

Le transport de protons pour UA9

S. Chancé, T. Demma et J. Zhang

LAL

29 Octobre 2014

Sommaire

1 Introduction : Principe de la collimation avec un cristal

2 Transport dans le SPS utilisant le cristal pour UA9

- SixTrack
- Icosim

3 Conclusion

Sommaire

1 Introduction : Principe de la collimation avec un cristal

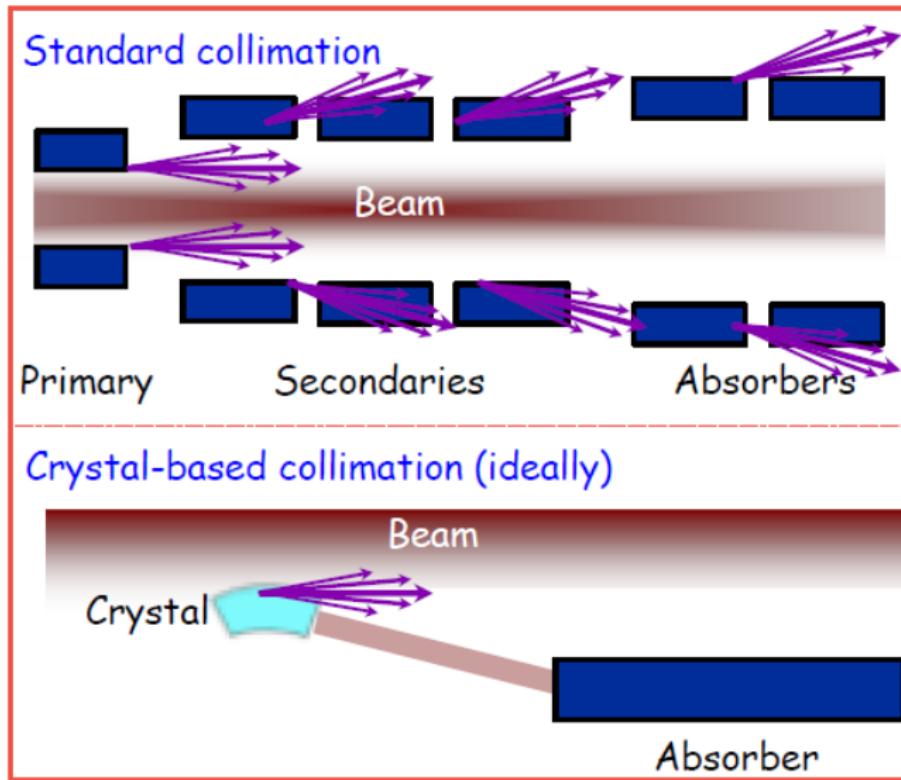
2 Transport dans le SPS utilisant le cristal pour UA9

- SixTrack
- Icosim

3 Conclusion

Introduction : Principe de la collimation avec UA9

Principe de collimation multi-étagée actuelle du LHC et principe avec un cristal.



Modes du cristal

Pour un cristal droit

- Out : La particule ne touche pas le cristal
- Amorphous : La particule n'est pas alignée avec le plan du cristal. Elle interagit comme avec un collimateur classique selon diverses interactions. La particule interagit avec le cristal comme un matériaux amorphe (les atomes ne respectent aucun ordre à moyenne et grande distance)
- Channeling : Nécessite que l'angle de la particule soit inférieur à l'angle critique de channeling qui dépend de la profondeur du puit de potentiel planaire.

$$\theta_c = \sqrt{\frac{2U_0}{pv}} \quad (1)$$

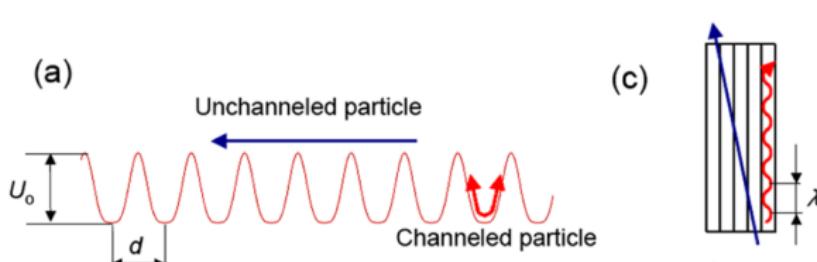


Figure : From PRL 98 154801 (2007)

