



LABORATOIRE DE L'ACCÉLÉRATEUR LINÉAIRE

IN2P3-CNRS et Université PARIS-SUD
Centre Scientifique d'Orsay - Bât 200 - B.P. 34
91898 ORSAY Cedex (France)

Tél. : +33 1 64 46 83 12

Fax : +33 1 69 07 14 99

Web PHIL : <http://phil.lal.in2p3.fr>

Web LAL : <http://www.lal.in2p3.fr>



PHIL : PHoto Injecteur au LAL

Orsay, le 09/08/2010

MEMO TECHNIQUE:	X
COMPTE RENDU:	
DIVERS:	

N° NOTE PHIL :	2010-009

Mise en évidence de l'impact de l'antenne de couplage HF du canon AlphaX sur le portrait de phase.

Brossard Julien
brossard@lal.in2p3.fr

Version électronique disponible :
<http://phil.lal.in2p3.fr/spip.php?rubrique92>

Diffusion: SERA, équipe PHIL.

I : Introduction

Le but de cette étude est de mettre en évidence – par l'étude numérique de quelques cas précis via le logiciel Parmela - l'effet de «l'antenne de couplage» du canon AlphaX sur le portrait de phase (charge extraite en fonction de la phase HF).

II : Modèles de canon

Le photo-injecteur AlphaX est constitué de 2 cellules et demi (Figure 1). Le couplage HF est assuré par une antenne à symétrie cylindrique située en bout de canon. La présence de cette antenne engendre une ouverture – en bout de canon - plus petite que l'intérieur des 2 cellules et demi.

Dans les premières simulations de dynamique faisceau (<http://phil.lal.in2p3.fr/spip.php?rubrique24>) réalisées avec le logiciel Parmela sur PHIL équipé du photo-injecteur AlphaX, ce dernier était considéré comme une zone de 1,2 cm de rayon sur 17,7 cm de longueur, suivi par une ouverture circulaire de 3 cm de rayon (voir modèle «standard» du Tableau 1).

		Cellule n°1	Cellule n°2	Tubes de glissement						
Modèle «standard»	longueur	17.7		0.3	3.5	0.9572	0.9572	0.9572	0.9572	0.9572
	rayon	1.2		3	3	3	3	3	3	3
Modèle «élaboré»	longueur	12.4	5.6		3.5	0.9572	0.9572	0.9572	0.9572	0.9572
	rayon	1.2	0.739		0.739	0.9412	1.1434	1.3456	1.5478	1.7500
Modèle «standard» à 2 cellules	longueur	12.4	5.6		3.5	0.9572	0.9572	0.9572	0.9572	0.9572
	rayon	1.2	1.2		3	3	3	3	3	3

Tableau 1: Définition des ouvertures utilisées dans les 3 modèles parmela.

L'objectif de cette étude nous oblige à réaliser des simulations Parmela dans lesquelles les ouvertures sont plus réalistes. Ainsi, le modèle «élaboré» (voir Tableau 1) est composé des 3 parties suivantes:

- une partie de 12,4¹ cm avec un rayon de 1,2 cm (valeur identique à la modélisation «standard»)
- une partie de 9,1 cm avec un rayon de 0,739 cm
- une succession de 5 cylindres (de 0.9572 cm de longueur) dont le rayon croît régulièrement de 0,9412 m à 1,75 cm (diamètre de sortie : 3,5 cm). Ces cylindres simulent la partie conique située en bout de canon (voir Figure 1).

Afin de vérifier si le découpage du canon en 2 cellules n'introduit pas – dans les simulations – des effets numériques inattendus, un modèle «standard» à 2 cellules a été élaboré (voir Tableau 1). Normalement, les résultats obtenus par le modèle «standard» et ce modèle doivent être identiques.

1 Le dernier iris se trouve rigoureusement à 12,5 cm de la photocathode. L'écart de 1 mm entre le modèle et la réalité est supposé négligeable.

