LA TRANSFORMATION DU TANDEM 12 MeV EN 15 MeV

B. DELAUNAY,

Service de Physique Nucléaire à Basse Énergie, C.E.N., Saclay.

Résumé. — Une étude comparative d'accélérateurs a été faite dans le but d'augmenter l'énergie du tandem de Saclay. Des indications sont données sur la conversion 12 MeV-15 MeV.

Abstract. — A comparative study of accelerators has been made with the aim of increasing the energy of the tandem. Information is given on the 12 MeV-15 MeV conversion.

Dans le cadre du projet d'augmentation d'énergie du Van de Graaff Tandem du D.Ph-N/BE, nous avons établi une série de tableaux comparatifs. Le tableau I indique quelques méthodes possibles. Le cyclotron est fabriqué par la « Cyclotron Corporation » (U.S.A.). Les résultats obtenus en septembre 1968 à l'Université de Duke (U.S.A.) sont $12 \mu\text{A}$ de H^- de 15 MeV

($\Delta E = 25 \text{ keV}$) dans 1 cm à 7,50 m du cyclotron ⁽¹⁾. Les caractéristiques des tandems sont celles de la HVEC (U.S.A.). Bien entendu, il existe différentes variantes. Par exemple, il est possible de choisir un électroaimant $ME = 25$ au lieu de 52. Le tableau II indique les différents cas.

La « conversion » consiste à changer les enceintes

TABLEAU I

ACCÉLÉRATEURS DE BASE (ou pouvant servir d'injecteurs)

Machine	Energie nominale (protons) (MeV)	Energie maximum atteinte (MeV)	Courant ay maxi d'energie (μA)	Délai d'obtention du faisceau (Mois)	Prix de la machine F 1968* (injecteurs)	Prix au MeV possible (F/MeV)	Prix au MeV garanti (F/MeV)	Observations
Tandem EN	$12 \pm 4 \times 10^3$	14 (15)	0,5	18-24	6600 000	440 000	550 000	
Tandem FN (conversion)	$15 \pm 4 \times 10^3$	18	4-2	16-18	4900 000			
~ FN	$15 \pm 4 \times 10^3$	18	4-2	18-24	9600 000	530 000	640 000	
~ super FN	$18 \pm 3 \times 10^3$	18	4	16-24	11700 000	650 000	650 000	
~ MP	$20 \pm 3 \times 10^3$	22	4	42-45	20 000 000	913 000	1 005 000	
~ XTU	~	~	5	1970	27 000 000	675 000	845 000	
~ TU	$32 \pm 3 \times 10^3$	40	5	1970	39 000 000	925 000	1 220 000	
simple CN	$5,5 \pm 5 \times 10^2$	6	$1 \mu\text{A H}^-$	12-14	2 700 000	450 000	490 000	
~ Cyclotron AVF 30~	$15 \pm 3 \times 10^2$	15	$50 \mu\text{A H}^-$ $100 \mu\text{A}$ $2,5 \text{ à } 7,5 \times 10^3$	18-24	2 320 000	155 000	155 000	en construction Vertical ouverture toutes les 30h Pulsation 5 ns $\epsilon: 100 \text{ mmrd}$

A _ TTC. Saclay $\$ \times 6\text{F}$.

B _ Au prix de la machine, il faut ajouter selon les cas:

1 _ Le prix de l'analyseur, d'un injecteur d'hélium, des extensions, de la machinerie_gaz.
Ex: EN et $\approx$ FN $\approx$ 6 000 000 F.

2 _ Le prix du bâtiment (toutes installations comprises).
Ex: EN et $\approx$ FN $\approx$ 6 000 000 F.

Exemple de Brookhaven:
programme total pour double MP: 72×10^6 F.

⁽¹⁾ Les résultats sont actuellement : $1 \mu\text{A}$ de protons analysés à 30 MeV; la transmission dans le tandem FN est de 100 %.

TABLEAU II

QUELQUES MÉTHODES D'AUGMENTATION D'ÉNERGIE A PARTIR DES MACHINES DE BASE EN FN

Dessin	Machine injectrice	Machine de base	Energie totale possible (MeV)	Courant attendu (μ A)	Prix de l'augmentation d'énergie	Prix * total F(1968)	Prix au MeV possible	Nota
Cyclotron (15)	Tandem EN(18)	$15.24 \pm 4 \cdot 10^{-3}$	<1	3 600 000	10 200 000	352 000	Pulsé
"	FN(18)	$15.33 \pm 4 \cdot 10^{-3}$	<1	"	13 200 000	400 000	"
CN(6)	EN(14)	$20 \pm 3 \cdot 10^{-3}$	0.5	2 700 000	9 300 000	465 000	Arrêt toutes les 30h
"	FN(18)	$24 \pm 4 \cdot 10^{-3}$	0.5	"	12 300 000	512 000	"
Tandem 3 en étage EN	EN(14)	$20 \pm 3 \cdot 10^{-3}$	1	6 000 000	13 800 000	690 000	"
Tandem 3 en étage FN	FN(18)	$25 \pm 4 \cdot 10^{-3}$	1-2	9 000 000	18 600 000	744 000
Conversion EN-FN	EN-FN (14-18)	$18 \pm 4 \cdot 10^{-3}$	2-4	4 900 000
Changement de tube FN $\rightarrow$ super FN	super FN (18-18)	$18 \pm 4 \cdot 10^{-3}$	2-4	2 700 000			

à pression et leur contenu. Les caractéristiques de la nouvelle machine sont : poids total : 72 600 kg; diamètre : 3,72 m (+ 0,9 m); longueur : 13,4 m (+ 2,42 m).

Le programme est approximativement le suivant : 1) démontage-montage : 6 à 7 semaines; 2) bâtiment : 3 semaines; 3) essais : 3 à 4 semaines. Le début de cette opération est prévu au 1^{er} avril 1969.

L'injection sera modifiée. Deux sources seront installées : 1) la source classique duoplasmatron pour les protons et les deutons; 2) la source à échange de charge dans les vapeurs de lithium qui doit fournir de forts faisceaux d'hélium et de lithium (de 0,5 à 1 μ A).

Note sur épreuve. — État au 18 juin 1969 : la machine est complètement installée. Les essais commencent.