

GIRAUD Julien

Ingénieur d'étude (IE2)

LPSC Grenoble



IN2P3

Institut national de **physique nucléaire**
et de **physique des particules**

Présentation métier
Ingénieur calculs / mesures

Sommaire

- Formation
- Expériences dans le privé
- Travail dans le service d'étude et de réalisation mécanique du LPSC
- Implication dans le réseau calcul mécanique IN2P3
- Répartition du temps de travail

Formation

- Bac S option technologie industrielle
- DUT Génie Mécanique (Annecy)
- IUP Génie Mécanique (Grenoble)
- DESS (Master 2) Modélisation et simulation numérique (Grenoble)

Stage licence : Conception au bureau d'études de l'observatoire de Haute Provence (INSU)

Avant le CNRS

- 2001 – 2003 Ingénieur chargé d'affaire : Réalisation de banc de test et mesure
 - 2003 – 2007 Ingénieur calculs.
 - Remontée mécanique
 - Tuyauterie industrielle
 - Nucléaire
- ⇒ Réalisation de calculs normatif à partir d'un cahier des charges.





Décembre 2007 => recrutement par concours externe dans le SERM (Service d'étude et de réalisation mécanique)

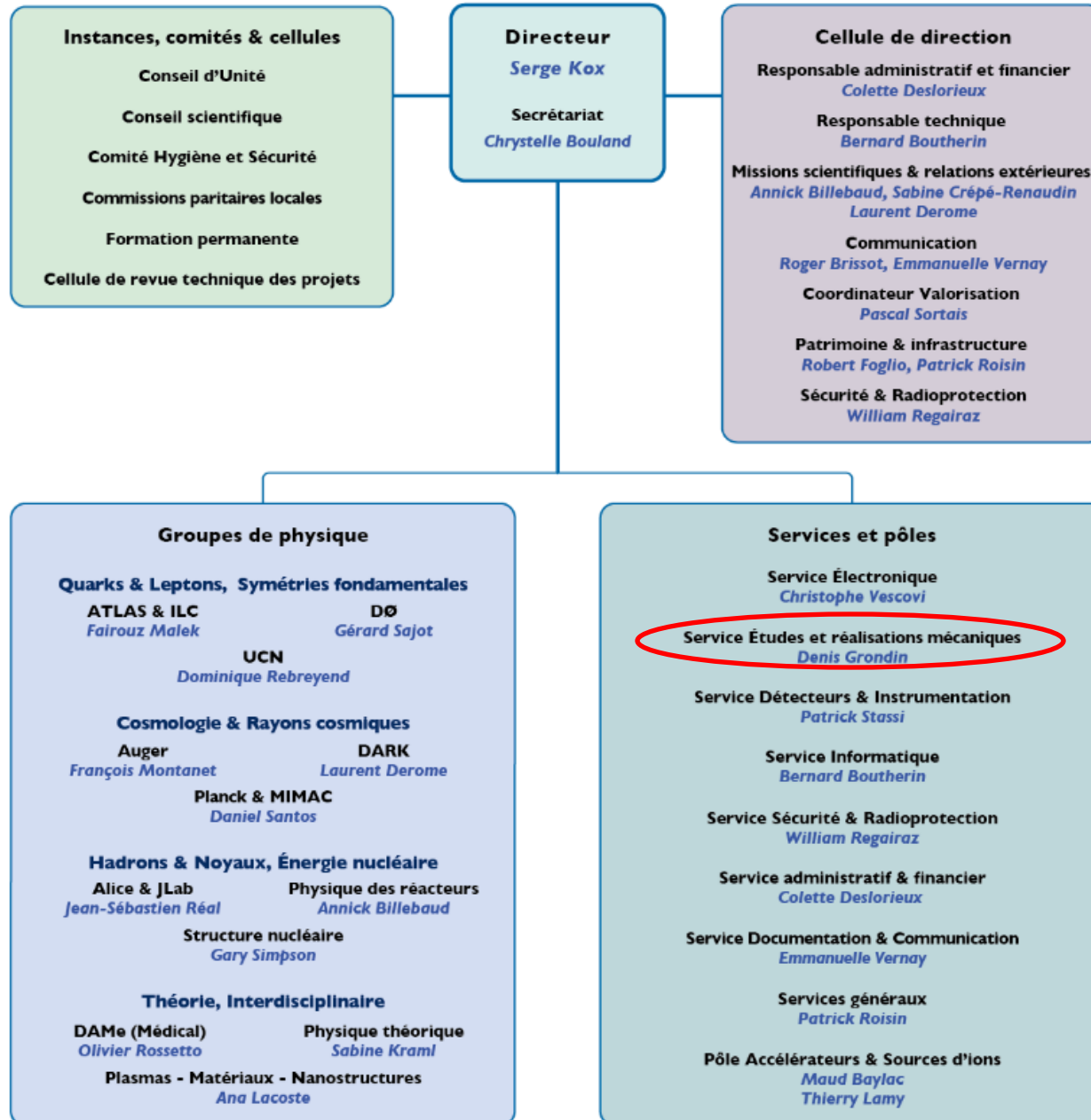
Ingénieur d'études 2^{ème} classe

Présentation du LPSC (Laboratoire de Physique Subatomique et Cosmologie)

UMR : IN2P3, Université Joseph Fourier et INP Grenoble.

Effectif : 220 personnes.

100 ingénieurs, techniciens et administratifs.



LPSC > Mécanique > Equipe du SERM

L'équipe du SERM

RESPONSABLE

- [GRONDIN Denis](#)

RESPONSABLE DE L'ATELIER DE FABRICATION

- [ROUDIER Sébastien](#)

BUREAU D'ETUDES ET CAO

- [BONDOUX Dominique](#)
- [FOUREL Christian](#)
- [GIRAUD Julien](#) ←
- [MENU Johann](#)
- [PERBET Eric](#)
- [VEZZU Francis](#), responsable des moyens CAO du LPSC
- [FRECHE Guilhem](#) (CDD)

MONTAGE MECANIQUE - VIDE ET CRYOGENIE

- [CARCAGNO Yves](#)
- [DAMIEUX-VERDEAU Gérard](#)
- [MARCHAND Denis](#)

ATELIER DE FABRICATION

- [FOMBARON Dominique](#)
- [GERACI Calogero](#)
- [MALACOUR Jean-Claude](#)
- [RONI Samuel](#)

STAGIAIRES (2011)

- Georges KLIMOFF (M2 MGM spé. MSM)
- Nicolas HARRAND (2nd an prépa INPG)
- Quentin LA MANNA (BTS CPI)