Modes du cristal

Modes supplémentaires dans un cristal courbé

- Channeling : On utilise le potentiel planaire effectif qui est la somme du potentiel pour un cristal droit et du potentiel centrifuge
- Volume reflection : Sa direction transverse est inversée élastiquement par l'interaction avec la barrière de potentiel
- Volume capture : La particule perd une partie de son énergie transverse et est piégée dans un canal.
- Dechanneling : C'est l'opposé de l'effet du volume capture. La particule peut avoir une interaction inélastique et son énergie transverse peut franchir le potentiel planaire du cristal.

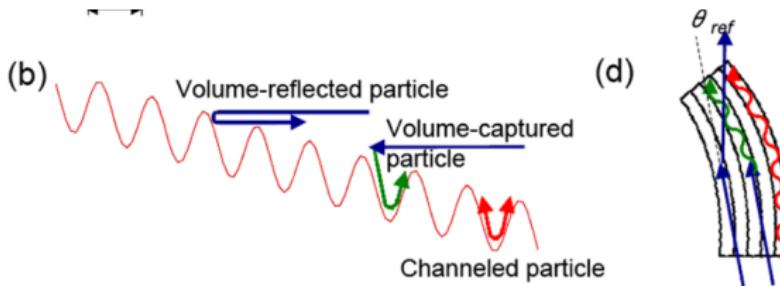


Figure : From PRL 98 154801 (2007)

Figure prise de G. Cavoto (SIF 2010)

