

MD CYCLES SIMULANT LES IONS P_b^{53+}

M. Chanel, R. Ley, équipe opération .

Le cycle

Le cycle doit pouvoir accepter l'injection des protons à 310 MeV/c, simuler la rigidité magnétique des ions à 347.6 MeV/c équivalent protons (c'est le palier où les ions seront injectés) et simuler la célérité des ions ($\beta=0.09554$, soit $p=89$ MeV/c pour les protons) de façon à faire des tests de refroidissement avec des protons. Ce cycle est représenté sur la figure 1. Un palier a été inséré à 200 MeV/c pour faire du refroidissement du faisceau avant de décélérer vers 89 MeV/c. Le séquençage a été modifié et tous les événements non nécessaires du générateur d'événements ont été éliminés. Sur le cycle normal où la dispersion est $D=3.6$ m dans toutes les sections droites, seuls les "trims" QFTG2 et QDTG2 sont utilisés pour compenser le changement du point de fonctionnement dû aux solénoïdes du refroidissement électrons. Pour le cycle où la dispersion est $D=0.0$ m dans les sections droites SS1 et SS3 et voisine de $D=9.8$ m dans les sections droites SS2 et SS4 tous les "trims" sont utilisés (voir section cycle $D=0$).

Le cycle $D=3.6$ m

Ce cycle a été créé en utilisant le cycle habituel (310,609,310,200,105,61.2,20,310 MeV/c) et par un programme adapté qui calcule les différents courants et la forme des gfas pour tous les éléments de LEAR et qui les charge en "buffer", le chargement final en "current" se faisant par le programme opérationnel p_to_pbar . Les modifications sur le cadencement ont été faites manuellement. Le refroidissement par électrons a reçu les tables gfas correspondants aux différents paliers:

les paliers (MeV/c)	solénoïde[A]	tension cathode[kV]	tension steering[kV]
310.1	400	27.7	17
347.6	400	34.3	17*
200	400	11.72	8.5
89.1	300	2.4	2.0

* nous n'avons pas vérifié si la tension de steering était vraiment 17 kV.

Après ajustement des différents paliers ($B,Q=(2.313,2.620)$, orbite à 89 MeV/c qui présentait un bump de 40mm en SS3!..) et du refroidissement par électrons nous avons mesuré la dispersion dans la machine par le programme q_d_meas (H. Mulder). La valeur de la dispersion mesurée était 3.5m dans les sections droites.

Le cycle $D=0$ m

Ce cycle a été créé à partir du précédent en utilisant tous les "trims", en changeant les valeurs des quadrupoles principaux et en ajustant le cadencement. Le point de fonctionnement pour ce cycle est $Q=(2.46,2.42)$. Il a été choisi pour être en dessous de $Q_h-Q_v=0$, proche de (2.5,2.5) qui donne la meilleure avance de phase pour le "damper" dont la pick-up et le kicker sont justes opposés ($\Delta\mu=\pi Q$) dans

LEAR . L'énergie de transition théorique est $\gamma_{tr}=2.8$ soit $1/\gamma_{tr}^2=0.125$, valeur qui a été utilisée dans tous les programmes. Les caractéristiques principales de ce cycle sont

centre des sect.	dispers.[m]	betah[m]	betav[m]	bethmax[m]	betvmax[m]
SS1 et SS3	0	1.31	8.0	14	24
SS2 et SS4	9.7	9.6	11.88	11	28

Les "trims".

Les "trims" doivent pulser avec le cycle mais aussi avec le refroidissement par électrons donc les paliers sont de 9sec. au lieu de 4sec. Les événements qui font pulser les solénoïdes et les hautes tensions ont été insérées et les événements Mstart et Mstop des solénoïdes ont été remplacés par des Lstart et Lstop. La séquence des événements programmés sur le décodeur 20 est donc :

Mstart=18 ,
ft1(310 MeV/c) =1,120,101,102,121,2
ft2(347.6 MeV/c)=3,122,105,106,123,4
ft3(200 MeV/c) =5,124,109,110,125,6
ft4(89.1 MeV/c) =7,126,113,114,127,8
ft5(20.0 MeV/c) =9,10
Mstop=19

