

## Dossier De Conception (DDC)

du projet

# Challenge De Radiogoniométrie

### Responsabilité documentaire

Action	NOM Prénom	Fonction	Date	Signature
Rédigé par	Huu-Duc Alexis Kyrian Bunel Quentin Bernyer	Technicien	09/02/2023	
Approuvé par	M. Théolier & M. Frini (IUT GEII Bdx)	Chef de projet	09/02/2023	
Approuvé par	M. Théolier & M. Frini (IUT GEII Bdx)	Client	09/02/2023	

## Suivi des révisions documentaires

Indice	Date	Nature de la révision
1	01/09/2022	Publication préliminaire du DDC document à compléter par le Technicien.
2	10/02/2023	Première publication

## Documents de références

Sigle	Référence	Titre	Rév.	Origine
[CDC]	RMS_CDC	Cahier des charges	1	IUT GEii Bdx

## Table des matières

1. Nature du document	4
2. Conception préliminaire du produit	4
2.1 Architecture Électronique	4
2.1.1 Choix de la tablette	6
2.1.2 Choix de l'architecture de l'antenne	6
2.1.3 Choix des matériaux de l'antenne	8
2.3 Conclusion de la conception préliminaire du produit	10
3. Conception détaillée du produit	11
3.1 Conception antenne	11
Modélisation de l'impédance de l'antenne :	13
Adaptation d'impédance :	13
Fréquence de résonance :	15
3.2 Conception Mécanique	17
Estimation du poids total :	17
Emplacement du centre de la poigné :	20
3.3 Coûts du projet	22

## 1. Nature du document

Ce document est un dossier de conception et a pour but de détailler la conception du produit développé. Il apporte ainsi des preuves de la conformité du produit par rapport à l'ensemble des exigences client. Le paragraphe 3 du [CDC] décrit de façon plus détaillée la nature et le positionnement de ce document dans l'arborescence documentaire du projet.

## 2. Conception préliminaire du produit

Ce chapitre décrit l'architecture fonctionnelle du produit. Il apporte les premiers éléments de preuve de la faisabilité du produit vis-à-vis des exigences client.

### 2.1 Architecture Électronique

Référence de pré-conception : CPR01

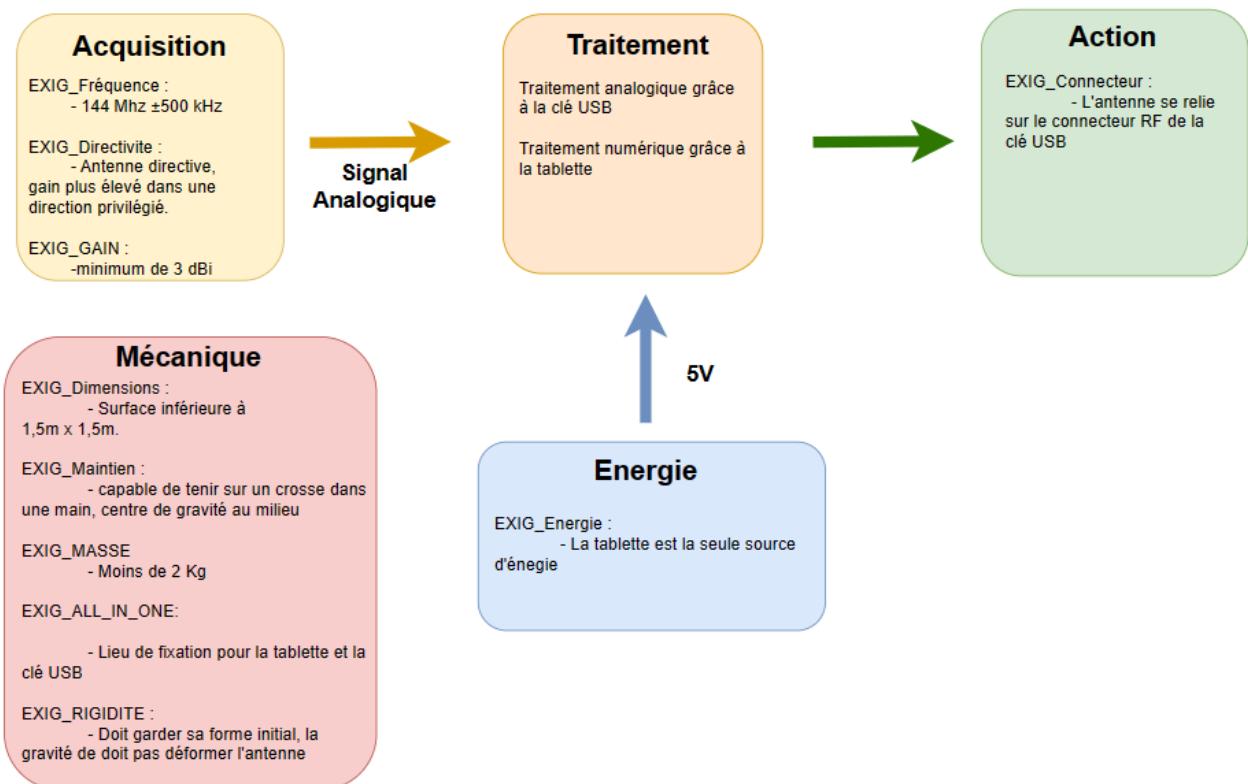


Figure 2.1.1 : Schéma fonctionnel de l'antenne.

Ce schéma fonctionnel présenté constitue les exigences demandées par le cahier des charges afin de réaliser notre antenne et répondre au besoin du client. Nous retrouvons dans ce schéma le bloc énergie qui indique que l'alimentation de notre antenne se fera seulement par notre

tablette. Le bloc énergie est relié avec notre bloc mécanique. Nous devons respecter une masse inférieure à 2 Kg au total. Le choix de la tablette dépendra donc de cette contrainte, ce qui impactera l'alimentation et l'autonomie de notre antenne. Le choix du matériau pour la construction de notre antenne doit répondre à l'entièreté du bloc mécanique. Il doit être assez rigide pour éviter toute dégradation, respecter la masse maximale de 2 kg, permet de construire une antenne inférieure à 1,5 m \* 1,5 m avec un centre de gravité au milieu.

Le bloc acquisition pose les bases du fonctionnement de notre antenne. Elle doit être capable de recevoir des fréquences de 144 MHz et être directive dans un sens privilégié avec un gain plus élevé. Le traitement de ces données est réalisé numériquement par la tablette et analogiquement par la clé USB. Le point d'action se trouve alors au connecteur RF qui relie l'antenne à la clé USB.

Afin de répondre au cahier des charges, une analyse globale des exigences a conduit à l'architecture fonctionnelle présentée ci-dessous.