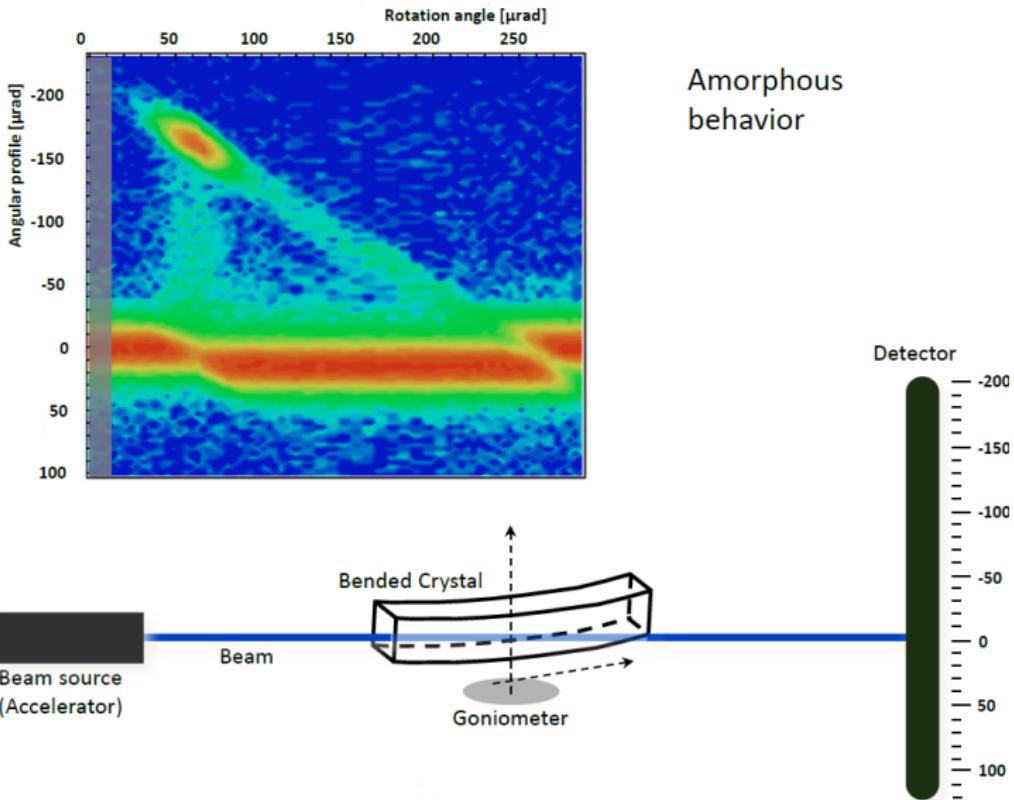


Figure prise de G. Cavoto (SIF 2010)

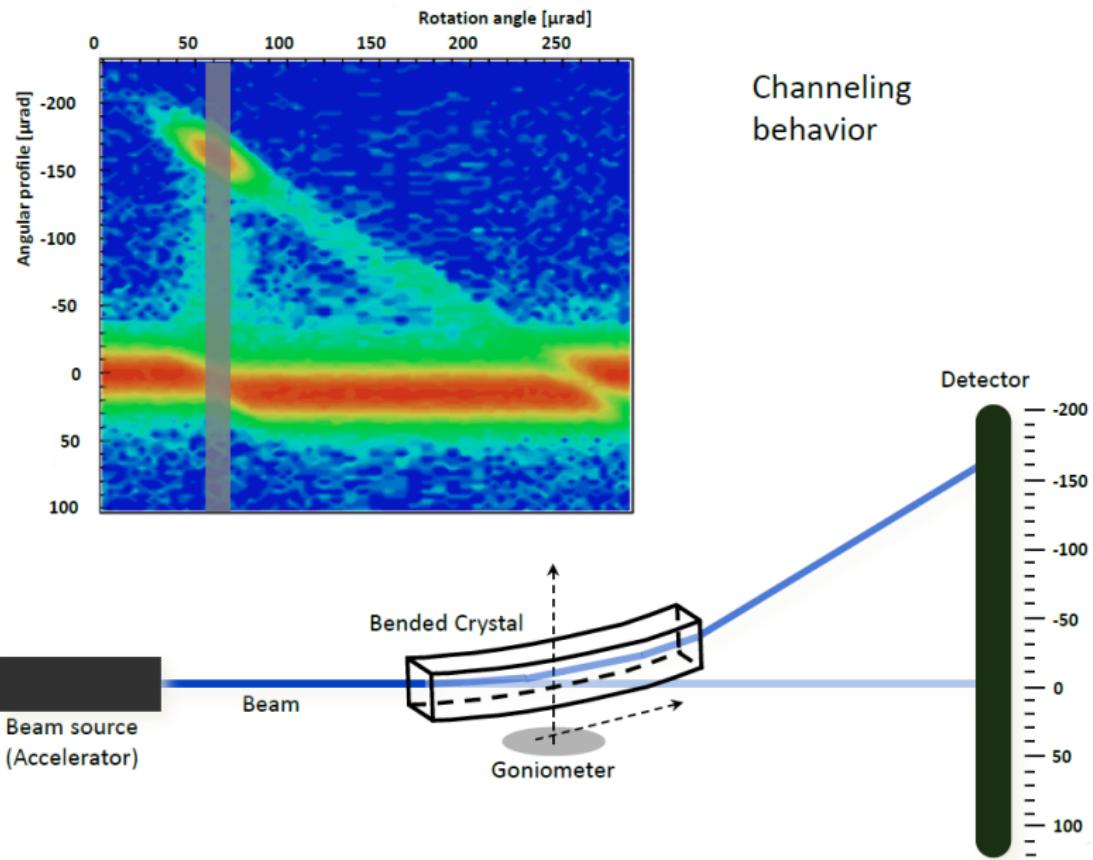
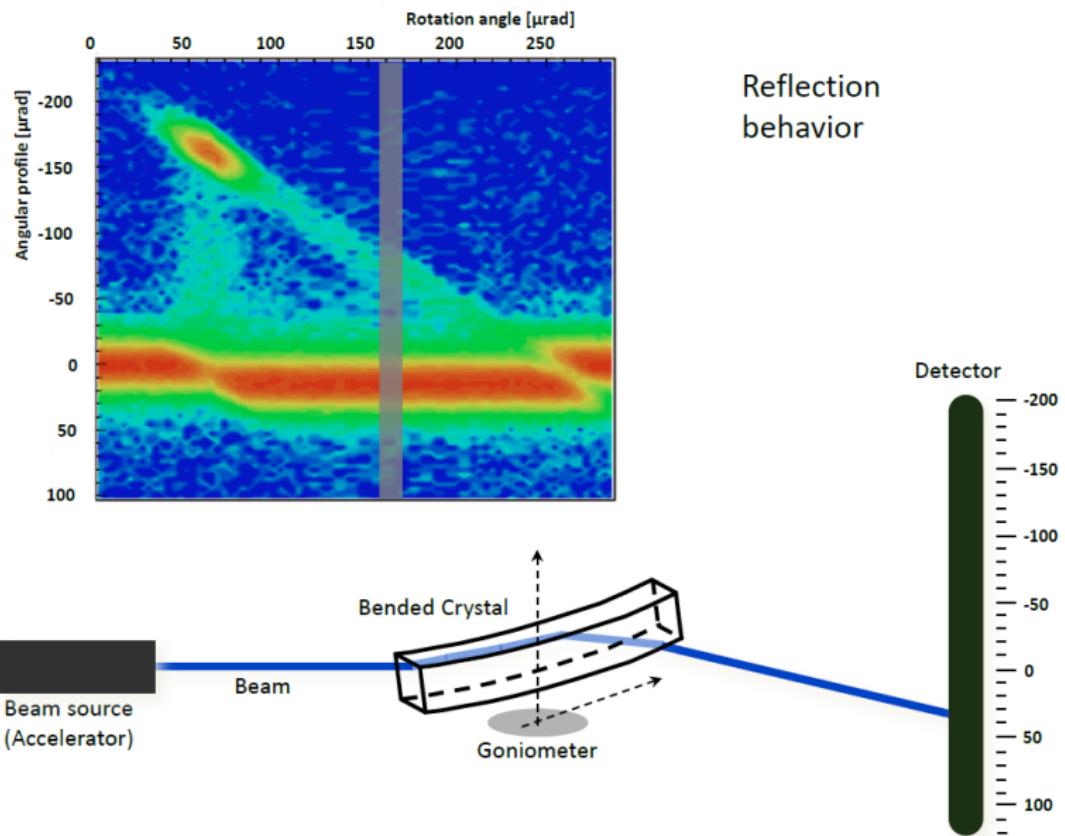