Ceci présente un inconvénient lorsqu'on lit les gfas "trims" ,une erreur apparaît (-222) car les événements ne sont pas ordonnés . Les valeurs des paliers sur tous les "trims" ont été calculées en utilisant les valeurs de courant du cycle D=3.6m, les valeurs théoriques des quadrupoles:(kf=1.2647,kd=-1.3835) pour obtenir ce dernier et les valeurs théoriques pour obtenir le cycle D=0m:($\Delta kf=0.4695$, $\Delta kd=-0.238$). Un bump a été ajouté sur les "trims" QFTG2 et QDTG2 sur chaque palier pour compenser les solénoïdes[fig.2] . Il faut remarquer qu'un courant positif programmé fait un Δk du même signe que k alors que les courants des quadrupoles reçoivent un courant négatif pour des particules positives. Ceci est dû au câblage des "trims" qui étaient à l'origine prévues pour agir en sections SS2 et SS4 (voir plan R. Ley)

Les quadrupoles principaux.

Le valeurs des courants ont été calculées de la même façon que pour les trims :(kf=1.0205,kd=-1.227) et seule une multiplication a été réalisée sur les deux gfas. Les forces quadripolaires en tenant compte des "trims" sont donc les suivantes:

SS1 et SS3 :(kf=1.4900,kd=-1.465)
SS2 et SS4 :(kf=1.0205,kd=-1.227)

Les sextupoles.

La dispersion étant voisine de zéro en SS1 et SS3 ,les sextupoles de ces sections n'agissent plus sur la chromaticité. Donc nous avons programmé tous les gfas des sextupoles avec une nouvelle configuration où seuls les sextupoles des sections SS2 et SS4 sont utilisés . Comme le "tracking" théorique avec cette configuration ne donnait pas de non-linéarités les sextupoles XFW01 et XFW02 n'ont pas été utilisés .

Le programme sextupole a été légèrement modifié pour tourner sous [tester] avec la nouvelle configuration mais aussi avec le fichier Twiss correspondant à la machine réelle. Ce fichier a aussi été installé sous [learops.measure] lear_bqs.dat. La

correction de chromaticité apportée sur chaque palier est $\Delta\xi=(1.3,2.3)$ pour obtenir une chromaticité légèrement positive et proche de zéro.

Les résultats.

Après toutes ces modifications on a pu injecté des protons sur le premier palier sans problèmes . Le nombre de particules injectées est plus faible que pour la machine normale car l'adaptation de la ligne n'a pas été faite et que cette machine "D=0" a une acceptation longitudinale plus faible (le faisceau linac est à une quantité de mouvement $\Delta p/p=0.001$ supérieur au réglage de la machine). Le point de fonctionnement mesuré très proche de la résonance de couplage linéaire a été ajusté . Le deuxième palier fut atteint immédiatement et ajusté. La dispersion et la chromaticité furent mesurées et trouvées conformes à ce que nous attendions [fig 3] . La dispersion est voisine de zéro en section SS1 et SS3 et voisine de 10m en SS2 et SS4. La chromaticité mesurée est $\xi=(-0.05,-0.17)$.

La décélération de 347.6 MeV/c vers 200 MeV/c fut difficile car une erreur de programmation d'un des gfas "trims" a été introduite et n'a pas été vue à la vérification. Cette erreur a été décelée après avoir créé une machine à point de fonctionnement habituel mais avec D=0 qui a été aussi sauvée en archive. Huit heures ont ainsi été perdues. Après cette correction et le retour vers la machine voulue deux heures ont suffi pour décélérer le faisceau à 89 MeV/c et mesurer la dispersion à ce palier.

Il faut noter que l'acceptation de cette machine est fortement réduite par la grande dispersion en SS2 et SS4 et un betamax plus grand que pour la machine habituelle. On a pu décélérer $0.7 \cdot 10^9$ à 89 MeV/c seulement . Les pertes étaient réparties tout le long de la décélération. En effet nous savons que la machine normale a une acceptation longitudinale d'environ $\pm 1.2\%$. En faisant le rapport des dispersions maximales on obtient pour la machine "D=0" une acceptation longitudinale de $\pm 0.45\%$. Ces valeurs sont très facilement atteintes avec un faisceau groupé, pendant la décélération.

