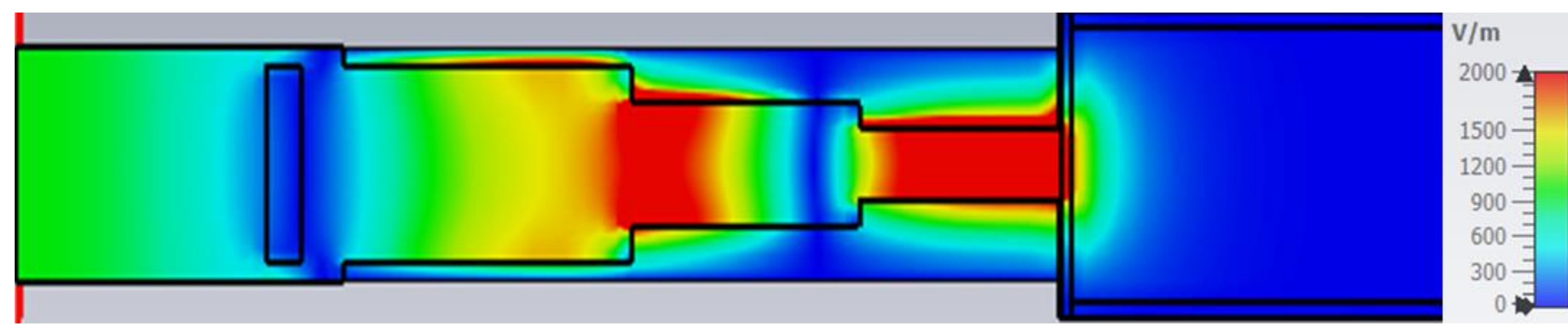


1. INTRODUCTION

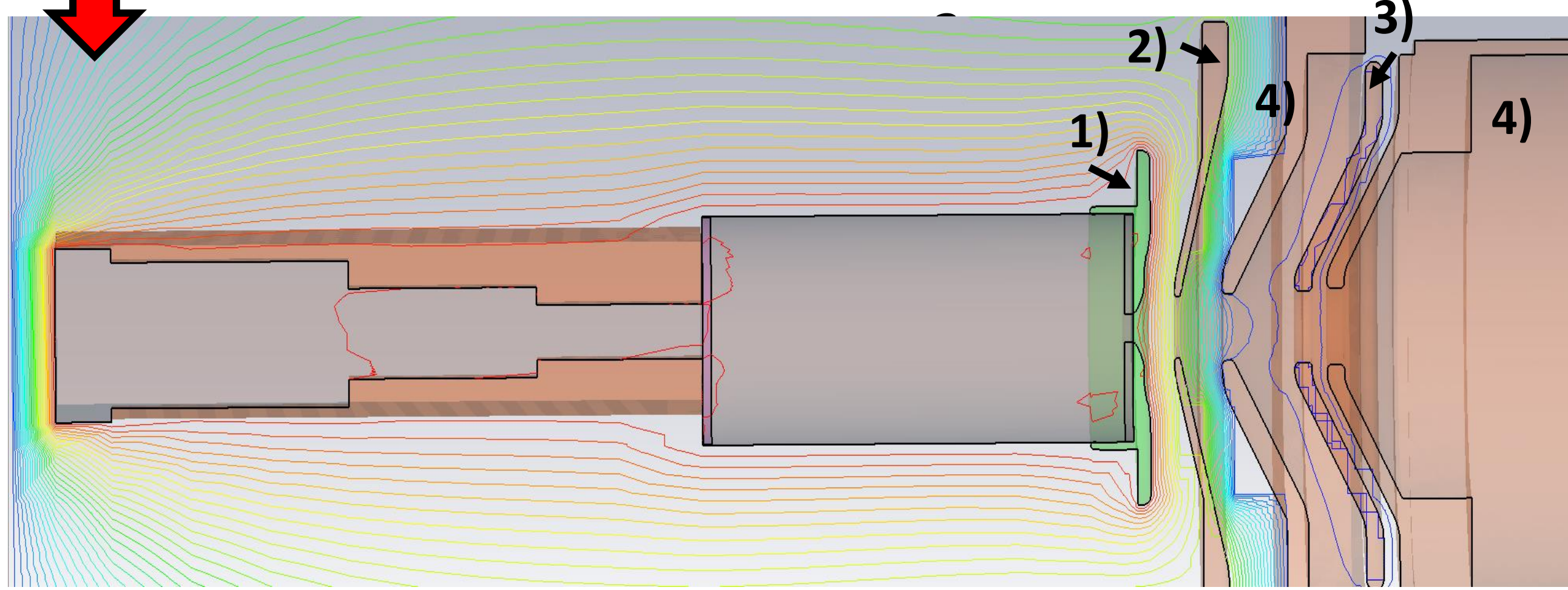
- ❖ Objectif :
 - Comprendre le fonctionnement des sources ECR monochargées.
 - Identifier les grandeurs physiques clés (champ RF, densité des particules, pression, énergie, etc...)
 - Étudier la dynamique des particules (électron, ion, molécule), en particulier celle du plasma au sein des sources ECR monochargées.
- ❖ Méthodologie : utiliser le logiciel CST Studio et ses différents solveurs
 - Simulation de l'onde RF (=2,45 GHz) → Frequency Domain Solver
 - Simulation du champ magnétique ECR (87,5mT) produit par la bobine → M-Static Solver
 - Simulation des champs électrostatiques produits par les électrodes → E-Static Solver
 - Simulation des particules (électrons, électrons secondaires, et des protons) → E-Static PIC Solver

