) L'alimentation : placée dans une baie à proximité de l'aimant, cette alimentation de 37 V . 10 A. est régulée en courant . La stabilité en courant est de $\pm 2.10^{-5}/h$ pour $I = 0,35.I \text{ max}$.

2.4. - Extension déviée .

L'extension déviée fait un angle de 16° avec l'axe de l'accélérateur : les éléments suivants composent cette extension :

- a) Un quartz télécommandé permettant de visualiser le faisceau .
- b) Un diaphragme de hachage à barillet ; il permet de présenter devant le faisceau un trou de 2,4,6,8 ou 10 mm de diamètre .
- c) Le système de regroupement fonctionnant à une fréquence de 5 MHz et l'électronique qui lui est associée .
- d) Une première cage de Faraday permettant la mesure du courant .
- e) Une lentille quadrupolaire électrostatique .
- f) Un déviateur de faisceau .
- g) Une deuxième cage de Faraday .
- h) La porte cible .
- i) Plusieurs vannes d'isolement .

2.5. - Le vide .

Trois groupes de pompage turbomoléculaires, assurent le vide dans toutes les canalisations de l'installation . Ces groupes se répartissent de la manière suivante :

- a) Une pompe turbomoléculaire THP-1000, de 280 l/s, à la sortie du tube accélérateur .
- b) Une pompe de même type et de même débit, au milieu de l'extension déviée .
- c) Un groupe de pompage TVS-250, de débit 70 l/s, en bout d'extension ; ce groupe supporté par un châssis indépendant de l'extension, est facilement dissociable de celle-ci, si nécessaire . Le vide dans l'installation est de l'ordre de 10^{-6} torr .

Remarque :

Tous ces groupes de pompage de vide sont équipés de vannes électropneumatiques, asservies au vide . Un sélecteur "MANUEL" ou "AUTOMATIQUE", permet l'un ou l'autre fonctionnement . En position "AUTOMATIQUE" une remontée accidentelle du vide, déclenche un système de sécurité (pour un vide $< 10^{-5}$ torr) qui ferme la vanne pneumatique et arrête la pompe .

Une sécurité supplémentaire est installée sur le premier groupe de pompage : en cas de remontée du vide, le générateur H.T. s'arrête, et le transformateur d'isolement qui fournit la puissance électrique aux équipements de l'électrode H.T. n'est plus alimenté .

2.6. - Système de pulsation .

Le faisceau analysé est haché par balayage électrostatique et modulé en vitesse par application d'une tension accélératrice sinusoïdale . Modulation et hachage sont accordés en phase pour que la vitesse s'accroisse régulièrement de la tête à la queue des bouffées d'ions obtenues à la sortie du trou de hachage . La figure 3 donne une vue de l'appareillage comprenant le hacheur et le modulateur .

2.6.1. - Etude .

a) Le hacheur .

La longueur de la bouffée hachée est déterminée par la relation [Réf. 1] :

$$\Delta t = \frac{2 (d + \alpha) h V_a}{V_b L \omega \ell}$$

dans laquelle :

d : diamètre du trou de hachage .

α : diamètre du faisceau à l'endroit du trou de hachage .

h : écartement des plaques de hachage .

ℓ : longueur des plaques de hachage .

L : distance entre les plaques et le trou de hachage .

V_b : tension de hachage .

ω : pulsation de la tension de hachage .

V_a : tension d'accélération des particules du faisceau .

Dans notre installation :

d = 8 mm, α = 8 mm, h = 37 mm, ℓ = 127 mm .

L = 1270 mm, V_a = 150 kV .

Pour des tensions de hachage V_b comprises entre 450 V et 1450 V, à la fréquence de 5 MHz, on obtient des bouffées dont les longueurs respectives sont comprises entre 80 ns et 25 ns .

La fréquence des bouffées est déterminée par la fréquence (1,25 MHz ou 2,5 MHz) de la tension sinusoïdale appliquée sur deux plaques auxiliaires disposées avant les plaques de hachage .

Tant que la durée de la bouffée hachée n'excède pas une fraction trop grande de la période de modulation, parag. 2.6.1.b, le choix de cette durée influe peu sur la qualité des bouffées après regroupement mais commande directement l'intensité moyenne du faisceau pulsé .

Pour obtenir après hachage un courant moyen de 8 à 10 μA il faut que la durée initiale des bouffées soit de l'ordre de 40 ns à 2,5 MHz et de 80 ns à 1,25 MHz .

b) Le regroupeur .

Le regroupement est obtenu par une modulation de la vitesse des particules de la bouffée, de telle sorte que les particules de tête soient ralenties et les particules de queue soient accélérées, les particules se trouvant au milieu de la bouffée ne subissant aucune action .

L'action de regroupement est obtenue au moyen d'un champ électrique généré par une tension sinusoidale haute fréquence appliquée entre les électrodes du regroupeur .

La tension idéale de regroupement est déterminée par la relation [Réf. 2] .

$$v_m = v_a \left[\left[1 - \frac{t}{t_0} \right]^{-2} - 1 \right] \quad (1)$$

dans laquelle :

V_a : tension d'accélération des ions du faisceau .

t_0 : temps de transit des ions entre le regroupeur et la cible .

t : instant d'entrée des ions dans la longueur de regroupement .

Lorsque la tension de modulation est une tension sinusoidale, sa variation en fonction du temps est une grandeur rigoureusement définie par la condition de regroupement [Réf. 2] .

$$v_m = \frac{2 V_a}{\omega t_0} \sin \omega t \quad (2)$$

Après développement en série de Mac-Laurin des relations (1) et (2), et soustraction terme à terme, on obtient :

$$\frac{\Delta V(t)}{2 V_a/t_0} = \frac{3}{2} \frac{t^2}{t_0} + \frac{\omega^2 t^3}{6} + 2 \frac{t^3}{t_0^2} + \frac{5 t^4}{2 t_0^3} + \dots$$

Le premier membre de cette expression représente l'aberration en temps introduite dans la bouffée par la tension sinusoidale du regroupeur . Il apparaît que la longueur de la bouffée hachée, t , doit être courte vis à vis du temps de transit des ions, t_0 , et de la période de la tension du regroupeur,

$$T = \frac{2 \pi}{\omega}$$

Dans notre installation, la distance de regroupement est de 6 mètres et le temps de transit, t_0 , est de 1,6 μ s pour des deutérons de 150 keV . Le calcul montre que l'aberration est négligeable lorsque la longueur des bouffées hachées ne dépasse pas 40 ns .

L'amplitude de la tension sinusoidale de regroupement est donnée par la relation :

$$V_m = \frac{2 V_a}{\omega t_0} \frac{1}{p}$$

où p est le nombre de passages des ions dans le champ électrique . Dans notre installation $p = 2$. On obtient :

$$V_m = 3,1 \text{ kV} .$$

La longueur de la bouffée regroupée sur la cible est donnée par la relation classique :

$$\Delta t = \frac{1}{2} \frac{\Delta E}{E_a} t_0 \quad (3)$$

dans laquelle :

Δt : longueur de la bouffée regroupée .

