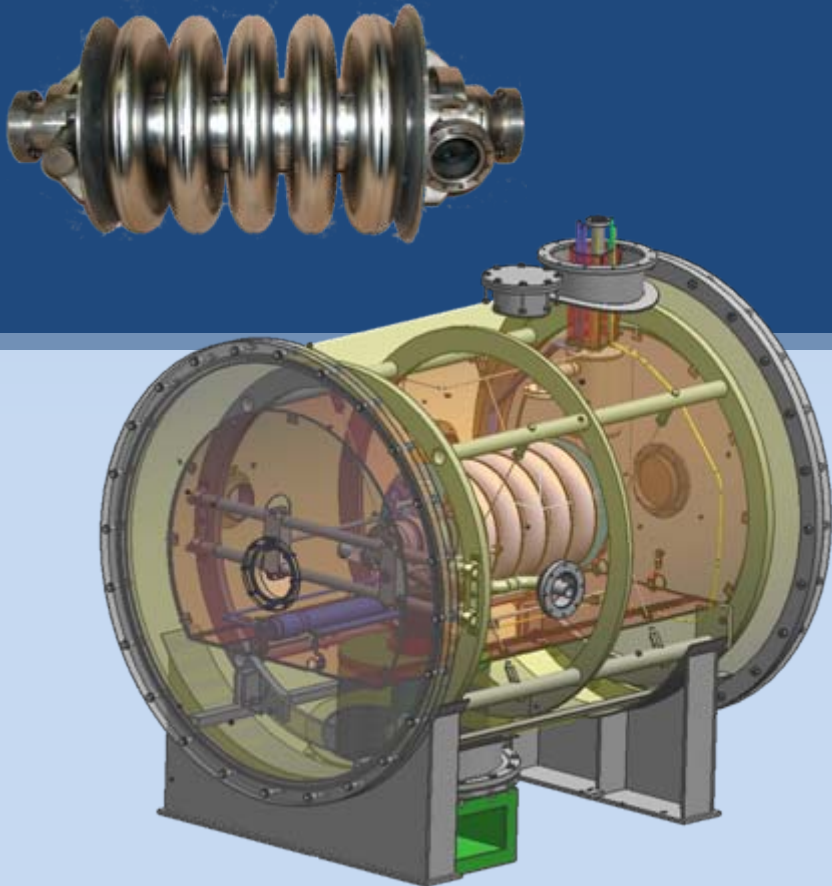


Etude d'un cryomodule supraconducteur et de sa boucle de régulation RF à 700MHz pour les accélérateurs de protons de type ADS.



Rencontres Jeunes Chercheurs
Les Houches
Lundi 5 janvier 2008



In2p3



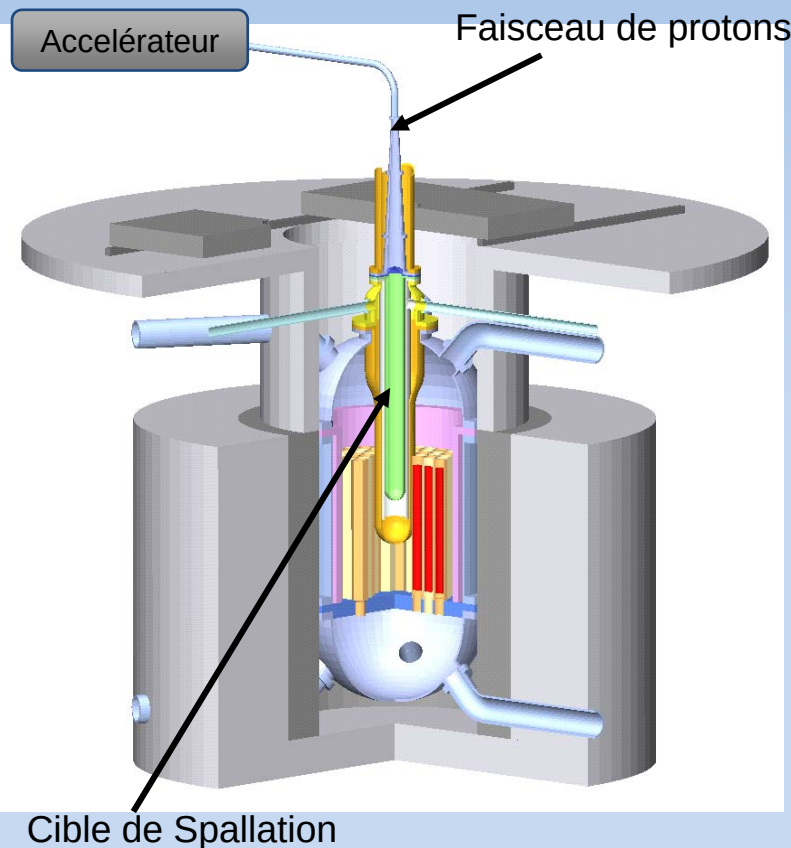
Frédéric Bouly
(TED/IPNO)

Plan de l'exposé

- Le programme EUROTRANS
- Cavité accélératrice supraconductrice elliptique
- Le « Cryomodule 700MHz » et son implantation
- Le coupleur de puissance et le « Doorknob »
- Bas niveau RF : régulation du champs Electrique et de la fréquence
- PERSPECTIVES