3. SIMULATION RF DANS ALISES 3



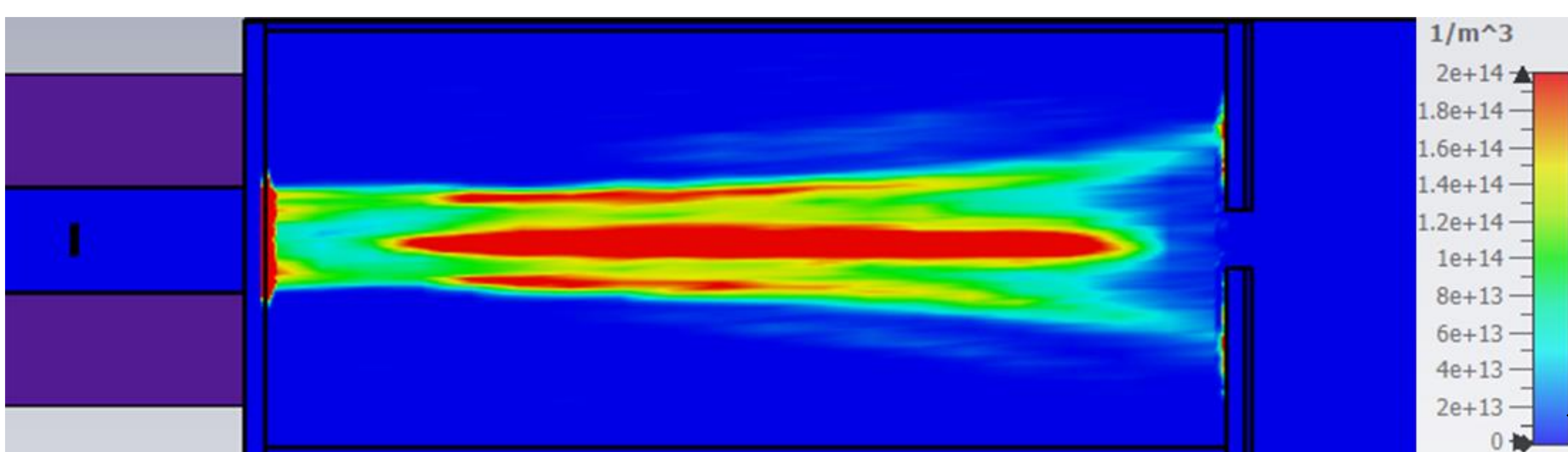
- ❖ Analyse de la propagation de l'onde RF à 2.45 GHz
- ❖ Puissance injectée = 0,5 W | S11 :-42,9 dB à 2,464 GHz
- ❖ Nous montrons qu'il n'y a pas de champ RF au centre de la chambre, mais plutôt concentré dans les ridges. Presque toute la puissance RF injectée est absorbée par le plasma.