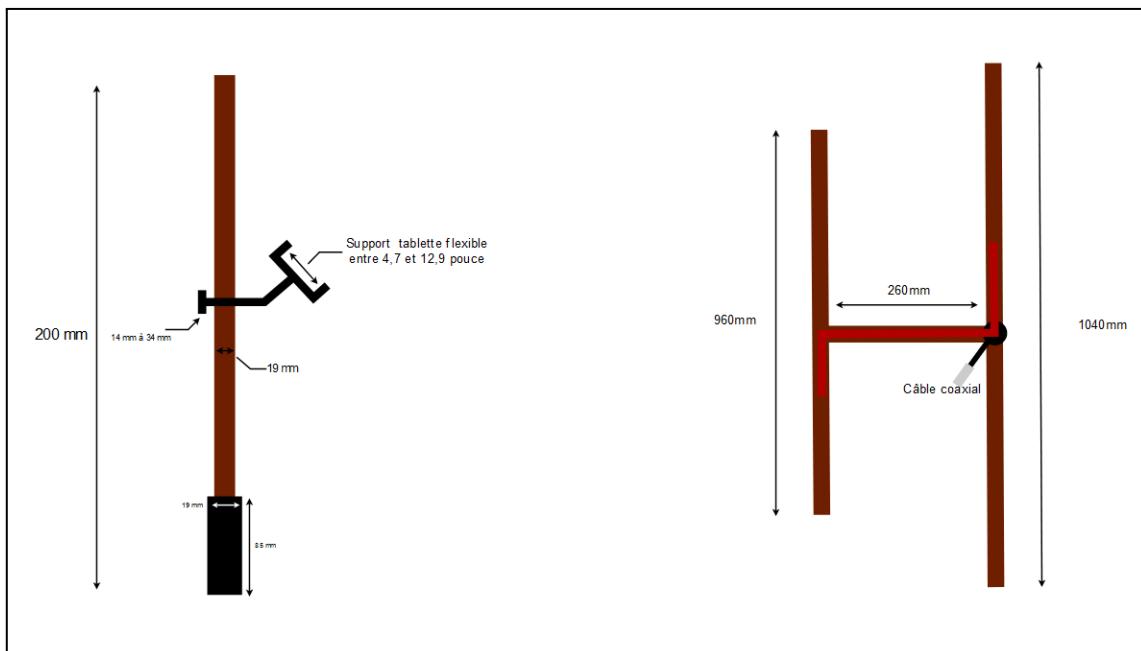


Figure 2.1.2 : Schéma mécanique de la tige support et de l'antenne

Nous avons ici vu l'ensemble de notre produit et ces dimensions. Nous avons donc la tige support qui permettra de supporter notre antenne. Nous pensons qu'une tige support permettra le fonctionnement de l'antenne dans de meilleures conditions car nous pouvons le poser dessus et avoir une antenne complètement horizontale. La tige comporte un support de fixation de la tablette ainsi qu'un manche. Nous avons aussi notre antenne avec ces dimensions ce qui permet de valider les exigences mécaniques demandées. Les dispositifs que nous retrouvons sur l'antenne comme le condensateur ou câble coaxial seront calculés et installés sur l'antenne à l'aide de soudures

### 2.1.1 Choix de la tablette

**Référence de pré-conception :** CPR02

**Exigences client vérifiées par préconception :** EXIG\_ENERGIE (EXIG\_TABLETTE)

La tablette permet d'avoir un interface qui traite les données obtenues par notre antenne et aide donc l'utilisateur à repérer la cible.

En nous aidant d'une fiche d'aide à la décision, nous comparons différents produits afin de choisir le produit correspondant à nos exigences.

FICHE D'AIDE A LA DECISION (FAD)						
Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (valeur de 1 à 5)				Commentaires (si nécessaire)
		USR A	Dimension (largeur * longueur)	AUTONOMIE	PRIX	
Microsoft Surface Pro 4	OUI	OUI	20,2 cm * 29,2 cm	9h	390	9
		1	2	1	5	
Microsoft Surface Go 3	OUI	NON	17,5 cm * 24,5 cm	11h	470	8
		0		2	4	
Microsoft Surface Book 2	OUI	OUI	23,2 cm * 31,2 cm	17h (avec socle)	480	8
		1		1	3	
IUT de Bordeaux Département GEII	Référence : Radiogoniometrie_FAD Révision : 1.6 – 24/01/2023					2 / 7

*Figure 2.1.3 : Fiche d'aide à la décision de la tablette*

Pour le choix de la tablette, nous avons comme obligation de prendre des supports microsofts car la clé USB RTL-SDR.com en version 3 n'est utilisable que sur ce système d'exploitation. La deuxième condition sur le choix de la tablette est que celle-ci est la seule source d'énergie qui alimente la clé USB et l'antenne. Nous devons alors avoir une autonomie assez puissante pour tenir le temps de la recherche. Le Microsoft Surface PRO 4 répond efficacement à ces critères. Avec une dimension correcte, un système d'exploitation compatible et un autonomie suffisante de 9h. Nous avons préféré celui-ci car son coût est beaucoup plus accessible que les deux autres.

### 2.1.2 Choix de l'architecture de l'antenne

**Référence de pré-conception :** CPR03

**Exigences client vérifiées par préconception :** EXIG\_FREQUENCE, EXIG\_DIRECTIVITE, EXIG\_COUT, EXIG\_RIGIDITE, EXIG\_MASSE, EXIG\_MAINTIEN,

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

L'architecture de notre antenne correspond à l'ensemble des dispositifs établis afin d'organiser et de joindre chaque partie de l'antenne entrent-elles comme pour l'assemblage de l'antenne, la fixation de la tablette ou encore la manche.

Différentes fiches d'aide à la décision nous permettent de choisir ces produits en répondant à nos exigences.

FICHE D'AIDE A LA DECISION (FAD)						
Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (valeur de 1 à 5)			Total (produit des valeurs précédentes)	Commentaires (si nécessaire)
		Matériau	Dimension	diamètre interne		
Poignée	OUI	PVC	85 mm	19 mm	11,98	
		5	5	5	5	
poignée	oui	PVC	115 mm	19 mm	17,28	
		5	5	5	4	
Poignée	oui	PVC	110mm	22	19,07	
		5	5	2	2	
IUT de Bordeaux	Référence : Radiogoniometrie_FAD					2 / 7
Département GEII	Révision : 1.6 – 24/01/2023					

Figure 2.1.4 : Fiche d'aide à la décision de la poignée

Pour la poignée, nous aurons une tige support sur laquelle sera déposée notre antenne, la tige est d'environ 20 cm et possède un diamètre d'environ 1,9 cm. Le manche permet de tenir de façon plus ferme et confortable l'ensemble du produit. Nous avons choisis une poignée PVC noir qui possède exactement un diamètre interne de 1,9 cm afin de faire glisser notre tige support dedans.

Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (valeur de 1 à 5)				Total (produit des valeurs précédentes)	Commentaires (si nécessaire)
			Fixation	Taille tablette max	PRIX		
KDD Support tablette	1		14mm à 34mm	13 pouce	22,95	10	
			4	4	2		
Lamicall support Tablette	1		14mm à 34mm	12.9 pouce	19,99	11	
			4	4	3		
Tendak Support Tablette	1		63,5mm à 200mm	12.9 pouce	17,99	10	
			2	4	4		
IUT de Bordeaux	Référence : PRJ_FAD					2 / 7	
Département GEII	Révision : 1.6 – 19/09/2022						

Figure 2.1.5 : Fiche d'aide à la décision du support de fixation de la tablette

Pour une simplicité et un confort d'utilisation, nous avons décidé de fixer la tablette sur la tige. Le but étant d'avoir la tablette à hauteur de tête. Nous avons choisi Lamicall support Tablette car sa marge de fixation correspond au dimension de notre tige, la taille de la tablette choisie correspond à la valeur maximum du support de fixation de la tablette. Ce support nous facilitera grandement lors de nos déplacements et nous permettra d'avoir une main de libre.