Présentation

L'équipe

Moyens

Réalisations

Projets en cours

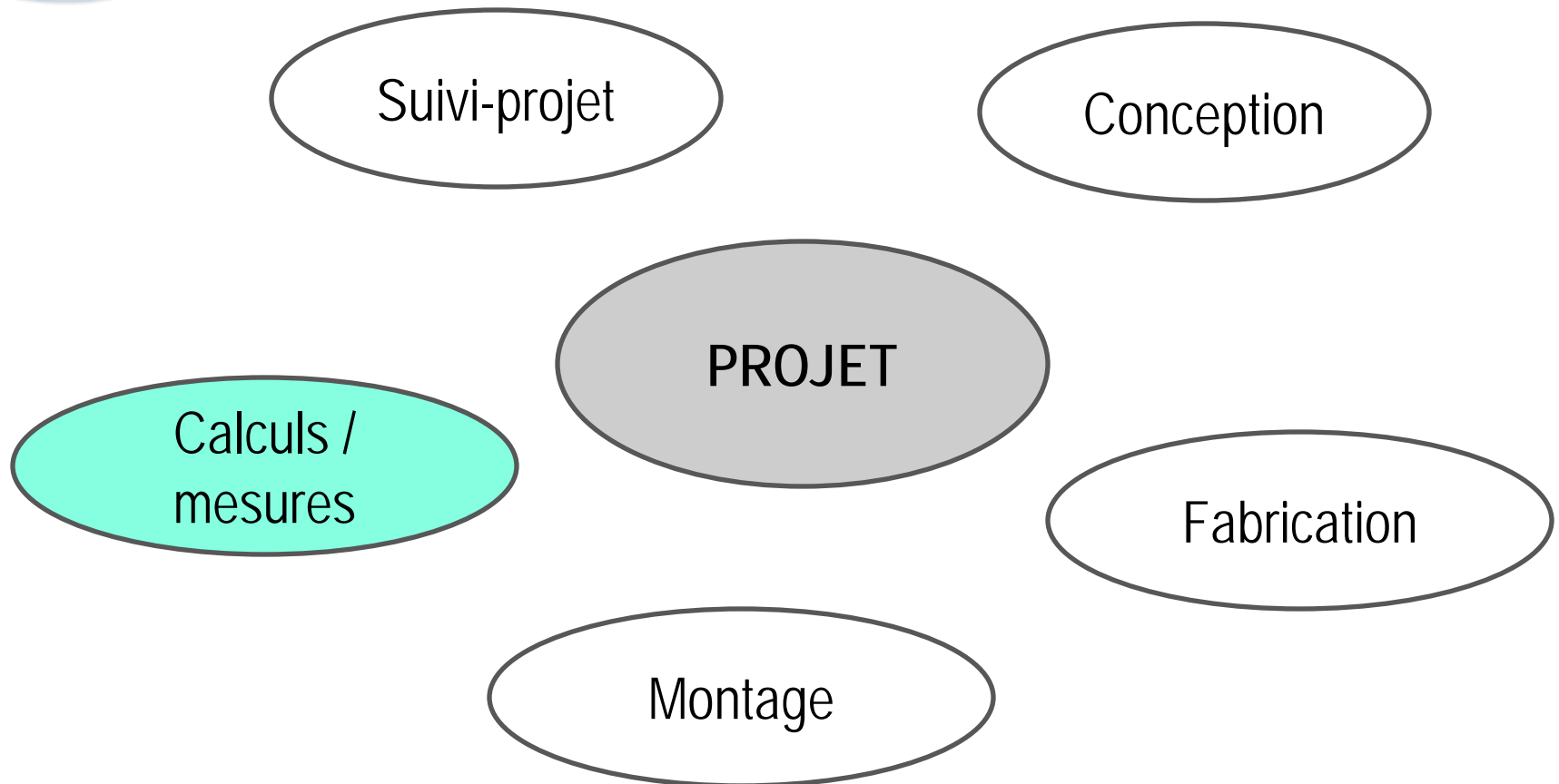
Intranet

Valorisation

Suivi Atelier

FAQ - Liens utiles

Organisation générale d'un projet dans le service mécanique

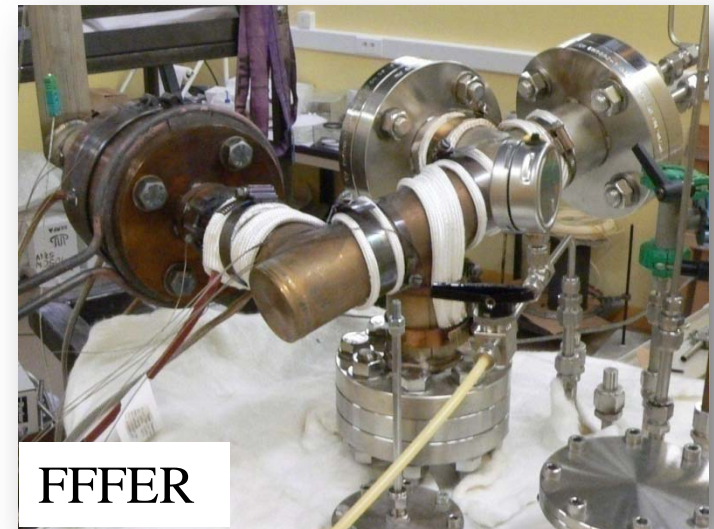
