



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 #2) | |
| N/RÉF. : DAPNIA_03_018 | |

Design section transverse du RFQ de Spiral2

Version #2

Résumé :

Ce document présente une deuxième version des sections transverses du RFQ de Spiral2, résonnant aux 2 fréquences de fonctionnement, 88,05 MHz et 176,1 MHz.

Les dimensions des 2 sections transverses de la version #1 ont été modifiées selon les recommandations définies lors de la réunion technique du 14.01.2003.

1 Paramètres des dimensions

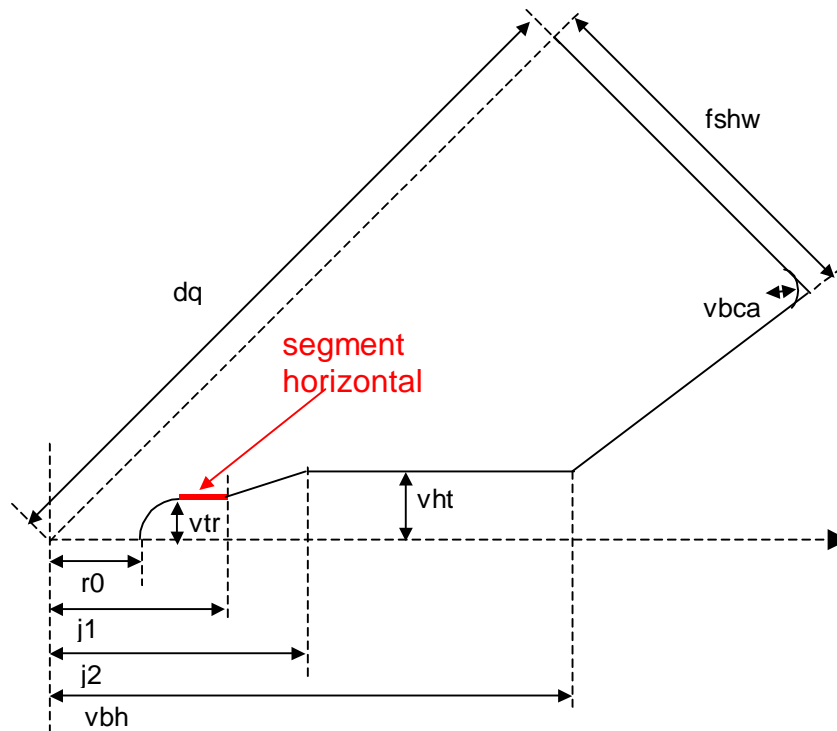


figure 1 : paramètres de la section transverse du RFQ

Rappelons 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.

Suite à la réunion du 14.01.2003 (référence [1]), des dimensions des sections définies dans la première version (référence [2]) ont été modifiées :

- La demi-épaisseur de l'électrode du design 176,1 MHz a été réduite de 1/3 : $vbh = 20$ mm au lieu de 30 mm. Cette modification doit favoriser une diminution des puissances déposées dans les parois.
- Le rayon de courbure vtr du design de référence à 88,05 MHz (APS Spiral2, référence [3], cf. figure 3) est constant le long de la structure et égal à 6,375 mm. On fixe donc $vtr = 6,375$ mm à 88,05 MHz.
- Pour le design de référence à 176,1 MHz (IFMIF, figure 4), vtr évolue le long de la structure de 4,875 mm en $z=0$ à 3,73 mm en fin de cavité. La valeur moyenne $vtr = 4,3$ mm est fixée au lieu de 4,25 mm.
- La valeur du paramètre $j1$ (extrémité du segment horizontal de la figure 1) a été diminuée. Elle est liée aux amplitudes des modulations géométriques des cellules d'accélération (figure 2). Ces modulations de l'extrémité de l'électrode sont maximales en sortie de cavité.