ΔE : dispersion en énergie des ions à l'entrée du regroupeur .

E_a : énergie des ions .

t_0 : temps de transit des ions entre le regroupeur et la cible .

dans notre installation :

$$\Delta E \sim 400 \text{ eV}, E_a = 150 \text{ keV}, t_0 \text{ deutérons} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ sec.}$$

on obtient :

$$\Delta t \sim 2 \text{ ns} .$$

Remarque :

La relation (3) montre que la longueur de la bouffée regroupée est proportionnelle au temps de transit t_0 et, donc, à la distance entre le regroupé et la cible . Cette distance, qui est de 6 mètres dans notre installation, ne peut être diminuée par suite de considérations liées à l'expérimentation nucléaire dans le "Hall neutrons" .

2.6.2.- Réalisation .
.....

2.6.2.1.- Description du système et implantation . fig. 3 et fig. 4 .

Le système de pulsation comporte essentiellement :

a) Les hacheurs .

Ils sont constitués par deux paires de plaques verticales et horizontales, disposées à l'intérieur de deux chambres cylindriques de diamètre 6" ; ils sont montés sur l'extension directe, entre la lentille quadrupolaire et l'aimant d'analyse .

Les plaques verticales, appelées hacheur auxiliaire, reçoivent une tension sinusoïdale à la fréquence de 1,25 MHz ou 2,5 MHz . Les plaques horizontales appelées hacheur principal, reçoivent une tension sinusoïdale de fréquence 5 MHz . Sous l'action de ces deux tensions le faisceau décrit des courbes de LISSAJOUS, fig. 5 et fig. 6 .

Des tensions continues variables de 0 à ± 3.000 V. sont également appliquées entre les plaques, permettant ainsi le déplacement des courbes de LISSAJOUS devant le trou de hachage . Suivant la position choisie, on obtient des bouffées toutes les 200 ns ou 400 ns avec le balayage à 2,5 MHz , et des bouffées toutes les 400 ns ou 800 ns avec le balayage à 1,25 MHz .

b) Le regroupeur .

Situé immédiatement après le trou de hachage, il est constitué par un tube de diamètre égal à 8", à l'intérieur duquel, un cylindre isolé reçoit une tension sinusoïdale fournie par un résonateur accordé sur 5 MHz .

En amont et en aval de ce cylindre, deux électrodes en forme de diaphragme de diamètre 8 mm sont au potentiel de la masse .

c) Télécommande .

Les appareils de télécommande et de contrôle de la pulsation, sont rassemblés sur une platine située dans une baie près du pupitre de commande de l'accélérateur .

2.6.2.2.- Equipements électroniques .

a) Hacheurs auxiliaires 1,25 MHz et 2,5 MHz . fig. 7 .

- Hacheur 1,25 MHz : Cet équipement est constitué par un premier étage oscillateur (tube V1) piloté par quartz, suivi par un étage préamplificateur (tube V2), et par un étage de puissance (tube V3) . Le C.O. plaque de ce dernier étage, est constitué par une self à point milieu, et par un condensateur variable à double cage ; ce circuit permet d'obtenir une tension sinusoïdale d'environ 3.000 volts crête à crête, pour la puissance maximum . Cette tension est appliquée aux plaques des hacheurs auxiliaires .

- Hacheur 2,5 MHz : Cet équipement est piloté par le 1,25 MHz produit dans l'équipement précédent .

Il est constitué par un premier étage (tube V4) doubleur de fréquence à 2,5 MHz . Un deuxième étage préamplificateur (tube V5) et un étage de puissance (tube V6) . Le C.O. de plaque de cet étage, peut développer une tension sinusoïdale de l'ordre de 3.000 volts crête à crête, qui peut être appliquée également aux plaques auxiliaires .

La sélection des fréquences 1,25 MHz ou 2,5 MHz est effectuée par un rotacteur qui commut~~e~~ aussi les alimentations et les appareils de contrôle communs aux deux chaînes d'amplificateurs .

b) hacheur principal 5 MHz . fig. 8 .

Cet équipement est piloté à partir du 2,5 MHz . Il comprend : un doubleur de fréquence à 5 MHz (tube V1), un préamplificateur (tube V2) et un étage de puissance (V3) . Le C.O. de plaque de ce dernier étage, permet d'obtenir une tension sinusoïdale d'environ 3.000 volts crête à crête, pour la puissance maximum . Cette tension est appliquée aux plaques du hacheur principal .

Remarque :

Les alimentations sont communes aux étages du hacheur principal et du hacheur auxiliaire .

La H.T. nécessaire aux tubes des petits étages et le chauffage des filaments sont fournis par une alimentation bi-tension 300 volts et 6,3 volts .

Une autre alimentation, commutable sur 300, 600 ou 750 volts, fournit la H.T. aux étages de puissance .

c) Regroupeur 5 MHz . fig. 9 .

Cet équipement se compose de trois étages :

- Un étage doubleur de fréquence à 5 MHz (tube V1) piloté par la fréquence 2,5 MHz produite dans les étages du hacheur auxiliaire
- Un étage préamplificateur (tube V2) .

- Un étage amplificateur de puissance (tube V3) . L'accord final est réalisé dans le circuit d'un résonateur . Celui-ci est constitué par un cylindre en tôle de cuivre, à l'intérieur duquel, une self est connectée entre la masse de ce cylindre et la borne H.T. du regroupeur . L'accord final est obtenu en modifiant la position d'un disque constituant le fond coulissant du cylindre de cuivre . Ce disque est commandé en local ou à distance .

Remarque :

- a) La phase entre la fréquence pilote 2,5 MHz et la fréquence 5 MHz produite par cet équipement, est réglée par une ligne à retard commandée depuis le pupitre .
- b) Une alimentation bi-tension 250 volts et 2,5 kilovolts fournit les tensions nécessaires à la lampe de l'étage final .
- c) Les petits étages du regroupeur, sont alimentés par l'alimentation bi-tension (300 volts et 6,3 volts) commune aux étages des hacheurs .

3 - RESULTATS DES ESSAIS fig. 10 et fig. 11 .

3.1. - Essais en faisceau direct .

Ces essais ont été effectués en accélérant un faisceau de protons à 150 keV .

Le courant ionique est recueilli sur une cage de Faraday refroidie à l'eau . Deux diaphragmes D1 et D2, respectivement de 10 et 6 mm de diamètre, sont placés sur le parcours du faisceau .

Pour différentes valeurs de la tension d'extraction de la source d'ions, (exprimées ici en pour cent de la rotation du variac de commande), nous mesurons le courant sur la cage de Faraday, ainsi que les courants ID1 et ID2 sur les deux diaphragmes .

Le tableau suivant résume les résultats de ces essais :

V. Extraction (%)	25	30	40	50	60	70
I. Cage de Faraday (μA)	100	180	400	500	525	550
I. Diaphragme D1 (μA)	220	330	700	1000	1100	1250
I. Diaphragme D2 (μA)	2	3	9	10	10	10

Remarques :

- a) Au delà de 70% de la tension d'extraction, il n'est plus possible de focaliser le faisceau de l'accélérateur dans de bonnes conditions .
- b) Le courant recueilli sur le diaphragme D1 est important . Le diamètre du faisceau en sortie de l'accélérateur étant de 10 à 30 mm, il en résulte que cette perte est inévitable, si l'on veut avoir un faisceau acceptable en dimension pour le système de pulsation .

c) Le diamètre du faisceau direct sur la cage de Faraday est d'environ 6 mm .