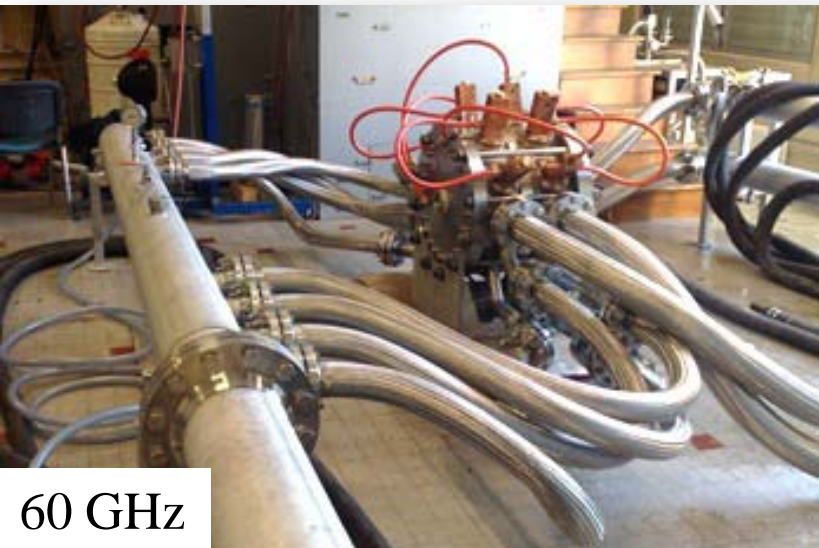
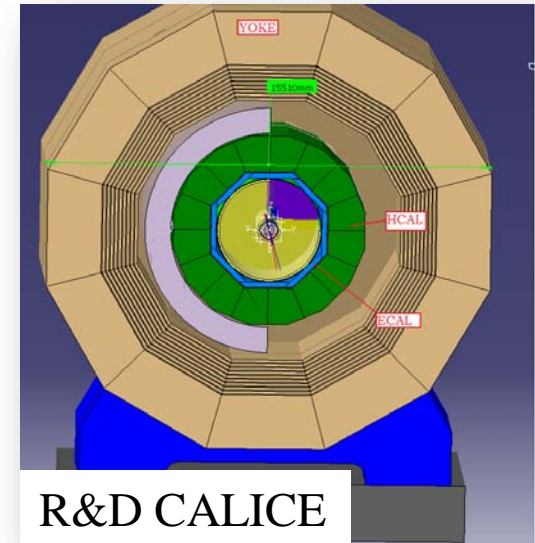


Exemples de projets

1°) R&D CALICE (détecteur électromagnétique)

2°) Bouchon froid FFFER (recherche de solution par le calcul)

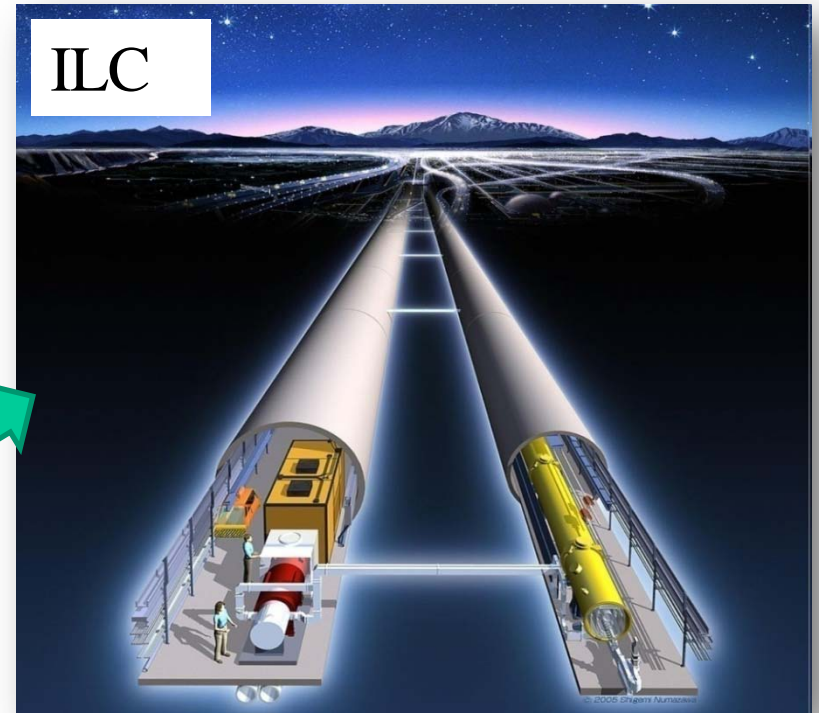
3°) Source d'ions ECR 60 GHz (Calcul normatif)