Conclusion.

Il existe en archive les fichiers nécessaires au test de refroidissement des ions plomb de décembre. La machine s'est comportée comme attendu et correspond bien au modèle utilisé au moins pour la fonction dispersion et la chromaticité.

édité par M. CHANEL.

participants: M.Chanel, R.Ley, + opération.

Distribution:

AR group,
PS-OP-AR
PPC.

Figure 2: Les cycles des trims et des quads.

*** LEAR ***					*** LEAR ***					
GFA Editor V2.12					GFA Editor V2.12					
0-NOV-1994 07:39:31.05					0-NOV-1994 07:39:03.94					
GFA name: E4QF7G1-1					GFA name: E4QF7G1-1					
Rel.Amplitude	Rel.Time	Abs.Amplitude	Abs.Time	slope	Rel.Amplitude	Rel.Time	Abs.Amplitude	Abs.Time	slope	
1	12.7001	0.0000	12.6994	0.0000	0.00000	1	24.4993	0.0000	24.4998	0.0000
2	0.0000	15010.0000	12.6994	15010.0000	0.00000	2	0.0000	14904.0000	24.4998	14904.0000
3	0.1918	250.0000	12.6917	15260.0000	0.00077	3	0.3745	250.0000	24.4744	15234.0000
4	1.1465	500.0000	14.6342	15760.0000	0.00229	4	2.2187	500.0000	27.0432	15734.0000
5	0.1918	250.0000	14.2300	16010.0000	0.00077	5	0.3745	250.0000	27.4597	15984.0000
6	0.0000	14000.0000	14.2300	30010.0000	0.00000	6	0.0000	14000.0000	27.4597	30984.0000
7	-0.1507	250.0000	14.6793	30260.0000	-0.00068	7	-0.2938	250.0000	27.1639	30234.0000
8	-5.7493	450.0000	0.3300	34500.0000	-0.00134	8	-5.3304	2250.0000	21.6313	34484.0000
9	-0.1507	450.0000	0.1793	35210.0000	-0.00035	9	-5.3329	2250.0000	16.0982	34774.0000
10	0.0000	14000.0000	0.1793	49010.0000	0.00000	10	-0.2923	250.0000	15.0850	34984.0000
11	-0.1035	250.0000	0.6758	49260.0000	-0.00041	11	0.0000	14000.0000	15.0850	40984.0000
12	-4.3451	5500.0000	3.6907	54760.0000	-0.00000	12	-0.1842	250.0000	15.6217	41234.0000
13	-0.1020	250.0000	3.5847	55010.0000	-0.00041	13	-0.0912	5500.0000	7.1302	54774.0000
14	0.0000	14000.0000	3.5847	69010.0000	0.00000	14	-0.1842	250.0000	6.9460	54984.0000
15	-3.6500	4000.0000	0.9394	73010.0000	-0.00066	15	0.0000	14000.0000	6.9460	60984.0000
16	0.0000	4000.0000	0.9394	77010.0000	0.00000	16	-5.4994	4000.0000	1.4465	70984.0000
17	11.7001	5000.0000	12.6389	82010.0000	0.00234	17	0.0000	4000.0000	1.4465	76984.0000
18	0.0000	2000.0000	12.6389	84010.0000	0.00000	18	24.9940	5000.0000	26.4411	81984.0000
19	0.0000	0.0000	12.6389	84010.0000	0.00000	19	0.0000	2000.0000	26.4411	83984.0000
						20	0.0000	0.0000	26.4411	83984.0000