3.2. - Essais en faisceau analysé .

a) Régime de fonctionnement continu .

Pour un faisceau de protons accélérés à 150 keV, nous obtenons les résultats suivants :

V. Extraction (%)	25	30	40	50	60	70
I. Cible directe (μ A)	100	180	400	500	525	550
I. Cible déviée (μ A)	42	70	190	200	205	210

Le diamètre du faisceau sur la cible en "dévié" est d'environ 5 mm .

b) Régime de fonctionnement pulsé fig. 9 et fig. 10 .

Les essais ont été effectués avec des faisceaux de protons l'un pulsé à 2,5 MHz et l'autre à 1,25 MHz .

Une prise "pick-up" permet de contrôler la fréquence de répétition des bouffées . La longueur de la bouffée regroupée est mesurée à l'aide d'une cible coaxiale d'impédance caractéristique 50 ohms .

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Fréquence de balayage MHz	I. moyen pulsé μA	Δt ns
1,25	10	2,2
2,5	10	2

Remarque :

Ces résultats ont été obtenus à partir du fonctionnement en régime continu suivant :

Intensité sur la cage de Faraday directe : 350 μA .

Intensité sur la cage de Faraday déviée : 150 μA .

4 - CONCLUSION -

Cet équipement, qui comprend un accélérateur SAMES de 150 kV et une extension équipée entièrement par nos soins, permet d'obtenir des faisceaux de protons et de deutérons d'énergie inférieure ou égale à 150 keV et tombant sur une cible pouvant être placée au même endroit que celle du VAN DE GRAAFF tandem 7 MV .

Cette disposition particulière, jointe au fait que l'on peut obtenir des faisceaux pulsés de caractéristiques voisines de celles du tandem, permet d'utiliser cette machine pour préparer les expériences de neutronique qui sont faites avec le tandem et éventuellement compléter celles-ci avec des neutrons de 14 MeV .

On pourra aussi utiliser le SAMES 150 kV pour des travaux totalement indépendants des précédents, par exemple pour des études avec les neutrons de 14 MeV .

Cependant cet accélérateur sera plutôt réservé aux travaux qui nécessitent l'utilisation des installations spécifiques du Hall neutrons L2 .

En tout état de cause, les flux de neutrons produits ne devront pas dépasser les limites permises par la sécurité radiologique, limite qui se situe aux alentours de 10^8 n/sec sous 4π stéradians .

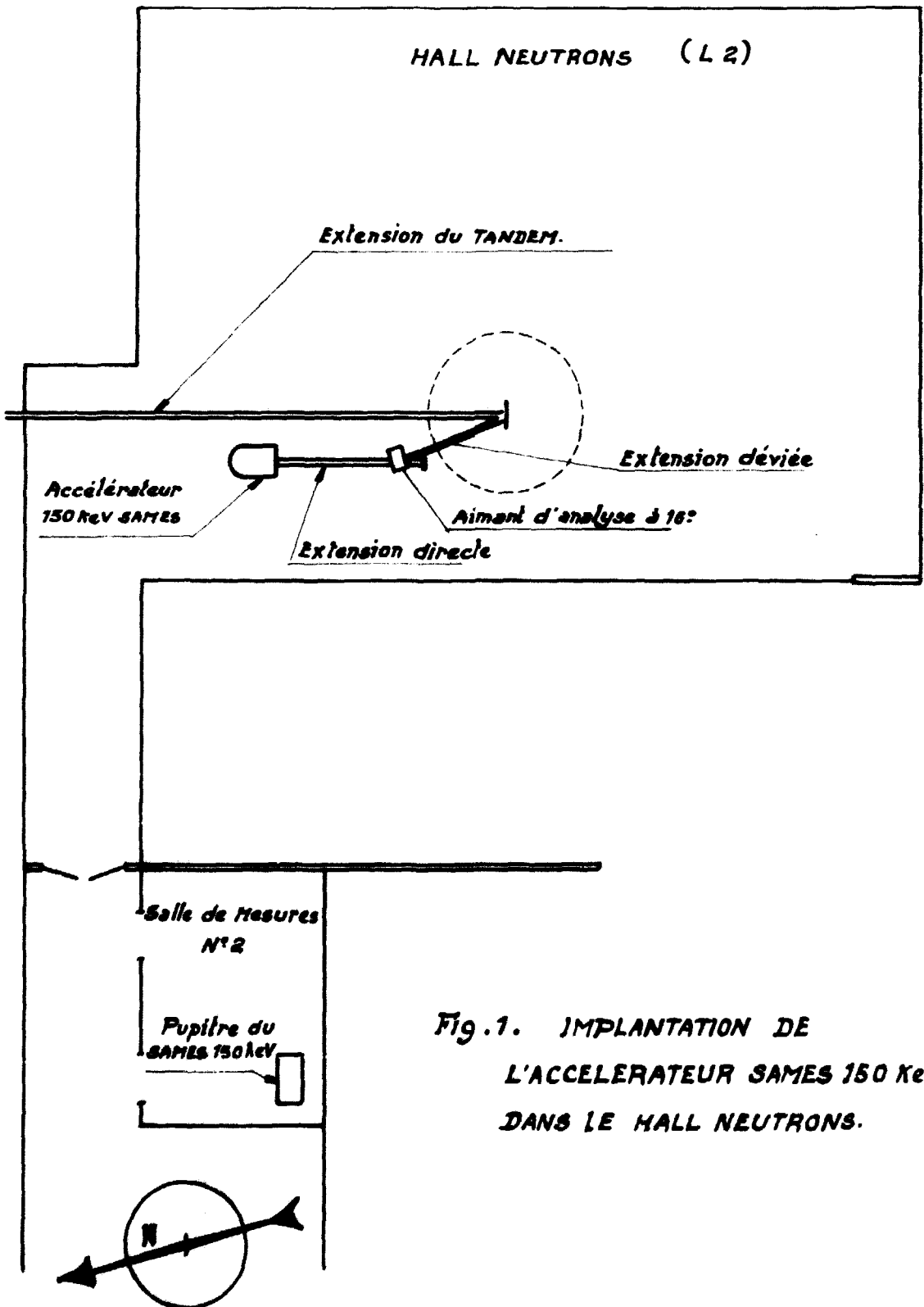
Une campagne d'étude sera faite prochainement par le Service de Protection des Rayonnements afin de préciser cette limite compte tenu de l'environnement actuel .

5 -- REFERENCES -

- [1] - J.C. CIRET - Compte rendu de la mission faite à Burlington (HVEC) du 13 Mai au 3 Juin 1966 - Rapport interne .