4. SIMULATION ÉLECTROSTATIQUE DANS ALISES



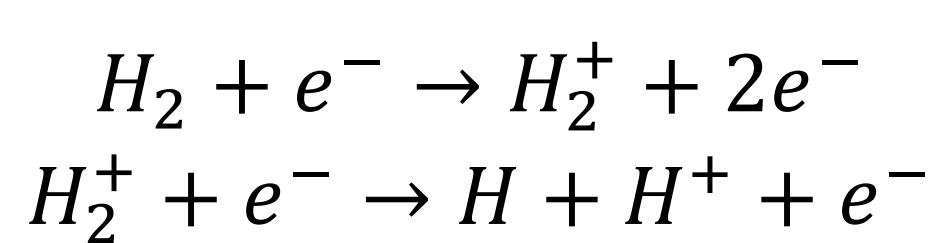
- ❖ Électrode plasma = 50kV
- ❖ Électrode intermédiaire = 30kV
- ❖ Électrode repousseuse d'électron = -3kV
- ❖ 2 électrodes de masse = 0kV
- ❖ Repousse les électrons dans la chambre
- ❖ Extraient uniquement les ions

6. SIMULATION PIC DANS ALISES 3



Densité électronique à 18 µs. L'échelle est de 0 (bleu) à 2e+14 électrons.m⁻³ (rouge).

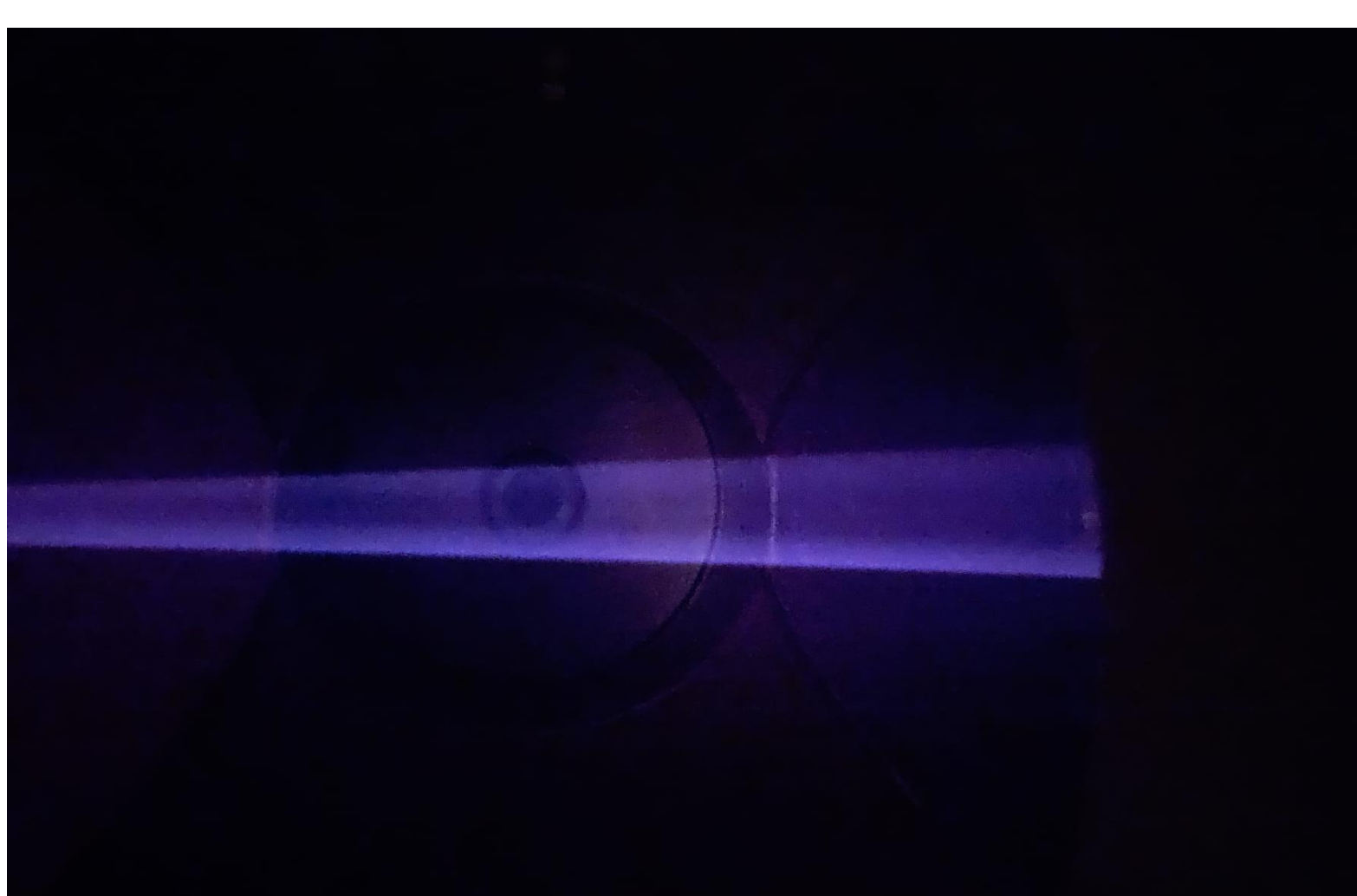
Les vraies réactions sont :