Figure prise de G. Cavoto (SIF 2010)



Sommaire

1 Introduction : Principe de la collimation avec un cristal

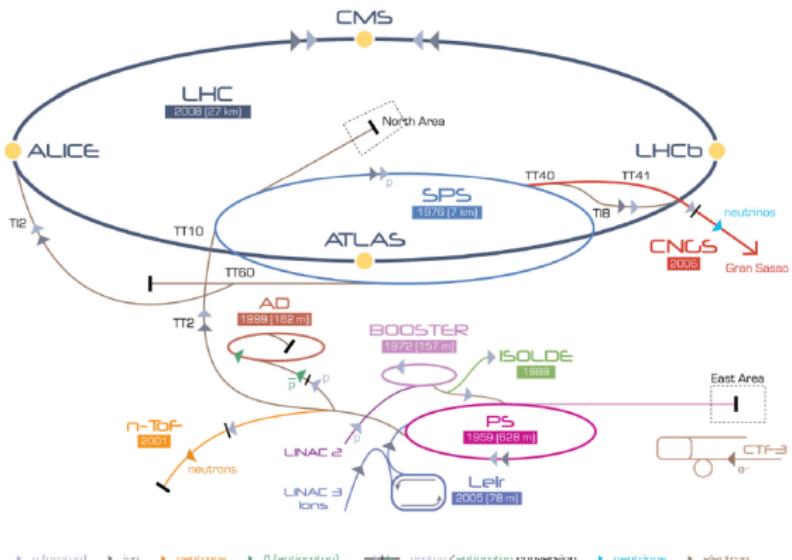
2 Transport dans le SPS utilisant le cristal pour UA9