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (valeur de 1 à 5)				Total (produit des valeurs précédentes)	Commentaires (si nécessaire)
		résistance mécanique	conduction électrique	facilité d'assemblage			
vis	1	3	2	5		30	
soudure	1	5	5	2		50	solution retenue
clou	1	2	2	5		20	
colle	1	4	0	5		0	
IUT de Bordeaux	Référence : Radiogoniometrie_FAD						2 / 7
Département GEII	Révision : 1.6 – 24/01/2023						

*Figure 2.1.6 : Fiche d'aide à la décision de l'assemblage de l'antenne*

L'assemblage de notre antenne se fera avec des soudures. Comparé aux autres solutions que nous avons proposées. La soudure possède une résistance mécanique et une conduction électrique bien meilleure même si n'est pas la plus simple à utiliser et à mettre en place. Nous privilégions le bon fonctionnement de l'antenne plutôt que sa facilité de construction qui bien sur reste largement abordable.

Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (valeur de 1 à 5)				Total (produit des valeurs précédentes)	Commentaires (si nécessaire)
		Compatibilité SMA	male vers femelle	coût	longueur		
Câble coaxial 50 ohms	0	non	oui	21,88	25cm		
		0	4	3	3	11	
Câble coaxial 50 ohms	1	oui	oui	24,1	15cm	15	avec un connecteur SMA
		5	4	2	4		
Câble coaxial 50 ohms	1	oui	non	20,44	100cm	9	
		5	0	3	1		
IUT de Bordeaux	Référence : PRJ_FAD						2 / 7
Département GEII	Révision : 1.6 – 19/09/2022						

*Figure 2.1.7 : Fiche d'aide à la décision du câble coaxial*

Nous choisissons un câble coaxial de 50 ohms pour notre antenne qui possède une compatibilité de branchement SMA avec comme connecteur mâle/femelle. Un connecteur SMA sera installé sur l'antenne afin de brancher le câble coaxial. La longueur du câble ne doit pas être trop longue afin de ne pas changer le centre de gravité de notre antenne et de nous gêner lors de notre recherche. Une longueur de 15 cm est celle que nous pensons être la mieux adaptée pour notre antenne.

### 2.1.3 Choix des matériaux de l'antenne

Référence de pré-conception : CPR04

IUT Bordeaux	Référence : RMS_DDC_EQ15	8/23
Département GEII	Révision : 1 – 09/02/2023	

**Exigences client vérifiées par préconception :** EXIG\_MASSE, EXIG\_RIGIDITE, EXIG\_DIMENSIONS, EXIG\_COUT

L'objectif est de dimensionner une antenne directive, dotée d'un gain de 3dBi tout en restant sous les 50 euros de budget et devant disposer d'une certaine rigidité pour que l'antenne ne s'endommage pas sous l'effet de la gravité.

Afin de choisir le ou les matériaux, nous utilisons une fiche d'aide à la décision qui à pour objectif de présélectionner des matériaux, il s'agit ici de matériaux conducteur car il s'agit du seul moyen de capter les ondes électromagnétiques émises par la balise et nous les notons en fonction de plusieurs critères dans un tableau afin de choisir la solution la plus adaptée, dans le cas de notre antenne la FAD des matériaux est disponible en figure 8 ci-dessous.

Solution technique proposée	Conformité à toutes les exigences (oui : 1 / non : 0)	Critères de sélection (valeur de 1 à 5)			Total (produit des valeurs précédentes)	Commentaires (si nécessaire)
		Prix (€/kg)	Résistivité (ohm/mm²/m)	poids (g/cm³)		
aluminium	1	2,12 €/kg 4	0,0278 3	2,70 5	3	45
fer	1	0,09 €/kg 5	0,10 2	7,85 4	2	20
or	1	56 380 €/kg 1	0,0222 4	19,3 1	5	5
cuivre	1	7,37 €/kg 3	0,017 5	8,96 4	5	75
laiton	1	3,70 €/kg 3	0,059 4	8,2 4	4	48
Département GEII	Révision : 1.6 – 07/02/2023					

*Figure 2.1.8 : FAD pour le choix des matériaux de l'antenne*

Nous avons commencé par présélectionner des matériaux conducteurs, comme l'aluminium, le fer, l'or, le cuivre et le laiton, ces matériaux sont parmi les plus conducteurs et les plus utilisés en radiofréquence.

Afin de les départager, nous avons établi différents critères en fonction de nos besoins. Nous avons donc sélectionné ces métaux en fonction du prix car nous avons des contraintes au niveau du budget, la résistivité car plus le matériau est conducteur plus le gain est élevé, le poids car une exigence fixe un poids maximal pour l'ensemble du produit et l'assemblage mécanique qui n'est pas éliminatoire mais facilitera grandement l'assemblage et la durabilité de l'antenne.

Une fois les critères en place, nous complétons le tableau par une note de 1 à 5 en fonction des caractéristiques que nous pouvons trouver en ligne, puis nous calculons le score final pour chaque solution en faisant le produit de chaque ligne et le plus haut score (qui respecte au plus au cahier des charges) et donc pour le cuivre, qui dispose d'une très faible résistivité d'un poids correct, d'un assemblage simplifié tout en gardant un prix abordable pour le budget prévu par le client.

## 2.3 Conclusion de la conception préliminaire du produit

La conception du produit correspond aux exigences émises par le client. Grâce à nos FAD, nous avons pu établir plusieurs options de conception pour notre antenne et nous avons choisi celle qui répondait le mieux à nos besoins. Toutes les exigences du client ont été réalisées.

## 3. Conception détaillée du produit

**Exigences client vérifiées par la conception :** [EXIG\_DIMENSIONS, EXIG\_MAINTIEN, EXIG\_MASSE, EXIG\_ALL\_IN\_ONE, EXIG\_RIGIDITE, EXIG\_FREQUENCE, EXIG\_DIRECTIVITE, EXIG\_GAIN, EXIG\_CONNECTEUR, EXIG\_ENERGIE, EXIG\_DELAI, EXIG\_COUT]

Ce chapitre détaille la conception du produit développé. Il constitue une preuve de la conformité du produit. Chaque paragraphe de cette étude fait donc clairement référence aux exigences client issues du [CDC].

### 3.1 Conception antenne

Référence de conception : C01

**Exigences client vérifiées par la conception :** [EXIG\_FREQUENCE, EXIG\_DIRECTIVITE, EXIG\_GAIN]

#### Calcul de l'impédance de l'antenne :

Nous déterminons l'impédance de notre antenne par la simulation sous le logiciel "MMANA-GAL". Après avoir modélisé l'antenne en rentrant la matrice ci-dessous (Figure 3.1.1),

	$x_1$	$x_2$	$y_1$	$y_2$	$z_1$	$z_2$
1	0	0	0,14	0,52	0	0
2	0	0	0	0,14	0	0
3	0	0	0	-0,52	0	0
4	0,26	0,26	0	0,48	0	0
5	0,26	0,26	0	-0,13	0	0
6	0,26	0,26	-0,48	-0,13	0	0
7	0	0,26	0	0	0	0
8	0	0	0,14	0,14	0	0,02
9	0	0	0,14	0	0,02	0,02
10	0	0,26	0	0	0,02	0,02
11	0,26	0,26	0	-0,13	0,02	0,02
12	0,26	0,26	-0,13	-0,13	0,02	0

Figure 3.1.1 - Schéma matrice

Nous obtenons la modélisation de l'antenne suivante (Figure 3.1.2 et 3.1.3).