*** LEAR ***					*** LEAR ***					
GFA Editor V2.12					GFA Editor V2.12					
0-NOV-1994 07:39:23.30					0-NOV-1994 07:39:12.75					
GFA name: E4QF7G2-1					GFA name: E4QF7G2-1					
Rel.Amplitude	Rel.Time	Abs.Amplitude	Abs.Time	slope	Rel.Amplitude	Rel.Time	Abs.Amplitude	Abs.Time	slope	
1	12.6999	0.0000	12.6998	0.0000	0.00000	1	24.4991	0.0000	24.4998	0.0000
2	0.0000	3500.0000	12.6998	3500.0000	0.00000	2	0.0000	3500.0000	24.4998	3500.0000
3	-0.3487	4000.0000	12.1512	7500.0000	-0.00009	3	-0.4994	4000.0000	24.0004	7500.0000
4	0.0000	1000.0000	12.1512	8500.0000	0.00000	4	0.0000	1000.0000	24.0004	8500.0000
5	0.3487	4000.0000	12.6994	12500.0000	0.00009	5	0.4994	4000.0000	24.4998	12500.0000
6	0.0000	2510.0000	12.6994	15010.0000	0.00000	6	0.0000	2484.0000	24.4998	14984.0000
7	0.1918	250.0000	12.6917	15260.0000	0.00077	7	0.3745	250.0000	24.4744	15234.0000
8	1.1465	500.0000	14.6342	15760.0000	0.00229	8	2.2187	500.0000	27.0432	15734.0000
9	0.1918	250.0000	14.2300	16010.0000	0.00077	9	0.3745	250.0000	27.4597	15984.0000
10	0.0000	2500.0000	14.2300	18510.0000	0.00000	10	0.0000	2500.0000	27.4597	18484.0000
11	-0.3487	4000.0000	13.8414	22510.0000	-0.00009	11	-0.4994	4000.0000	26.9603	22484.0000
12	0.0000	1000.0000	13.8414	23510.0000	0.00000	12	0.0000	1000.0000	26.9603	23484.0000
13	0.3487	4000.0000	14.2300	27510.0000	0.00009	13	0.4994	4000.0000	27.4597	27484.0000
14	0.0000	2500.0000	14.2300	30010.0000	0.00000	14	0.0000	2500.0000	27.4597	29984.0000
15	-0.1523	250.0000	14.6793	30260.0000	-0.00068	15	-0.2923	250.0000	27.1639	30234.0000
16	-5.7462	4500.0000	0.3316	34760.0000	-0.00138	16	-5.4994	4500.0000	16.0921	34774.0000
17	-0.1523	250.0000	0.1793	38810.0000	-0.00061	17	-0.2923	250.0000	15.7998	34984.0000
18	0.0000	2500.0000	0.1793	37510.0000	0.00000	18	0.0000	2500.0000	15.7998	37484.0000
19	-0.9303	4000.0000	7.2490	41510.0000	-0.00023	19	-1.0993	4000.0000	14.7005	41484.0000
20	0.0000	1000.0000	7.2490	42510.0000	0.00000	20	0.0000	1000.0000	14.7005	42484.0000
21	0.9303	4000.0000	0.1793	46510.0000	0.00023	21	1.0993	4000.0000	15.7998	46484.0000
22	0.0000	2500.0000	0.1793	49010.0000	0.00000	22	0.0000	2500.0000	15.7998	46984.0000
23	-0.1035	250.0000	0.6758	49260.0000	-0.00041	23	-0.1842	250.0000	15.6156	49234.0000
24	-4.3420	5500.0000	3.6934	54760.0000	-0.00040	24	-0.0912	5500.0000	7.1342	54774.0000
25	-0.1035	250.0000	3.5902	55010.0000	-0.00041	25	-0.1842	250.0000	6.9399	54984.0000
26	0.0000	2500.0000	3.5902	57510.0000	0.00000	26	0.0000	2500.0000	6.9399	57484.0000
27	-1.3003	4000.0000	2.2900	61510.0000	-0.00033	27	-1.0002	4000.0000	5.3397	61484.0000
28	0.0000	1000.0000	2.2900	62510.0000	0.00000	28	0.0000	1000.0000	5.3397	62484.0000
29	1.3003	4000.0000	3.5902	66510.0000	0.00033	29	1.0002	4000.0000	6.9399	62984.0000
30	0.0000	2500.0000	3.5902	69010.0000	0.00000	30	0.0000	2500.0000	6.9399	62984.0000
31	-3.6508	4000.0000	0.9394	73010.0000	-0.00066	31	-5.4994	4000.0000	1.4404	72984.0000
32	0.0000	4000.0000	0.9394	77010.0000	0.00000	32	0.0000	4000.0000	1.4404	76984.0000
33	11.7011	5000.0000	12.6405	82010.0000	0.00234	33	22.9995	5000.0000	24.4405	81984.0000
34	0.0000	2000.0000	12.6405	84010.0000	0.00000	34	0.0000	2000.0000	24.4405	83984.0000
35	0.0000	0.0000	12.6405	84010.0000	0.00000	35	0.0000	0.0000	24.4405	83984.0000

