



COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE

DSM - DAPNIA

DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

DEPARTEMENT D'ASTROPHYSIQUE, DE PHYSIQUE DES PARTICULES,
DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE ET DE L'INSTRUMENTATION ASSOCIÉE

Date émission : 05.02.2003	Spiral2 / RFQ
Auteur : François SIMOENS	(Rapport technique)
Objet : Design section transverse RFQ de Spiral2 (version #3)	
N/RÉF. : DAPNIA_03_019	

Design section transverse du RFQ de Spiral2

Version #3

Résumé :

Cette version de la section transverse du RFQ de Spiral2 correspond à une légère modification de la version #2. La longueur des segments plats des extrémités des électrodes a été augmentée de 4 millimètres. Les dépôts de puissance sont calculés sur un plus grand nombre de segments du périmètre de la cavité. Ces géométries et les dépôts de puissance associés constituent les données d'entrée de référence pour l'étude thermomécanique comparative des élévations de température et des déformations mécaniques aux deux fréquences de fonctionnement du RFQ envisagées, à savoir 88,05 MHz et 176,1 MHz.

1 Paramètres des dimensions

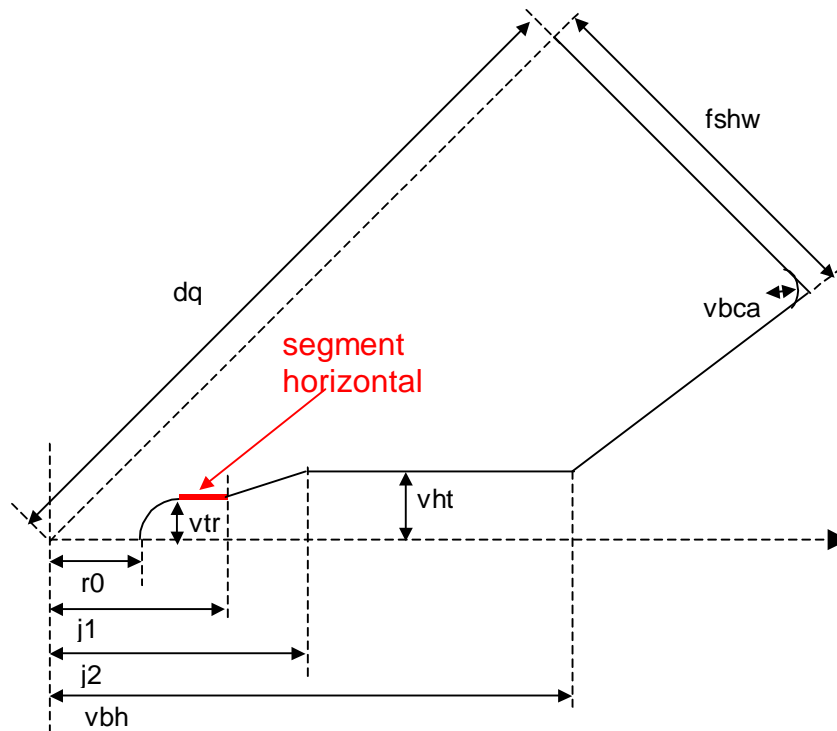


figure 1 : paramètres de la section transverse du RFQ

Rappelons (cf. référence [1]) que les paramètres géométriques de la section transverse sont (figure 1) :

- r_0 = rayon moyen, donnée par la dynamique de faisceau.
- vtr = rayon de courbure de l'extrémité de l'électrode.
- $j1$ = extrémité du segment horizontal.
- $j2$ = extrémité du segment incliné.
- vht = demi-épaisseur de l'électrode.
- vbh = hauteur de la base de l'électrode.
- $fshw$ = demi-largeur du fond plat du quadrant.
- dq = distance entre l'axe longitudinal de la cavité et le milieu du fond de quadrant.

La longueur $j1$, extrémité du segment horizontal, a été augmentée par rapport à la version #2 (cf. référence [2]) afin d'assurer un usinage plus aisé des modulations à l'aide d'une fraise de forme (d'après les recommandations de M. Didier Leboeuf du SIS).

	r_0 [mm]	vbh [mm]	vtr [mm]	$j1$ min [mm]	Ancien $j1$ choisi [mm]	Nouvelle valeur de $j1$ [mm]
88,05 MHz réf : APS Spiral2 [3]	7	30	6,375	15,835	18	18 + 4 = 22
176,1 MHz réf : IFMIF	5	20	4,3	9,55	12	12 + 4 = 16

Avec les valeurs de $j1$ choisies, le segment plat présente une longueur minimale de **6 millimètres**.