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

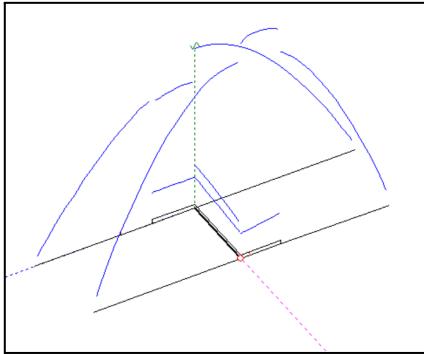


Figure 3.1.2

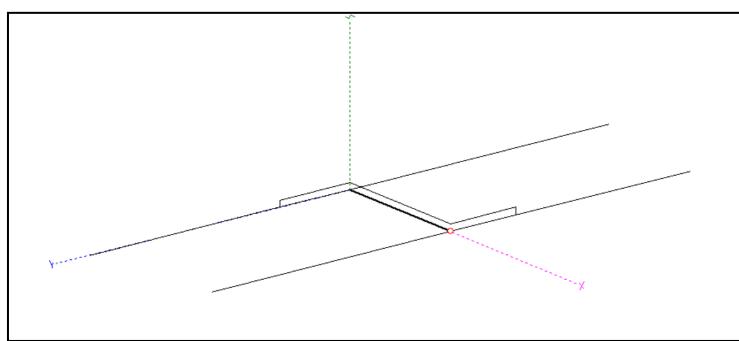


Figure 3.1.3

Ce qui nous permet d'obtenir l'impédance de notre antenne :

HB9CV
Fréq [144.00 MHz]
Terre
<input checked="" type="radio"/> Espace libre
<input type="radio"/> Parfait
<input type="radio"/> Réel
Elargir (haut) 3 m
Matériel Tuyau (Cu)

LONGUEUR D'ONDE = 2.080 (m)					
TOTAL (POULS) = 154					
REMPLEIR MATRICE					
MATRICE DEFECTEURS					
POULS	U (V)	I (mA)	Z (Ohm)	ROS	PWR(WT)
w5b	10.00+j0.000	209.8-j161.8	29.89+j23.05	2.16	2.0981
POWER = 2.1 WT					
DONNÉES ACTUELLES...					
CHAMP LOINTAIN (Pin = 2.0981 WT)					
PAS D'ERREURS BLOQUANTS					
0.09 sec					

F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	ROS 50	Gh dBd	Ga dBi	F/B dB	Elev.	Masse	Add H.	Polar.
144.1	29.89	23.05	2.16	4.33	6.48	11.88	---	Libre	---	hori.

Figure 3.1.4 - Caractéristique antenne

On obtient donc une impédance de  $29.89+j23.05$  Ohms

On obtient également le gain ci-dessous :

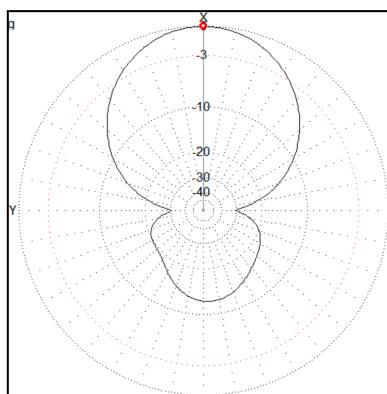


Figure 3.1.5

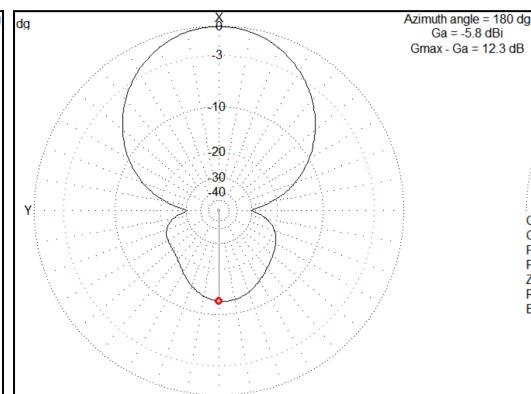


Figure 3.1.6

Soit un gain = 12.3 dB

On peut également constater la directivité de notre antenne :

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

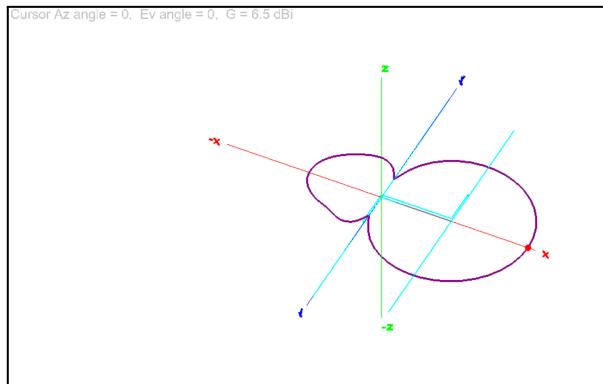


Figure 3.1.7

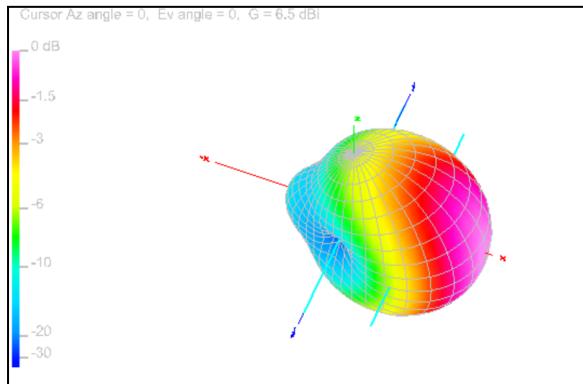


Figure 3.1.8

Le lobe inférieur du schéma figure 3.1.4 étant inférieur à -3dB confirme que notre antenne est bien directive.

On peut donc remarquer que l'impédance obtenue ne permet pas d'avoir une réception optimale du signal. Ce qui également notable car notre ROS = 2.16 et l'on souhaite un ROS < 1,2 (EXIG\_Fréquence). Pour cela il est donc indispensable de réaliser une adaptation d'impédance :

### Modélisation de l'impédance de l'antenne :

On modélise notre antenne de la façon suivante (Figure 3.3.1.9) :

On sait que =>  $Z_I = 33.76 + j23.05 \text{ Ohms}$

On en déduit :

$$R = 33.76 \text{ Ohms}$$

$$L = 23.05/w = 23.05/(2\pi f^2) = 25.47 \text{ nH}$$

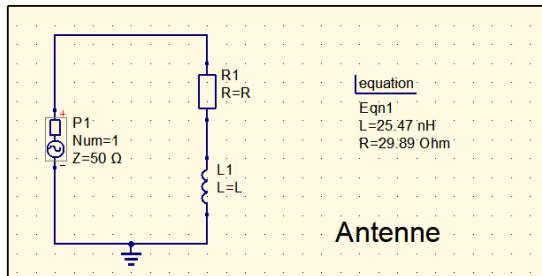


Figure 3.1.9

### Adaptation d'impédance :

Nous dimensionnons par la simulation (Figure 3.1.14) l'adaptation d'impédance de notre antenne pour atteindre un ROS < 1,2 (EXIG\_Fréquence).

