

RADIOACTIVITE POSSIBLE

DE L'AIMANT PS

pour les années 1982 et 1983

Prévisions générales

R. Gouiran

1. INTRODUCTION

Cette note est publiée à l'initiative du "Personnel Doses Working Group" de la division PS, chargé d'étudier les doses reçues par le personnel et les moyens de les diminuer.

Une première étude d'ensemble avait déjà été faite en 1973^(1,2) et il est bon, six ans après, de revoir la situation. Les prévisions faites à cette époque se sont heureusement révélées un peu pessimistes car depuis, de gros efforts ont été faits pour diminuer la radioactivité induite dans l'anneau du PS (diminution générale des pertes, diminution de l'utilisation des cibles internes autant pour la physique que pour les décharges, meilleure organisation des utilisations, plus de rigueur dans l'opération etc...).

A nouveau ici, dans cette note, nous présentons une vue maximaliste, c'est-à-dire dans le cas le plus défavorable, en espérant que d'ici là nous aurons trouvé les moyens pour modérer ces doses car le calcul brut nous conduit à des débits de dose qui sont inacceptables. Nous indiquons quelques méthodes pour les ramener à des niveaux tolérables.

2. PROGRAMME D'OPERATION ENVISAGEABLE

Le scénario retenu comme base de discussion est décrit dans le tableau 1 ci-après sous la forme de protons/année (p/y), pour les années 81, 82, 83 et pour chaque type d'opération susceptible de polluer l'anneau PS d'une façon spécifique (suivant les références 3 et 4). Les pourcentages pour chaque opération sont indiqués entre parenthèses.

Le temps pour NP ("Nuclear Physics") a été estimé à 5600 heures/année.

Il ne faut pas s'arrêter aux détails de 1981 qui sont approximatifs car cette année s'annonce assez complexe. Mais nous nous intéressons ici aux débits de dose fin 1982 et fin 1983 et, alors dans ces cas, l'opération en 1981 n'intervient que pour 10 à 15 %, ce qui fait qu'une grande erreur sur les opérations de 1981 n'affecte pas beaucoup les résultats finaux.

On voit toutefois que les programmes de 1982, 1983 prévoient le double de protons accélérés par rapport à 1978.

3. CALCUL DES DEBITS DE DOSE

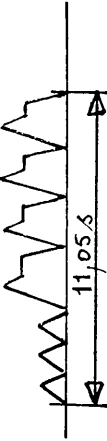
Deux méthodes ont été utilisées et raccordées : d'une part en utilisant les calculs décrits dans la référence (1), d'autre part en extrapolant le "Ring Survey" du groupe HS pour 1978⁽⁵⁾, connaissant les statistiques PS de 1978 publiées par G. Azzoni⁽⁶⁾, et confirmées par notre propre dosimétrie de 1978⁽⁷⁾. Les débits de dose sont donnés, comme d'habitude 40 cm de la chambre à vide en aval des sections droites, et mesurés soit 2,5 jours après la fin des opérations pour la majorité des cas, soit 3,5 jours après la fin de l'opération \bar{p} par AA, supposée s'arrêter un jour avant.

Nous avons considéré que toutes les opérations étaient mélangées et se terminaient pratiquement ensemble, ce qui donne une vue "pessimiste". Nous verrons plus loin qu'il est possible de modérer la radioactivité en arrêtant le remplissage de AA avant un arrêt pour maintenance, par exemple 15 jours avant.