- [2] - A. DANDINE - Caractéristiques générales et adaptation optique sur le VAN DE GRAAFF tandem de B.III d'un injecteur d'ions négatifs pulsé à la nanoseconde - Rapport interne .

Manuscrit reçu le 28 octobre 1975



**Fig.1. IMPLANTATION DE
L'ACCELERATEUR SAMES 150 KeV
DANS LE HALL NEUTRONS.**

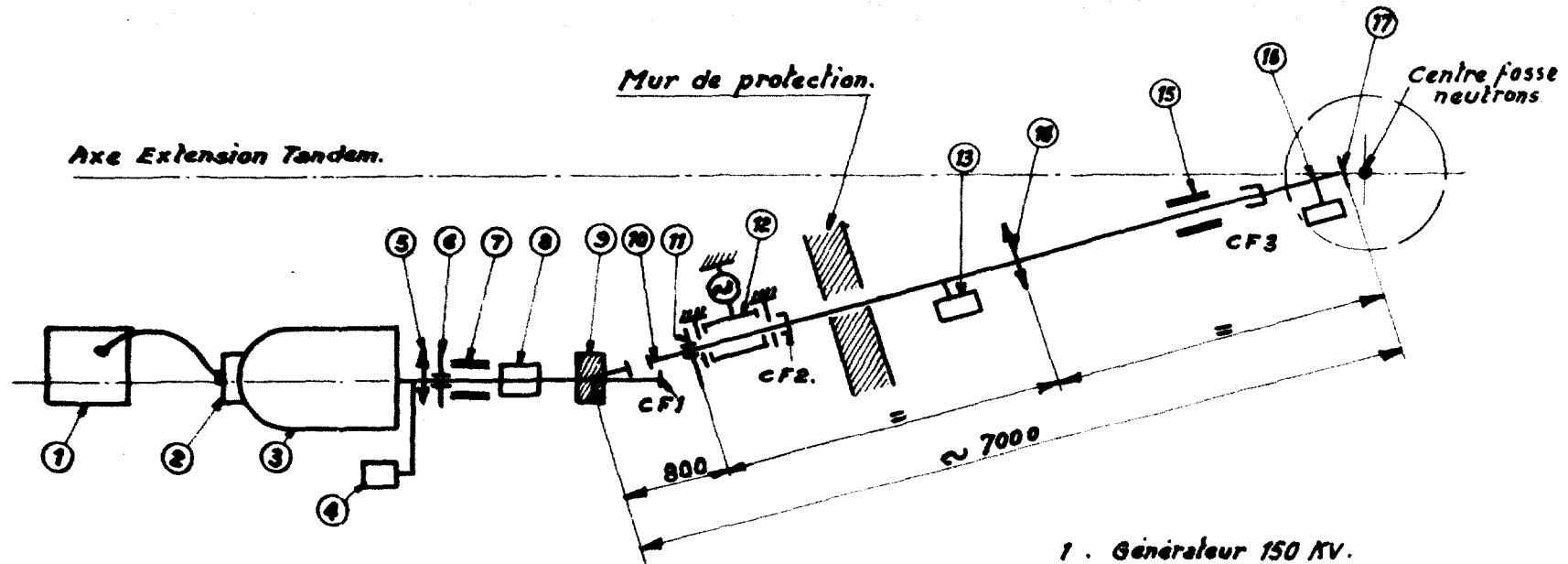
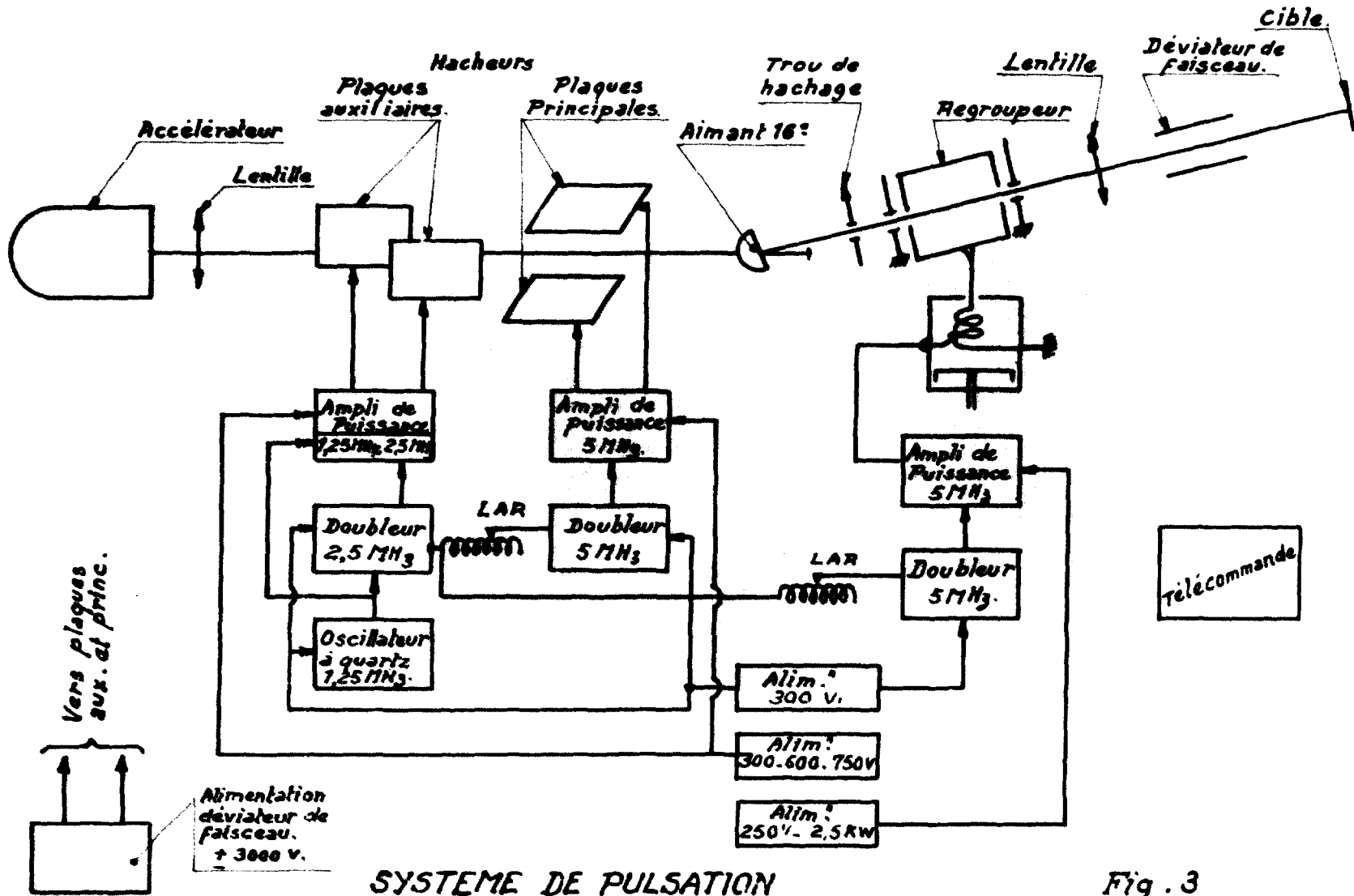


Fig. 2.

