 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006 DOB : DEN/DSOE E-OTP : A-INVSC-02-01
	Document Technique DMN	Page 1/17


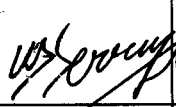

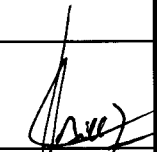
DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY
DÉPARTEMENT DES MATÉRIAUX POUR LE NUCLÉAIRE
SERVICE DE RECHERCHES DE MÉTALLURGIE PHYSIQUE


DOCUMENT TECHNIQUE DMN

DMN/SRMP/NT/2006-32

Deuxième phase de l'optimisation de l'optique de l'ensemble triple faisceau de JANNUS Saclay

Patrick Trocellier (DMN/SRMP), Didier Uriot (DAPNIA/SACM)
et Yves Serruys (DMN/SRMP)

1		Visa				
		Nom	P. Trocellier	Y. Serruys	F. Legendre	Ph. Billot
	27/04/2006	Date	21/11/06		27/11/06	28/11/06
Indice	Date		Auteur(s)	Vérificateur(s)	A.G.	Emetteur

 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006 DOB : DEN/DSOE E-OTP : A-INVSC-02-01
	Document Technique DMN	Page 1/17

DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY
DÉPARTEMENT DES MATÉRIAUX POUR LE NUCLÉAIRE
SERVICE DE RECHERCHES DE MÉTALLURGIE PHYSIQUE


DOCUMENT TECHNIQUE DMN

DMN/SRMP/NT/2006-32

**Deuxième phase de l'optimisation de l'optique de l'ensemble triple
faisceau de JANNUS Saclay**

Patrick Trocellier (DMN/SRMP), Didier Uriot (DAPNIA/SACM)
et Yves Serruys (DMN/SRMP)

1		Visa				
		Nom	P. Trocellier	Y. Serruys	F. Legendre	Ph. Billot
	27/04/2006	Date				
Indice	Date		Auteur(s)	Vérificateur(s)	A.Q.	Emetteur

 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006 DOB : DEN/DSOE E-OTP : A-INVSC-02-01
	Document Technique DMN	Page 2/17

TITRE DU DOCUMENT TECHNIQUE :

Deuxième phase de l'optimisation de l'optique de l'ensemble triple faisceau de JANNUS Saclay

AUTEURS : Patrick Trocellier (DMN/SRMP), Didier Uriot (DAPNIA/SACM) et Yves Serruys (DMN/SRMP)

RÉSUMÉ : Une précédente note technique a permis de définir les éléments d'optique nécessaires à la production de trois faisceaux d'ions dans l'ensemble expérimental triple faisceau de JANNUS. Nous avons choisi pour cela une configuration expérimentale réaliste dans laquelle un faisceau d'ions lourds de 30 MeV ($^{56}\text{Fe}^{10+}$), un faisceau de protons de 4,5 MeV et un faisceau d'hélium-4 de 2,5 MeV convergent sur une cible placée dans la chambre triple faisceau. Au cours de ce travail, nous nous sommes penchés sur la disposition pratique au cœur du hall du bâtiment 126 des trois lignes les unes par rapport aux autres, en intégrant la présence des murs de protection des différentes casemates, en optimisant l'espace disponible pour instrumenter ces lignes en diagnostics divers et en prenant en compte la possibilité de réutiliser des dispositifs existants (doublet électrostatique, triplet électromagnétique, déflecteur électrostatique) et donnant toute satisfaction, en particulier sur le TANDETRON. Ces calculs nous conduisent par ailleurs à identifier les dispositifs optiques et les accessoires complémentaires qui restent à acquérir dans le cadre du démarrage de la plateforme instrumentale JANNUS dans le courant de l'année 2007.

MOTS CLES : Investissement, accélérateurs, projet JANNUS

AFFAIRE : DOB/Domaine : DEN/DSOE E-OTP : A-INVSC-02-01


TITRE DE L'AFFAIRE : **Projet JANNUS**

DIFFUSION : Libre Restreinte Confidentielle

Nom des CODES ou MODULES de Calcul DMN utilisés : TraceWin 1.4.0.53 (inclus PARTRAN)
(suivant Processus R1-2 du Département)

Clefs de financement : CEA

Un document papier ou fichier informatique en diffusion libre peut être diffusé sans restriction en interne CEA. La diffusion restreinte est strictement limitée à la liste de diffusion incluse dans le document sauf autorisation écrite du département. Une diffusion confidentielle indique en plus que le contenu ne doit pas être divulgué.

 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006 DOB : DEN/DSOE E-OTP : A-INVSC-02-01
	Document Technique DMN	Page 3/17

SUIVI DES VERSIONS

INDICE	DATE	NATURE DE L'EVOLUTION	PAGES CHAPITRES
1	13/02/2006	Émission initiale	Toutes

LISTE DE DIFFUSION EXTERNE CEA

CNRS/IN2P3/DIR : J. Giner

Site **JANNUS** sur **EDMS** - Projet JANNUS – II-4 Lignes et chambres

LISTE DE DIFFUSION INTERNE CEA

CEA Saclay :

DEN/DSOE :	A. Alamo
DMN/DIR :	Ph. Billot
DMN/SRMP :	M. Guttman, F. Legendre, Y. Serruys, P. Trocellier
INSTN/UEPEM :	S. Pellegrino, S. Vaubailon
DSM/DRECAM – CNRS/LPS	S. Miro
DAPNIA/SACM :	D. Uriot
DSM/LSCE :	E. Cottureau


 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006 DOB : DEN/DSEO E-OTP : A-INVSC-02-01
	Document Technique DMN	Page 4/17

TABLE DES MATIÈRES

Introduction

5

1)

Questions

examinées

5

2)

Résultats

des

calculs

d'optique

faisceau


6

Conclusion

10

Références

10

 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006
	Document Technique DMN	DOB : DEN/DSOE E-OTP : A-INVSC-02-01 Page 5/17

Introduction

La plateforme instrumentale de multi-irradiation JANNUS se compose, sur le site de Saclay, de trois accélérateurs électrostatiques d'ions couplés comme le montre la figure 1.