TABLEAU 1

DISTRIBUTION POSSIBLE DES PROTONS ACCELERES, PAR ANNEE

Un exemple

	1 9 8 1	1 9 8 2	1 9 8 3
① <u>Antiprotons via AA</u> Premiers essais 25 % pour SPS et ISR = 1400 h. à $1,2 \cdot 10^{13}$ p par 2.6 s	$\frac{2,3 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{(21,2 \%)}$	25 % → SPS } 2800 h à $1,2 \cdot 10^{13}$ p 25 % → ISR } par 2,6 s $\frac{4,6 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{(32,8 \%)}$	25 % → SPS = 1400 h à $1,2 \cdot 10^{13}$ p par 2,6 s $\frac{2,3 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{(17,8 \%)}$
② <u>SPS physique classique</u> 75 % du temps = 4200 h à $3 \times 1,7 \cdot 10^{13}$ en 11,05 s (soit $5 \cdot 10^{13}$ p/supercycle) 	$\frac{6,84 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{(63,3 \%)}$	71 % = 4000 h à $3 \times 1,7 \cdot 10^{13}$ en 11,05 s (soit $5 \cdot 10^{13}$ p/supercycle) $\frac{6,5 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{(47,4 \%)}$	75 % = 4200 h à $3 \times 1,7 \cdot 10^{13}$ en 11,05 s (soit $5 \cdot 10^{13}$ p/supercycle) $\frac{6,84 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{(52,7 \%)}$
③ <u>ISR à 26 GeV/c</u> mal connu, mais faible	$\frac{10^{18} \text{ p/y}}{(0,9 \%)}$	mal connu, mais faible $\frac{10^{18} \text{ p/y}}{(0,8 \%)}$	Zéro (ISR arrêtés)
④ <u>Ejection lente 62</u> 1400 h, à $6 \cdot 10^{12}$ p x 4 en 11,05 s avec un maximum de	$\frac{1,1 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{(10,1 \%)}$	$6 \cdot 10^{12}$ p x 4 en 11,05 s $\frac{2,2 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{(15,5 \%)}$	comme à ② : 4200 h à $6 \cdot 10^{12}$ p x 4 en 11,05 s avec un maximum de $\frac{3,3 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{(25,5 \%)}$
⑤ <u>Cible interne # 1</u> 1400 h, à $2 \cdot 10^{11}$ p x 4 en 11,05 s	$\frac{3,6 \cdot 10^{17} \text{ p/y}}{(0,4 \%)}$	1000 h, à $2 \cdot 10^{11}$ p x 4 en 11,05 s $\frac{2,6 \cdot 10^{17} \text{ p/y}}{(0,18 \%)}$	Zéro (cible # 1 arrêtée)
⑥ <u>MD + SU</u> 700 h, pour 4 % des protons accélérés dans l'année	$\frac{4,2 \cdot 10^{18} \text{ p/y}}{(4 \%)}$	700 h, pour 4 % des protons totaux $\frac{5,6 \cdot 10^{18} \text{ p/y}}{(4 \%)}$	700 h, pour 4 % des protons totaux $\frac{5,0 \cdot 10^{18} \text{ p/y}}{(4 \%)}$
⑦ dont la moitié déversée sur cibles "dumps" internes, à partager entre 93 et 97 ($2,7 \cdot 10^{18}$ p/y)		comme pour 1981 ($2,2 \cdot 10^{18}$ p/y)	comme pour 1981 ($2,3 \cdot 10^{18}$ p/y)
Total accéléré dans l'année et valable pour l'injection à 800 MeV	$\frac{10,8 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{}$	$\frac{14,1 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{}$	$\frac{12,94 \cdot 10^{19} \text{ p/y}}{}$

Alors qu'il a été relativement facile d'extrapoler sans grosse erreur les opérations connues, il n'en a pas été de même pour le remplissage de AA à 26 GeV/c en paquets comprimés. Actuellement cette opération a beaucoup de pertes. C'est pourquoi nous avons considéré deux cas (dans les tableaux 2 et 3) :

- en colonnes A, des pertes estimées à 5 % à l'injection en 42 et 3 % à l'éjection en 16 pour l'opération "remplissage de AA",
- en colonnes B, pas de pertes supplémentaires pour cette opération autres que les pertes normales pour l'injection en 42 et l'éjection rapide en 16.

4. TABLEAU DES DEBITS DE DOSE

Le tableau 2 ci-après utilise à gauche le "Ring Survey" de fin 1978 du Groupe HS⁽⁵⁾, pour comparaison.

La colonne "A fin 1982" indique les doses fin 1982, avec les pertes supplémentaires prévues pour le remplissage de AA, tandis que la colonne B donne les doses sans ces pertes supplémentaires. Les deux colonnes A et B pour "fin 1983" donnent ces mêmes valeurs à fin 1983.