Pour cela nous avons dans un premier temps représenter l'impédance de notre antenne sur l'abaque de smith :

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

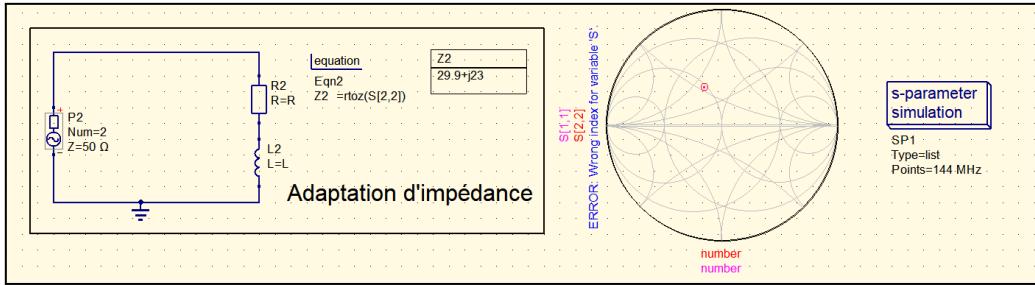


Figure 3.1.10

Nous avons ensuite rajouté une bobine en série pour se rapprocher du cercle d'admittance qui nous permettra d'atteindre le centre de l'abaque (qui correspond à l'adaptation d'impédance).

Pour cela nous avons utilisé l'outil “Tune” qui permet de faire varier précisément les valeurs de éléments (Figure 3.1.11) :

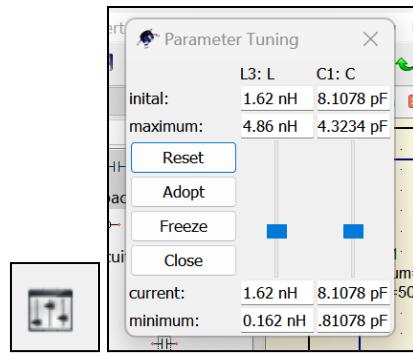


Figure 3.1.11

On obtient donc le point suivant :

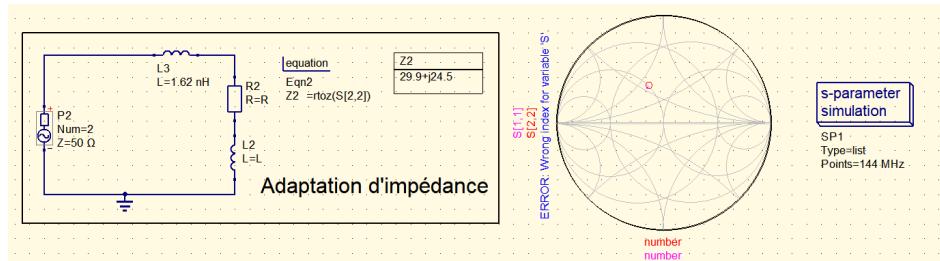


Figure 3.1.12

On ajoute maintenant un condensateur en parallèle pour se déplacer sur le cercle des admittances

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

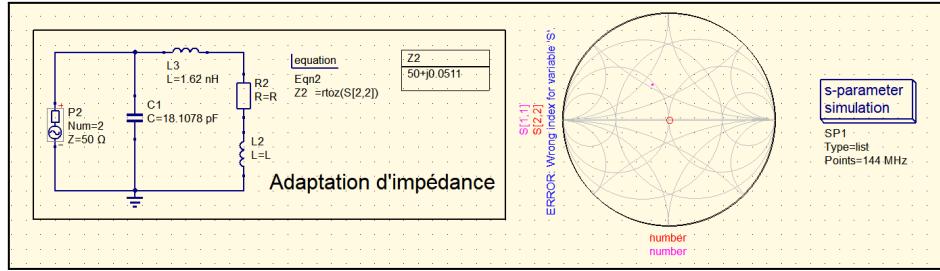


Figure 3.1.13

Ce qui nous donne adaptation d'impédance :

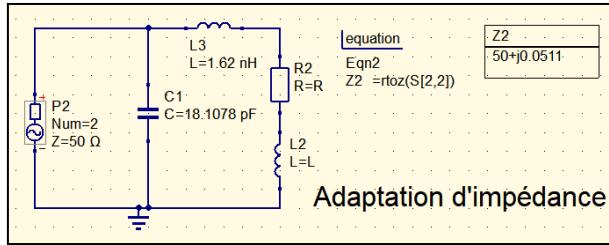


Figure 3.1.14

### Fréquence de résonance :

Nous vérifions par simulation que l'antenne résonne bien à 144MHz (EXIG\_Fréquence). On peut donc voir ci-dessous (Figure 3.1.2) que la fréquence de résonance correspond.

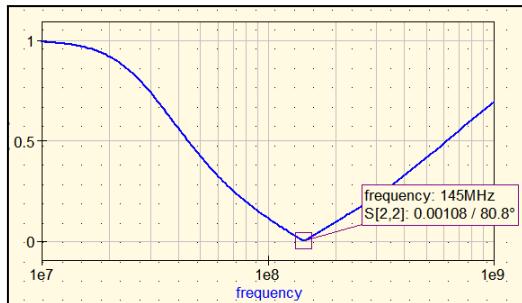


Figure 3.1.15

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

Afin d'obtenir une adaptation d'impédance, nous devons donc choisir un condensateur de 18,1078 pF idéalement, mais, étant donné que cette valeur n'existe pas, nous choisissons une valeur normalisée qui est de 18 pF et ayant une fréquence de résonance aux alentours de 144 MHz. C'est pour toutes ses raisons que nous avons choisi le condensateur de référence **GRM0335C1E180FA01D**, vendu chez Octopart, nous l'avons sélectionné car il possède la plus grande précision (1%) comme le montre la figure 3.1.16 ci-dessous.



figure 3.1.16 : condensateur choisi

Nous devons également choisir une inductance de 1,62 nH idéalement, mais, étant donné que cette valeur n'existe pas, nous choisissons une valeur normalisée qui est de 1,6 nH et ayant une fréquence de résonance aux alentours de 144 MHz. C'est pour toutes ses raisons que nous avons choisi l'inductance de référence **MHQ1005P1N6ST000** de la marque TDK, vendu chez Octopart, nous l'avons sélectionné car il s'agit d'une des seuls référencés possédant une valeur correcte et ayant la fréquence de résonance de 144 MHz comme le montre la figure 3.1.17 ci-dessous.

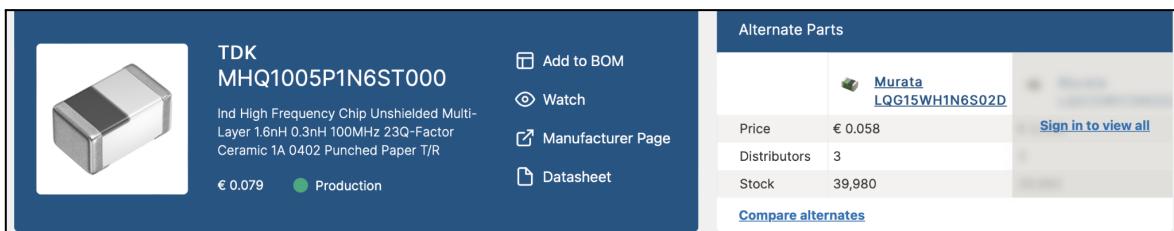


figure 3.1.17 : inductance choisie

## 3.2 Conception Mécanique

Référence de conception : C02

**Exigences client vérifiées par la conception :** [EXIG\_DIMENSIONS, EXIG\_MAINTIEN, EXIG\_MASSE, EXIG\_ALL\_IN\_ONE, EXIG\_RIGIDITE]

**Estimation du poids total :**

Afin de respecter l'exigence EXIG\_MASSE qui impose au produit de peser moins de 2 kilos, nous devons connaître le poids de chaque élément afin de les additionner pour calculer une estimation du poids final. Nous avons donc le tableau en figure 3.2.1 ci-dessous qui répertorie les données que nous avons.