2 Calcul des dépôts de puissance

Le nombre de segments sur lesquels la puissance déposée intégrée est calculée a été augmenté.

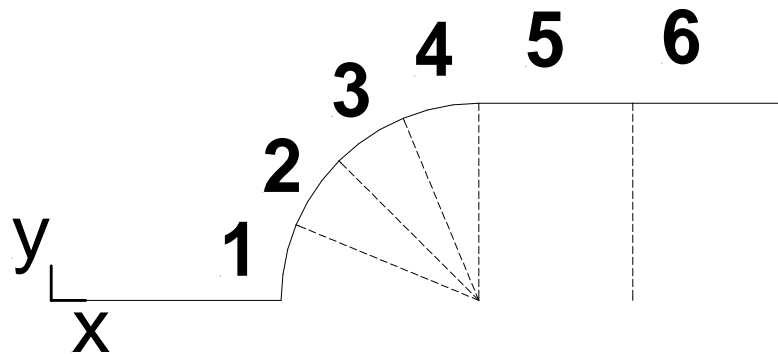


figure 2 : découpage en segments de l'extrémité de l'électrode

- 1- L'extrémité circulaire de l'électrode a été divisée en 4 arcs de cercle (1,2,3 et 4 de la figure 2).
- 2- Le segment plat de l'extrémité de l'électrode a été scindé en 2 segments de droite (5 et 6 de la figure 2).
- 3- Le segment droit de la largeur de l'électrode a été partagé en 2 segments avec les proportions 1/3, 2/3 (10 et 11 de la figure 3).

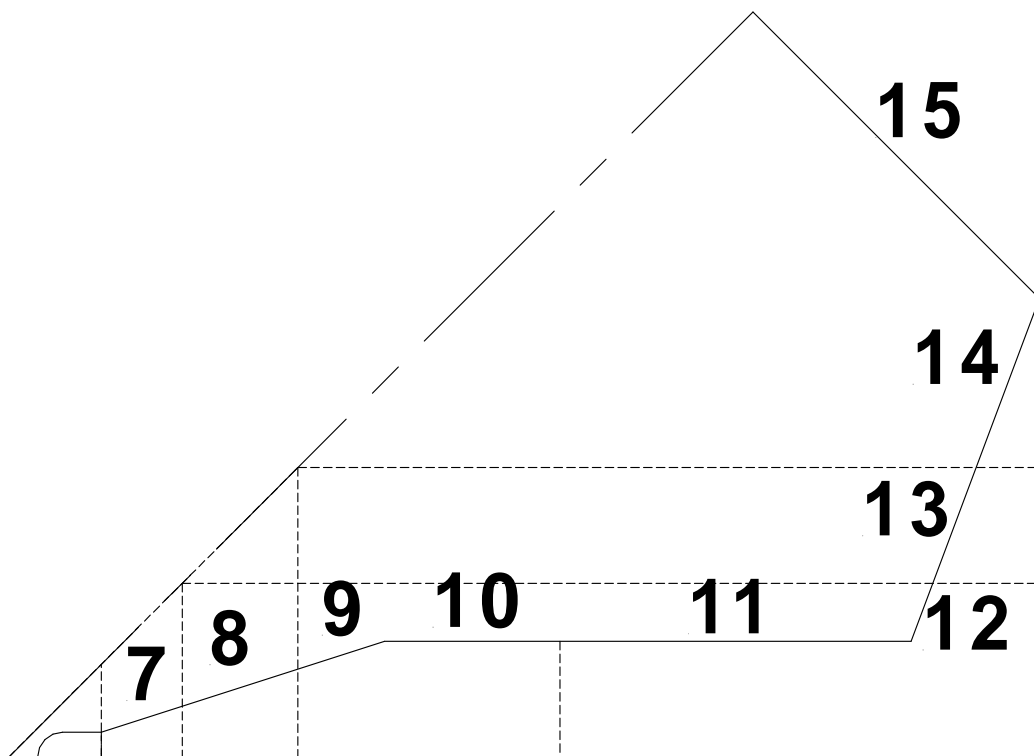


figure 3 : découpage en segments du périmètre de la section transverse

Le code Matlab 'sftool' génère un fichier texte constitué de 6 colonnes selon la structure suivante :