Les contributions de chaque opération à ces doses sont indiquées dans le tableau 3 ci-dessous, en valeur absolue comme contribution au TAR ("Total Activity Ring", c'est à dire la somme des 100 débits indiqués) et en valeur relative en pourcentage.

L'utilisation de TAR comme "facteur de mérite" significatif se justifie lorsqu'on considère la dose moyenne prise par un travailleur circulant dans l'anneau et intervenant statistiquement sur les unités prises au hasard; elle est bien plus ou moins proportionnelle à ce TAR, ce qui est d'ailleurs confirmé par l'expérience.

TABLEAU 2 - (Voir texte)

Section droite	Fin 1978	Fin 1982		Fin 1983	
	"ring survey HS" Downstream 26.12.1978 mrem/h	(A) mrem/h	(B) sans les pertes AA mrem/h * mrem/h *	(A) mrem/h	(B) sans les pertes AA mrem/h* mrem/h*
1	660,2	360	"	220	"
2	159,7	100	"	90	"
3	106,5	60	"	60	"
4	36,2	50	"	50	"
5	37,3	50	"	"	"
6	37,3	39	"	"	"
7	27,7	40	"	"	"
8	159,7	140	"	"	"
9	149,1	150	"	"	"
10	23,4	36	"	"	"
11	25,6	32	"	"	"
12	13,8	25	"	"	"
13	17,0	26	"	"	"
14	10,7	20	"	"	"
15	23,4	32	"	"	"
16	266,2	1860	860	1300	750
17	70,3	550	250	390	130
18	21,3	30	"	"	"
19	41,5	430	220	330	210
20	12,8	80	"	70	"
21	16,0	40	"	"	"
22	14,9	30	"	"	"
23	12,8	25	"	"	"
24	8,5	25	"	"	"
25	10,7	24	"	"	"
26	6,4	18	"	"	"
27	19,2	29	"	"	"
28	21,3	32	"	"	"
29	49,0	60	"	60	"
30	21,3	40	"	40	"
31	138,4	290	"	250	"
32	66,0	180	"	100	"
33	67,1	80	"	"	"
34	93,7	100	"	"	"
35	80,9	90	"	"	"
36	29,8	40	"	"	"
37	276,9	560	"	410	"
38	19,2	48	"	"	"
39	31,9	70	"	"	"
40	19,2	30	"	"	"
41	31,9	40	"	"	"
42	489,8	2000	1300	1530	1140
43	53,2	205	125	150	114
44	36,2	60	"	"	"
45	63,9	75	"	"	"
46	19,2	45	"	"	"
47	31,9	55	"	"	"

* Le signe " signifie qu'il faut lire la même valeur que dans la ou les colonnes juste à gauche sur la même ligne.

TABLEAU 2 (suite) - (voir texte)

Section droite	Fin 1978	Fin 1982		Fin 1983	
	"ring survey HS" Downstream 26.12.1978 mrem/h	(A) mrem/h	(B) sans les pertes AA mrem/h	(A) mrem/h	(B) sans les pertes AA mrem/h
48	14,9	30	"	"	"
49	17,0	25	"	"	"
50	9,6	23	"	"	"
51	10,7	30	"	"	"
52	10,7	27	"	"	"
53	12,8	30	"	"	"
54	6,4	20	"	"	"
55	8,5	25	"	"	"
56	3,2	15	"	"	"
57	6,4	20	"	"	"
58	17,0	25	"	"	"
59	13,8	26	"	"	"
60	12,8	30	"	"	"
61	308,8	280	"	420	"
62	202,3	190	"	280	"
63	127,8	140	"	210	"
64	63,9	70	"	70	"
65	44,7	60	"	"	"
66	24,5	38	"	"	"
67	91,6	92	"	"	"
68	16,0	28	"	"	"
69	31,9	36	"	"	"
70	6,4	15	"	"	"
71	7,5	14	"	"	"
72	3,2	13	"	"	"
73	3,2	13	"	"	"
74	45,8	50	"	"	"
75	30,9	30	"	"	"
76	4,3	15	"	"	"
77	13,8	25	"	"	"
78	9,6	21	"	"	"
79	13,8	24	"	"	"
80	4,3	14	"	"	"
81	6,4	16	"	"	"
82	23,4	22	"	"	"
83	330,1	310	"	460	"
84	46,9	65	"	"	"
85	660,2	600	"	910	"
86	40,5	49	"	"	"
87	62,8	90	"	"	"
88	70,3	56	"	"	"
89	57,5	65	"	"	"
90	23,4	40	"	"	"