*** LEAR ***					*** LEAR ***					
GFA Editor V2.12					GFA Editor V2.12					
0-NOV-1994 07:38:40.50					0-NOV-1994 07:38:47.91					
GFA name: E4QF7G-1					GFA name: E4QF7G-1					
Rel.Amplitude	Rel.Time	Abs.Amplitude	Abs.Time	slope	Rel.Amplitude	Rel.Time	Abs.Amplitude	Abs.Time	slope	
1	54.6793	0.0000	54.6777	0.0000	0.00000	1	65.1964	0.0000	65.1984	0.00000
2	0.0000	4984.0000	54.6777	4984.0000	0.00000	2	0.0000	5000.0000	65.1984	5000.0000
3	0.0520	16.0000	54.7311	5000.0000	0.00125	3	0.0014	14.0000	65.1984	5014.0000
4	0.0110	234.0000	55.5436	5234.0000	0.00347	4	1.0244	250.0000	67.2300	5264.0000
5	5.0136	500.0000	60.3563	5734.0000	0.01003	5	6.0215	300.0000	73.2444	5764.0000
6	0.6464	250.0000	61.4223	5804.0000	0.00347	6	0.9563	234.0000	74.2093	6000.0000
7	0.0035	16.0000	61.4261	6000.0000	0.00022	7	0.0564	14.0000	74.2657	6014.0000
8	0.0000	3984.0000	61.4261	9984.0000	0.00000	8	0.0000	3964.0000	74.2657	10000.0000
9	-0.0429	16.0000	61.3641	10000.0000	-0.00000	9	-0.0003	4.0000	74.2657	10004.0000
10	-0.6499	234.0000	60.7318	10234.0000	-0.00278	10	-0.0000	10.0000	74.2620	10014.0000
11	-25.4198	4500.0000	35.1137	14734.0000	-0.00565	11	-0.6270	250.0000	73.4380	10264.0000
12	-0.6944	250.0000	34.6194	14064.0000	-0.00278	12	-30.5150	4500.0000	42.9204	14764.0000
13	-0.0015	16.0000	34.6156	15000.0000	-0.00010	13	-0.7007	234.0000	42.1422	15000.0000
14	0.0000	3984.0000	34.6156	18964.0000	0.00000	14	-0.0129	4.0000	42.1369	15004.0000
15	-0.0261	16.0000	34.5027	19000.0000	-0.00163	15	-0.0322	10.0000	42.0944	15014.0000
16	-0.3442	234.0000	34.2036	19234.0000	-0.00166	16	0.0000	3964.0000	42.0944	19000.0000
17	-14.6232	5500.0000	15.2413	24734.0000	-0.00342	17	0.0000	4.0000	42.0944	19004.0000
18	-0.4132	250.0000	14.9635	24984.0000	-0.00163	18	-0.0007	10.0000	42.0944	19014.0000
19	-0.0066	16.0000	14.9635	25000.0000	-0.00000	19	-0.0042	250.0000	42.0991	19264.0000
20	0.0000	3984.0000	14.9635	28984.0000	0.00000	20	-32.7223	5500.0000	18.0680	24764.0000
21	-0.0235	16.0000	14.9426	29000.0000	-0.00130	21	-0.4725	234.0000	18.2090	25000.0000
22	-0.3244	234.0000	14.6384	29234.0000	-0.00366	22	-0.0070	4.0000	18.2074	25004.0000
23	-10.6984	3500.0000	3.9170	32734.0000	-0.00137	23	-0.0190	10.0000	18.2643	25014.0000
24	-0.3435	250.0000	3.9745	32984.0000	-0.00137	24	0.0000	3964.0000	18.2643	29000.0000
25	0.0014	16.0000	3.9783	33000.0000	0.00000	25	-0.0002	4.0000	18.2643	29004.0000
26	0.0000	3984.0000	3.9783	36984.0000	0.00000	26	0.0005	10.0000	18.2643	29014.0000
27	1.2695	250.0000	4.8486	37234.0000	0.00500	27	-0.4363	250.0000	17.9334	29264.0000
28	48.3040	4500.0000	53.1517	41734.0000	0.01073	28	-13.2564	3500.0000	4.6770	32764.0000
29	1.7725	250.0000	54.4221	41984.0000	0.00200	29	-0.4119	234.0000	4.2630	33000.0000
30	0.0000	2000.0000	54.4221	43984.0000	0.00000	30	-0.0066	4.0000	4.2573	33004.0000
31	0.0000	0.0000	54.4221	43984.0000	0.00000	31	-0.0180	10.0000	4.2303	33014.0000
			</							