SAMES 150 keV.

Schéma de l'installation

1. Générateur 150 KV.
2. Transfo. d'Isolément.
3. Accélérateur.
4. Pompe Turbo. TNP 1000.
5. Lentille quadrupolaire
6. Diaphragme \varnothing 10 mm.
7. Plaques hacheur auxiliaire.
8. " " principal.
9. Aimant d'analyse.
10. Cible faisceau direct. CF1.
11. Diaphragme de hachage.
12. Plaque du regroupneur
13. Pompe Turbo. TNP 1000
14. Lentille de focalisation.
15. Déviateur de faisceau.
16. Pompe Turbo. TVS 250.
17. Cible faisceau dévié.



SYSTEME DE PULSION
Schéma synoptique

Fig. 3

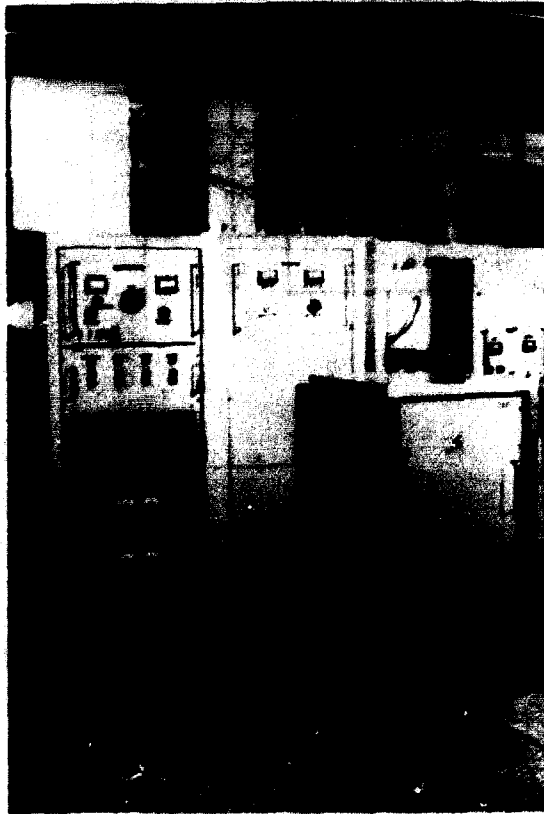


FIG. 4

**Vue d'ensemble du système de pulsation et de l'aimant
d'analyse du faisceau**

Fig. 5. - Composition de deux tensions sinusoïdales en quadrature.

(2,5 MHz et 5 MHz)

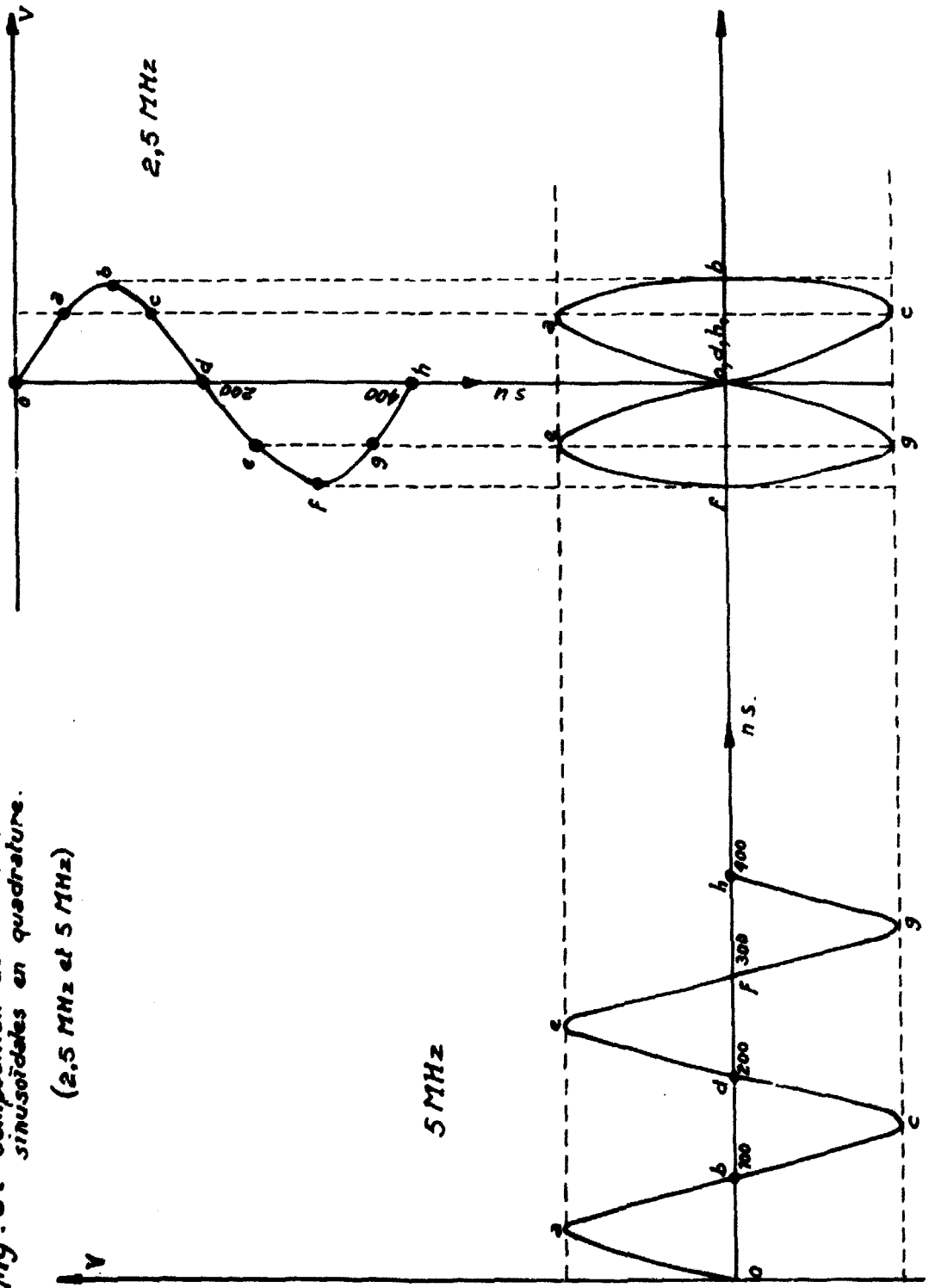
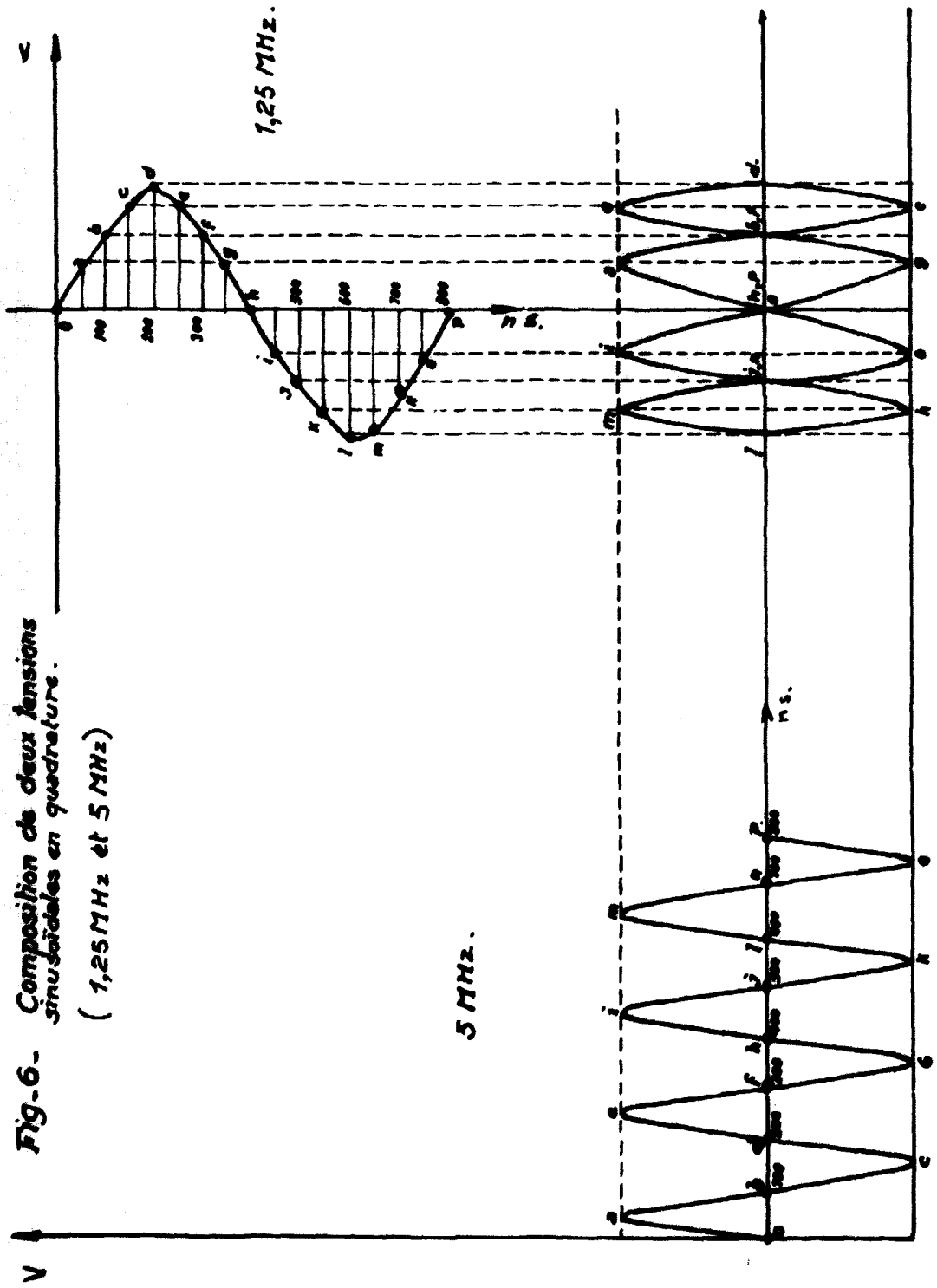