- SixTrack
- Icosim

3 Conclusion

UA9 au CERN

- Schéma d'implantation des machines au CERN
- L'expérience UA9 est prévu à la fois sur SPS et LHC qui sont des machines avec des faisceaux de protons



LHC Large Hadron Collider SPS Super Proton Synchrotron PS Proton Synchrotron

AD Antiproton Decelerator CTF-3 Clic Test Facility CNCS Cern Neutrinos to Gran Sasso ISOLDE Isotope Separator OnLine DÉvice LEIR Low Energy Ion Ring LINAC LINear ACcelerator n-TOF Neutrons Time Of Flight

Simulation de la collimation pour UA9

Simulations de transport faisceau incluant la collimation avec un cristal

- Plusieurs cristaux ont été installés sur SPS afin de les étudier.
- La répartition du travail faite sur la partie simulation - transport est :
 - D. Mirarchi au CERN s'occupe des calculs de simulation pour le cristal installé sur le LHC
 - Le LAL s'implique sur les études concernant le SPS (possible comparaison des simulations avec l'expérience)
 - 2 logiciels sont utilisés
 - Icosim++ (C++) où l'on peut rajouter un cristal. (J. Zhang)
 - SixTrack (fortran) qui est le code de tracking standard au CERN dans lequel existe une partie collimation. Une modification du bloc collimation a été faite au CERN pour inclure le cristal.
- Les 2 utilisent une routine fortran (implémenté par J. Zhang pour Icosim) qui simule les effets dans le cristal. Cette routine a été finalisé par D. Mirarchi au CERN.
- Les simulations du tracking sont utilisées pour mettre en place l'expérience.

Fonctionnement de la simulation avec SixTrack

Découpage en trois parties

- Sixtrack
 - Transporte les particules sur plusieurs tours, enregistre les coordonnées de chaque particule du halo et définit les impacts et les absorptions dans les collimateurs définis dans une base de données. Dans notre cas cela inclut le crystal.
- BeamLossPattern
 - Particules perdues dans les ouvertures sauvegardées dans un fichier.
- CleanInelastic
 - Identifie les particules ayant déjà été perdues dans les ouvertures pour les enlever des fichiers de SixTrack.

Travail en cours

L'idée à terme est de comparer SixTrack et Icosim avec la même routine fortran.

SixTrack - Comparaison avec Icosim

Principaux paramètres d'entrée pour SixTrack

- Energie : 270 GeV
- Nombre de tours : 1000
- Emittance normalisée : $2.89 \mu\text{m}.\text{rad}$
- 64 particules

Le bloc collimation dans SixTrack

- Nombre de packs de 64 particules (limitation CPU). Ici on prend un total de 6400 particules.
- Distribution initiale
- Appel du fichier contenant le cristal

Fichier d'entrée pour les collimateurs et le cristal

- Positionnement horizontal ou vertical
- Paramètres de dimensions transverses, rayon de courbure et longueur
- Matériau : dans notre cas silicium

SixTrack - Exemples de résultats obtenus avec une distribution dans un plan

Concernant les collimateurs

Fichier coll_summary.dat :

1 = icoll	2=nimp	3=nabs	4=imp_av	5=imp_sig	6=length
1 CRY.C1.B1	8214	24	0.3959048E-03	0.4425117E-03	0.0020000000
2 TCLA.SPSTAL	3193	3187	0.7321049E-02	0.1827464E-02	0.6000000000