Un accélérateur Pelletron de 3 MV baptisé ÉPIMÉTHÉE, équipé d'une source d'ions multichargés de type ECR va fournir les faisceaux d'ions nécessaires à produire les dommages dans les matériaux sous investigation. Un accélérateur Van de Graaff simple étage de 2,5 MV (YVETTE) est capable de délivrer des faisceaux d'ions monochargés de protons, deutérons, hélions-3, hélions-4 et d'autres ions de gaz rares légers (Ne ou Ar). Enfin, un tandem de 2,25 MV (TANDETRON) fournira quant à lui des faisceaux de protons, d'ions à forte affinité électronique comme les halogènes voire d'ions métalliques.

Le dispositif « triple faisceau » mobilise respectivement les lignes E4, Y4 et J4 [Trocclier, 2006]. Ultérieurement, un dispositif « double faisceau » pourrait occuper les lignes E5 et Y5. La ligne Y6 est dédiée à l'irradiation au moyen d'ions de gaz rares légers comme Ne ou Ar (traversée de l'aimant de distribution de YVETTE sans déviation) et la ligne Y7 est dédiée à l'analyse par faisceaux d'ions (IBA pour ion beam analysis) ; elle est déjà instrumentée dans la configuration actuelle de YVETTE. La ligne E3 sera également consacrée à l'irradiation ou à l'analyse ; elle recevra pour cela l'équipement qui est utilisé sur la machine 1 MV ARTHUR du SRMP. Les possibilités d'implanter un dispositif mécanique de traction de fibres de SiC (expérience MécaSiC [Henry, 2006]) sur les lignes Y8, E1 ou E2 seront explorées dans une troisième note technique.

1) Questions examinées

Nous avons tout d'abord dressé une liste des questions techniques à traiter pour chacune des machines de l'ensemble JANNUS. On aboutit à la grille de tâches suivantes :

ÉPIMÉTHÉE

- analyse de l'effet d'une dispersion en énergie du faisceau incident sur la taille rms obtenue sur la cible (rappelons que dans l'approximation gaussienne standard la taille réelle vaut 3,2 fois la taille rms) ;
- analyse de l'effet de la présence de plusieurs isotopes dans le faisceau d'ions accélérés.


YVETTE

- analyse de l'effet d'une dispersion en énergie du faisceau incident sur la taille rms obtenue sur la cible ;
- distance utile entre le nouvel aimant à 90° et l'aimant de distribution à 5 voies fixée à 3,15 m (cœur à cœur) ;
- comparaison des caractéristiques du faisceau en utilisant un seul triplet électromagnétique ou bien deux triplets entre l'aimant de distribution et le défecteur de 15° ;
- disposition des éléments d'optique par rapport au passage des murs de protection.

TANDETRON

- analyse de l'effet d'une dispersion en énergie du faisceau incident sur la taille rms obtenue sur la cible ;
- analyse de l'effet de la présence de plusieurs isotopes dans le faisceau d'ions accélérés.
- réutilisation du doublet électrostatique en sortie de cuve ;
- réutilisation du triplet électromagnétique de la ligne ion lourd
- disposition des éléments d'optique par rapport au passage des murs de protection.

La disposition des éléments d'optique des deux lignes de faisceau qui vont équiper ÉPIMÉTHÉE dont la ligne triple faisceau, a été traitée en concertation avec la société NEC et ne nécessitait aucun complément d'étude.

 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006 DOB : DEN/DSOE E-OTP : A-INVSC-02-01
	Document Technique DMN	Page 6/17

L'ensemble des calculs est mené avec la version actualisée au 14 septembre 2006 du programme TraceWin (version 1.4.0.53) mis au point en 1998 au DAPNIA/SACM par Duperrier, Pichoff et Uriot [Duperrier, 2002].

2) Résultats des calculs d'optique faisceau

L'introduction d'une dispersion en énergie du faisceau de l'ordre de 1/1000 soit en sortie de source dans le cas de la machine ÉPIMÉTHÉE soit encore en sortie de cuve dans le cas des machines YVETTE et TANDETRON ne modifie pas de manière très significative les enveloppes faisceau obtenues avec des ions monocinétiques. La figure 2 illustre ce résultat dans le cas d'un faisceau d'hélions-4 de 2,5 MeV produit par l'accélérateur YVETTE. La perte de transmission n'est que de quelques %.


La figure 3 donne une idée de l'influence de la présence de plusieurs isotopes (isotopes 56 et 57) sur les caractéristiques du faisceau d'ions fer de 30 MeV sur la cible. Cet effet apparaît comme tout à fait négligeable.