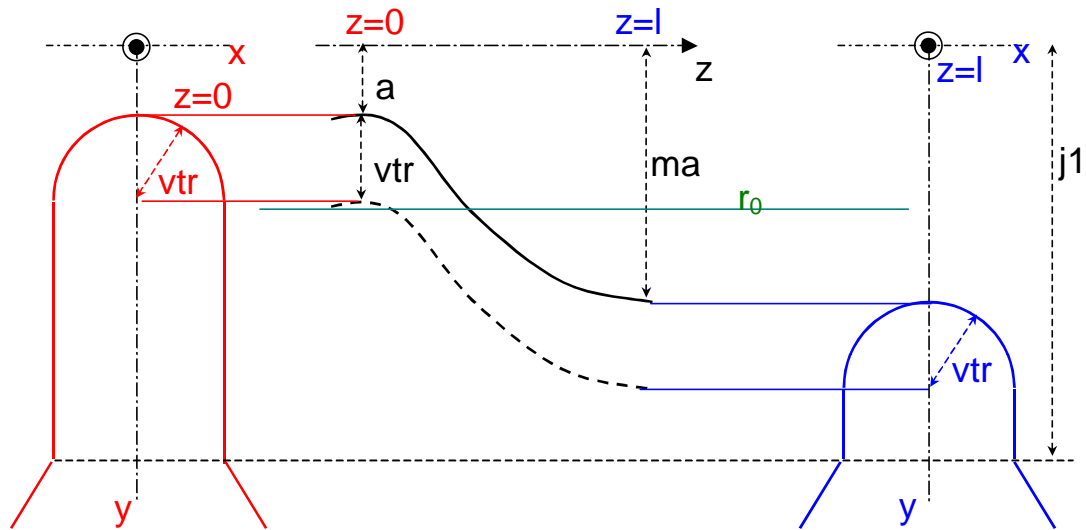


figure 2 : dimensions géométriques d'une cellule d'accélération de longueur l

En fin de cavité, les designs de RFQ de référence présentent les valeurs suivantes :

| | a [mm] | ma [mm] | vtr [mm] | $j1$ min [mm] | $j1$ choisi [mm] |
|-----------------------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|---------------------|
| 88,05 MHz réf : APS Spiral2 | 5,24 | 9,46 | 6,375 | 15,835 | 18 |
| 176,1 MHz réf : IFMIF | 4,74 | 5,25 | 4,3 | 9,55 | 12 |

Avec les valeurs de $j1$ choisies, le segment plat présente une longueur minimale de 2 millimètres.

Les rayons moyens de référence sont conservés.