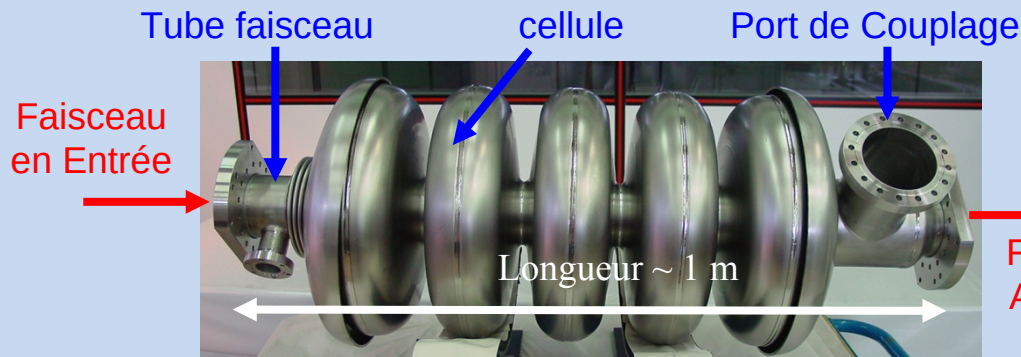
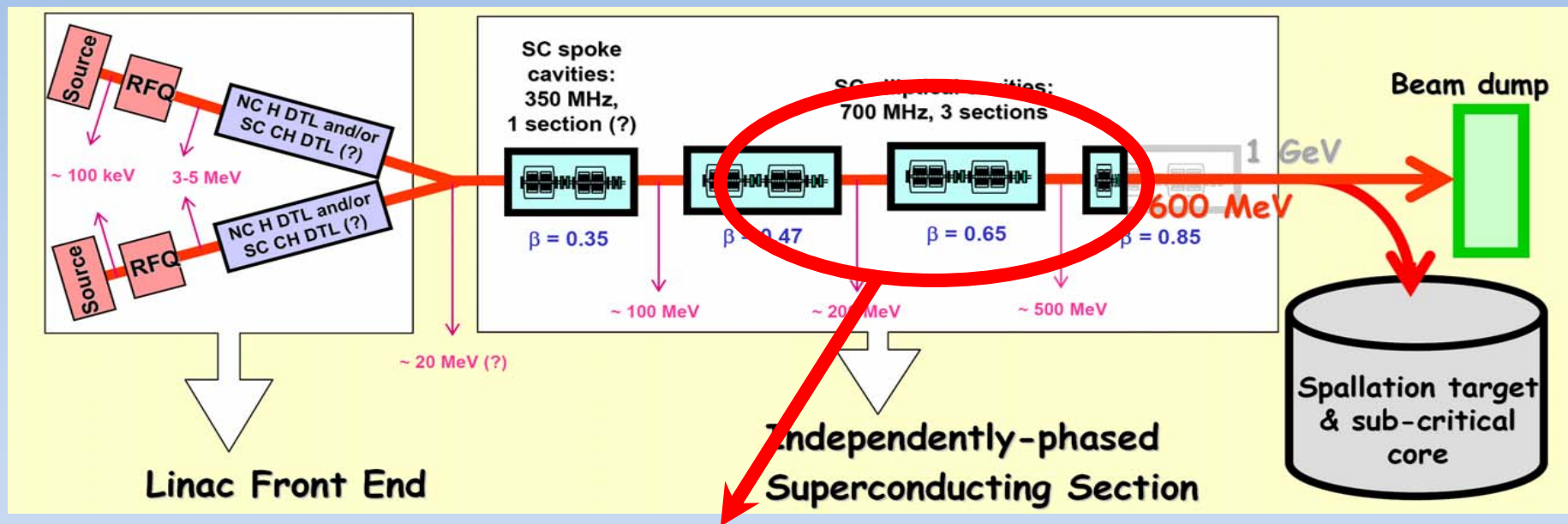
Le projet Européen EUROTRANS

XT-ADS = eXperimental facility demonstrating the technical feasibility of
 Transmutation in an Accelerator Driven System



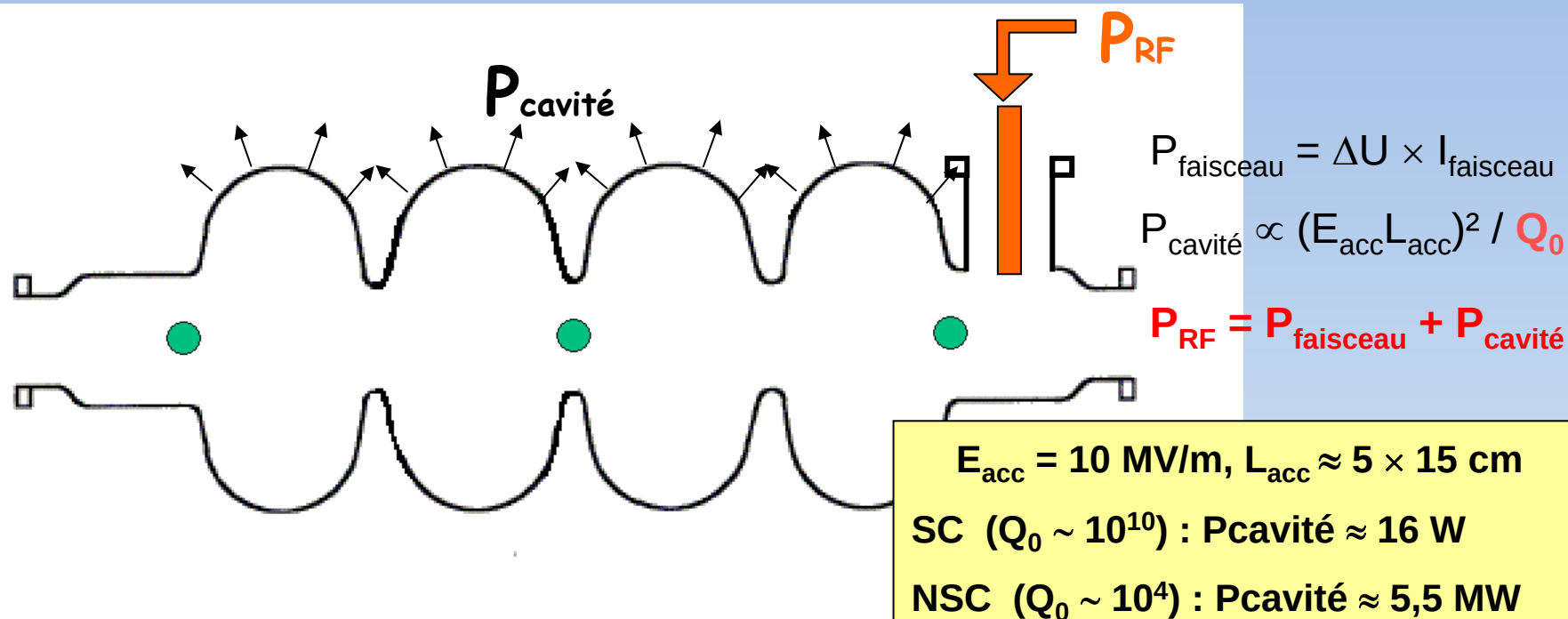
XT-ADS	
Intensité maximale du faisceau	2,5 - 4 mA
Energie des protons	600 MeV
Interruptions faisceau	< 20 par an (supérieur à 1s)
Empreinte du faisceau sur cible	Circulaire, Ø 5 à 10 cm («Donut Shaped»)
Structure temporelle	Continu, avec interruptions de 200 µs tout les 10 ⁻³ à 1 Hz

