



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 : 14.01.2003	Spiral2 / RFQ
Auteur : François SIMOENS	
Objet : Design section transverse RFQ de Spiral2 (version #1) N/RÉF. : DAPNIA_03_001	

Design section transverse du RFQ de Spiral2

Version #1

Résumé :

Ce document présente une première version des sections transverses du RFQ de Spiral2, qui entre dans le cadre de l'étude du choix entre les 2 fréquences de fonctionnement, 88,05 MHz et 176,1 MHz.

Il donne les dimensions des 2 sections transverses et les dépôts de puissance correspondants. Ces résultats seront discutés lors de la réunion du 14.01.2003.

1 Paramètres des dimensions

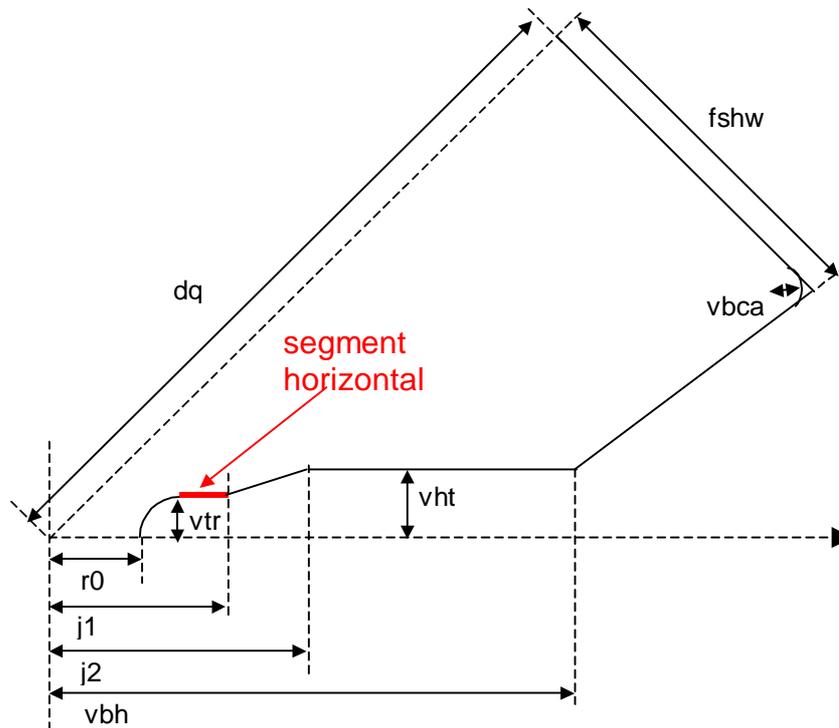


figure 1 : paramètres de la section transverse du RFQ

La géométrie de référence est issue de l'APS (référence [1]).

Pour cette première version de conception des géométries de la section transverse,

- Le rayon de courbure de l'extrémité de l'électrode (vtr de la figure 1) est choisi constant.
- L'ouverture minimale a et le facteur de modulation m , et donc le rayon moyen r_0 , évoluent de cellule en cellule.
- A l'exception de r_0 , tous les autres paramètres de la section transverse (figure 1) sont constants le long de la cavité. Il faudra donc très vite vérifier s'il est possible de compenser l'effet de la variation de fréquence de coupure locale de chaque cellule sur le profil de tension accélératrice en déplaçant les pistons d'accord à des enfoncements raisonnables.

Suite à la réunion technique du 7.01.03, il a été décidé d'insérer un segment horizontal entre l'extrémité circulaire de l'électrode et le segment qui assure la jonction entre cette extrémité et l'épaisseur de 30 mm de l'électrode (figure 1). Ce segment doit permettre d'usiner les modulations de l'extrémité des électrodes, avec un outil unique. Sa longueur dépend de l'ouverture maximale $m \times a$ du RFQ donnée par la dynamique de faisceau.

Les paramètres sont :

- 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.

Les puissances dissipées ont été calculées en imposant une tension inter-électrode $V=100$ kV.