- ❖ La réaction physique disponible dans CST est :
 - $H_2 + e^- \rightarrow H + H^+ + e^-$
 - Elle n'existe pas !
- ❖ Les champs RF, magnétiques (bobine) et électrostatique ont été implémentés dans la simulation PIC.
- ❖ Le courant d'ion sortant de la chambre est d'environ 40 µA.
- ❖ L'énergie des ions sortant de la chambre est d'environ 50 keV.
- ❖ Nous avons les électrons secondaire (multipactor), le gaz dihydrogène, et les ions → Tout ceci forme le plasma

8. EXPÉRIENCE

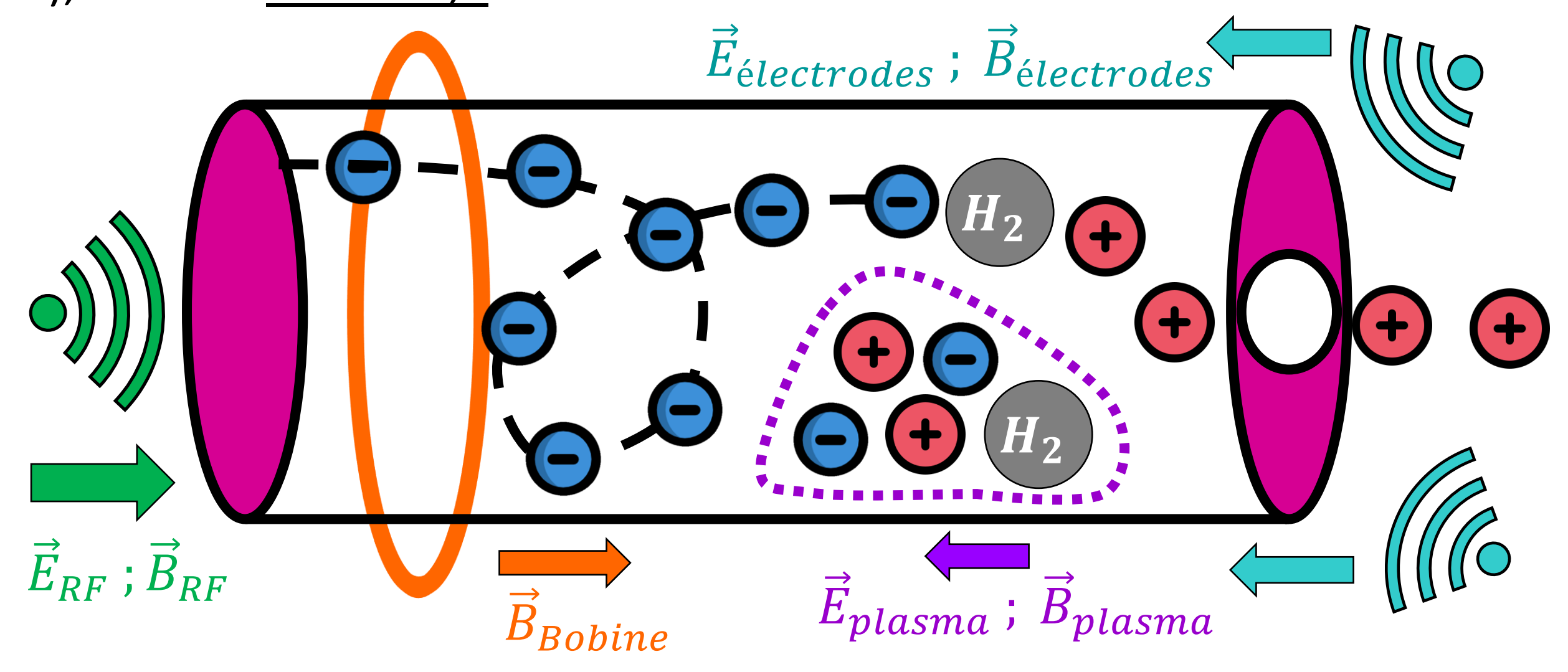
Amplificateur à état solide → Source d'ion → Faisceau d'ion



- ❖ Courant d'ion 30 mA
- ❖ Utilisation d'un amplificateur à état solide
- ❖ Test sur 3 heures, stable