Intéressons nous maintenant à la ligne triple faisceau Y4 issue de la machine YVETTE. Trois murs de protection sont traversés par les lignes du tronc commun (Y00 et Y0) et par cette ligne. Le premier mur est prévu 1,570 m après la sortie de la cuve de la machine et l'épaisseur traversée (en biais en 23,4°) est de 1,09 m. Il reste possible d'augmenter la distance entre la cuve et ce premier mur. Le second mur est situé à 5,11 m de la sortie de la cuve et mesure environ 621 mm d'épaisseur (traversée en biais à 23,4°). Le dernier mur se situe entre l'aimant de distribution et le déflecteur 15° à 10,904 m du point de divergence de l'aimant. Il est incliné à 21,6° (épaisseur traversée de 644 mm). Nous avons du ré-écrire le fichier TraceWin suivant :

```


; ESSAI DE SIMULATION DE LA LIGNE TRIPLE FAISCEAU DE YVETTE POUR DES HELIONS-4
DE 2,5 MEV
; ON ADMETTRA UNE DIVERGENCE DE 30 MRAD ET UNE DEMIE-LARGEUR DE 2,5 MM
; ON UTILISERA DES TRIPLETS ELECTROMAGNETIQUES ANALOGUES A LA LIGNE TRIPLE
FAISCEAU 15 DEGRES ISSUE DU NEC 3 MV
; DISTANCE ENTRE LES DEUX AIMANTS ALLONGEE A 3,15 METRES
DRIFT 335 30
; INTRODUCTION PREMIER TRIPLET QUADRUPOLAIRE : QUADRUPOLE MAGNETIQUE
DRIFT 46 50
ADJUST 1 2 1 0 0
QUAD 140 2.800 50
DRIFT 14 440
ADJUST 1 2 0 0 0
QUAD 140 -2.800 50
DRIFT 14 440
ADJUST 1 2 1 0 0
QUAD 140 2.800 50
DRIFT 44 50
DRIFT 697 50
; LE MUR SE TROUVE A 1570 DE LA SORTIE DE CUVE ET FAIT 1090 D'EPAISSEUR
DRIFT 1090 50
DRIFT 60 50
APERTURE 50 50
DIAG_WAIST 1 3 3
DIAG_SIZE 1 3 3
DRIFT 330 50
; AIMANT DE DEFLECTION
EDGE 20.5 610 32 0.7 0.7 13 0

```

 DEN-DANS	Document Technique DMN	DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006 DOB : DEN/DSE E-OTP : A-INVSC-02-01 Page 7/17
---	------------------------	---

BEND -90 610 0 13 0
EDGE 20.5 610 32 0.7 0.7 13 0
DRIFT 200 50
DIAG_SIZE 1 3 3
; SECOND TRIPLET QUADRUPOLAIRE : QUADRUPOLE MAGNETIQUE
DRIFT 280 50
ADJUST 2 2 2 0 0
QUAD 140 2.800 50
DRIFT 14 50
ADJUST 2 2 0 0 0
QUAD 140 -2.800 50
DRIFT 14 50
ADJUST 2 2 2 0 0
QUAD 140 2.800 50
DRIFT 280 50
; PRESENCE DU SECOND MUR DE 621 D'EPaisseur
DRIFT 253 50
DIAG_SIZE 2 1 1
DRIFT 1100 50
; AIMANT DE DISTRIBUTION
EDGE 0.34 717 20 0.7 0.7 10 0
BEND 17.7 717 0 10 0
EDGE 7.5 717 26 0.7 0.7 10 0
DRIFT 640 50
; OPTION N°1
DRIFT 1000 50
DRIFT 1820 50
DRIFT 3000 60
; TROISIEME TRIPLET QUADRUPOLAIRE : QUADRUPLLET MAGNETIQUE
DRIFT 311 60
ADJUST 3 2 2 0 0
QUAD 152 1.4 60 0
DRIFT 119 60
ADJUST 3 2 0 0 0
QUAD 281 -1.4 60 0
DRIFT 119 60
ADJUST 3 2 2 0 0
QUAD 152 1.4 60 0
DRIFT 3670 60
; PRESENCE D'UN MUR DE 644
DRIFT 359 50
; DEFLECTEUR ELECTROSTATIQUE
EDGE 0 2547.4 600 0.000001 0.000001 300 0
BEND 15 2547.4 0 300 0
EDGE 0 2547.4 600 0.000001 0.000001 300 0
DRIFT 1011 50
DRIFT 381.5 50
DIAG_SIZE 3 2 2
END

Les figures 4 et 5 permettent d'évaluer la qualité du faisceau dans la ligne Y4 issue de la machine YVETTE. L'optimisation des paramètres de fonctionnement des trois triplets de la ligne Y4 est résumée ci-dessous :

 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006
	Document Technique DMN	DOB : DEN/DSOE E-OTP : A-INVSC-02-01 Page 8/17

Diagnostic_1

6.61491 -11.5664

Diagnostic_2

6.79186 -11.2183

Diagnostic_3

1.20682 -1.26757


La transmission finale est de l'ordre de 60%, elle tient en partie au faible diamètre du canal de l'aimant de distribution.