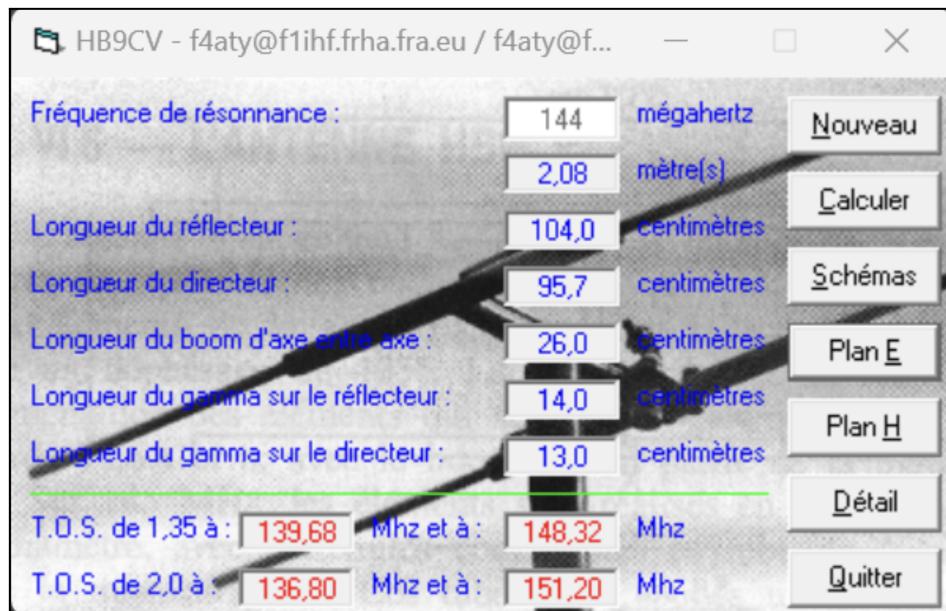
composant	antenne	tablette	RTL-SDR	câble coaxial	connecteur SMA	support tablette
poids (g)	NC	786	NC	?	?	NC

*figure 3.2.1 : données de poids*

Nous pouvons constater que nous disposons pas de toutes les données nécessaires afin d'estimer avec précision le poid final du produit, cependant, nous pouvons calculer la masse totale sans le RTL-SDR, le câble coaxial, le connecteur et le support de tablette car leur poid est relativement négligeable par rapport à l'antenne et la tablette réuni. Ce qui veut dire que nous devons calculer le poids de l'antenne. Pour cela, afin de simplifier les calculs, nous utilisons un logiciel de CAO.

A l'aide du logiciel de CAO Fusion 360, nous modélisons l'antenne avec les dimensions finales. Cette modélisation nous permettra de connaître le poids final de l'antenne et donc le poids final du produit pour vérifier la conformité du produit à l'exigence EXIG\_MASSE. Pour cela, nous utilisons tout d'abord un logiciel nommé HB9CV et qui nous a permis de calculer toutes les longueurs de notre antenne en fonction de la fréquence que nous avons fixé à 144 MHz, nous avons donc obtenu le résultat en figure 3.2.2 ci-dessous.

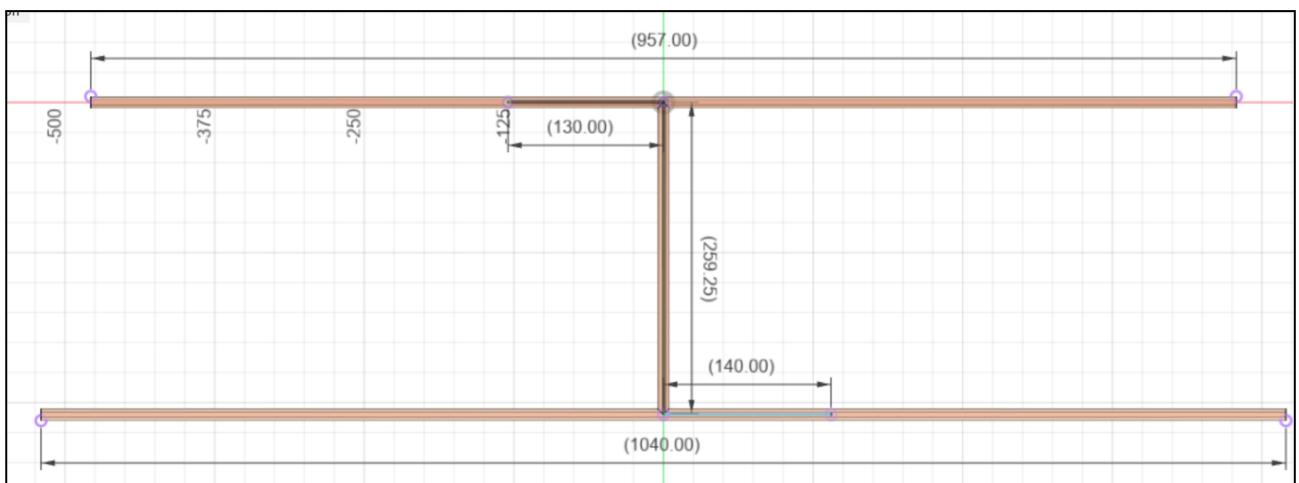
## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)



*figure 3.2.2 : dimensionnement de l'antenne*

Une fois que nous avons toutes les dimensions entre les mains, nous pouvons passer à la suite de la modélisation.

Afin d'estimer de la manière la plus exacte possible, l'antenne doit donc être modélisée avec précision comme le montre la figure 3.2.3 ci-dessous. Toutes les dimensions sont annoncées en mm.



*figure 3.2.2 : dimensions de l'antenne*

Afin d'estimer le poids de la manière la plus juste possible, Fusion 360 propose des outils permettant d'ajouter une texture à la modélisation nommée "matière physique" et qui modifie les propriétés physiques de la pièce. Dans notre cas, nous appliquons les paramètres comme le montre la figure 3.2.3 ci-dessous.