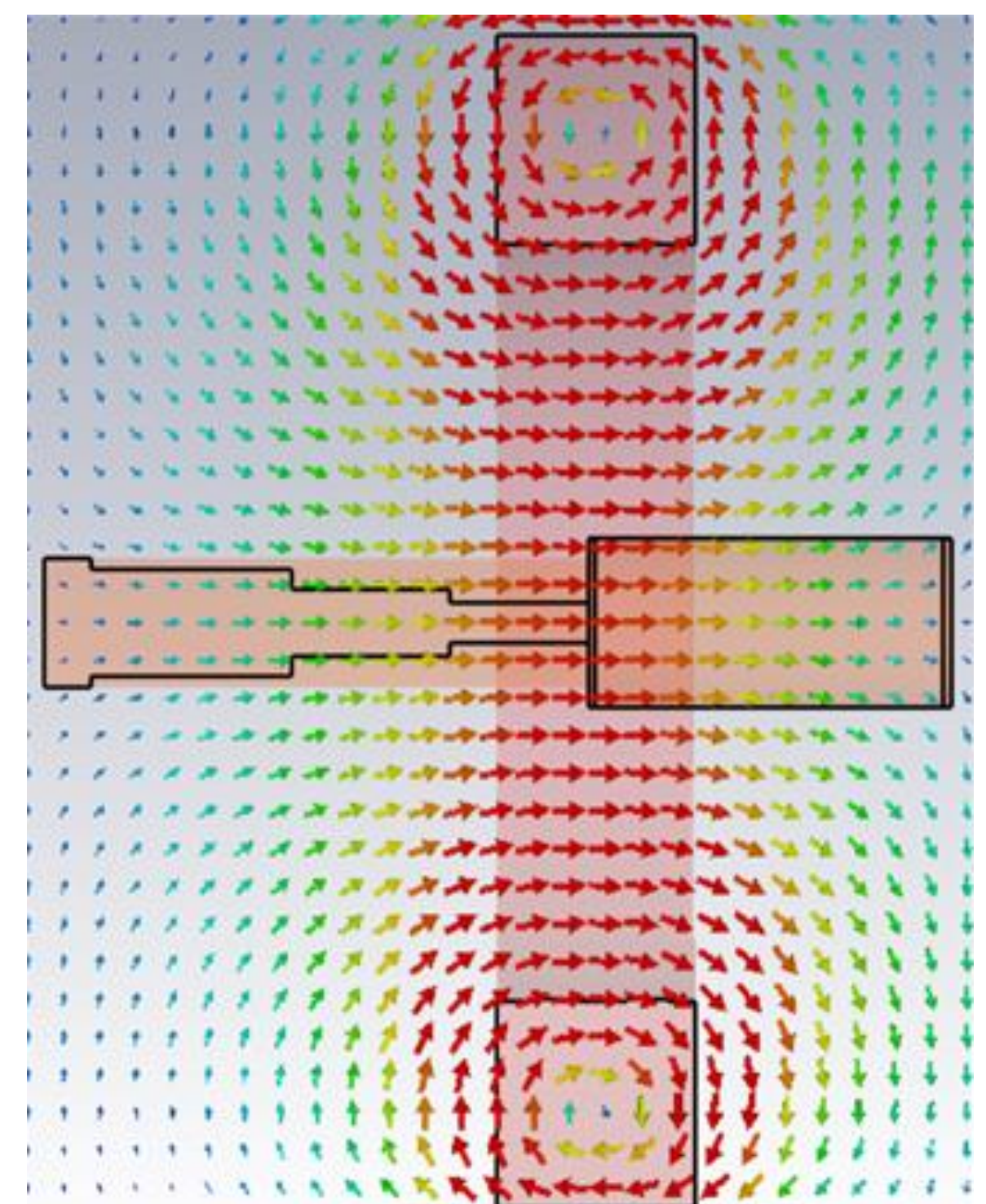
2. GEOMÉTRIE DE LA SOURCE D'ION ALISES 3

- ❖ ALISES 3 = Source d'ions ECR monochargée développée au CEA-Saclay.
- ❖ Sa dimensions : 45 mm de diamètre et 100 mm de longueur.
- ❖ Elle peut atteindre un courant d'ion en sortie d'environ 100 mA avec une tension d'extraction de 95 kV, et un trou de 6 mm à la sortie de la chambre.
- ❖ Elle possède un ridge à l'entrée de la chambre pour concentrer l'onde RF dans la chambre à plasma.
- ❖ Une bobine génère 87,5 mT à l'entrée de la chambre, ce qui permet le phénomène ECR.
- ❖ 2 plaques de nitrure de bore de 2 mm d'épaisseur (entrée/sortie de la chambre), avec un SEY de 2,8