La ligne terminale issue du TANDETRON, formée des segments J1 et J4, traverse deux murs de protection situés respectivement à 1,912 m et 7,426 m de la sortie de la cuve de la machine ; ces murs font 90 cm d'épaisseur pour le premier et 603 mm pour le second (traversé sous un angle de 6,3°). Il reste possible d'augmenter un peu la distance entre la cuve et le premier mur. Même si le canal faisceau qui traversera le premier mur devra inclure un diagnostic de faisceau (position D1 sur la figure 6), aucune difficulté majeure ne semble se dessiner. Le fichier TraceWin correspondant a été ré-écrit de la manière suivante :

```

; CALCUL D OPTIQUE FAISCEAU POUR LA LIGNE TRIPLE FAISCEAU DU TANDETRON
; CHOIX D'UN FAISCEAU DE PROTONS DE 4,5 MEV (V = 2,25 MV)
; EN SORTIE DE MACHINE LES CARACTERISTIQUES DU FAISCEAU SONT :
; X = 8 mm, Y = 15 mm, X' = 7 mrad ET Y' = 3.9 mrad
; INTRODUCTION EN SORTIE DE CUVE DU DOUBLET QUADRUPOLAIRE ELECTROSTATIQUE
DE LONGUEUR 610 HORS TOUT PRESENT SUR TANDETRON
; ATTENTION ALIMENTATION +/- 14 KV
DRIFT 57 22.5
ADJUST 1 2 1 0 0
QUAD_ELE 217 14000 27
DRIFT 76 22.5
ADJUST 1 2 0 0 0
QUAD_ELE 217 14000 27
DRIFT 43 22.5
; TRAVERSEE EN LIGNE DROITE DE L'AIMANT DE DEVIATION DE 45 DEGRES A CANAL
ETROIT DE LONGUEUR 1000
; INSERTION VANNE, FENTES ET CAGE DE FARADAY POUR UNE LONGUEUR DE 609
DRIFT 1000 10
; REMISE A LA BONNE LONGUEUR DE LIGNE PAR RAPPORT AU PLAN (- 140)
DRIFT 469 50
; LE DIAGNOSTIC QUI SUIT SE RAPPORTE A LA TAILLE RMS
; IL Y A UN FACTEUR 3,2 ENTRE TAILLE RMS ET TAILLE REELLE (APPROXIMATION
GAUSSIENNE)
; PASSAGE EN LIGNE DROITE A TRAVERS LE CANAL DE L'AIMANT 15 DEGRES
DIAG_SIZE 1 2 3
DRIFT 1013 50
; LE MUR DE 900 EST TRAVERSE PAR CE DRIFT
; DRIFT ET BRIDE DE CENTRAGE POUR L'ENTREE DANS L'AIMANT 90 DEGRES
DRIFT 1008 50
DRIFT 200 55
; AIMANT DE DEFLECTION A 90 DEGRES SANS GRADIENT
EDGE 26.57 1300 40 0.1667 3.8 55 0
BEND -90 1300 0 55 0

```

 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006 DOB : DEN/DSEO E-OTP : A-INVSC-02-01
	Document Technique DMN	Page 9/17

EDGE 26.57 1300 40 0.1667 3.8 55 0
; BRIDE DE SORTIE D'AIMANT ET DRIFT
DRIFT 200 55
DRIFT 18 50
DRIFT 991 50
; MUR DE 603 TRAVERSE PAR CE DRIFT DE 991
; REMISE A LA BONNE LONGUEUR DE LIGNE PAR RAPPORT AU PLAN (+ 471)
DRIFT 271 30
; TRIPLET QUADRUPOLAIRE ELECTROSTATIQUE PRESENT SUR TANDETRON REPOUSSE
DERRIERE LE MUR
DRIFT 209 30
DIAG_SIZE 2 1 1
DRIFT 145 30
ADJUST 2 2 2 0 0
QUAD 240 2.83 25
DRIFT 40 30
ADJUST 2 2 0 0 0
QUAD 502 -2.84 25
DRIFT 40 30
ADJUST 2 2 2 0 0
QUAD 240 2.83 25
DRIFT 324 30
DRIFT 200 30
DRIFT 371.6 200
; LE DIAGNOSTIC QUI SUIT SE RAPPORTE A LA TAILLE RMS
DIAG_SIZE 2 1 1
END


Les figures 6 et 7 permettent d'évaluer la qualité du faisceau dans la ligne J4 issue du TANDETRON. L'optimisation des paramètres de fonctionnement des deux multiplets de la ligne J4 conduit aux valeurs suivantes :

Diagnostic_1
-50375.8 61482

Diagnostic_2
4.5634 -2.89128

Pour un faisceau de protons de 4,5 MeV, la transmission dans la ligne J4 atteint 93 % en conservant à la fois le doublet électrostatique et le triplet électromagnétique présents actuellement sur l'installation à Gif sur Yvette. Cependant, une réserve subsiste quant aux tensions accessibles entre les pôles du doublet pour garantir une entrée du faisceau dans l'aimant 90° sans induire de perte supplémentaire. De plus, cette configuration laisse un espace insuffisant entre le triplet et la chambre triple faisceau pour installer un dispositif de balayage du faisceau. On envisage donc de modifier les caractéristiques du triplet, quitte à réduire un peu la transmission, pour éviter cet inconvénient.

Conclusion

 DEN-DANS		DMN/SRMP/NT/2006-32 Date : 16 Novembre 2006 DOB : DEN/DSOE E-OTP : A-INVSC-02-01
	Document Technique DMN	Page 10/17

Cette deuxième phase de l'optimisation de l'optique des lignes de faisceau de l'ensemble triple faisceau de JANNUS Saclay nous a permis de dresser un bilan des performances pouvant être atteintes en termes de transmission et de taille de faisceau.

Tous ces calculs vont servir à définir de manière précise les dimensions des orifices à percer dans les murs de protection pour pouvoir faire passer les lignes de faisceau.