TABLEAU 2 (suite) - (voir texte)

(Facteur moyen d'augmentation
par rapport à 1978 \approx 1,7)

Section droite	Fin 1978	Fin 1982		Fin 1983	
	"ring survey HS" Downstream 26.12.1978 mrem/h	(A) mrem/h	(B) sans les pertes AA mrem/h	(A) mrem/h	(B) sans les pertes AA mrem/h
91	159,7	150	"	"	"
92	25,6	40	"	"	"
93	106,5	150	←(300)*	150	←(300)*
94	43,7	60	"	60	"
95	57,5	60	"	60	"
96	18,1	40	"	"	"
97	202,3	150	←(300)*	150	←(300)*
98	62,8	60	"	60	"
99	66,0	60	"	60	"
100	35,1	40	"	"	"
TAR	6,925 \approx 7	11,9	9,6	10,9	9,5
rem/h	→ rem/h	(12,2)*	(10,0)*	(11,2)*	(9,8)*

* Les valeurs entre parenthèses () correspondent aux cas où les cibles "dumps" seraient à découvert, le blindage de pierre ayant été ôté.

TABLEAU 3

Contributions en débits de dose intégrés sur tout l'anneau (TAR) pour chaque opération, en rem/h et en % du TAR total.

	Principales sections droites touchées	Fin 1982		Fin 1983	
		(A) rem/h	(B) sans les grosses pertes pour AA rem/h	(A) rem/h	(B) sans les grosses pertes pour AA rem/h
① <u>Remplissage AA</u> pour les p SPS et ISR	à l'injection : 42, 43 et 37 à l'éjection : 16, 17 et 19	4,2 (36 %)	1,9 (20 %)	2,4 (22 %)	1 (11 %)
② <u>Physique SPS</u> standard	à l'injection : 42, 43 et 37 à l'éjection : 16, 17 et 19, 31, 32	3,0 (25 %)	3,0 (32 %)	3,42 (31 %)	3,42 (36 %)
③ <u>ISR standard</u> à 26 GeV/c	comme ci-dessus au # 2 (sauf 31, 32) valeurs négligeables.	0,016 (0,10 %)	0,016 (0,10 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
④ <u>Ejection lente</u> SE62	à l'injection : 42, 43 et 37 à l'éjection : 61, 62, 83, 85	2 (17 %)	2 (21 %)	2,5 (23 %)	2,5 (26 %)
⑤ <u>Cible interne</u> # 1	à l'injection : 42, 43 et 37 à l'utilisation : 1, 2, 3, 4, 19, 29, 30	0,4 (4 %)	0,4 (4 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
⑥ MD + SU	à l'injection : 42, 43 et 37 à l'utilisation : 16, 17, 19 93, 94, 95, 97, 98, 99 les cibles "dumps" 93 et 97 sont supposées être protégées par un blindage.	0,8 (7 %)	0,9 (9 %)	0,9 (8 %)	0,9 (9 %)
⑦ <u>Doses générales</u> <u>PS non corrélées</u> et <u>anciennes</u>	réparties sur tout l'anneau (résiduelles)	1,45	1,45	1,6	1,6

5. COMMENTAIRES AU SUJET DES TABLEAUX

Nous sommes de suite frappés de voir que ces opérations, appliquées ainsi sans précaution, entraînent vers des valeurs de TAR beaucoup trop élevées (jusqu'à 12 rem/h); c'est à peu près un facteur 1,7 par rapport aux valeurs actuelles.