Structure de l'accélérateur linéaire



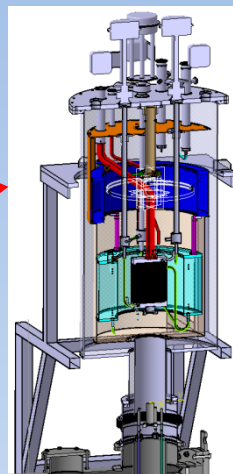
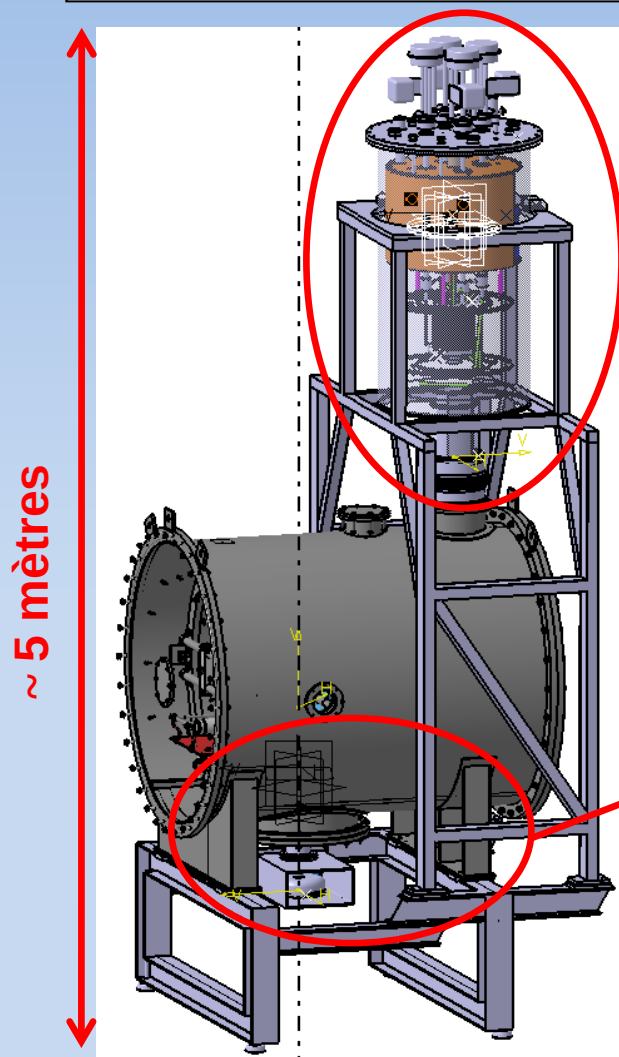
Cavité supraconductrice (IPN Orsay)
5 cellules, ~704 MHz, $\beta = 0,65$

Cavité et Coupleur



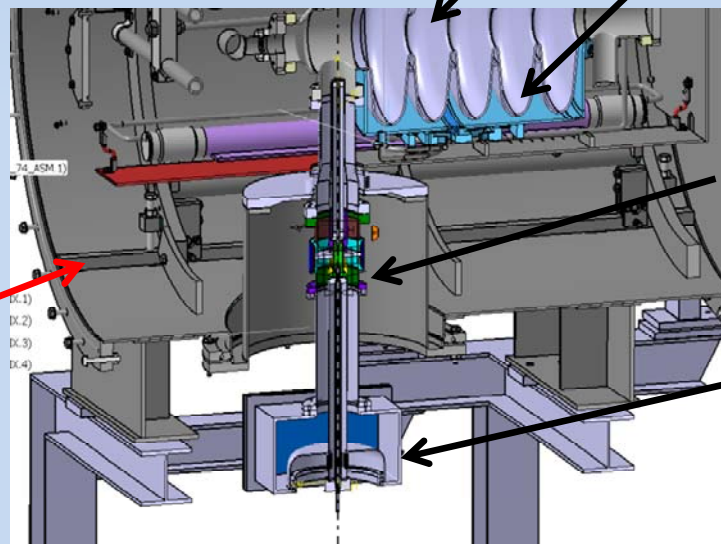
- Une onde électromagnétique résonne dans la cavité
- Un champ électrique est créé sur l'axe et accélère les particules
- Les particules regroupées en « bunch » doivent être synchronisées avec le signal RF

Le "Cryomodule 700MHz"



Boite à Vannes:

- Distribution des liquides de refroidissement.
- N (75K), He (4K ou 2K).