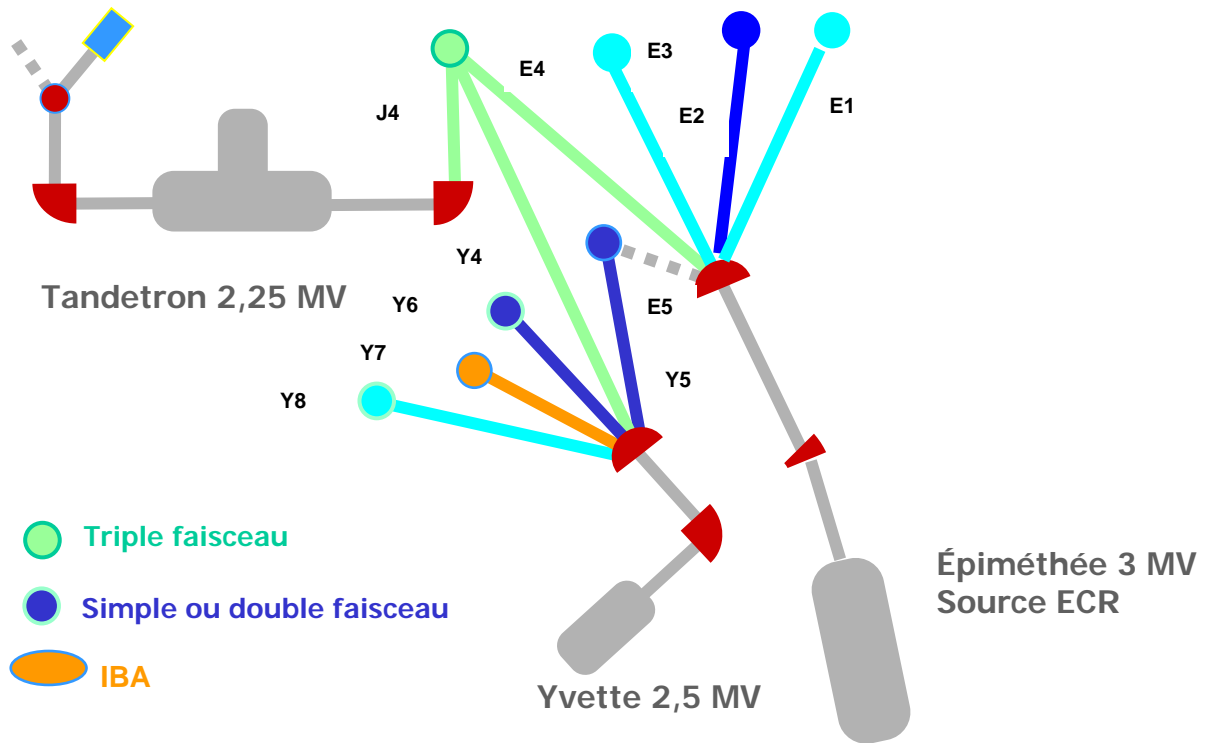
La réutilisation de deux éléments d'optique (un doublet quadrupolaire électrostatique et un défecteur électrostatique) semble ne pas présenter de contre-indication majeure. Celle d'un triplet quadrupolaire électromagnétique reste à confirmer.

Enfin, les éléments d'optique complémentaires dont l'acquisition doit être faite sont maintenant identifiés et la dynamique de leurs paramètres de fonctionnement a été également précisée.

Références

- [Trocellier 2006] P. Trocellier, D. Uriot, M. Sundquist, Document Technique DMN 2006-25.
- [Henry, 2006] Rapport de synthèse rédigé à l'occasion du Conseil Scientifique DEN «Matériaux sous irradiation », édité par J. Henry et P. Trocellier, CEA/DEN/DS DO 49, 7 Avril 2006.
- [Duperrier 2002] R. Duperrier, N. Pichoff, D. Uriot, Proceedings ICCS-2002 edited by P. M. A. Sloop, Springer Verlag, Berlin, pp. 411-418.

Figure 1 : Schéma d'implantation de la plateforme instrumentale JANNUS.





DEN-DANS

Document Technique DMN

DMN/SRMP/NT/2006-32
Date : 21 Septembre 2006

DOB : DEN/DSOE
E-OTP : A-INVSC-02-01

Page 12/17

Figure 2 : Calcul de la transmission d'un faisceau d'hélions-4 de 2,5 MeV fourni par YVETTE (effet d'une dispersion en énergie de 1/1000).