2 Version RFQ résonant à 88,05 MHz

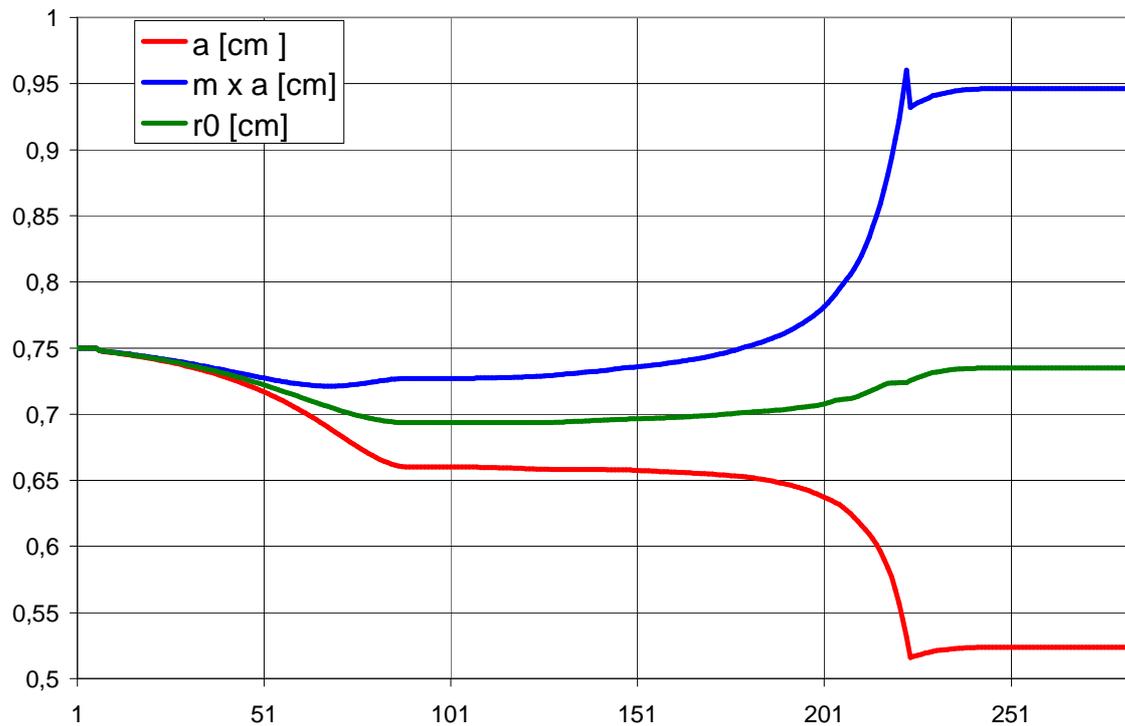


figure 2 : ouverture minimale a , ouverture maximale $m \times a$ et rayon moyen r_0 vs. le numéro de cellule (RFQ de Spiral2, APS, 88 MHz)

Pour le RFQ de l'APS qui résonne à 88,05 MHz (figure 2),

- L'ouverture minimale a varie entre 5,16 mm et 7,5 mm.
- L'ouverture maximale $m \times a$ varie entre 7,2 mm et 9,6 mm.
- Le rayon moyen r_0 varie entre 6,93 mm et 7,5 mm.

Le rayon moyen de référence a été fixé à 7 mm. Le rayon de courbure est choisi égal à 0,85 r_0 , soit 5,95 mm.

La longueur du segment plat a été imposée égale à 17 mm, soit à une valeur égale à un peu moins du double du maximum de $m \times a$.

La demi-épaisseur de l'électrode a été fixée à 30 mm afin d'assurer un bon échange thermique entre l'extrémité de l'électrode et le corps du RFQ.

Les dimensions finales sont données par la figure 3. Les dépôts de puissance par segment de cette section transverse sont indiqués dans la figure 4.