Col #1	Col #2	Col #3	Col #4	Col #5	Col #6
n° du segment + 1	X = abscisse de l'extrémité du segment [cm]	Y = ordonnée de l'extrémité du segment [cm]	XC = abscisse du centre de l'arc de cercle [cm] (=0 si segment droit)	YC = ordonnée du centre de l'arc de cercle [cm] (=0 si segment droit)	Dépôts de puissance intégrés sur le segment [W/cm ²]

Cette structure permet de renseigner à la fois sur le maillage du périmètre de la section transverse et les dépôts de puissance associés, même dans le cas où le segment est un arc de cercle

3 Version RFQ résonant à 88,05 MHz

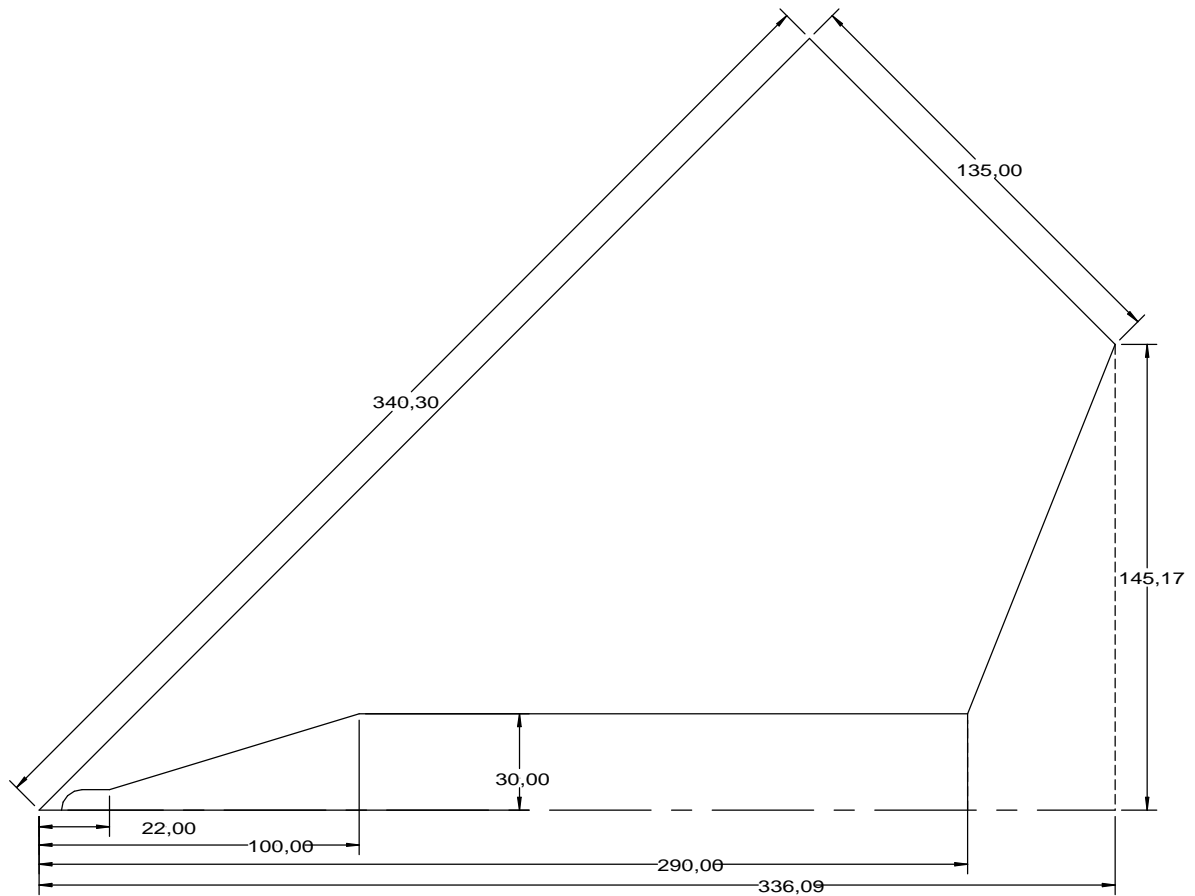


figure 4 : section transverse du RFQ de Spiral2 résonant à 88,05 MHz (v3)