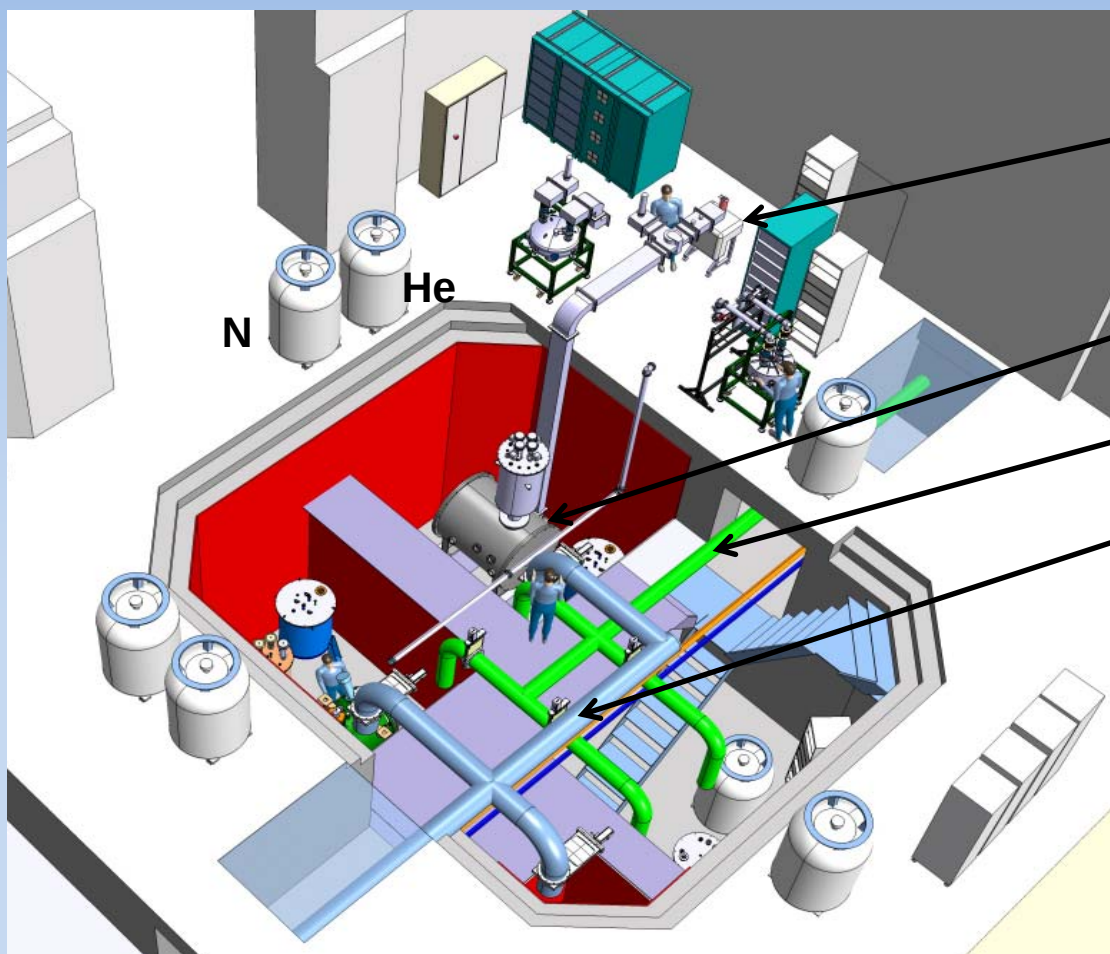
Cavité

Tank Hélium

Coupleur de puissance

Transition Doorknob

Implantation de l'expérience



Source RF : IOT

Cryomodule EUROTRANS 700MHz

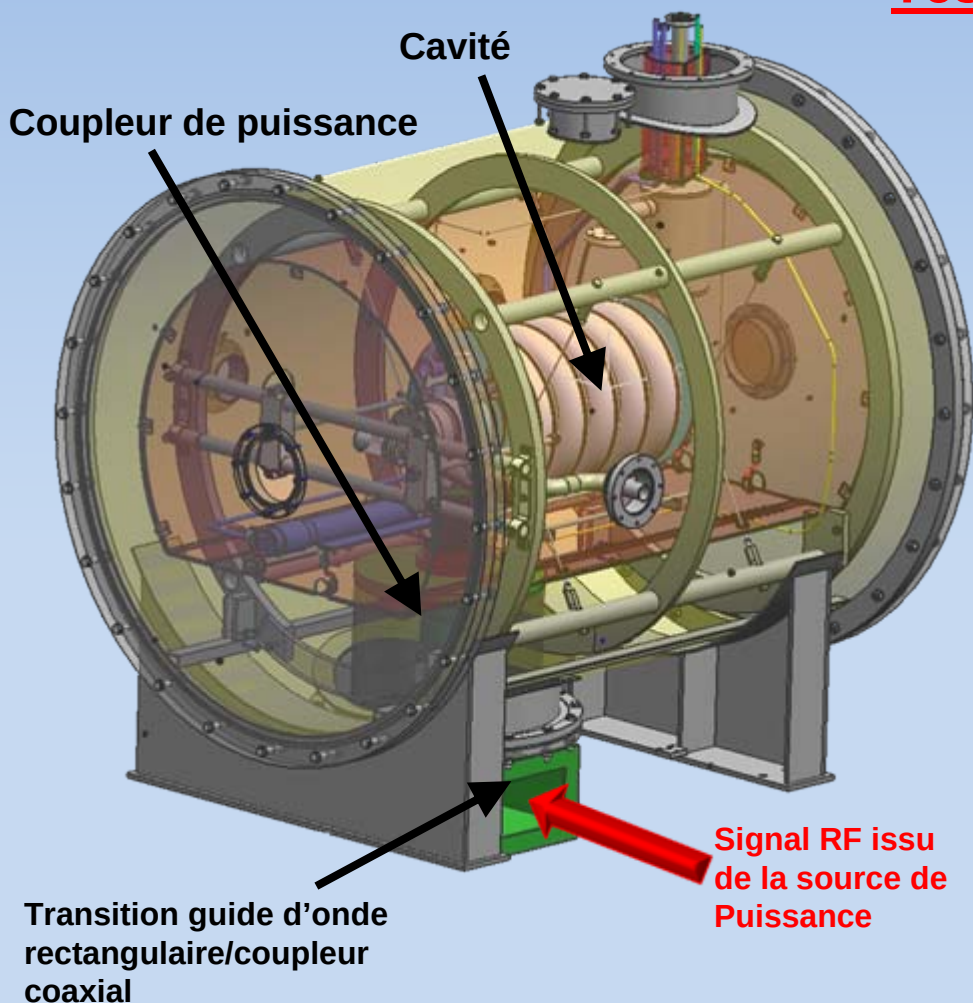
Récupération Hélium

Pompage pour He à 2K



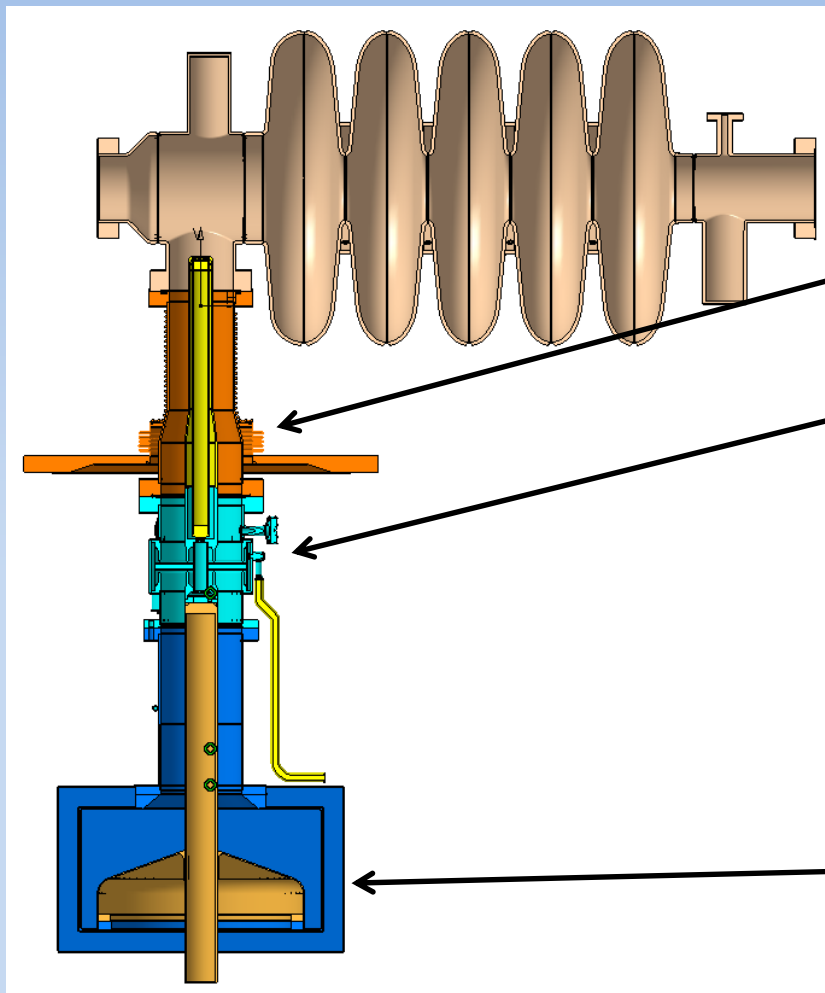
Buts de l'expérience

Test d'une seule cavité sans faisceau



- Vérifier le fonctionnement du cryomodule : sécurités et performances Thermiques.
- Vérifier le bon acheminement de la puissance RF dans la cavités.