Fig-6. Composition de deux tensions
sinusoïdales en quadrature.

(1,25 MHz et 5 MHz)



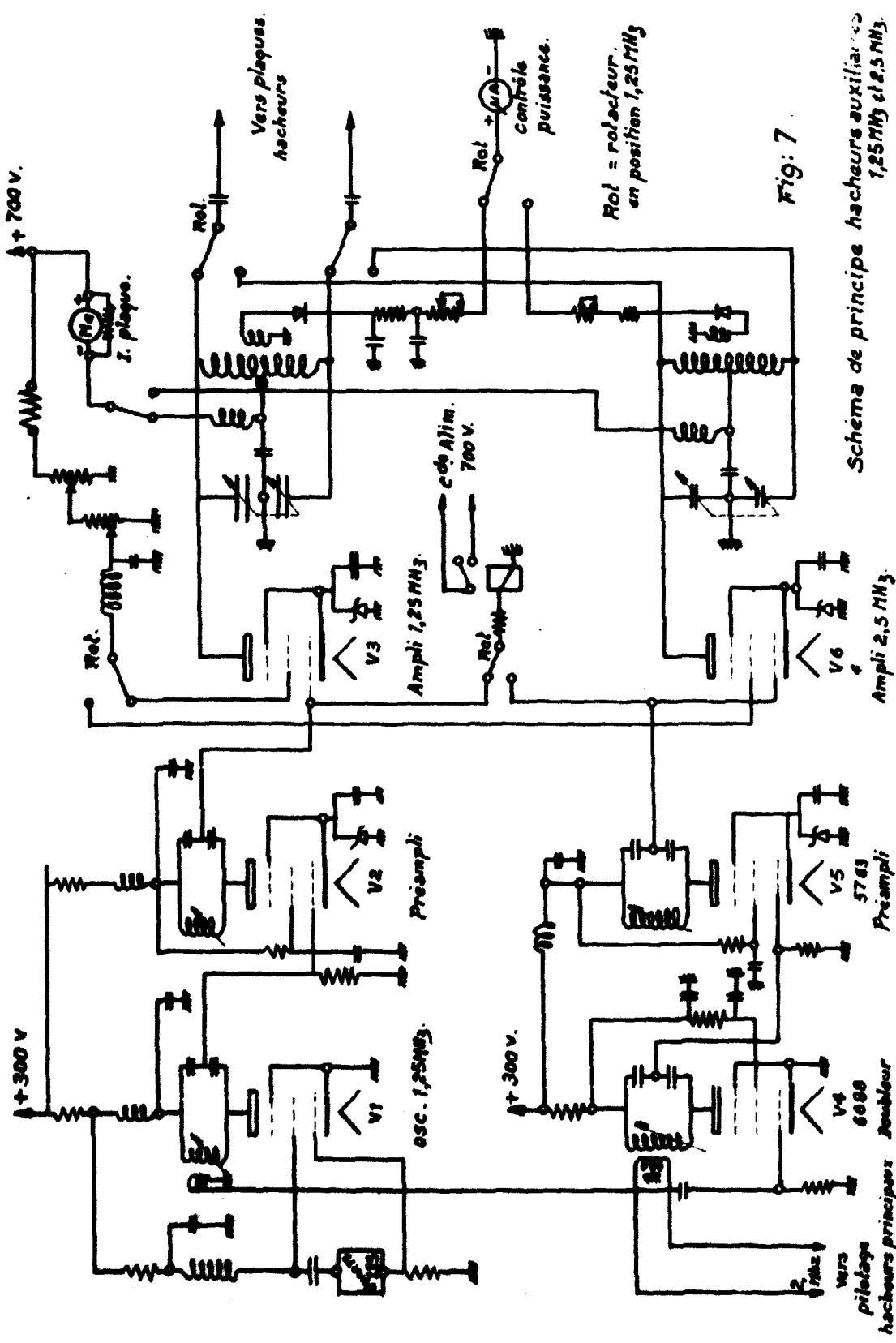


Fig: 7

Schema de principe hacheurs auxiliaires 1,25 MHz et 2,5 MHz.