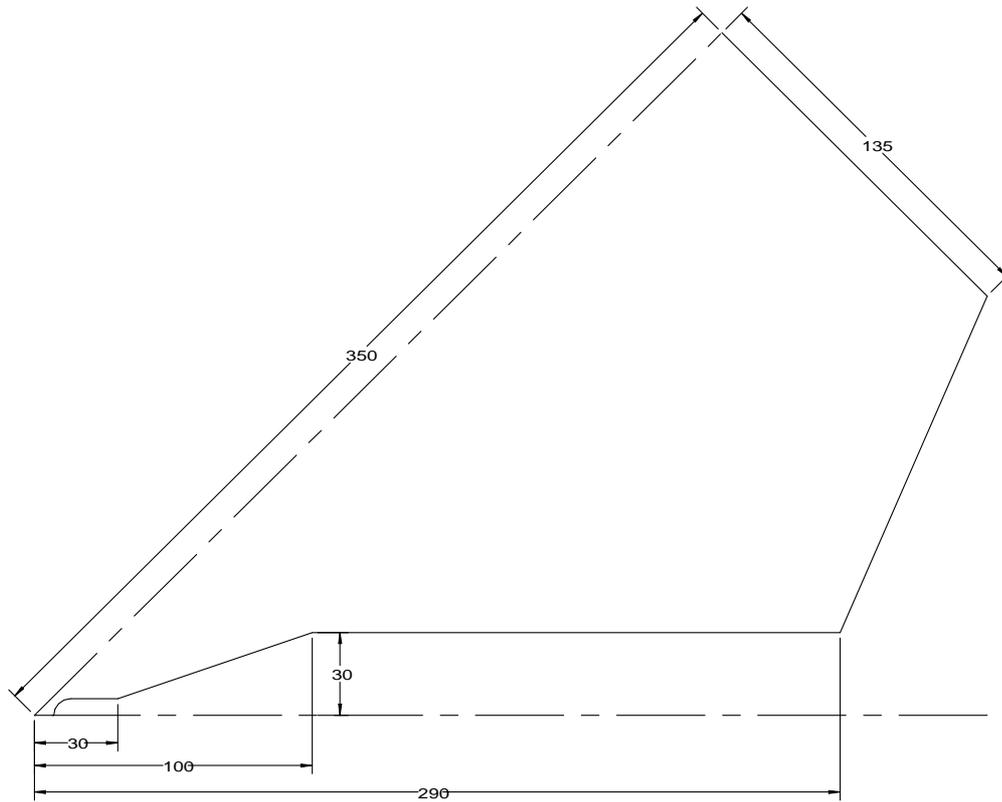


figure 3: section transverse du RFQ de Spiral2 (fréquence = 88,05 MHz)