- Valider le design du coupleur de puissance. ●
- Tester les performances de la cavité à forte puissance (80kW)
- Tester le système d'asservissement de la cavité (Bas niveau RF). ●
- Valider les procédures de montée en champs.
- Etudier la fiabilité du système complet.

Design du coupleur de puissance (1/2)



Echangeur thermique

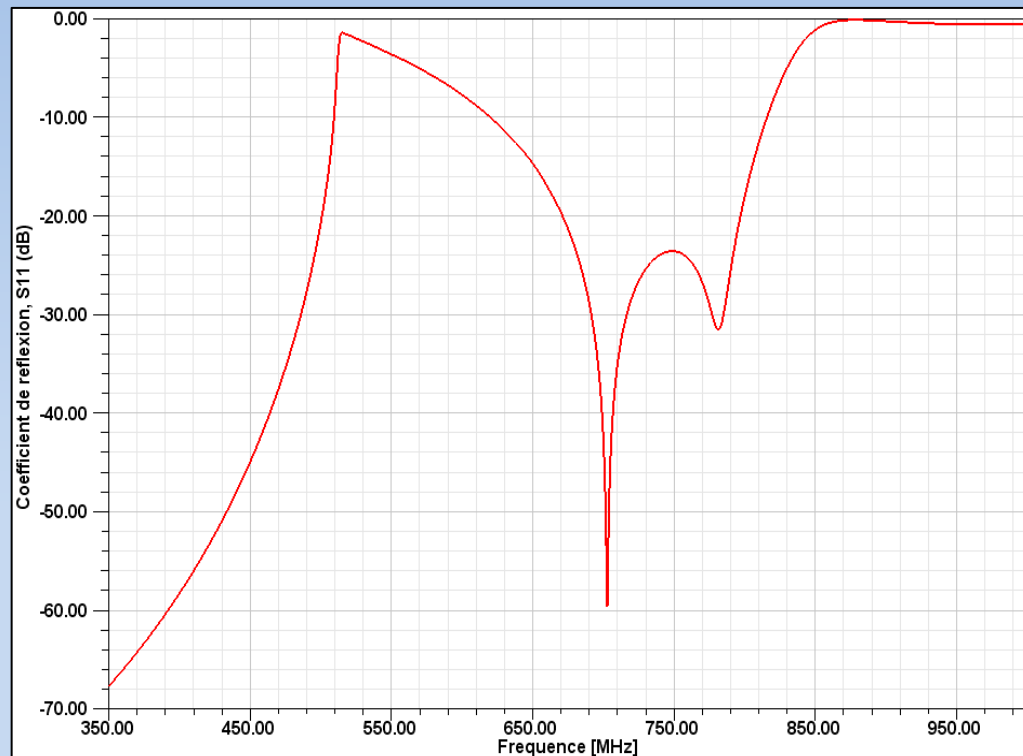
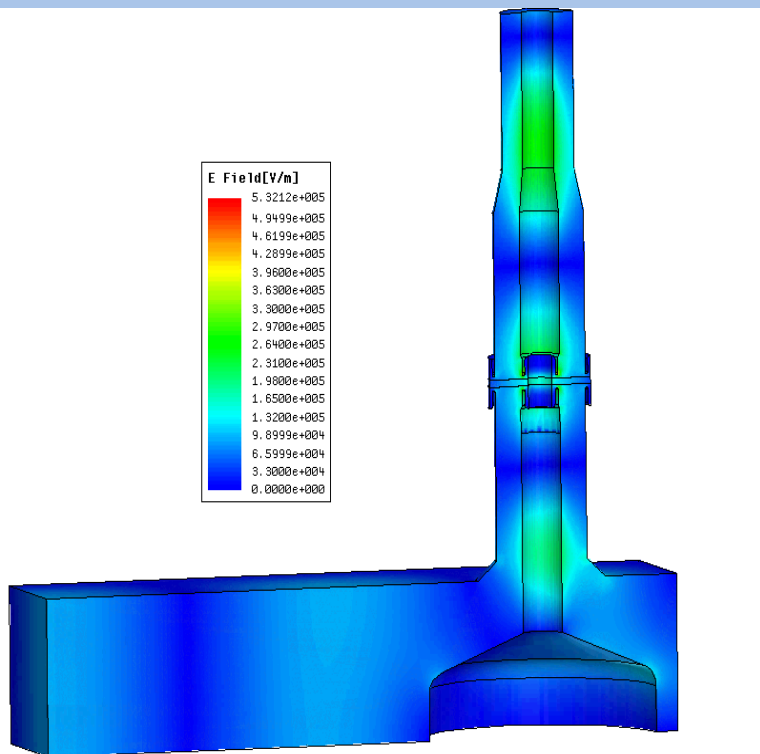
Fenêtre céramique



« Transition Doorknob »

Design du coupleur de puissance (2/2)

Optimisation de la « transition Doorknob »