Les dimensions de la section transverse sont données par la figure 4.

f_q	r_0 [mm]	v_{tr} [mm]	Q	V [kV]	P_{max} [W/cm ²]	$P_{1 \text{ quadrant}}$ [W/cm]	Hmax [A/m]	E _{max} [MV/m]
88,05 MHz (dx=0,6 mm)	7	6,375	19783	100	0,541	51,17	2104	18,82

Si la longueur du RFQ est de 6 mètres, la puissance totale consommée serait de :

$$- 51,17 \times 600 \times 1,2 \times 4 \approx 147,4 \text{ kW}$$

Une majoration de 20 pour cent est appliquée à ce calcul afin d'intégrer les pertes supplémentaires apportées par les dispositifs 3d.

4 Version RFQ résonant à 176,1 MHz

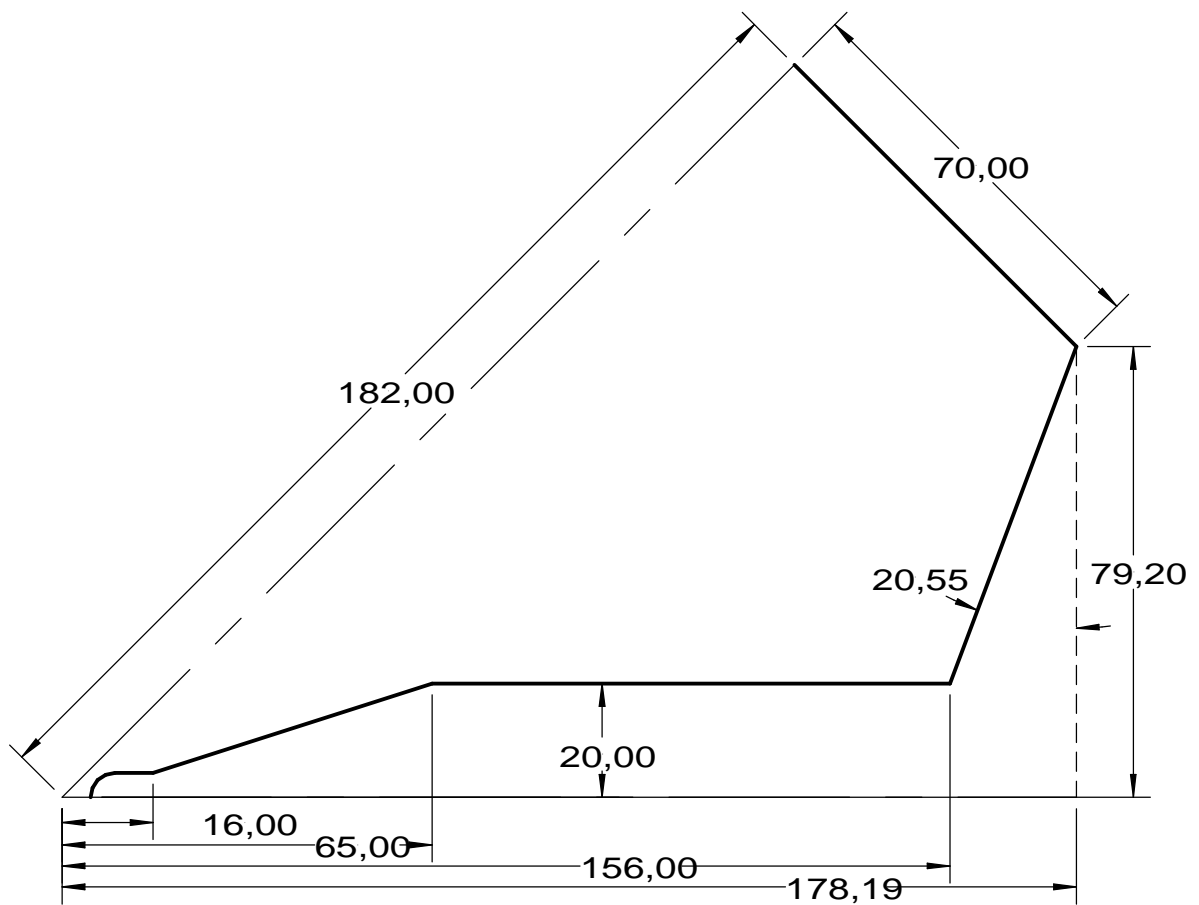


figure 5 : section transverse du RFQ de Spiral2 résonant à 176,1 MHz (v3)

f_0	r_0 [mm]	v_{tr} [mm]	Q	V [kV]	Pmax [W/cm ²]	P _{1 quadrant} [W/cm]	Hmax [A/m]	E _{max} [MV/m]
176,08 MHz (dx=0,35 mm)	5	4,3	14556	100	2,6	127,39	3879	25,80