- $r_0=7$ mm à 88,05 MHz,
- $r_0=5$ mm à 176,1 MHz

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

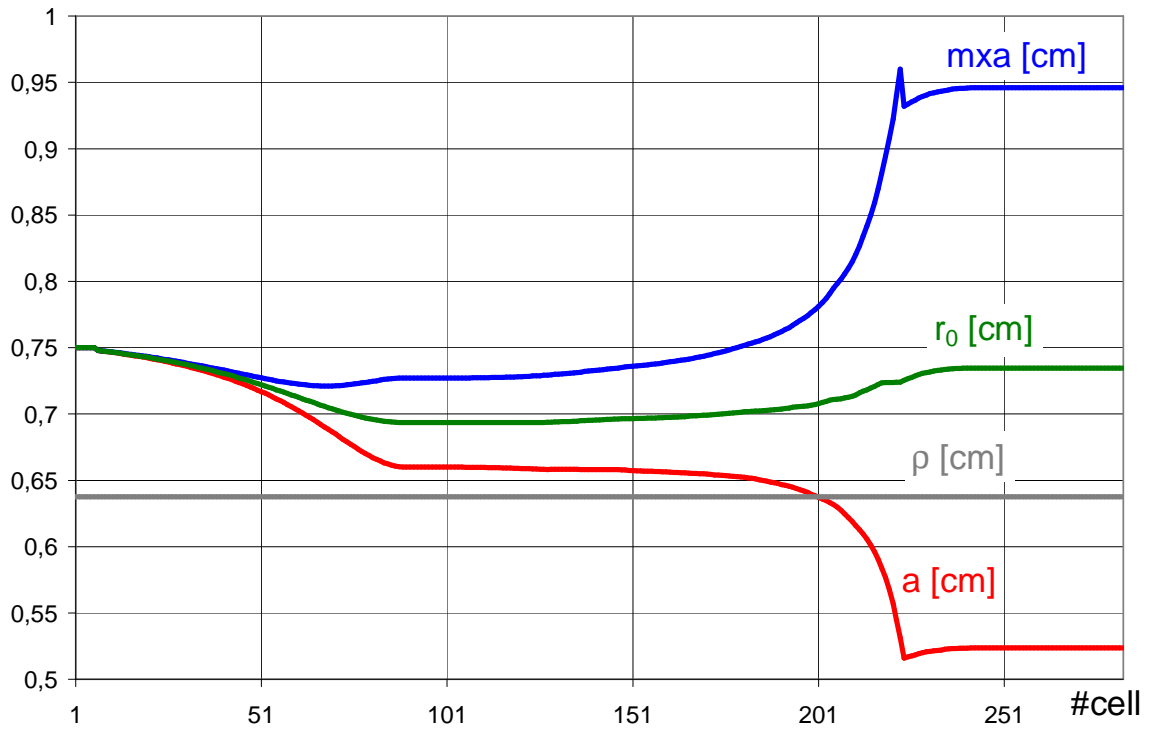


figure 3 : ouverture minimale a , ouverture maximale $m \times a$, rayon moyen r_0 et rayon de courbure v_{tr} vs. le numéro de cellule (RFQ de Spiral2, APS, 88 MHz)

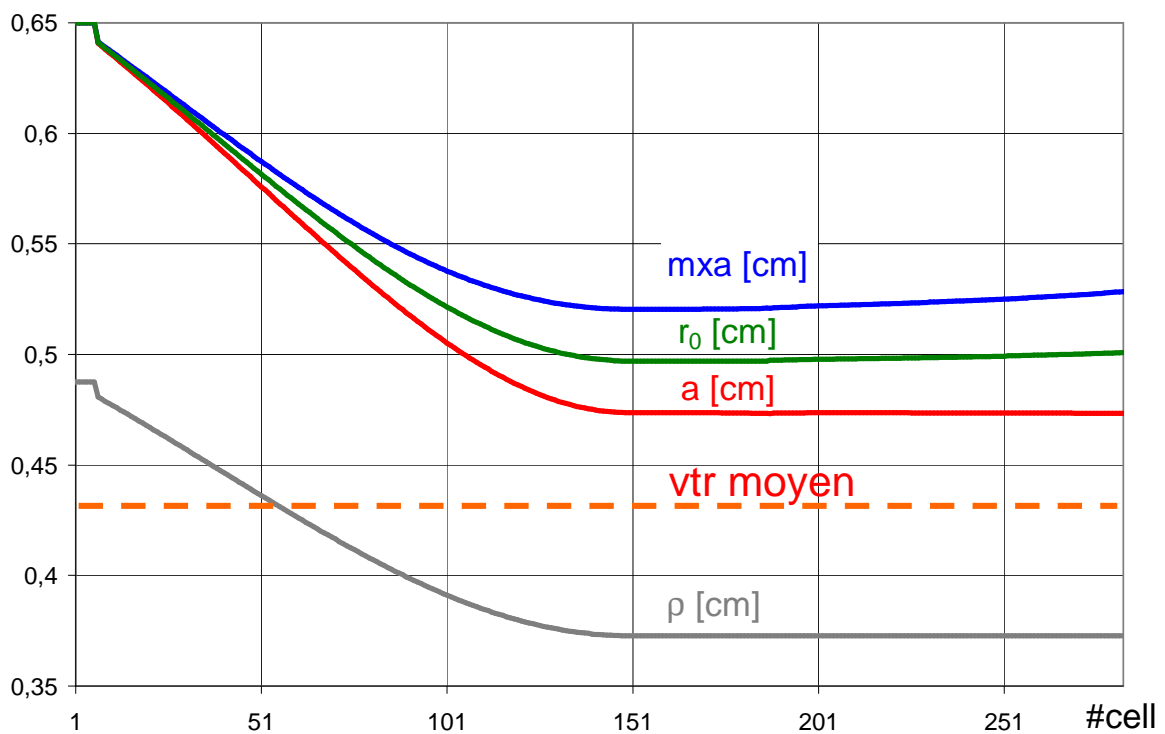


figure 4 : ouverture minimale a , ouverture maximale $m \times a$, rayon moyen r_0 et rayon de courbure v_{tr} vs. le numéro de cellule (RFQ de IFMIF, 175 MHz)