Concernant les pertes dans les ouvertures physiques

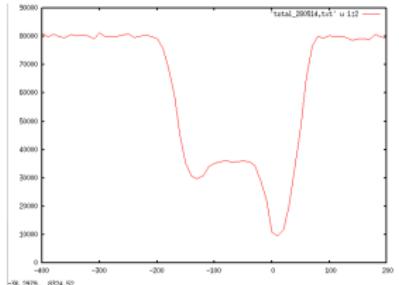
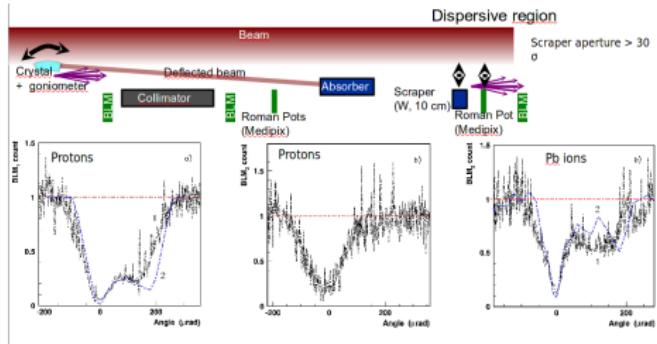
Fichier LPI_BLP_out : Ici, on a perdu 9 particules dans les ouvertures physiques.

name	turn	s	x	xp	y	yp	dE/E
964	8	5828.9	-0.000619313	-0.000625	0.0174477	0.00232	-6.07e-06
1505	90	5900.4	0.0065037	0.00122	-0.0173506	-0.00112	-0.0129
7151	35	1722.6	-0.0445347	-0.00133	-0.00641891	-2.22e-05	-1.52e-05
7434	4	6064.3	-0.0466005	-0.00115	-0.0177581	0.000297	-0.0129
7536	11	5828.9	-0.00043396	-0.000633	0.0174477	0.00232	-6.11e-06
9160	72	5850.9	-0.012157	-0.00055	-0.0243308	-0.000829	-1.76e-05
9921	5	6046	-0.0520053	-0.000449	0.0158429	0.00052	-0.0129
10051	9	5893.4	-0.015514	0.000113	0.017313	0.00187	-0.0129
10048	45	5893.9	-0.00869473	0.000795	0.0173836	0.0018	-0.0208

SixTrack -validation

Scan Angulaire

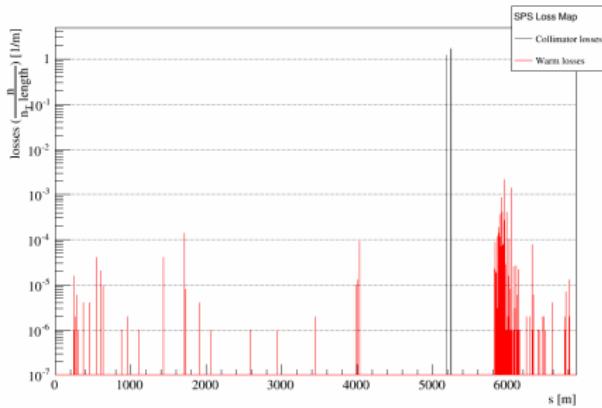
- Idée : reproduire le scan angulaire indiqué dans les publications pour mieux comprendre les composantes de la simulation (les fichiers d'entrée)
- Scan angulaire du crystal de -400 à 200 μ rad



SixTrack - Perspectives

Elaboration d'une lossmap (carte des pertes le long du SPS)

- Prendre le fichier avec le nombre de particules dans chaque collimateur
- Prendre le fichier relatif aux pertes dans les ouvertures
- Normaliser et regarder les pertes sur la longueur de l'anneau
- Comprendre où interviennent les différents modes de fonctionnement du cristal sur la lossmap



Problématiques

- le temps de calcul total est long : une semaine environ due à l'attente de lancement des jobs
- Pas de possibilités de calcul autre que sur lxplus (la machine du CERN) pour l'instant à cause de la compilation : alternative serait Icosim