Figure 3 : La fonction dispersion théorique avec les mesures à 347.6 MeV/c.

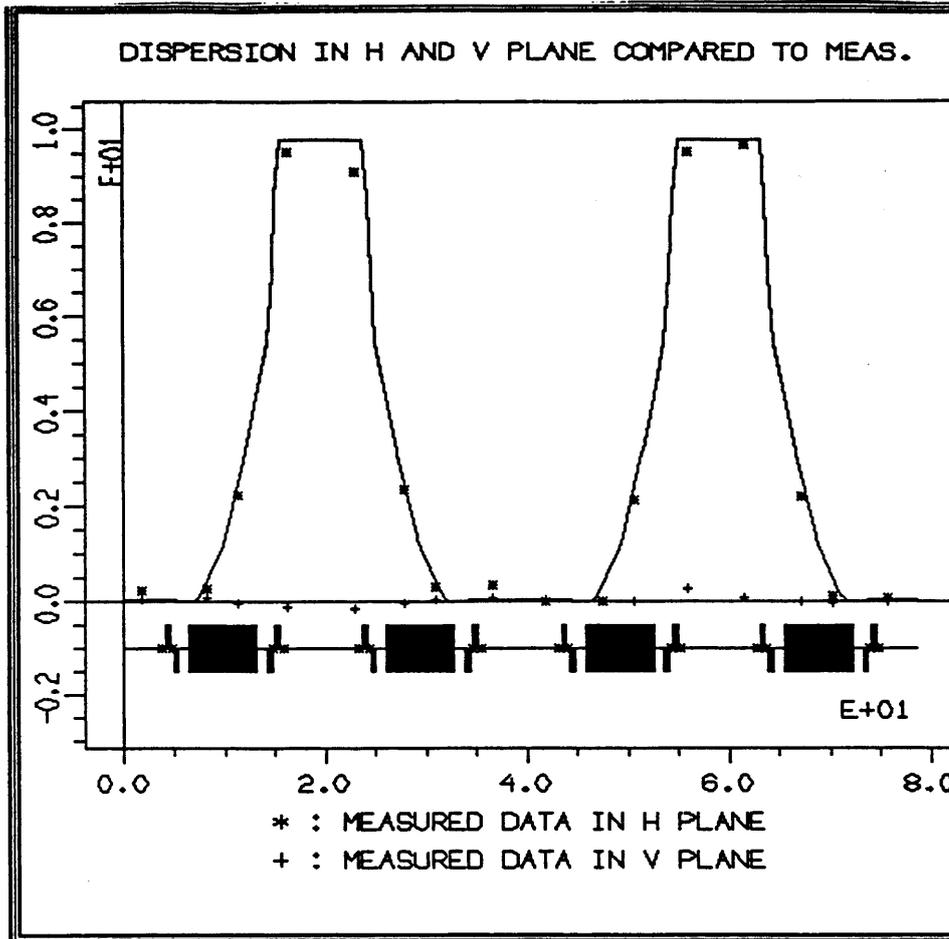


Figure 4 : La fonction dispersion théorique avec les mesures à 89.1 MeV/c.