Si la longueur du RFQ est de 6 mètres, la puissance totale consommée serait de :

$$- 127,39 \times 600 \times 1,2 \times 4 \approx 367 \text{ kW}$$

5 Synthèse des résultats

Le tableau suivant donne, pour un huitième de section transverse, les dépôts de puissance en fonction du numéro de segment. La numérotation des segments correspond celle de la figure 2 et de la figure 3.

#seg	P [W/cm ²] 88 MHz (v3)	P [W/cm ²] 176 MHz (v3)
1	0,001	0,007
2	0,011	0,057
3	0,034	0,168
4	0,063	0,313
5	0,095	0,484
6	0,122	0,641
7	0,163	0,938
8	0,300	1,423
9	0,436	1,803
10	0,481	2,153
11	0,516	2,468
12	0,531	2,556
13	0,537	2,571
14	0,542	2,597
15	0,541	2,600

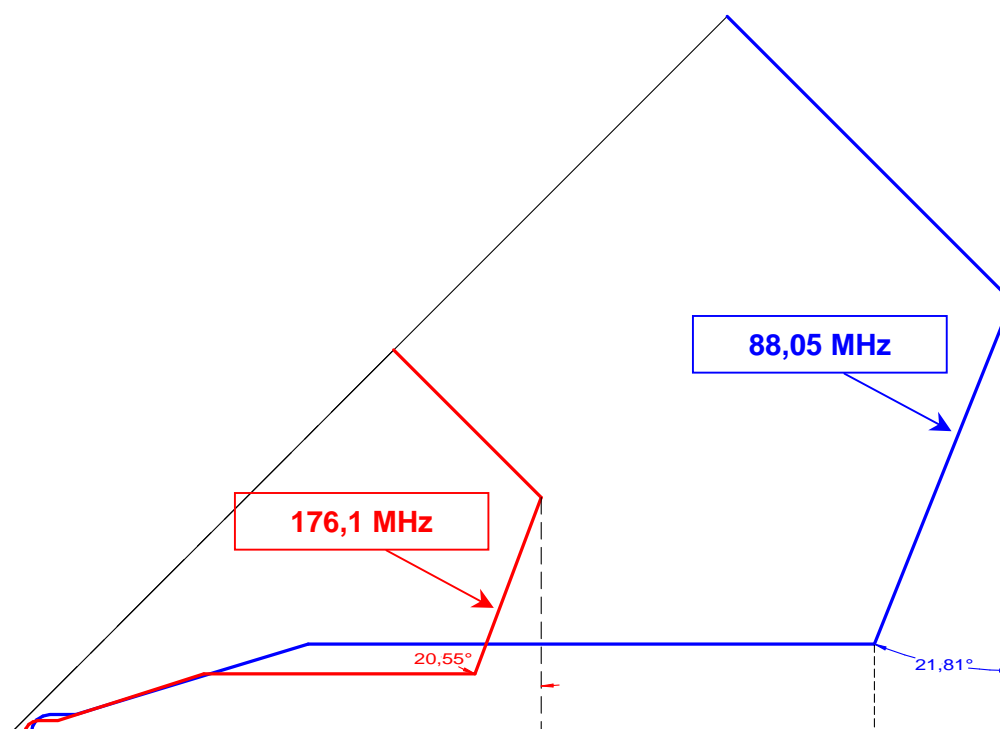


figure 6 : sections transverses comparées

Les deux sections transverses présentent un angle de l'ordre de 21° au niveau de la base de l'électrode (figure 6).

Références

- [1] F. SIMOENS, « Design section transverse RFQ de Spiral2 (version #1) », rapport DAPNIA_03_001, janvier 2003
- [2] F. SIMOENS, « Design section transverse RFQ de Spiral2 (version #2) », rapport DAPNIA_03_018, février 2003
- [3] « LINAG Phase I », Technical Report, GANIL, June 27, 2002