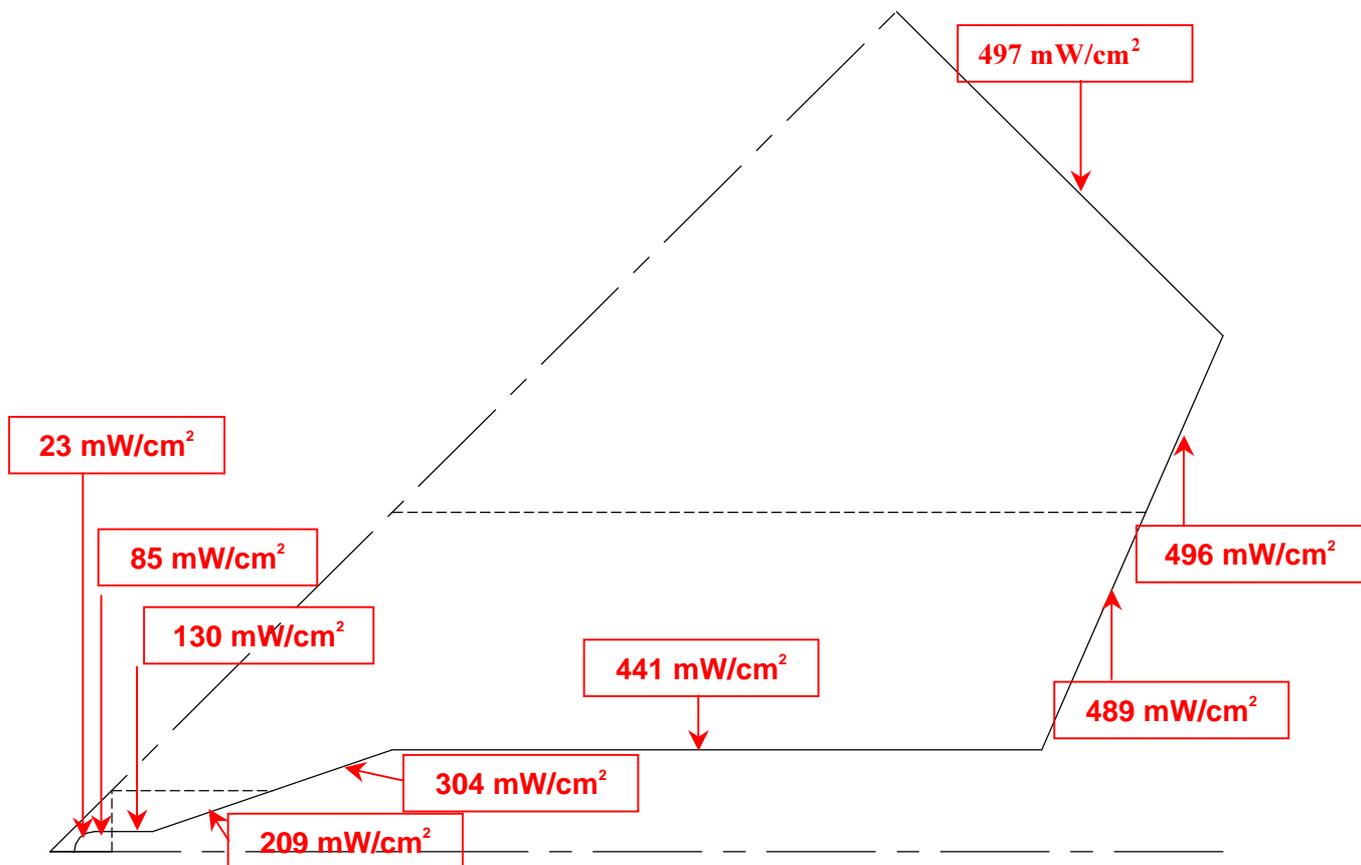


figure 4 : dépôts de puissance dans la section transverse du RFQ de Spiral2 (fréquence = 88,05 MHz)