2 Version RFQ résonant à 88,05 MHz

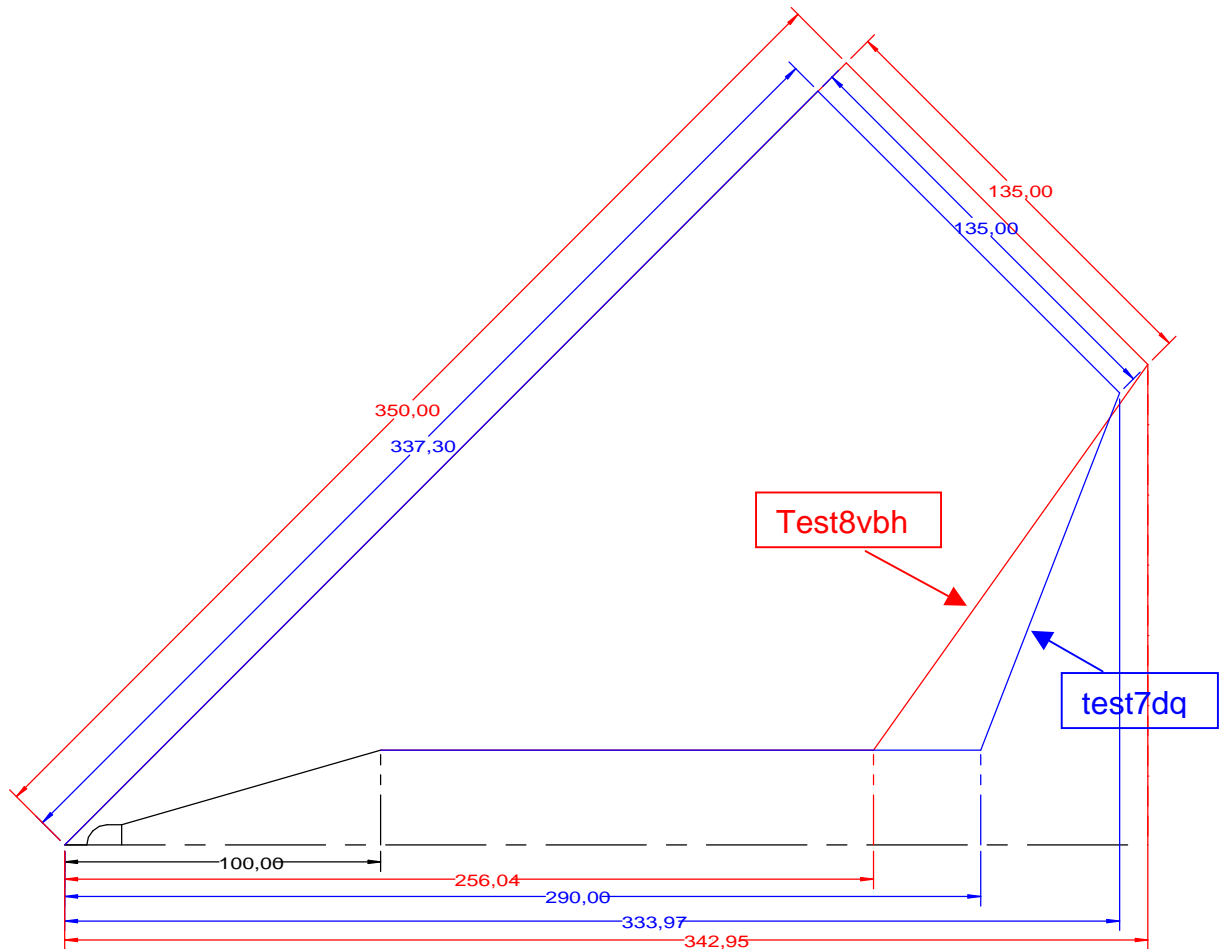


figure 5 : 2 sections transverses du RFQ de Spiral2 résonant à 88,05 MHz

Les dimensions de 2 sections transverses sont données par la figure 5 :