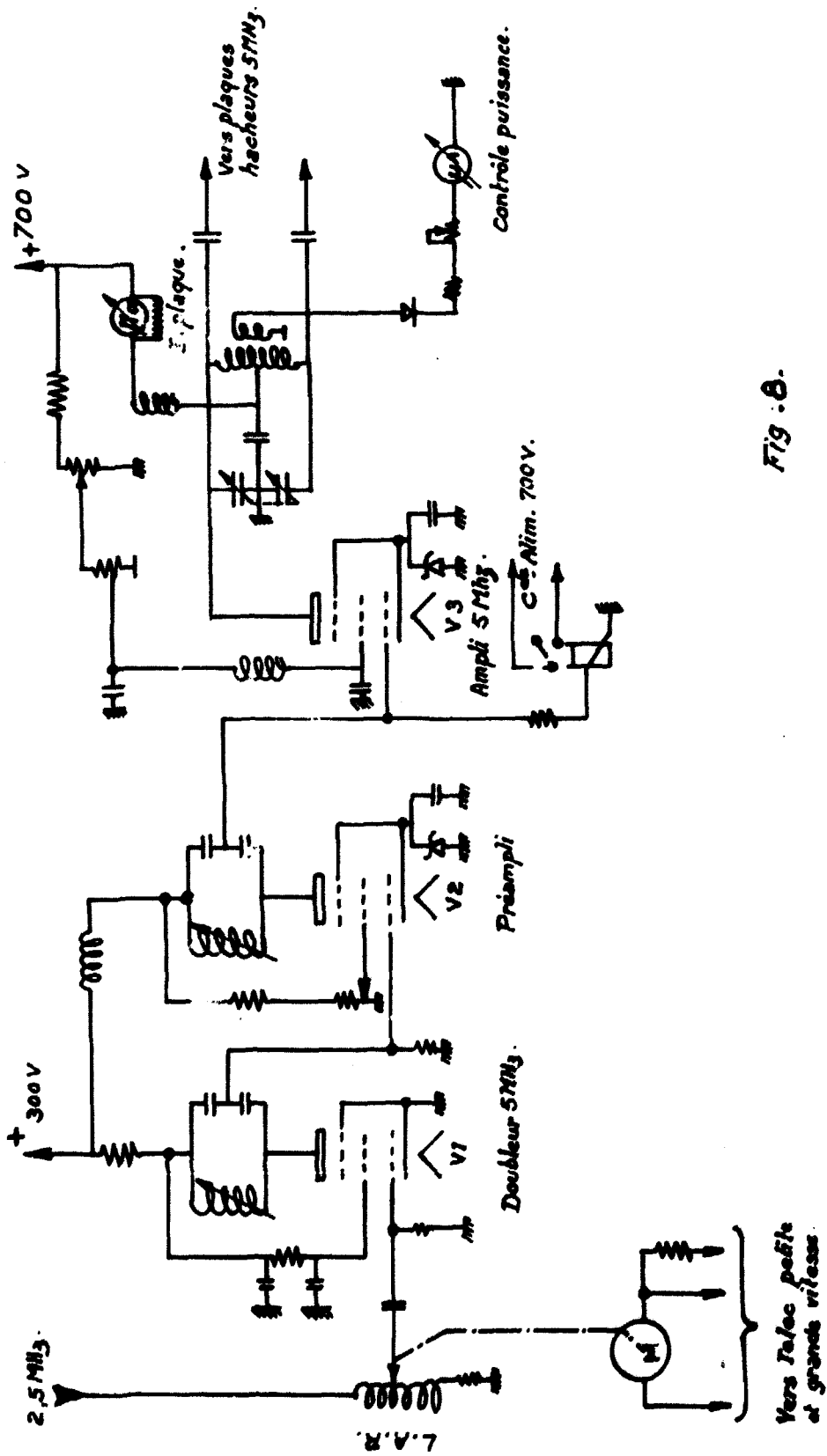


Fig. 8.
 Schéma de principe hacheur
 principal - 5 MHz.