3 Version RFQ résonant à 176,1 MHz

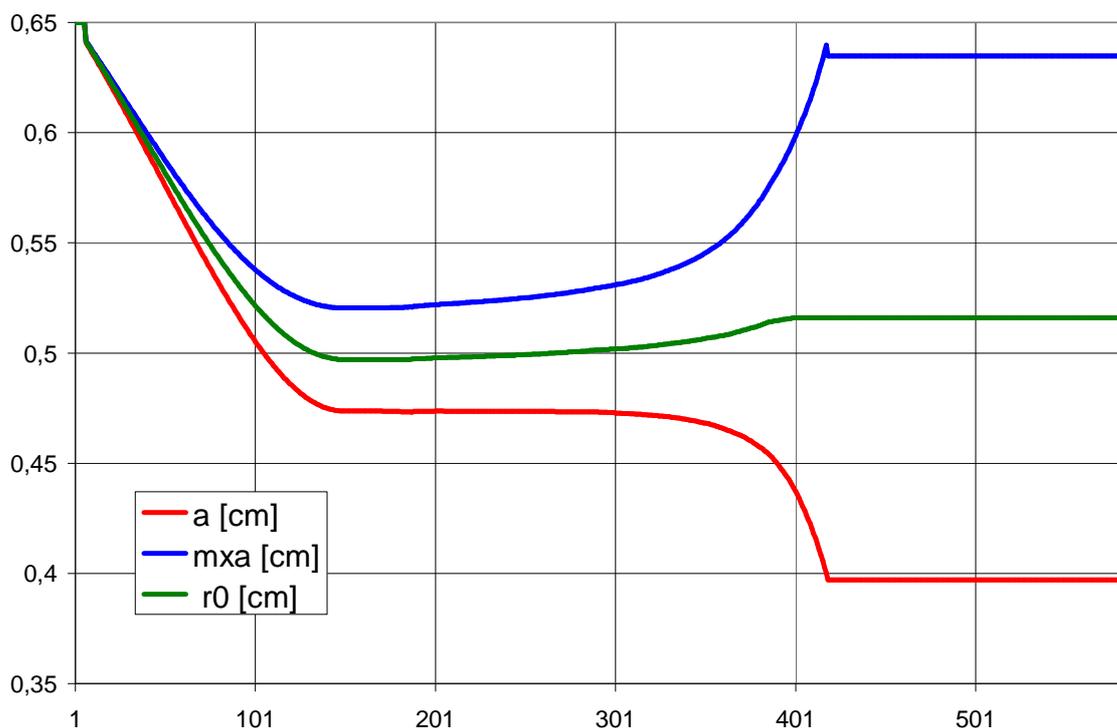


figure 5 : ouverture minimale a , ouverture maximale $m \times a$ et rayon moyen r_0 vs. le numéro de cellule (RFQ de IFMIF, 175 MHz)

Le design de la dynamique de faisceau de référence est celui du RFQ d'IFMIF, qui doit accélérer un faisceau de deutons d'intensité 125 mA, jusqu'à une énergie de 8 MeV, à la fréquence de 175 MHz.

Pour ce RFQ (figure 5),

- L'ouverture minimale a varie entre 3,97 mm et 6,5 mm.
- L'ouverture maximale $m \times a$ varie entre 4,97 mm et 6,5 mm.
- Le rayon moyen r_0 varie entre 5,2 mm et 6,5 mm.

Le rayon moyen de référence a été fixé à 5 mm. Le rayon de courbure est choisi égal à 0,85 r_0 , soit 4,25 mm.

La longueur du segment plat a été imposée égale à 10,75 mm, soit à une valeur égale à un peu moins du double du maximum de $m \times a$.

En dépit d'une fréquence de résonance deux fois plus petite, la demi-épaisseur de l'électrode a été conservée égale à 30 mm afin d'éventuellement minimiser les canaux de refroidissement en assurant un bon échange thermique entre l'extrémité de l'électrode et le corps du RFQ.

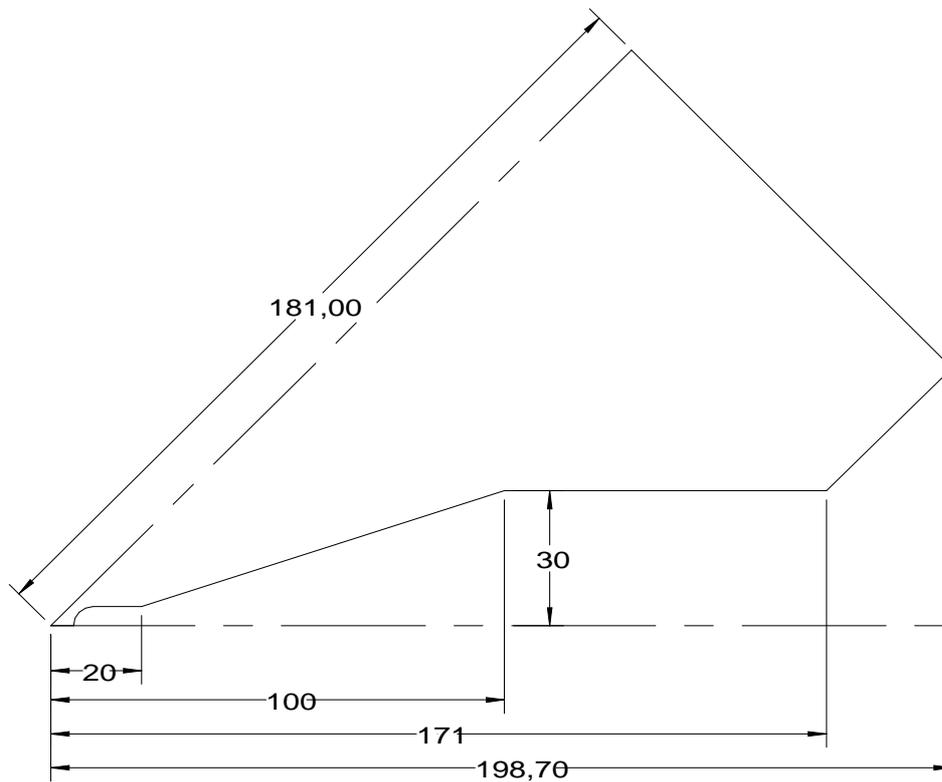


figure 6 : section transverse du RFQ de Spiral2 (fréquence 176,1 MHz)