5. SIMULATION DU CHAMP MAGNÉTIQUE DANS ALISES 3

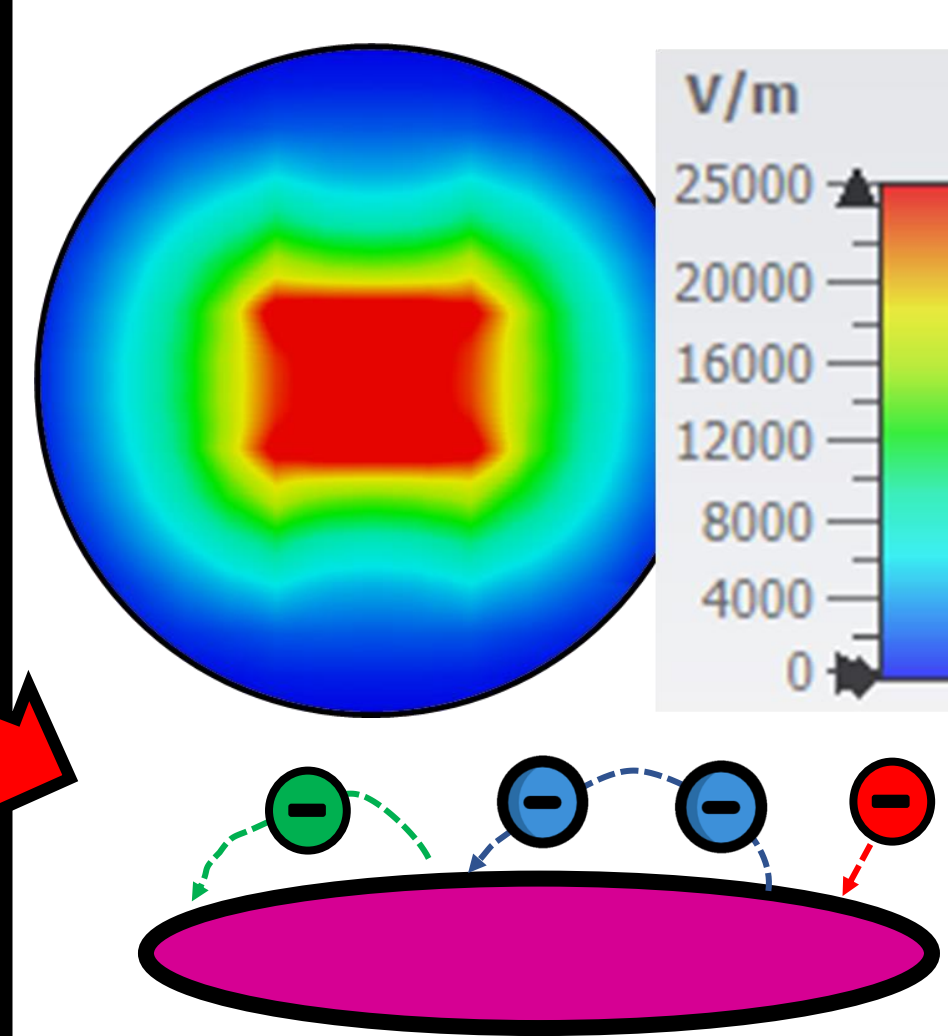
- ❖ Courant électrique = -180 A
- ❖ Nombre de spires = 144
- ❖ ECR à l'entrée de la chambre = 87,5 mT
- ❖ Dimension = 200 mm x 55 mm x 310 mm (respectivement diamètre interne, largeur, et diamètre externe)
- ❖ L'échelle de l'intensité est de 0 à 87,5 mT



7. ÉMISSION SECONDAIRE

- ❖ Un électron entre en collision avec la surface en nitrure de bore.
- ❖ Cette collision génère des électrons secondaires.
- ❖ Si ils sont accélérés par le champ RF et confinés par le champ magnétique DC (bobine), ces électrons secondaires peuvent collisionner sur la même surface.
- ❖ Cela génère une avalanche d'électrons secondaires.
- ❖ Résultats : en augmentant les collisions, nous augmentons le nombre d'ions qui sortent de la chambre.
- ❖ L'échelle d'intensité est comprise entre 0 et 2,5 kV/m.

Champ électrique RF
Nitrure de bore



9. CONCLUSION

- ❖ L'émission secondaire contribue à l'initiation et au maintien du plasma, en augmentant la densité électronique et l'ionisation (avec le gaz) dans la chambre.
- ❖ La force électrostatique provenant des particules dans la chambre limite l'émission secondaire. Cela crée un équilibre dans la chambre.
- ❖ Le courant simulé est environ 1 000 fois plus faible que dans les expériences (cela est dû aux paramètres choisis).
- ❖ La prochaine étape consiste à ajuster les paramètres de simulation afin de mieux correspondre aux expériences. L'objectif sera de mieux prédire le comportement des particules dans différentes configurations expérimentales.