- La version en bleu correspond à une modification de dq par rapport au design version #1.
- La version en rouge correspond à une modification de vbh par rapport au design version #1.

| Version | f_q | r_0 [mm] | Q | V [kV] | Pmax [W/cm ²] | P _{1 quadrant} [W/cm] | Hmax [A/m] | Emax [MV/m] |
|------------|--------------------------|------------|---------|--------|---------------------------|--------------------------------|------------|-------------|
| „test7dq“ | 88,04 MHz (dx=0,6 mm) | 7 | 19604.5 | 100 | 0,557 | 52,41 | 2133 | 18,82 |
| „test8vbh“ | 88,04 MHz (dx=0,6 mm) | 7 | 20353 | 100 | 0,562 | 51,93 | 2142 | 18,82 |

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

- 52,41 x 600 x 1,2 x 4 \approx 150,9 kW
- 51,93 x 600 x 1,2 x 4 \approx 146,6 kW

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

Une différence de 1% sur la puissance consommée est constatée entre les 2 versions.

3 Version RFQ résonant à 176,1 MHz

Pour le design du RFQ d'IFMIF à la fréquence de 176 MHz :

- Le rayon moyen $r_0 = 5 \text{ mm}$.
- Le rayon de courbure $vtr = 4,3 \text{ mm}$ au lieu de $4,25 \text{ mm}$ dans la version #1.
- $j_l = 12 \text{ mm}$ (cf chapitre 1) au lieu de 20 mm dans la version #1.
- La demi-épaisseur de l'électrode $vbh = 20 \text{ mm}$ au lieu de 30 mm dans la version #1.

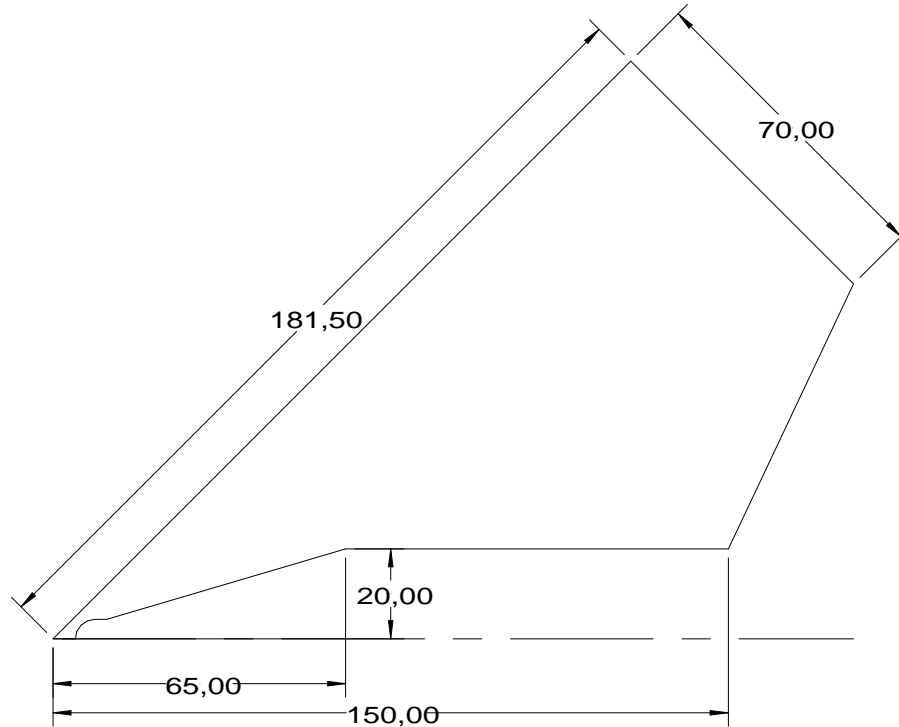


figure 6 : section transverse du RFQ de Spiral2 (fréquence 176,1 MHz)

| f_0 | r_0 [mm] | Q | V [kV] | Pmax [W/cm ²] | P _{1 quadrant} [W/cm] | Hmax [A/m] | E _{max} [MV/m] |
|---------------------------|------------|-------|--------|---------------------------|--------------------------------|------------|-------------------------|
| 176,27 MHz (dx=0,3 mm) | 5 | 14440 | 100 | 2,72 | 131,34 | 3968 | 25,78 |