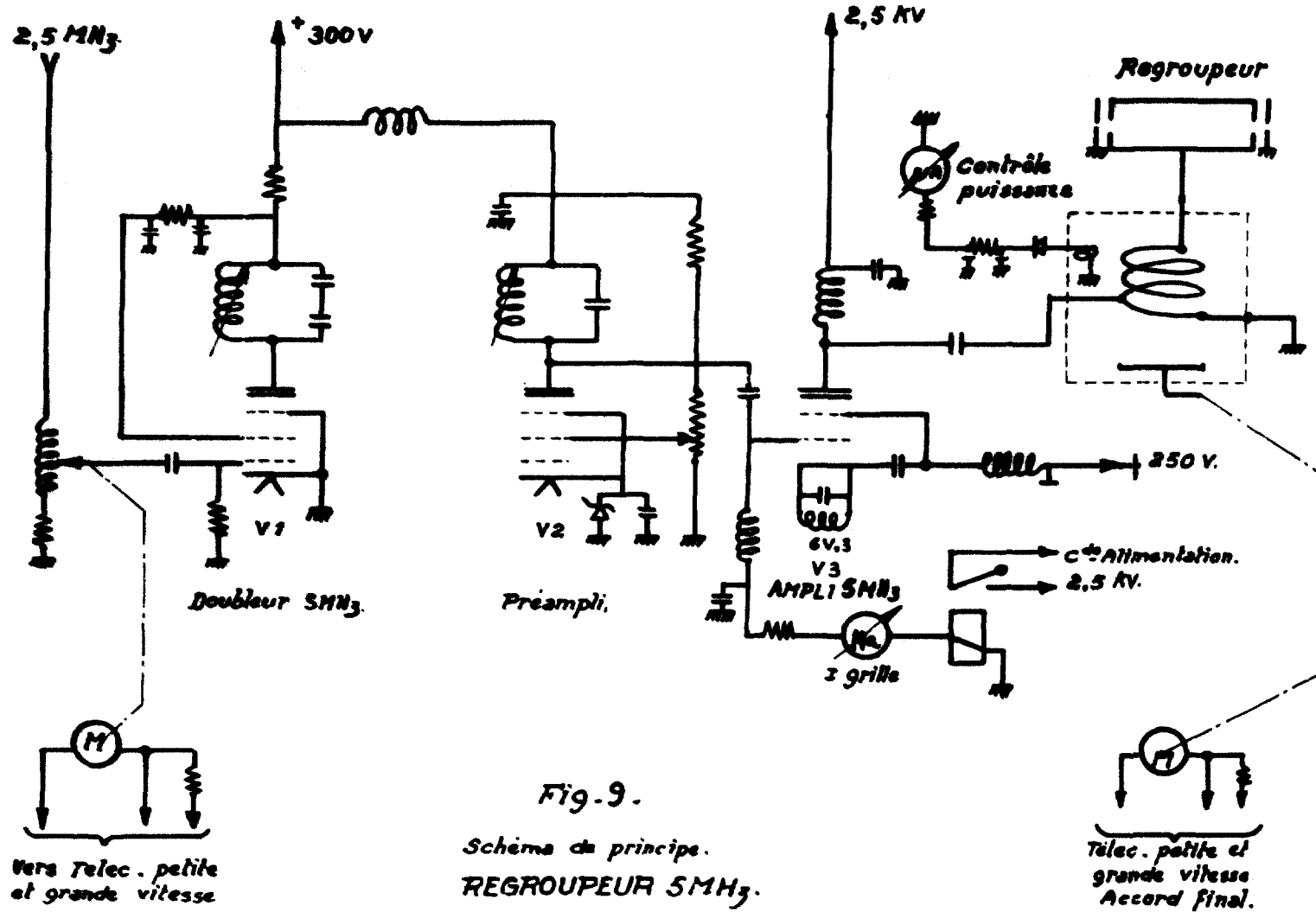


Fig. 9.
Schéma de principe.
REGROUPEUR 5MHz.

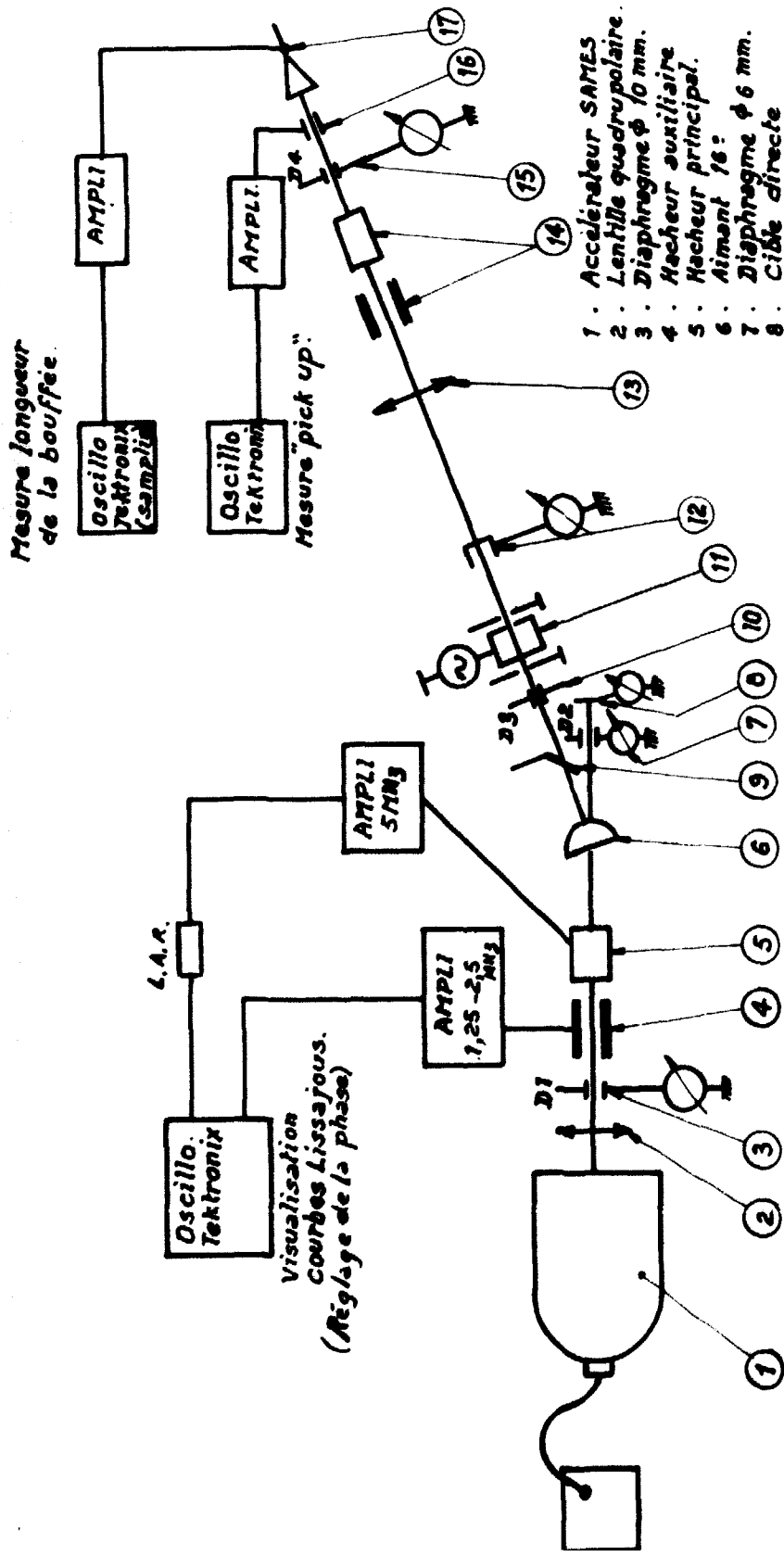
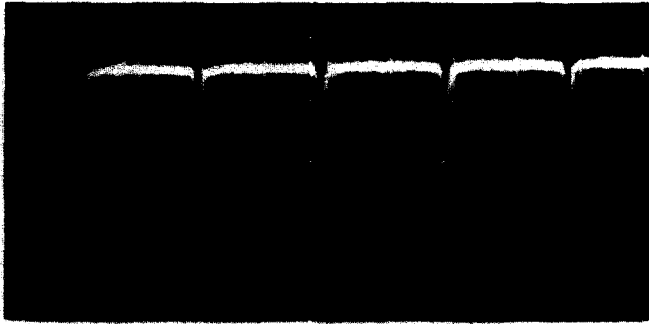
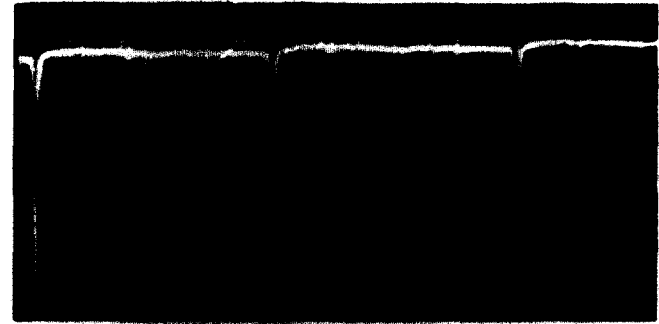


Fig.10. MESURES et ESSAIS PULSATION
Schéma synoptique



Balayage à 2,5 MHz .
prise "pick up" - 1 cm = 200 ns



Balayage à 1,25 MHz
prise "pick up" - 1 cm = 200 ns



Balayage à 2,5 MHz
bouffée regroupée - 1 cm = 2 ns



Balayage à 1,25 MHz
bouffée regroupée - 1 cm = 2 ns

Edité par
le Service de Documentation
Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay
Boîte Postale n° 2
91190 - Gif-sur-YVETTE (France)