Or il est clair que la valeur présente du TAR, de l'ordre de 7 rem/h, correspond au maximum admissible pour les doses personnelles qu'impose la maintenance habituelle. Cette valeur de TAR = 7 rem/h est donc à maintenir si on effectue la même maintenance avec le même personnel qu'à présent.

C'est pourquoi nous proposons de fixer une valeur type :

"TAR pratique à essayer de maintenir : ≤ 8 rem/h"

Nous pourrions fixer la limite "TAR ≤ 10 rem/h" si le problème de la maintenance et du personnel pour la faire est réexaminé en détail, dans le but de réduire certaines doses personnelles.

Nous allons donc considérer ci-dessous différents moyens pour modérer les chiffres du tableau 2*.

6. MESURES POSSIBLES POUR MODERER LA RADIOACTIVITE DANS L'ANNEAU PS

Nous ferons d'abord une remarque concernant la contribution de l'injection à 800 MeV.

Nous avons compté, d'après les résultats des années 1977 et 1978, que les protons perdus dans le PS par le fait de cette injection étaient, dans des conditions "normales", de 2 % en SD 42 et 0,7 % en SD 37.

Si toute l'injection prévue en 1982 était ainsi "normale", y compris pour le faisceau à forte densité prévu pour AA, la contribution au TAR serait de 2,2 rem/h, soit 23 % du TAR total de 9,6 rem/h.

a) Optimisation des pertes pour l'opération de remplissage AA.

Il pourrait être exigé qu'aucun programme de remplissage de AA ne dépasse un certain pourcentage X du temps NP tant que les pertes, en %, ne sont pas descendues au-dessous d'une valeur Y, les relations entre X et Y restant à définir. Il suffit de dire que

(*) Il faut quand même garder à l'esprit qu'il y a bien déjà ± 5 % d'erreur probable sur le calcul de TAR, soit $\pm 0,5$ rem/h !

sa contribution au TAR ne dépassera pas Z (≈ 2 rem/h) ou que les débits de dose des sections 42 et 16 ne dépasseront pas 1000 ou 1500 mrem/h suivant les travaux à faire sur elle, le gain sur TAR serait \approx 18 %.

(b) Programmation judicieuse des remplissages AA pour avoir des délais de "cooling".

Dans la vue "pessimiste" présentée ici, toutes les opérations étaient supposées finir plus ou moins en même temps. Mais si le remplissage de AA est programmé pour s'arrêter 2 semaines avant la fin d'un run, sa contribution à la dose pendant l'arrêt diminue de 33 % et le TAR de la colonne "A, fin 82" descend à 10,5 rem/h au lieu de 11,9. Le débit de dose SD 42 descend de 2000 à 1600 rem/h. et celui de 16 passe de 1800 à 1300 ce qui est déjà intéressant, bien que faible. Gain sur TAR : 1,4 rem/h soit 12 %.

(c) Laisser l'éjection lente 62 à son niveau actuel.

Si nous laissons en 1983 le SE62 à son niveau de 1978 (environ $2,4 \cdot 10^{19}$ p/y, au lieu des $3,3 \cdot 10^{19}$ p/y prévus), nous diminuerons le TAR de 0,6 rem/h (pour "fin 83"). Ce n'est pas encore suffisant pour ramener le TAR au-dessous de 10 rem/h, mais cela peut s'ajouter aux autres mesures. Les doses des sections # 61, 62 et 83 et 85 sont diminuées en proportion. Gain sur TAR = 0,6 rem/h ou 5 %.

(d) Blindage des zones trop radioactives.

Dans la mesure où il n'y a pas à intervenir sur les sections droites les plus actives, un blindage amovible local des sections 16, 42 et 85 peut diminuer le TAR pour le personnel circulant dans l'anneau. Un gain de 40 % sur ces 3 sections diminuerait le TAR de 1,7 rem/h (soit 14 %), le ramenant à la valeur "apparente" de 10,2 rem/h ("colonne A, fin 82").

e) Réduction des heures NP.