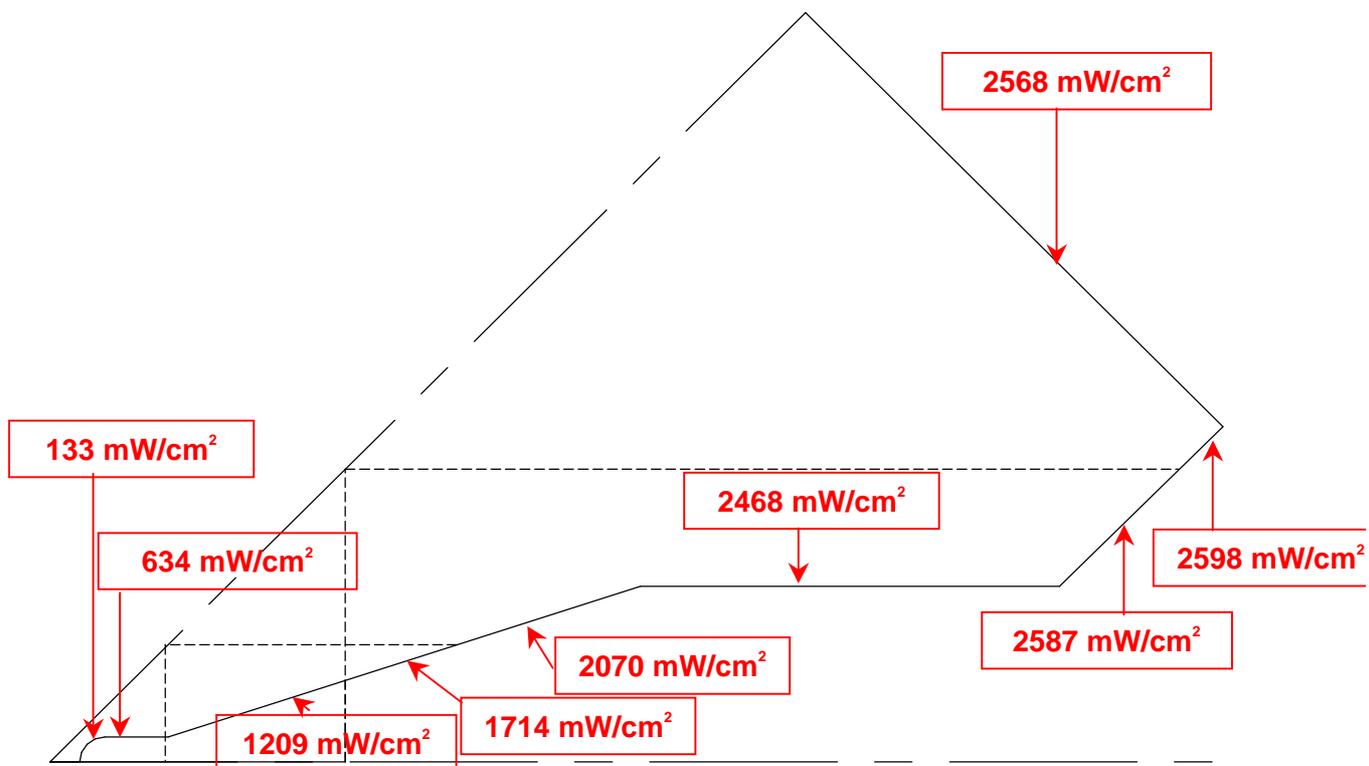


figure 7 : dépôts de puissance dans la section transverse du RFQ de Spiral2 (fréquence =176,1 MHz)