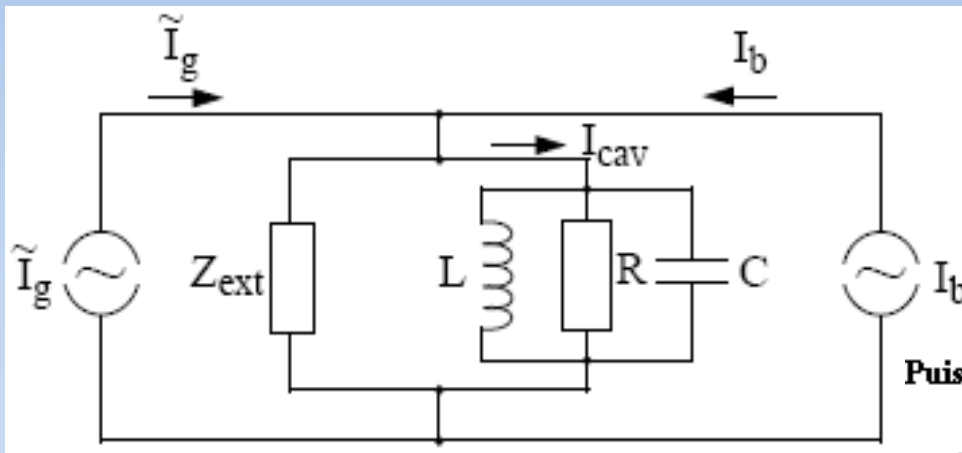


A 704,4 MHz,
 P= 80 kW,
 Coefficient de réflexion = -60dB,
 Soit 0,0001 % de puissance réfléchiée.

Bas niveau RF (1/5)

Pourquoi asservir le champs et la fréquence de la cavité ?

On peut modéliser la cavité comme un circuit résonnant.

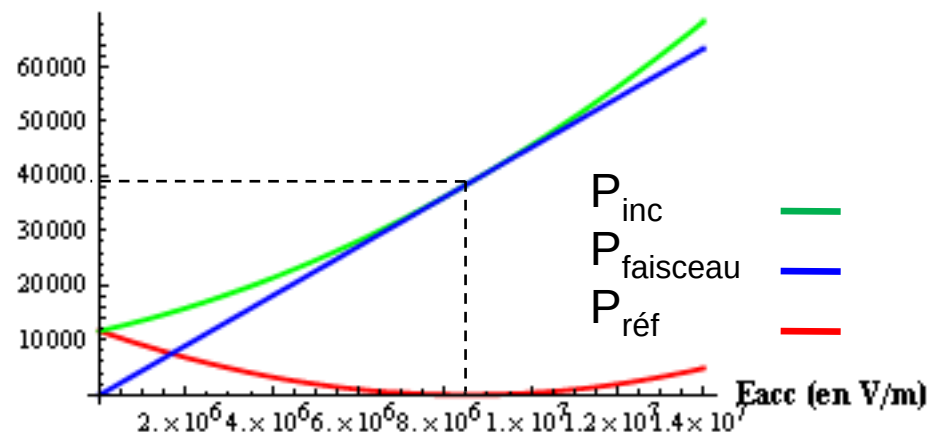


$$E_{\text{acc nominal}} = 8.5 \text{ MV/m}$$

Et

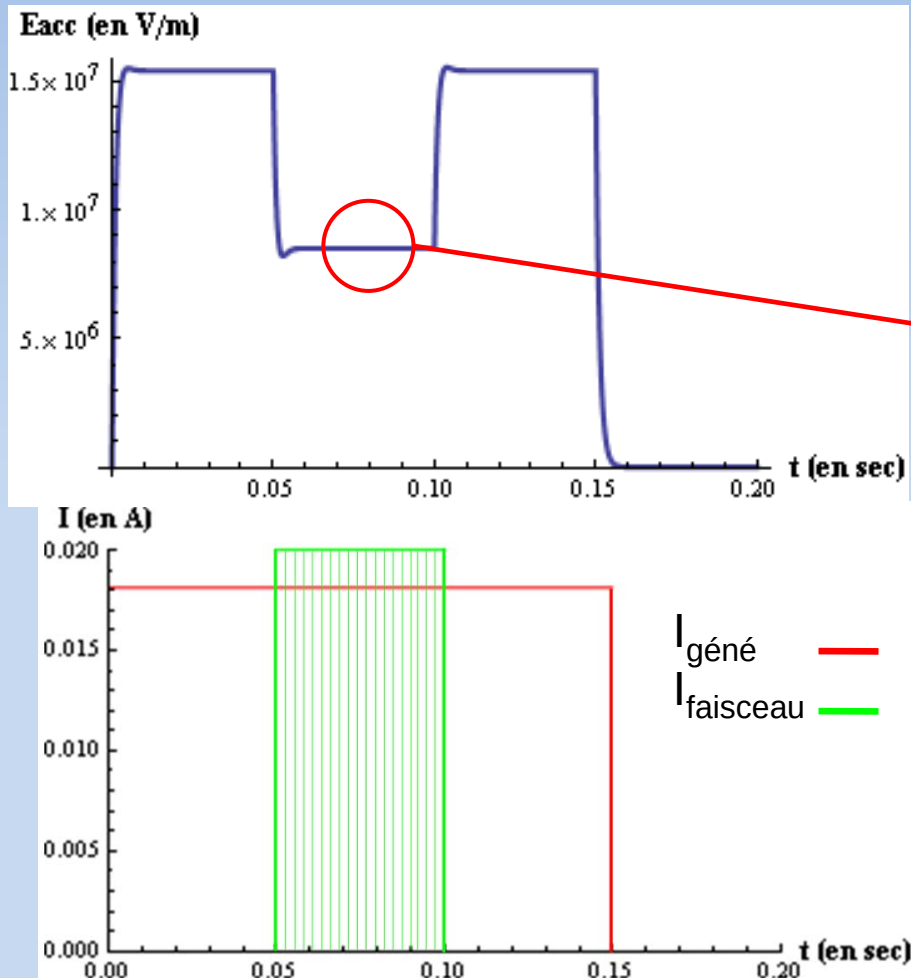
Si la cavité est un résonateur parfaitement optimisé aux conditions de couplage et de fréquence.

Puissances (en W)

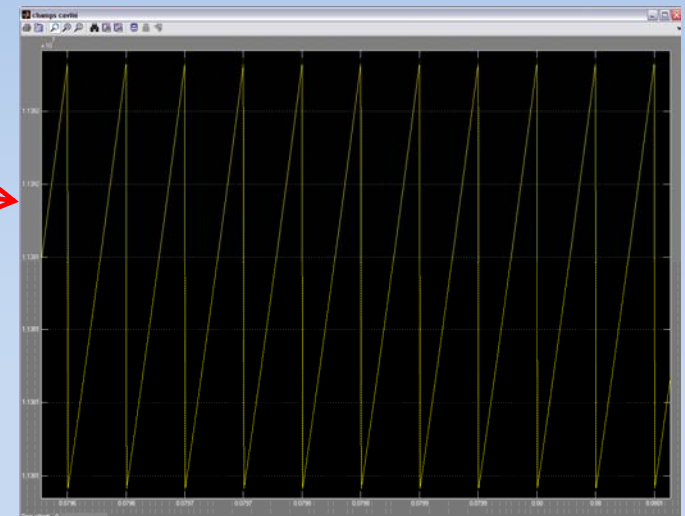


Bas niveau RF (2/5)

Si la cavité est un résonateur parfaitement optimisé aux conditions de couplage et de fréquence.