Le chiffre de 5600 heures/an suppose qu'il n'y a que des arrêts PS courts ou moyens. En effet, ces dernières années, les longs arrêts du PS n'ont permis que d'avoir en moyenne 5300 heures/an. Si nous considérons donc seulement cette dernière valeur, assez usuelle, de 5300 heures/an, qui comprend donc un arrêt long dans l'année, le gain sur le TAR est de : 5 % (soit $\approx 0,6$ rem/h).

f) Réduction des protons pour le SPS pour des raisons techniques.

S'il n'est pas demandé d'envoyer 5.10^{13} p au SPS, on pourrait n'en délivrer que 4.10^{13} par impulsion SPS. Le gain sur le TAR serait de : 5 % (soit $\approx 0,6$ rem/h).

Conclusion sur la somme des gains possibles sur le TAR :

- § a : (pertes pour accélérer \bar{p} pour AA) gain	18 %	
- § b : délai de "cooling"	12 %	
- § c : diminuer l'éjection lente SE62, au niveau actuel	5 %	
- § e : réduction heures NP à la valeur passée	5 %	
- § f : injection seulement 4.10^{13} au SPS	5 %	
TAR "fin 1982" (11,9) ramené à		→ 8,61 ou 6,6 rem/h

L'ensemble de toutes ces mesures de modération additionnées permettrait de ramener le TAR vers 6.6 rem/h, ce qui serait acceptable pour le personnel.

7. DOSES RECUES PAR LE PERSONNEL.

Nous rappelons brièvement les principes de base de la méthode utilisée dans notre rapport SR 73-5 déjà cité⁽¹⁾.

La dose reçue par une personne travaillant t heures dans une zone où le débit de dose est, suivant le tableau 2, D_i (à 40 cm) :

$$\text{Dose reçue} = D_i \cdot t \cdot \frac{1}{f_p} \cdot \frac{1}{f_e} \cdot \frac{1}{f_d}$$

Ici f_e , f_p , f_d sont trois facteurs de réduction de dose ainsi calculés :

- . f_p : est le facteur de "présence" indiquant que, pendant les t heures, la personne n'est pas restée fixe à 40 cm de la chambre, mais s'est tenue à des distances variables, en allant et venant. Ce facteur varie de 1 à 5 et vaut typiquement 4 pour les opérations relatives au vide et 3 pour les interventions très proches sur les unités d'aimant.
- . f_e : est le facteur "d'équipement" indiquant que la dose diminue lorsque des équipements radioactifs ont déjà été enlevés, tels cibles ou chambres à vide. Par exemple f_e vaut typiquement 2 lorsque chambre à vide et section droite ont été ôtées, ce qui est souvent le cas pour des interventions dans les unités d'aimant. Lorsqu'il s'agit d'une grosse enceinte avec septum, il peut dépasser 5 ou 6. Lorsque seulement la section droite a été démontée il vaut en moyenne 1,7.
- . f_d : est le facteur de "délai" propre au "refroidissement" radioactif lorsqu'on attend quelques jours pour faire une intervention dans un arrêt long. Il vaut typiquement 30 % (1,4) à 10 jours et 50 % (2) après 30 jours.
- . Dose générale. A la dose spécifique reçue pour un travail, il faut ajouter la dose générale reçue pendant les allées et venues dans l'anneau. Si le TAR est multiplié par 1,7 par rapport à sa valeur actuelle, il faudra compter 17 mrem/h par jour de présence dans l'anneau, soit déjà 510 mrem pour 30 jours de présence par an, avant toute intervention !!

Exemples :

- 1) Soit à opérer le démontage et le remontage d'une section droite dont le débit de dose dans le tableau 2 est 80 mrem/h à 40 cm. Dans les données que nous avons recueillies en 1973, il fallait à l'époque 5 heures à 2 personnes pour ce travail. $f_p = 4$, f_d et f_e sont 1 si c'est urgent et si rien n'a été encore ôté.

La dose reçue sera $80 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{1} \times 5 = 100$ mrem par personne + 10 à 20 mrem/h pour la circulation dans l'anneau, soit ≈ 110 mrem.