1°) R&D CALICE

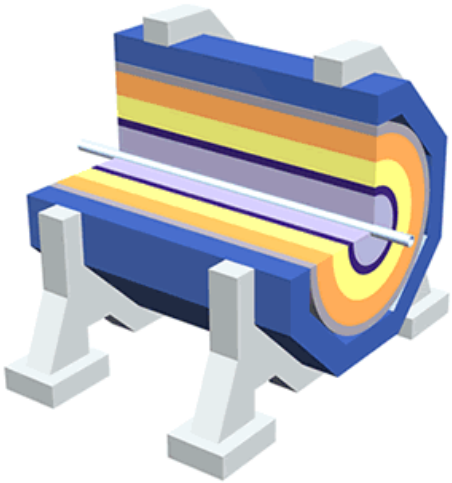


Actuel



Futur

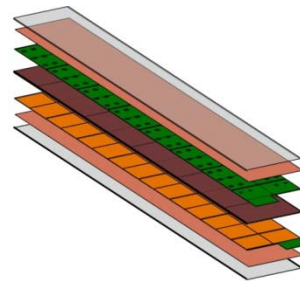
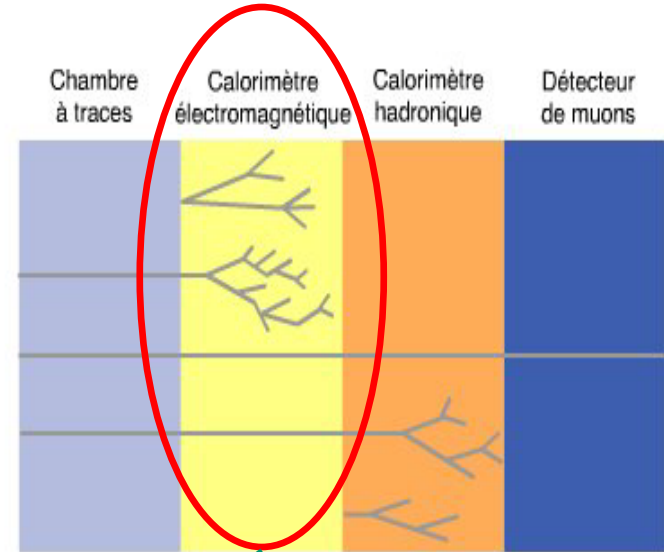
1°) R&D CALICE



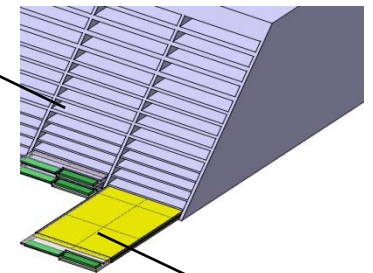
- Beam pipe
- Tracking chamber
- Magnet coil
- Electromagnetic calorimeter
- Hadron calorimeter
- Magnetise iron
- Muon detector



- photons
- electrons ou positrons
- muons
- pions ou protons
- neutrons



Structure alvéolaire



Détecteur





1°) R&D CALICE

Besoin : Maintenir le détecteur à température ambiante

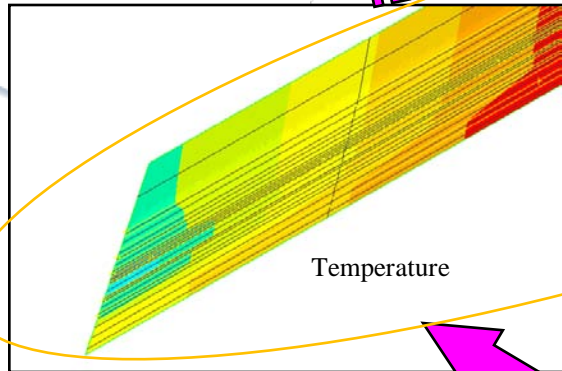
Travail à effectuer:

- Etablir le cahier des charges.
- Recherche sur les solution déjà mise en œuvre.
- Proposer des solutions (simulations)
- Valider les solutions techniques (tests)