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

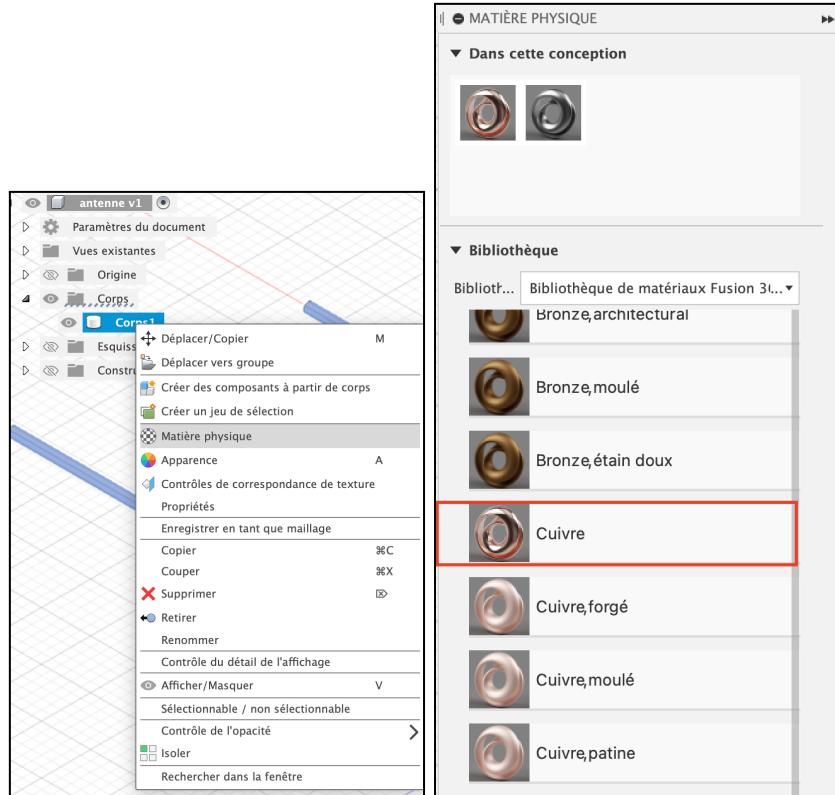


figure 3.2.3 : ajout de la matière sous fusion 360

De cette façon, le logiciel est capable d'estimer la masse de l'antenne étant donné qu'il a déjà calculé l'aire totale de l'antenne. Nous pouvons donc trouver ce résultat dans les propriétés de la pièce comme le montre la figure 3.2.4 ci-dessous.

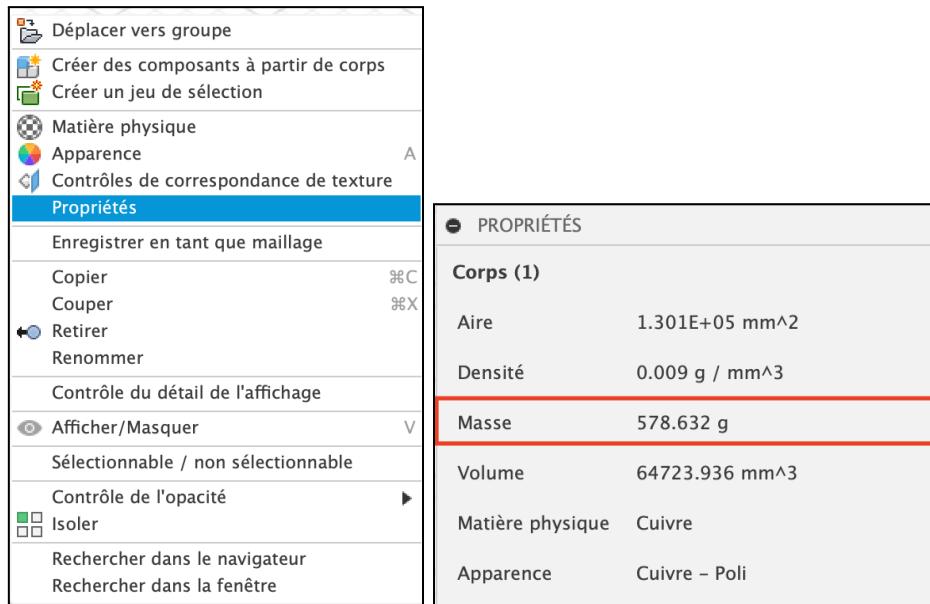


figure 3.2.4 : affichage des propriétés de la pièce

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

On peut donc noter que la masse totale de l'antenne à elle seule est d'environ 580g.

Avec ses données, on peut donc calculer la masse totale théorique du produit fini en ajoutant simplement le poids des autres solutions retenues pour l'antenne.

$$P_{TOT} = P_{antenne} + P_{tablette} = 580 + 786 = 1366\text{g}$$

Évidemment, il s'agit d'une estimation car toutes les données ne sont pas disponibles, notamment pour la clé RTL-SDR mais aussi car les autres composants ont un poids négligeable comparé à l'antenne et la tablette. Cette estimation est donc à revoir légèrement à la hausse mais pas suffisamment pour atteindre la limite des 2 kilos.

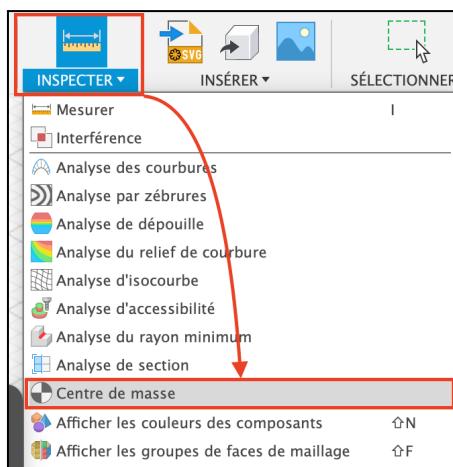
### Emplacement du centre de la poigné :

[EXIG\_MAINTIEN, EXIG\_ALL\_IN\_ONE, EXIG\_RIGIDITE]

Comme le précise l'exigence EXIG\_MAINTIEN, qui impose une poignée placée au centre de gravité de l'antenne à plus ou moins 2 cm afin de pouvoir transporter l'antenne en toute simplicité, nous devons donc connaître l'emplacement de ce centre de gravité.

Pour cela, nous utilisons encore une fois le logiciel Fusion 360 étant donné que nous avons précédemment entré le matériau utilisé et modélisé l'antenne, le logiciel est donc en mesure de nous donner le centre de gravité avec précision.

Pour cela, nous utilisons l'onglet "inspecter" comme le montre la figure 3.2.5 ci-dessous.



## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

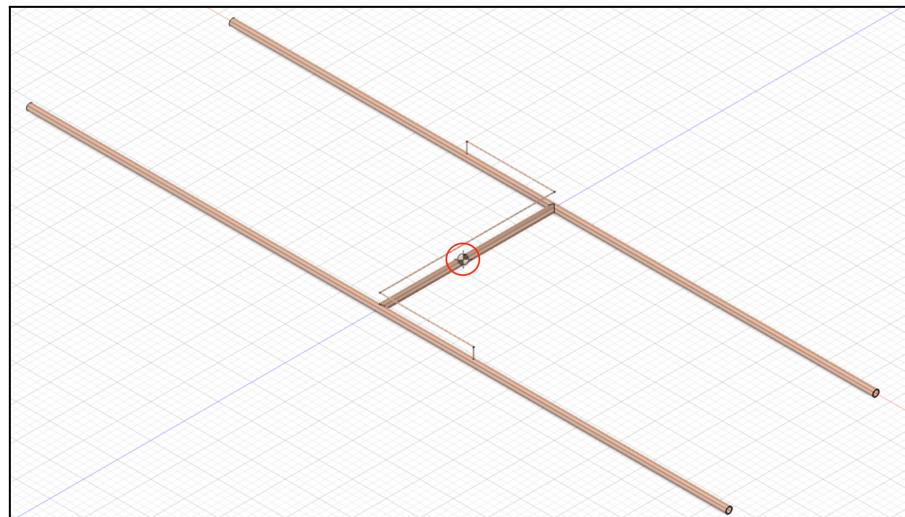


figure 3.2.5 : emplacement du centre de gravité

On peut donc voir que le centre de gravité est placé sur le boom étant donné que l'antenne est parfaitement symétrique et nous pouvons ensuite mesurer où il se place exactement à l'aide de l'outil mesurer comme le montre la figure 3.2.6 ci-dessous.