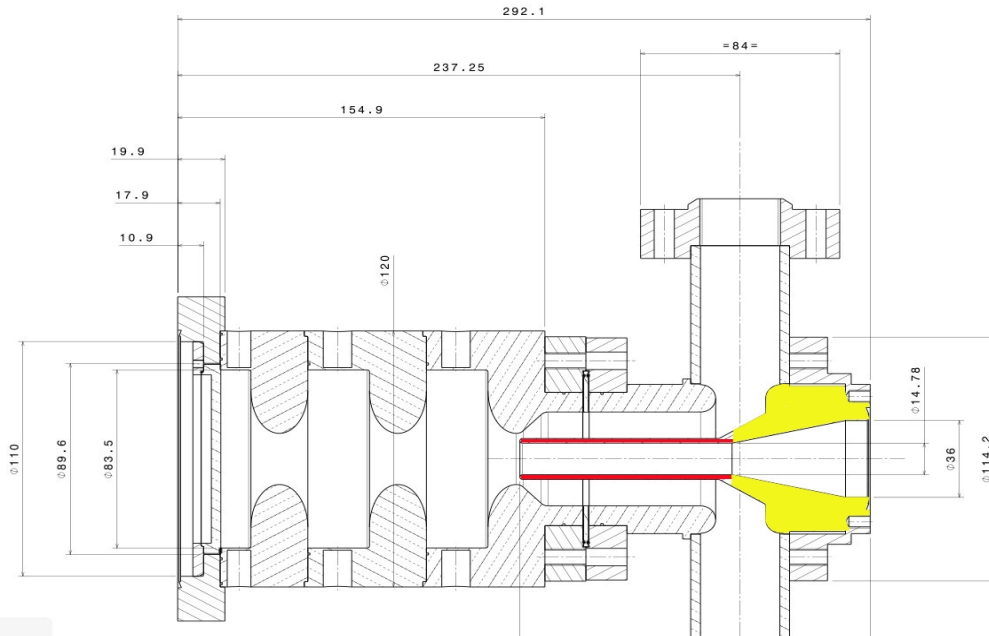


Figure 1: Coupe du canon AlphaX. En rouge : le "nez de l'antenne". En jaune, la partie conique (modélisée par la succession de 5 cylindres de rayon différents).

III : Propriétés du faisceau

Deux simulations PARMELA ont été réalisées sur le canon AlphaX. Dans ces simulations, aucun champ magnétique extérieur n'a été appliqué.

III.1: simulation à 500 pC

La première simulation étudie la propagation d'un faisceau de 500 pC de charge, pour un champ accélérateur crête (dans le photo-injecteur) de 60MV/m. 3000 macro-particules ont été utilisées dans le modèle. Le laser est modélisé:

- temporellement par une gaussienne de sigma égal à 3.6 ps (et +/- 10 ps d'amplitude maximale)
- transversalement par une gaussienne de sigma égal à 0.025 cm (et +/- 0.06 cm d'amplitude maximale).

III.2: simulation à 100 pC

La seconde simulation étudie la propagation d'un faisceau de 100 pC de charge, pour un champ accélérateur crête (dans le photo-injecteur) de 50MV/m. 3000 macro-particules ont été utilisées dans le modèle. Le laser est modélisé:

- temporellement par une gaussienne de sigma égal à 3.0 ps (et +/- 10 ps d'amplitude maximale)
- transversalement par une gaussienne de sigma égal à 0.1 cm (et +/- 0.4 cm d'amplitude maximale).

Un objectif de cette simulation est la reproduction des résultats obtenus précédemment (voir <http://phil.lal.in2p3.fr/spip.php?rubrique84>).

IV : Résultats des simulations

IV.1: résultats à 500 pC

Les résultats obtenus pour le modèle à 500 pC mettent en évidence (cf: Figure 1) l'impact de «l'antenne de couplage HF» sur le portrait de phase. En effet, la prise en compte de l'ouverture de l'antenne dans la simulation génère un portrait de phase dont la partie à «forte pente positive» est plus tardive. En effet, à -5° toutes les simulations donnent 0 pC de charge, alors qu'à $+5^\circ$ la simulation «élaborée» génère 22% de la charge quant les 2 autres simulations génèrent 90% de la charge. A 15° , toutes les simulations génèrent 100% de charge. Le portrait de phase généré par la simulation «élaborée» s'étend sur 10° de moins que les simulations «usuelles» (soit environ 10% de moins).

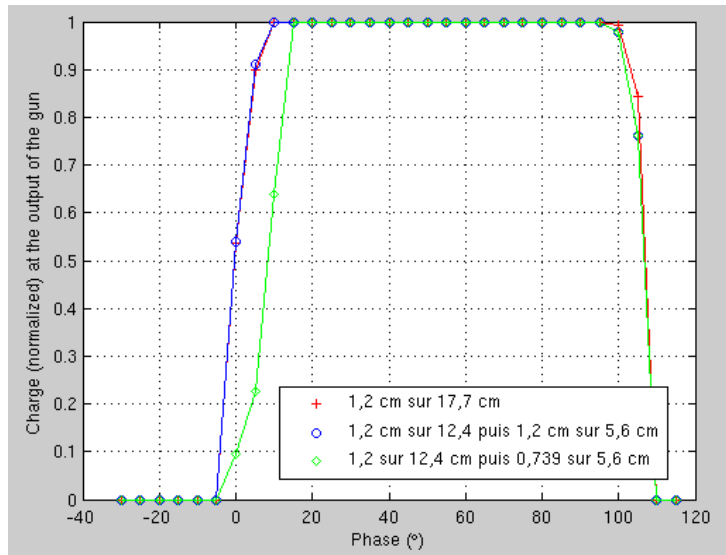


Figure 1: charge (normalisée) obtenue en sortie de canon (à $z=26,286$ cm) pour 3 modèles numériques «Parmela» différents (à 60 MV/m, et 500 pC de charge à la photocathode). **En rouge:** modèle «standard». **En bleu:** modèle «standard» à 2 cellules. **En vert:** modèle «élaboré».