Avantages d'icosim

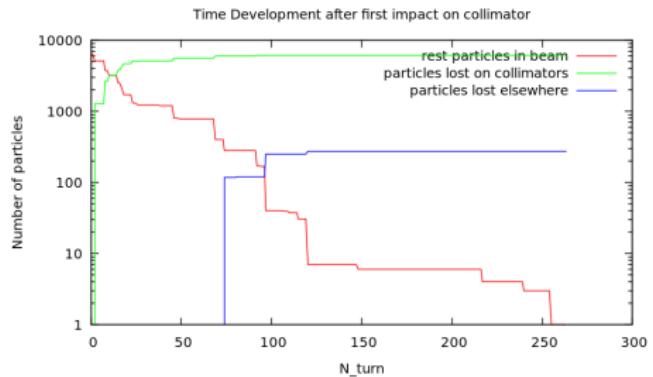
- Icosim est codé en C++
- Icosim est adaptable à tous types de serveur car compilable partout
- Il est aussi plus rapide en temps de calcul

Fonctionnement de la simulation avec Icosim

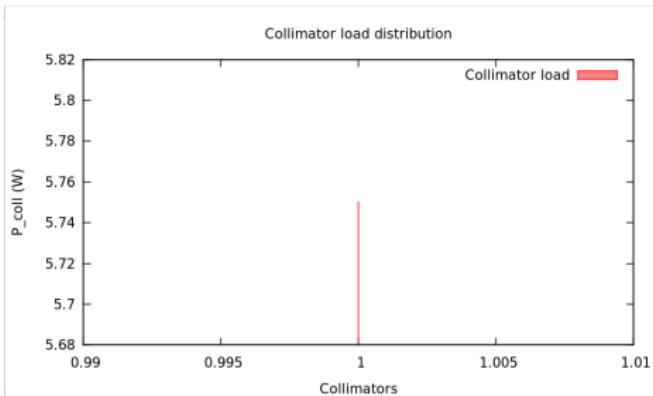
- Pas de séparation d'executables comme avec SixTrack
- Trois fichiers d'input nécessaires
 - Un fichier d'optique incluant les ouvertures issu de MADX
 - Un fichier de description des collimateurs
 - Un fichier de description du cristal
- Utilise maintenant la même routine que SixTrack

Exemples de résultats avec Icosim

Résultat cristal et TCLA Perte des particules au bout de 263 tours



Exemple de pertes au niveau des collimateurs



Sommaire

1 Introduction : Principe de la collimation avec un cristal

2 Transport dans le SPS utilisant le cristal pour UA9

- SixTrack
- Icosim

3 Conclusion

Conclusion

Perspectives

- Continuer la comparaison SixTrack - Icosim? → nécessité de voir si cela est utile pour les gens de la collimation au CERN
- Si oui, il faudrait approfondir les résultats et inputs des deux codes pour mieux comprendre les différences
- Mieux comprendre les différences sur les lossmap suivant les modes du cristal

Backup

Distribution initiale générée par SixTrack plate en y ($y = 0$) avec une amplitude de 3.7 sigmas (Dans la direction horizontale) illustrée sur la Figure 3 et la Figure 4.

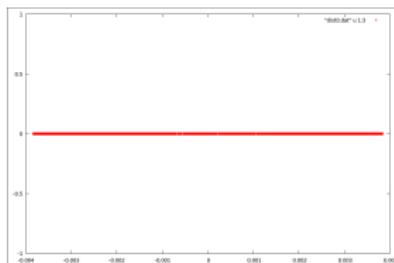


Figure : Distribution générée aléatoirement par SixTrack dans le plan transverse (x,y).

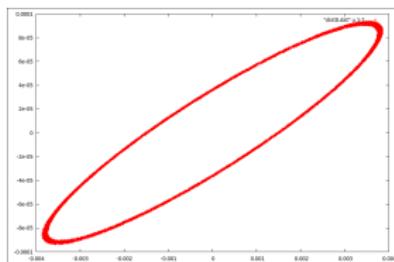


Figure : Distribution générée aléatoirement par SixTrack dans le plan (x,x').