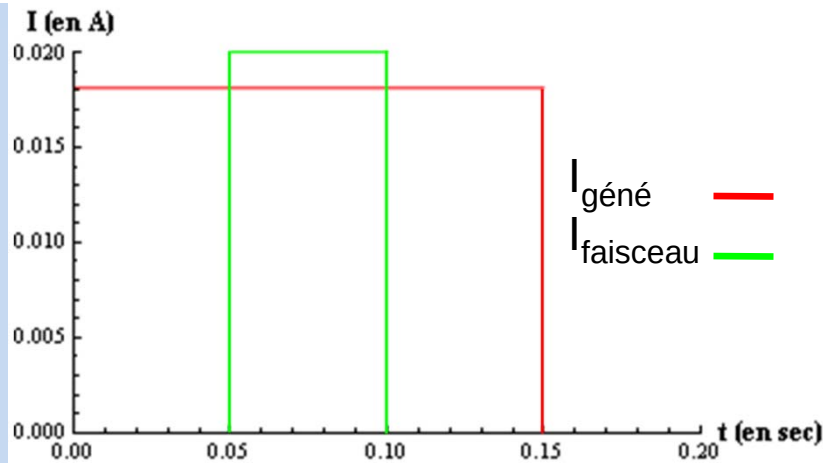
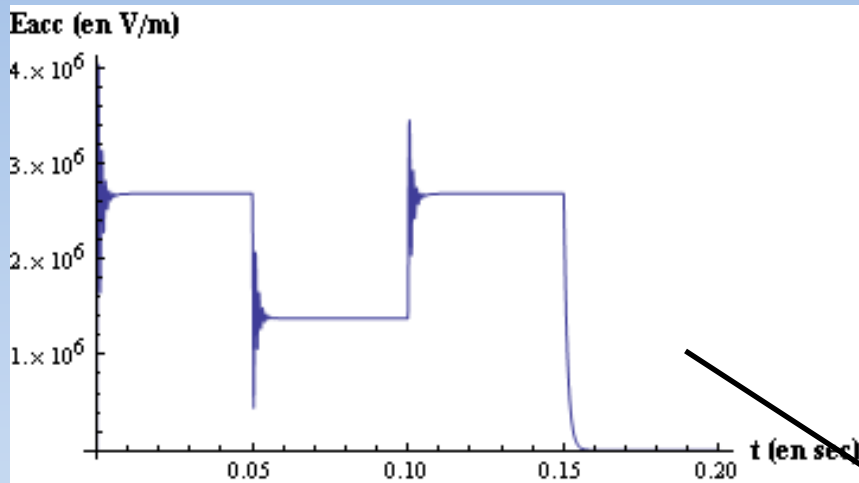
Beam Loading !



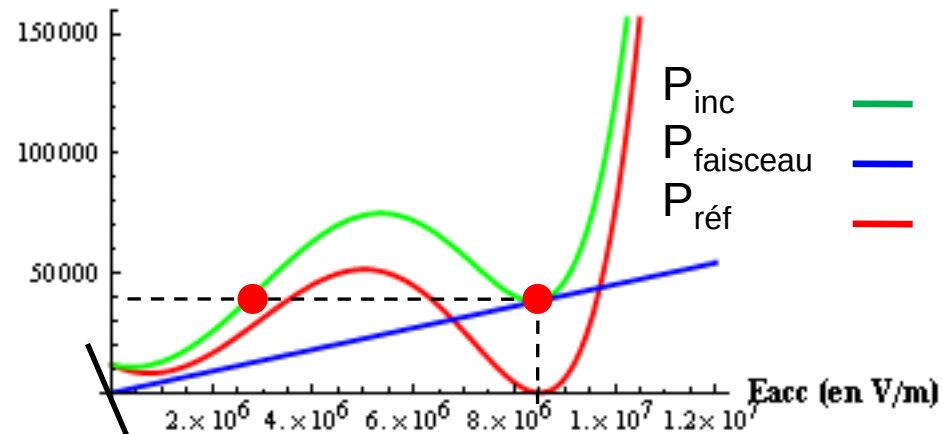
Detuning induit par le faisceau.
A corriger!

Bas niveau RF (3/5)