4 Synthèse de résultats

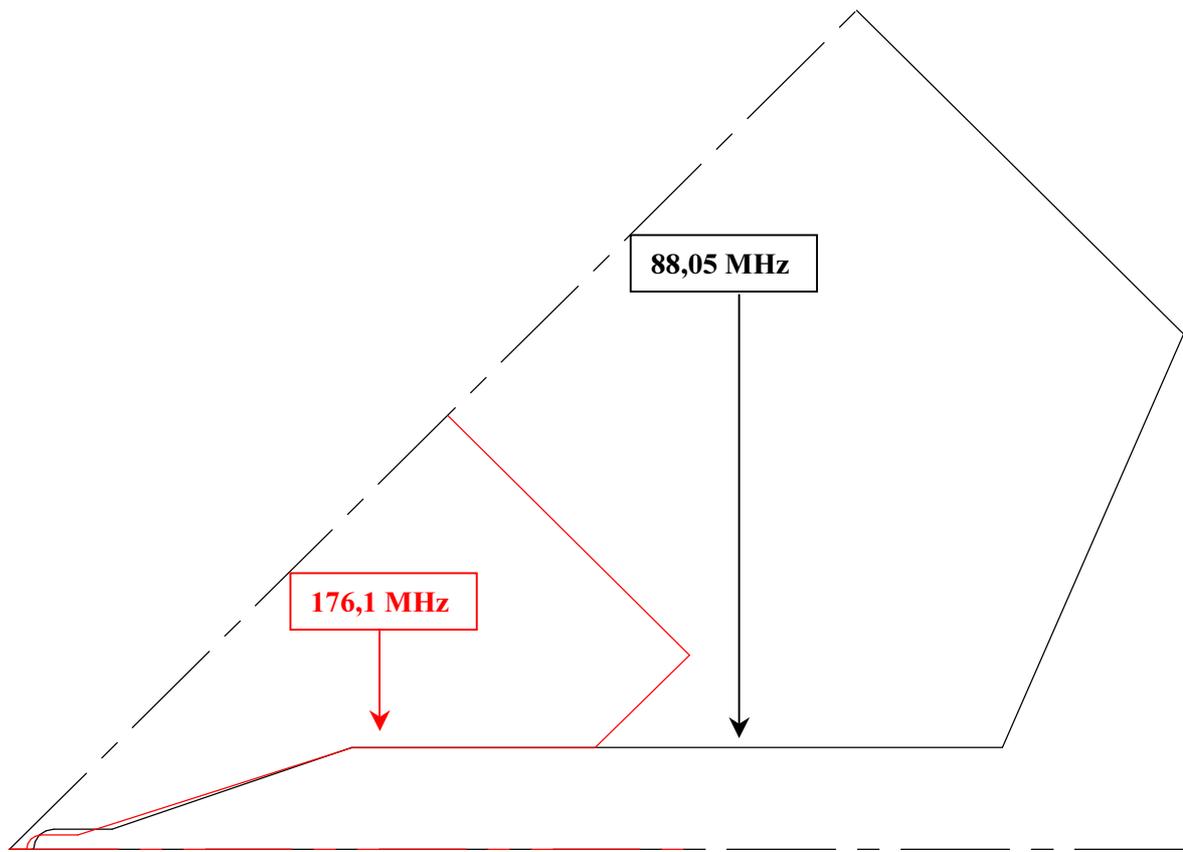


figure 8 : dimensions comparées des sections résonantes aux 2 fréquences

	r_0 [mm]	Q	ezero [MV/m]	V [kV]	Pmax [W/cm ²]	P _{1 quadrant} [W/cm]	Hmax [A/m]	Emax [MV/m]
176,214 MHz (dx=0,3 mm)	5	13476	10	100	0,5	136	3874	25,69
88,116 MHz (dx=0,5 mm)	7	20353	7,143	100	2,6	47,5	2016	18,37

Si la longueur du RFQ est de 6 mètres quelle que soit la fréquence de résonance, la puissance totale consommée serait de :

- 136 x. 600 x 1,2 x 4 \approx 392 kW à 176,214 MHz
- 47,5 x 600 x 1,2 x 4 \approx 136 kW à 88,116 MHz

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

Références

[1] 'LINAG Phase I', Technical Report, GANIL, June 27, 2002