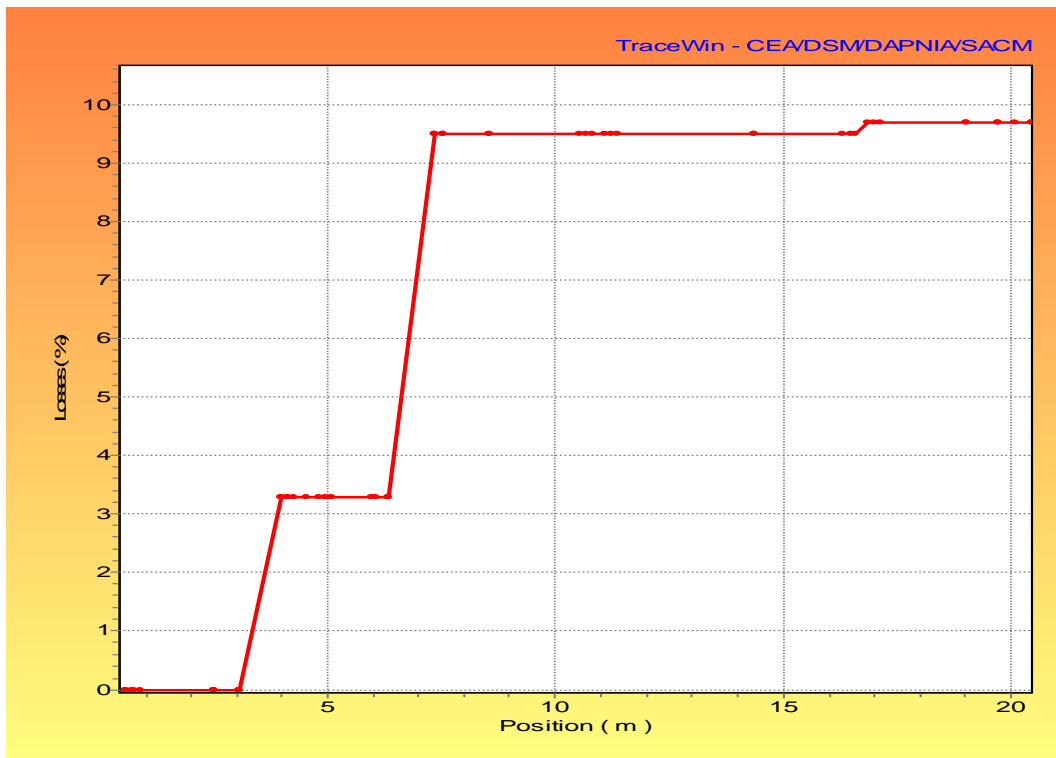
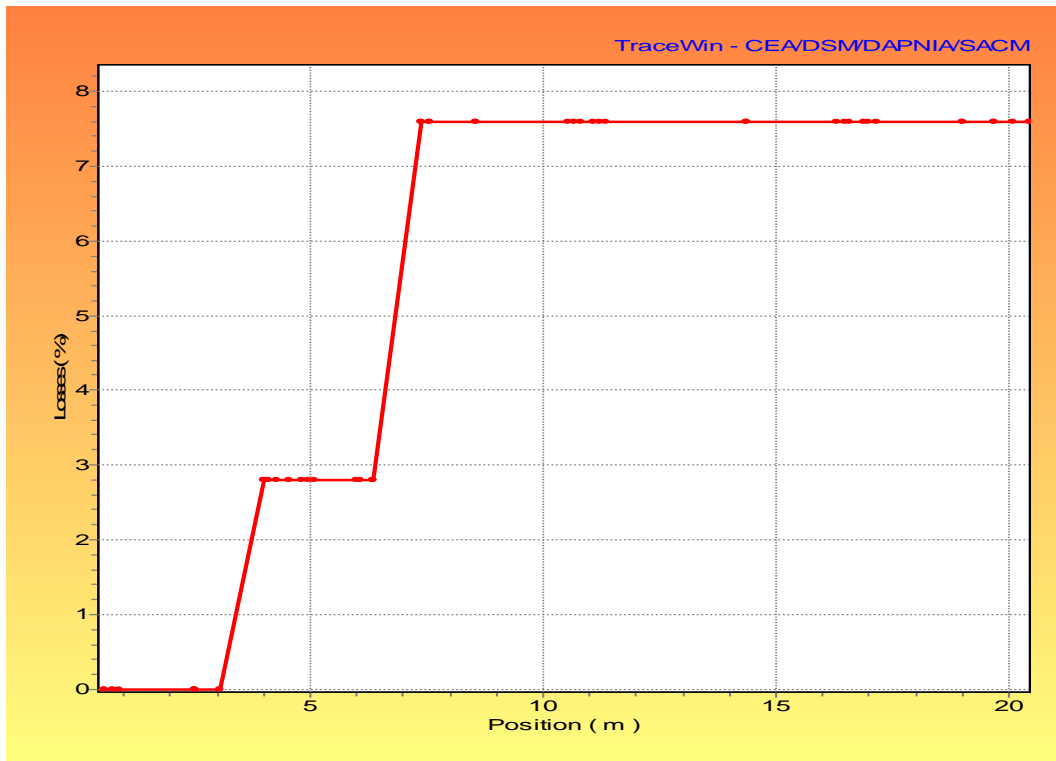


Figure 3 : Calcul d'enveloppe pour un faisceau d'ions $^{56}\text{Fe}^{10+}$ de 30 MeV fourni par ÉPIMÉTHÉE (effet isotopique = présence de l'isotope ^{57}Fe).