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

- $131,34 \times 600 \times 1,2 \times 4 \approx 378 \text{ kW}$

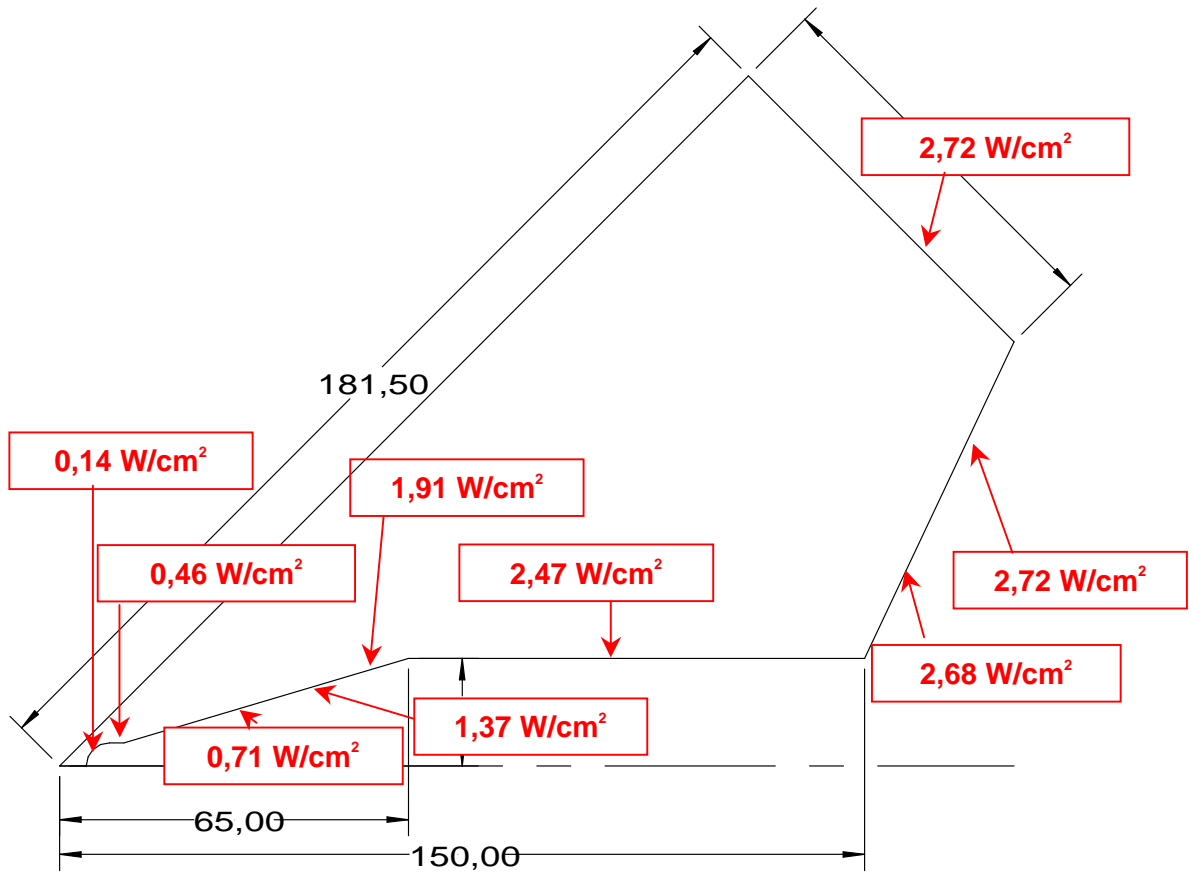


figure 7 : dépôts de puissance dans la section transverse du RFQ de Spiral2 (fréquence =176,1 MHz)

Références

- [1] « Compte-rendu de la réunion RFQ N°3, mardi 14 janvier 2003 – Saclay », Rédaction : R. Ferdinand, APD Spiral2
- [2] F. SIMOENS, « Design section transverse RFQ de Spiral2 (version #1) », rapport DAPNIA_03_001, janvier 2003
- [3] « LINAG Phase I », Technical Report, GANIL, June 27, 2002