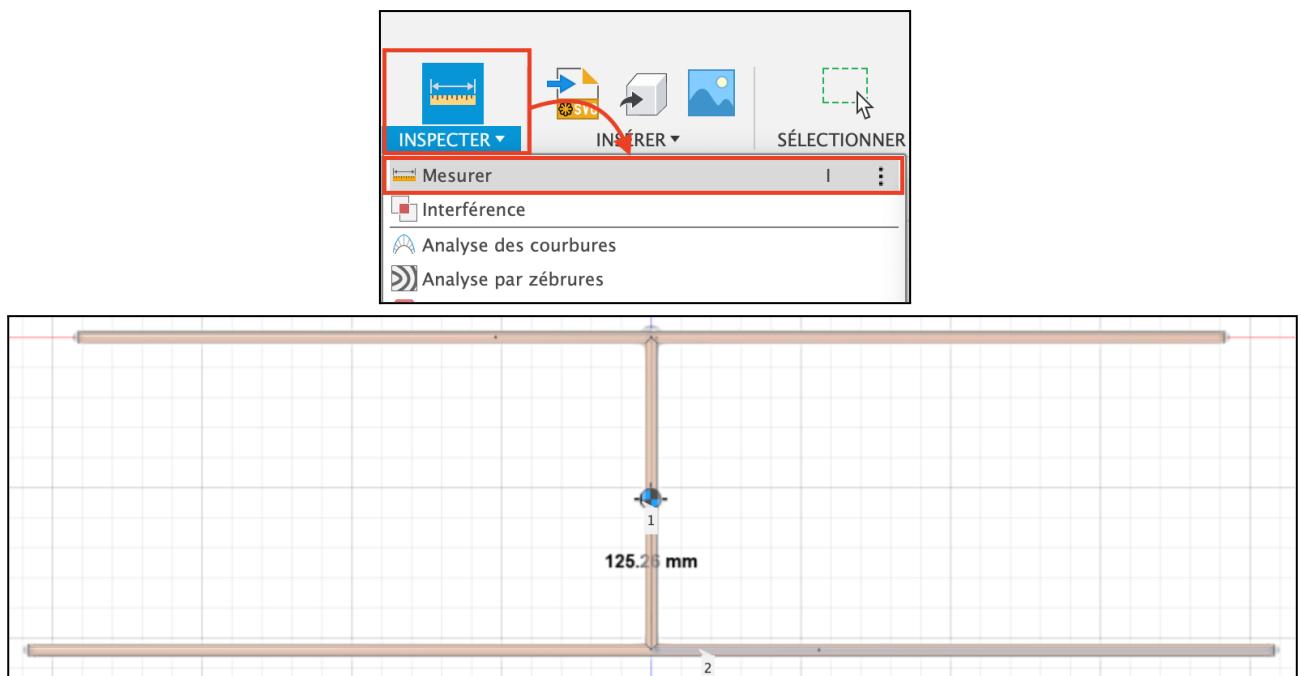


figure 3.2.6 : mesure du centre de gravité

On peut donc voir avec l'aide de Fusion 360 que le centre de gravité de notre antenne est placé à 125,26mm de réflecteur, c'est donc ici qu'il faudra placer la poignée.

### 3.3 Coûts du projet

Référence de conception : C03

Exigences client vérifiées par la conception : [EXIG\_COUT]

Le budget du client pour l'antenne est de 50 euros, ce prix n'inclut pas le prix de la tablette et la clé RTL-SDR car les produits sont fournis par le client, nous devons donc calculer le coût de fabrication sans ses deux éléments.

On a donc :

nom	tubes de cuivre 10 mm	fil de cuivre 2,5 mm	condensateur GRM0335C1E180FA0 1D	bobine MHQ1005P1N6ST00 0	poignée
quantitée	3 mètres	1 mètre	1	1	1
prix unitaire (€)	12,90 + 4,80	1,25	0,02	0,078	19,99

Total	39,038€
-------	---------

Afin de déterminer la longueur de tube de cuivre et de fil à acheter pour construire l'antenne, nous utilisons Fusion 360 afin de mesurer la longueur des tubes, puis du câble afin de calculer la longueur totale comme le montre la figure 3.2.7 ci-dessous.

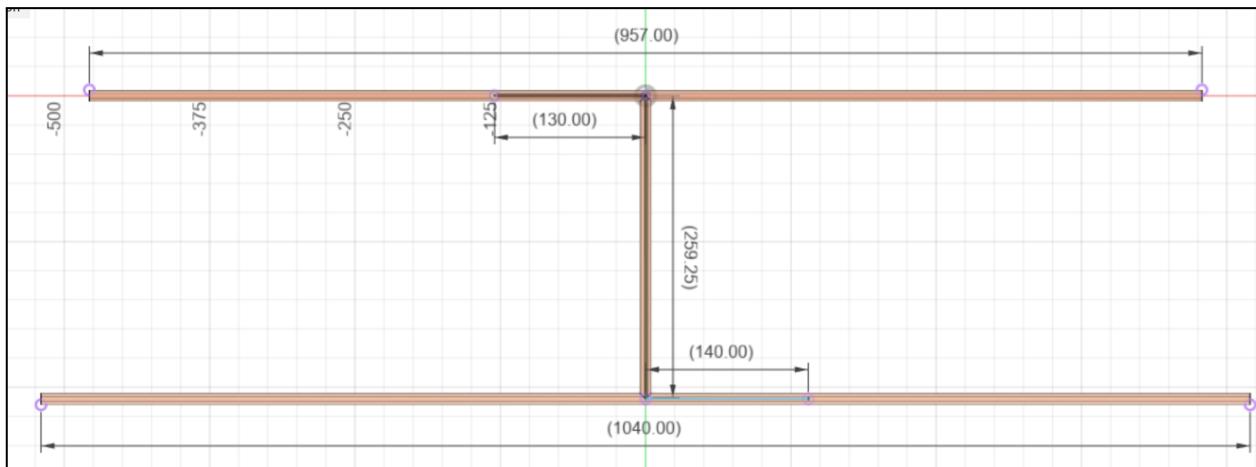


figure 3.2.7 : calcul de la longueur totale de tube et de câble

Pour les tubes du cuivre :  $L = 1040 + 259,25 + 957 = 2256,25\text{mm}$ , soit 2,25625 mètres.

Etant donné que nous ne pouvons pas acheter une longueur aussi précise, nous achèterons 3 mètres de tubes, le premier tube doit mesurer plus d'un mètre étant donné que le réflecteur mesure 1,04 m, nous prenons donc 1 tube de 2 mètres pour le réflecteur et le boom, et 1 tube d'un

## Challenge De Radiogoniométrie (CDR)

mètre pour la partie restante.

Pour les fils de cuivre :  $L = 140 + 259,25 + 130 = 529,25\text{mm}$ , soit 0,52925 mètres.

Etant donné que nous ne pouvons pas acheter une longueur aussi précise, nous achèterons 1 mètre de câble.