IV.2: résultats à 100 pC

Les résultats obtenus pour le modèle à 100 pC montrent (cf: Figure 2) que l'effet du nez de l'antenne est négligeable. Les résultats présentés ici confirment la largeur ($\sim 90^\circ$) du «portrait de phase» obtenu précédemment dans le cadre du modèle «standard» (cf Figure 3).

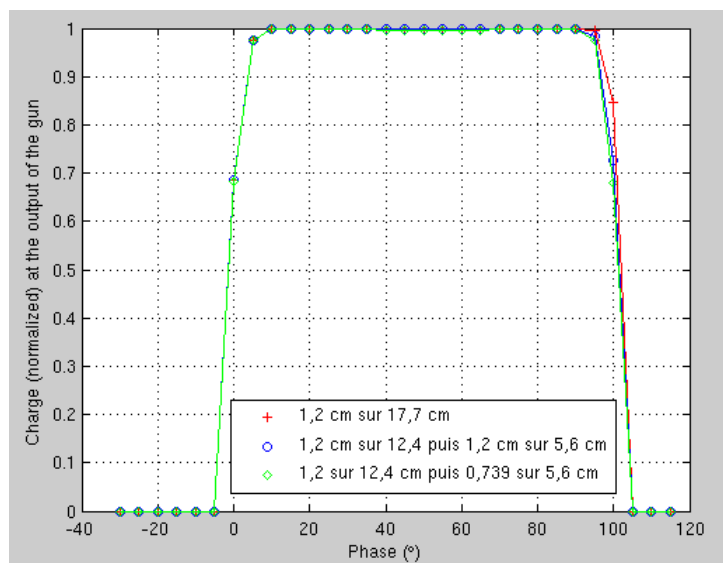


Figure 2 : charge (normalisée) obtenue en sortie de canon (à $z=26,286$ cm) pour 3 modèles numériques «parmela» différents (à 60 MV/m, et 100 pC de charge à la photocathode). **En rouge:** modèle «standard». **En bleu:** modèle «standard» à 2 cellules. **En vert:** modèle «élaboré».

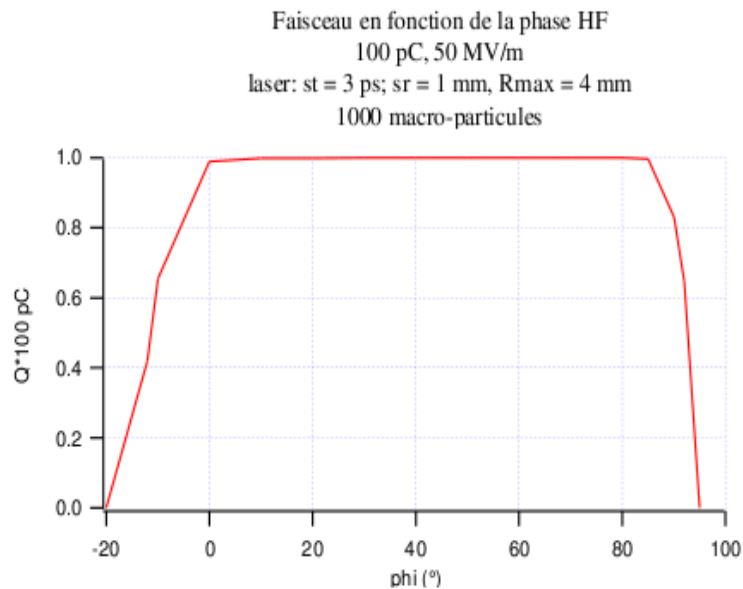


Figure 3: résultats de simulation Parmela du modèle «standard» (source : <http://phil.lal.in2p3.fr/spip.php?rubrique84>)

V :Conclusions et perspectives

Cette note met en évidence – sur un exemple précis - l'impact de l'ouverture de l'antenne de couplage dans les simulations de dynamique faisceau du photo-injecteur AlphaX. Le cas révélant cet effet présente un portrait de phase dont l'extension en phase est 10% moindre que celui prédit par les modélisation «classiques». L'autre cas étudié ne montre aucun effet notable de cette ouverture.

Cette étude démontre donc qu'il peut être important de prendre en compte l'ouverture de l'antenne du photo-injecteur AlphaX dans les simulations de dynamique faisceau. Cependant, le périmètre de cette étude n'est pas assez exhaustif pour identifier les «domaines» où cette modélisation est non négligeable. Enfin, la présence d'un champ magnétique (généré par une ou plusieurs bobines) peut éventuellement modifier les résultats obtenus.