Detuning de Lorentz : $\Delta f_L \propto E_{acc}^2$



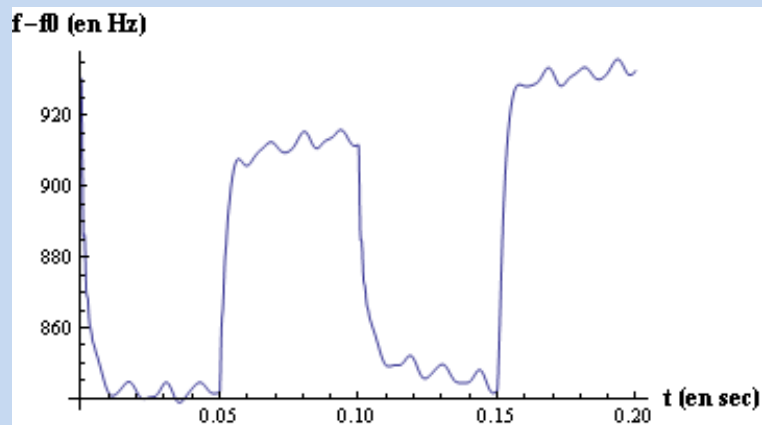
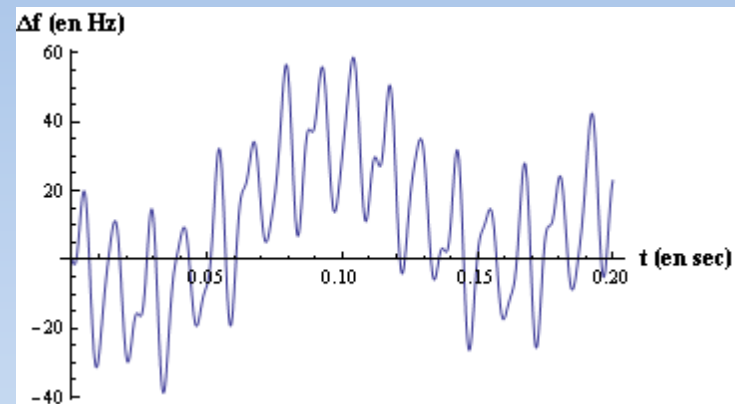
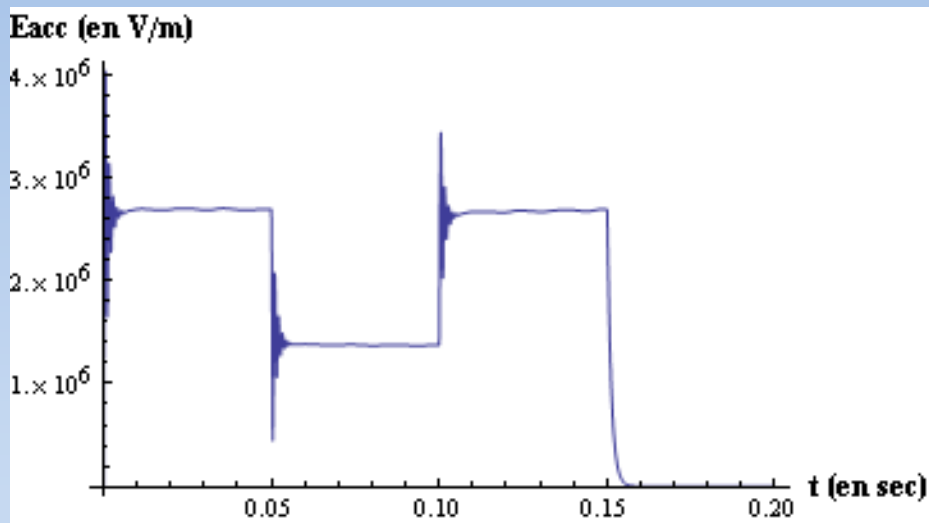
Puissances (en W)



Contrôler un
système
d'accord!

Bas niveau RF (4/5)

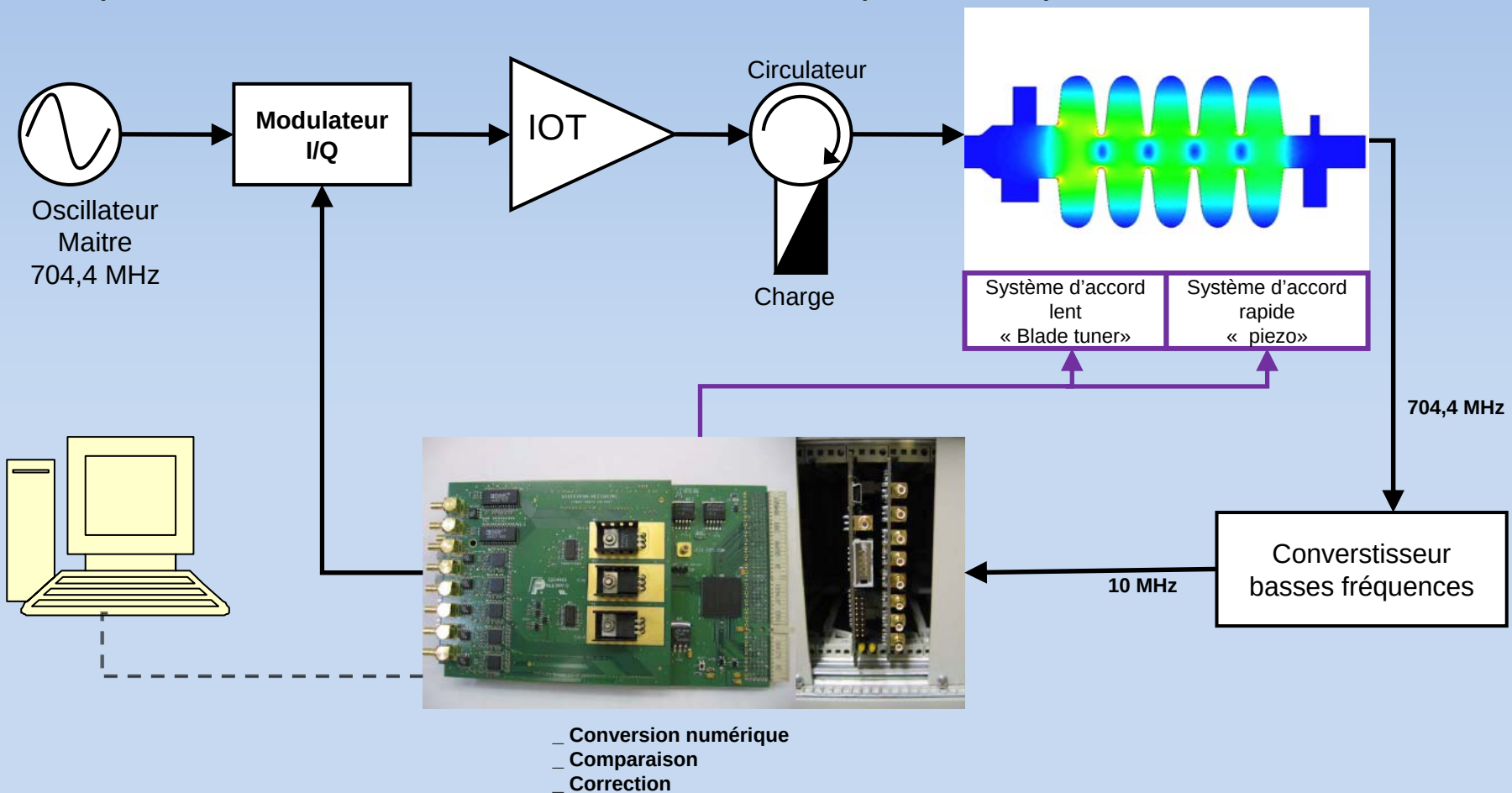
Un phénomène plus aléatoire : les microphonies.



- Difficilement prévisible
- Dépend du système environnant
- Les variations lentes peuvent être compensées.

Bas niveau RF (5/5)

Principe de l'asservissement : Contrôler le champ et la fréquence dans la cavité.



CONCLUSION

- Test de la source de puissance Radiofréquence : IOT



- Simulation de la boucle de régulation complète (Matlab-Simulink), pour comparaison avec les résultats expérimentaux.
- Montage conditionnement des coupleurs de Puissances.
- Premiers Test du cryomodule prévus pour Novembre 2009!

Merci de votre attention!