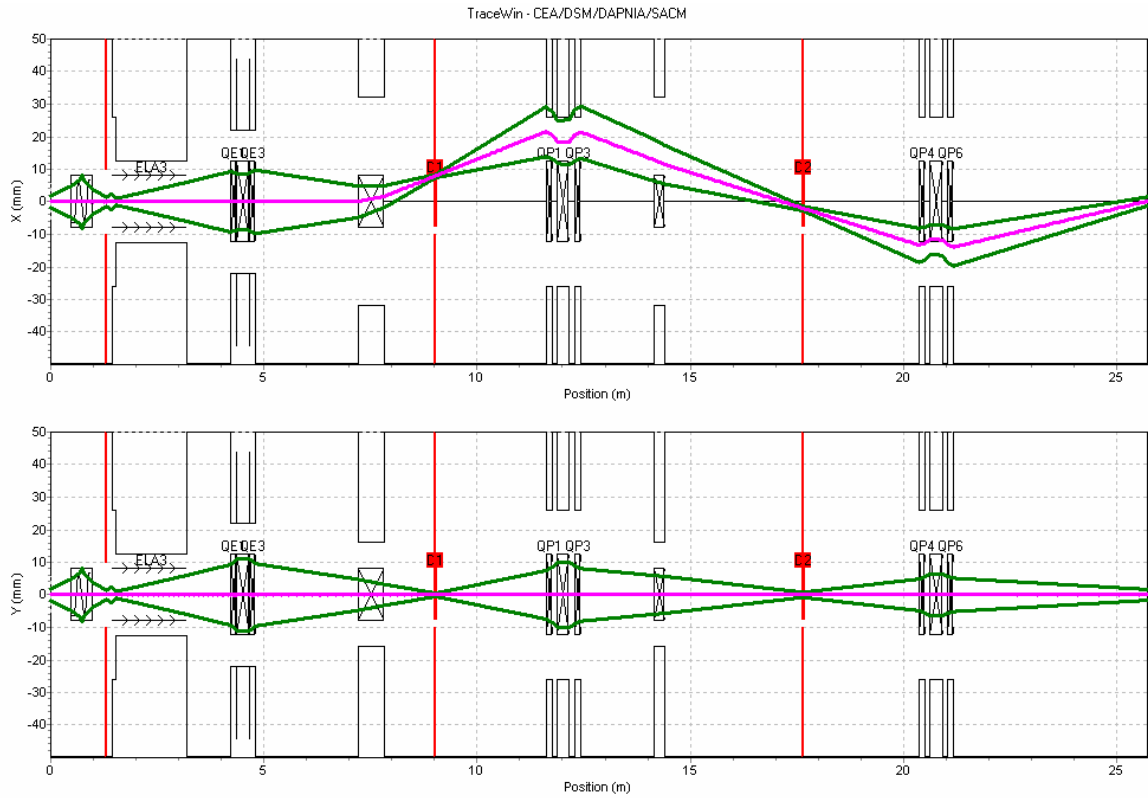
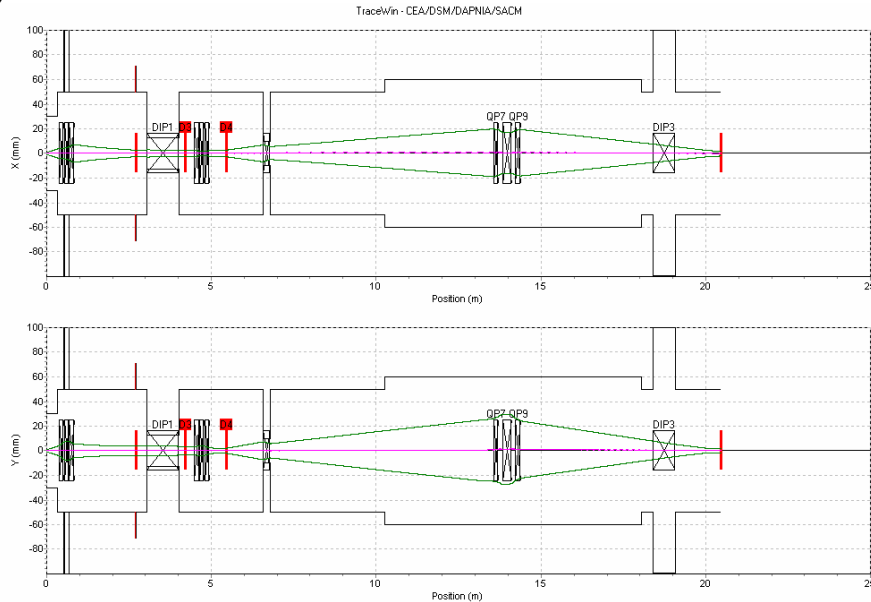
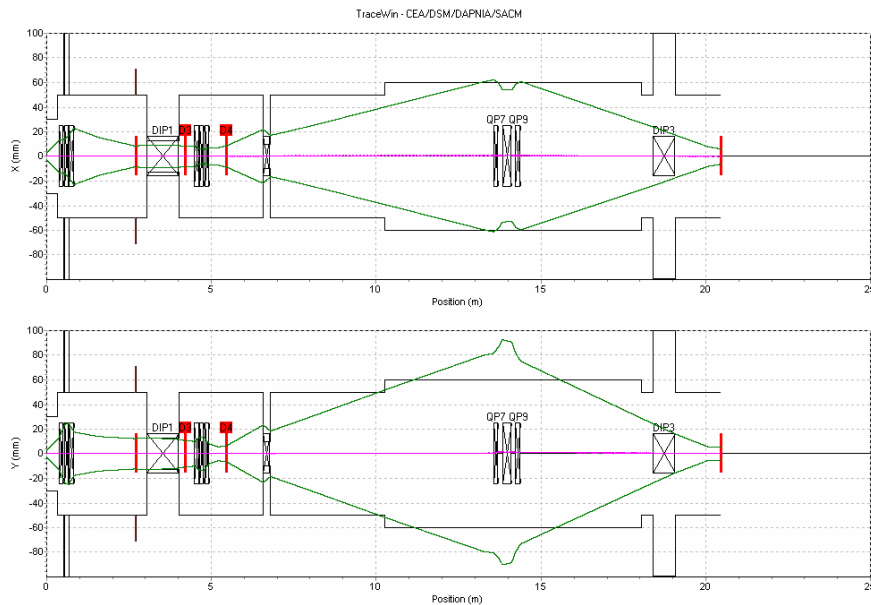


Figure 4 : Qualité du faisceau dans la ligne Y4 pour des ions ${}^4\text{He}^+$ de 2,5 MeV a) taille RMS, b) taille normale (dans le cadre de l'approximation utilisée ici un facteur 3,2 existe entre ces deux grandeurs)

a)



b)