- 2) Considérons maintenant 100 interventions de routine de ce genre au cours de l'année, statistiquement réparties autour de l'anneau à l'exception des zones très chaudes traitées à part (telles 1, 16, 42, 83, 85, 93, 97). La valeur moyenne par unité restante est statistiquement 66 mrem/h. La dose intégrée reçue pour ces interventions est ("colonne A, fin 82")
- $$66 \times 100 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{1,2} \times 5 = 6,875 \text{ rem par personne s'il n'y avait qu'une seule équipe de 2,}$$

dose à laquelle il faut ajouter 480 mrem de dose générale (30 jours par an de présence dans l'anneau).

- 3) Démontage d'une section très radioactive. S'il fallait démonter et remonter le tank 16 avec une dose de 1,2 rem/h par exemple, en comptant 4 heures en allant vite, la dose reçue serait
- $$1,2 \times 4 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{1} = 1,2 \text{ rem.}$$

(Dans les exemples 2 et 3, les doses sont en fait réparties sur plusieurs équipes).

- 4) Intervention sur une unité d'aimant PS. La déconnexion et la reconnexion d'une unité pour la déplacer demande 10 heures : avec $f_p = 3$, $f_e = 1,7$, ($f_d = 1,2$?).

La dose reçue sera, pour 80 mrem/h indiquée au tableau 2 à 40 cm,

$$80 \times 10 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{1,7} \times \frac{1}{1,2} = 130 \text{ mrem par personne,}$$

(soit 150 mrem avec la dose générale).

Remarque :

Comme la "dose générale" venant de la simple circulation dans l'anneau est loin d'être négligeable (elle pourra atteindre 500 mrem/an), une discipline particulière pourrait peut-être permettre de la ramener à 300 mrem/an; mais ce genre de contrainte est très difficile à appliquer.

8. CONCLUSIONS

Nous pouvons dire que, en gros, pour une maintenance semblable à celle actuelle, les doses reçues par le personnel seraient multipliées par 1,7 vers fin 82, fin 83 si on n'applique pas des mesures de modération;

à moins que cette maintenance soit réduite ou modifiée dans ses structures, et que le programme ambitieux de physique autour du PS soit réduit, que ce soit volontairement, ou par la "force des choses". C'est d'ailleurs ce dernier cas qui risque d'arriver car il s'est déjà souvent produit ce qui a fait que les vues "pessimistes" (vue par le côté "entretien" !) se sont souvent trouvées réduites soit par certains délais dans les réalisations prévues des programmes à grande consommation de protons, soit par une prise de conscience progressive du problème de radiation, accompagnée d'efforts constants et soutenus pour réduire les irradiations.

Par cette note nous avons essayé de montrer où se trouveront, pour les années 82 et 83, les points "polluants", le poids de leur contribution, de façon à savoir où agir efficacement pour diminuer les doses reçues par le personnel tout en minimisant les contraintes sur la physique faite au CERN.

Je remercie ici toutes les personnes qui m'ont apporté les informations nécessaires et qui ont corrigé le manuscrit.

REFERENCES

1. "La Radioactivité de l'aimant du CPS et son influence sur la maintenance de l'Anneau - Statistiques et Prévisions".
R. Gouiran - CERN/MPS/SR 73-5
2. "CPS High Intensity running - Implication on magnet irradiation and radioactivity".
R. Gouiran - MPS/SR/Note 73-43
3. "PS Physics of the future" G. Munday
DIR/PS/Note 79-3
4. "Intensity for SE 62".
L. Hoffmann et al. - PS/MU/EP/Mem. 79-13.
5. "Ring survey MPS"
E. Barbe et C. Renaud - RSR/PS/79-22
6. "Statistics of PS operation 1978".
G. Azzoni - CERN/PS/OP 79-2
7. "Etat de l'aimant CPS après l'arrêt de Janvier-Février 1979"
R. Gouiran, U. Jacob - PS/SM/Note 79-4

Distribution :

"Personnel dose working Group" (MM. U. Jacob, P. Lefèvre, P. Riboni, D. Simon, C. Steinbach).

PS Group leaders.	M. Hoefert
O. Barbalat	L. Jeannerot
M. Bôle-Feysot	G. Munday
J.Y. Freeman	M. Thivent
K. Goebel	C. Reynaud