DEN-DANS

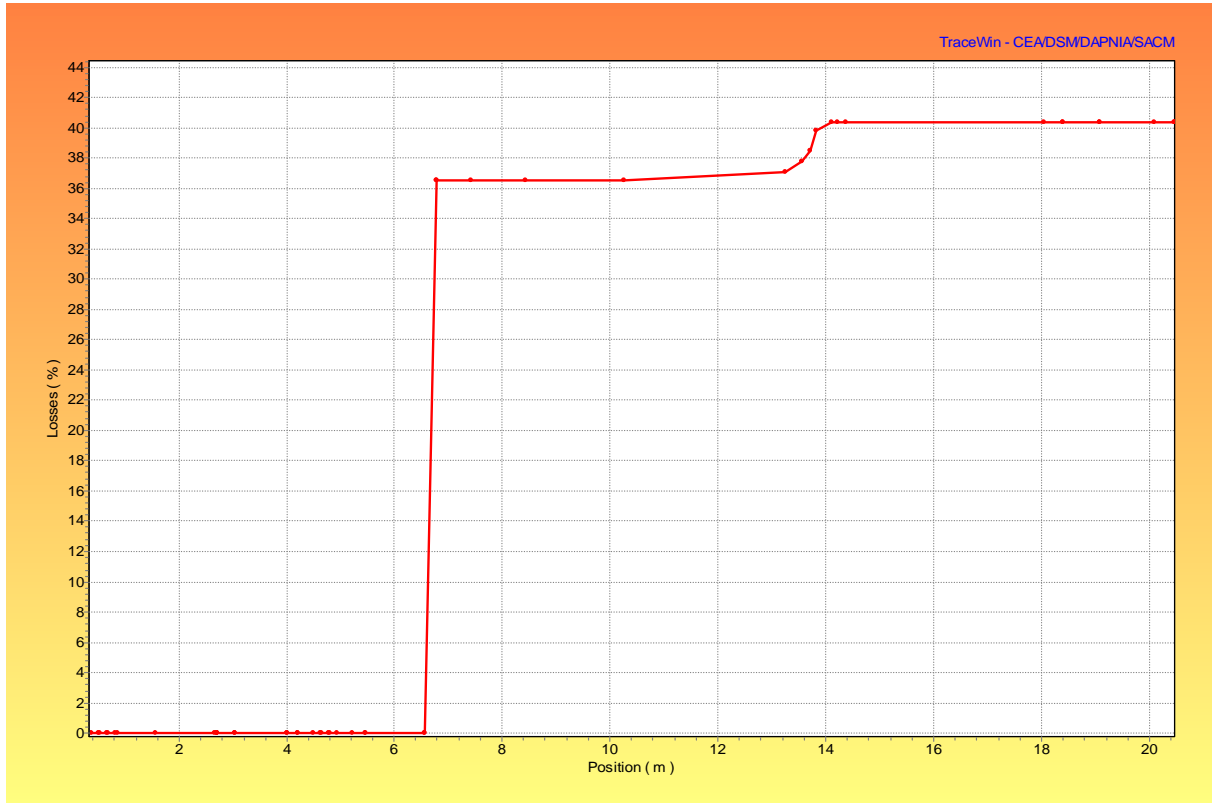
Document Technique DMN

DMN/SRMP/NT/2006-32
Date : 21 Septembre 2006

DOB : DEN/DSOE
E-OTP : A-INVSC-02-01

Page 15/17

Figure 5 : Transmission d'un faisceau 4He^+ de 2,5 MeV dans la ligne Y4 issue de la machine YVETTE.





DEN-DANS

Document Technique DMN

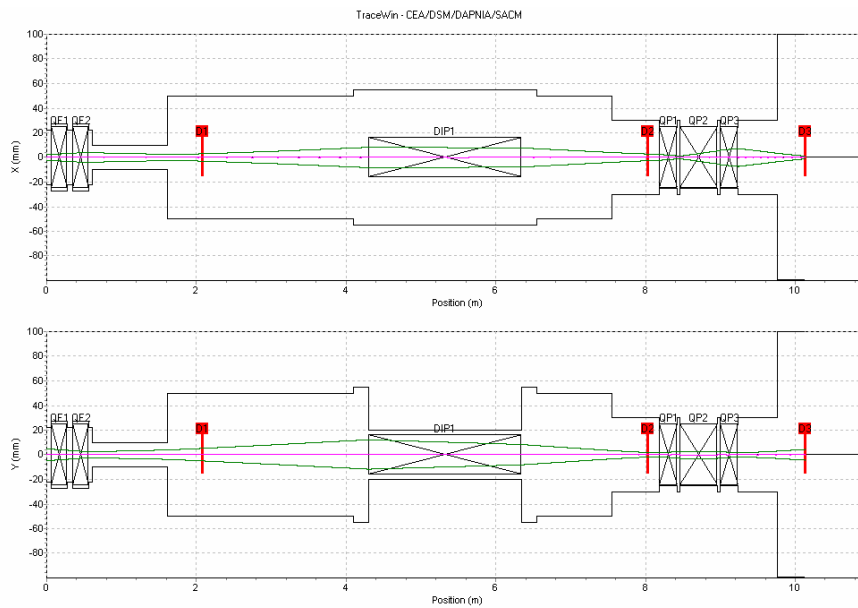
DMN/SRMP/NT/2006-32
Date : 21 Septembre 2006

DOB : DEN/DSOE
E-OTP : A-INVSC-02-01

Page 16/17

Figure 6 : Qualité du faisceau dans la ligne J4 pour des ions $^1\text{H}^+$ de 4,5 MeV a) taille RMS, b) taille normale (dans le cadre de l'approximation utilisée ici un facteur 3,2 existe entre ces deux grandeurs)

a)



b)

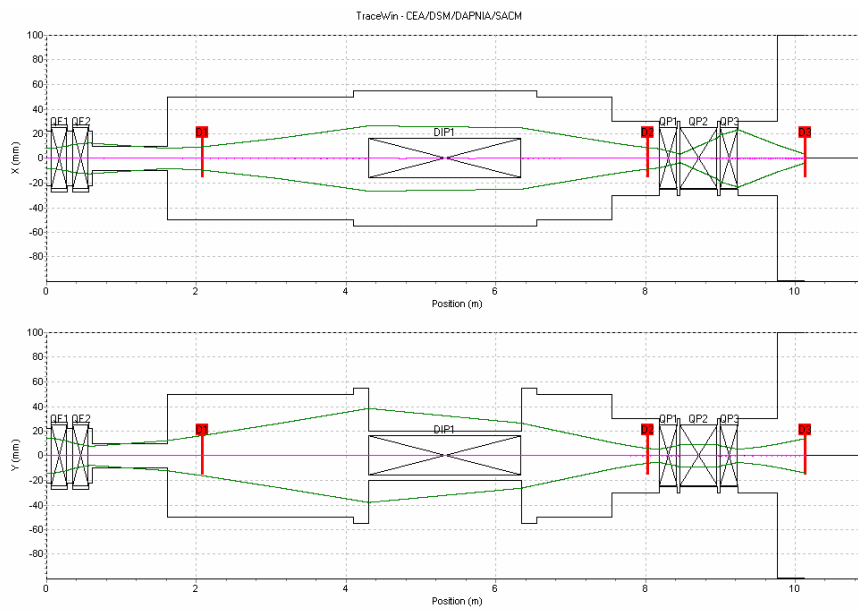


Figure 7 : Transmission d'un faisceau $^1\text{H}^+$ de 4,5 MeV dans la ligne J4 issue du Tandetron.