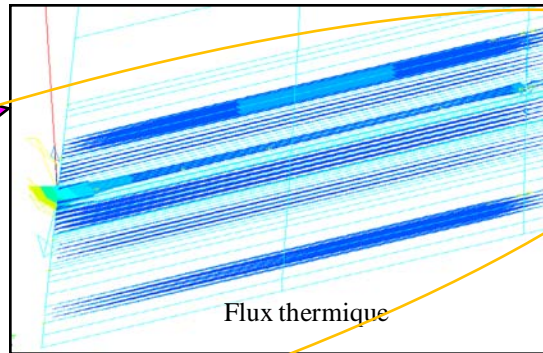
Contexte :

- Etudes réparties dans plusieurs labo en France et dans le monde.
- ⇒ Réunion dans les labo IN2P3 et réunion de collaboration à l'étranger (Angleterre, Etat Unis).
- ⇒ Présentation en Anglais
- ⇒ Travail en collaboration avec les services du LAL (électronique/mécanique/mesures)
- ⇒ Travail en collaboration avec les services du LLR (électronique/mécanique)
- ⇒ Physiciens des différents labo (LPSC / LLR / LAL).

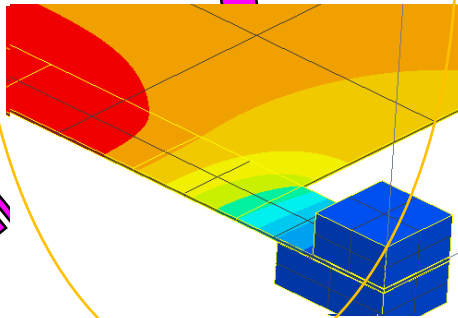
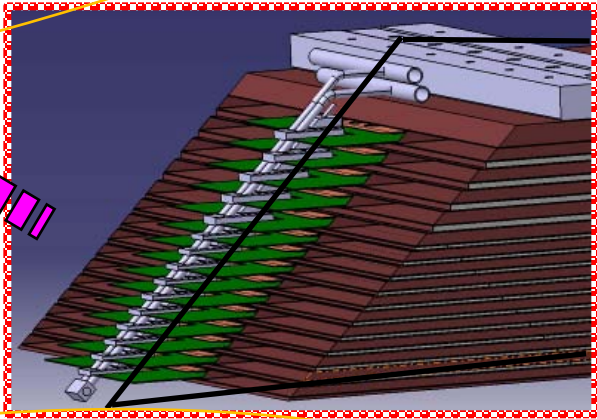
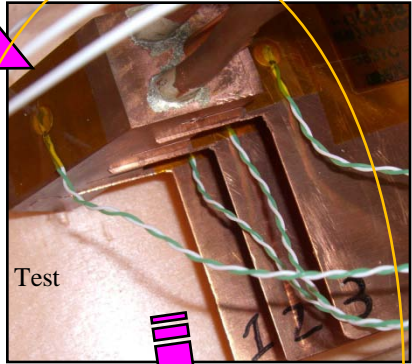
1°) R&D CALICE



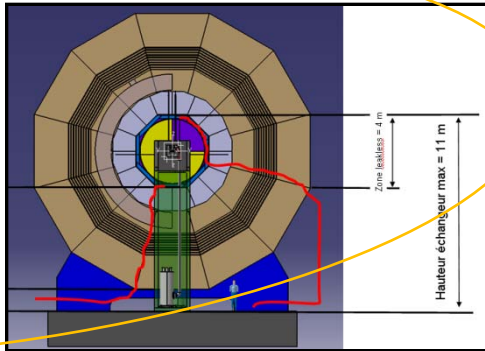
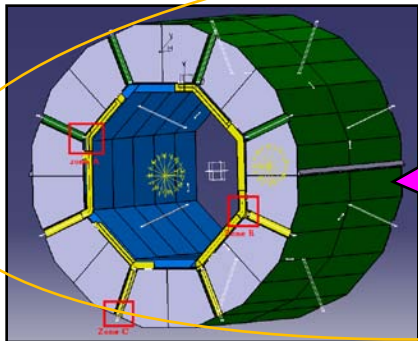
1 : Thermique dans le module



2 : Connection module / cooling

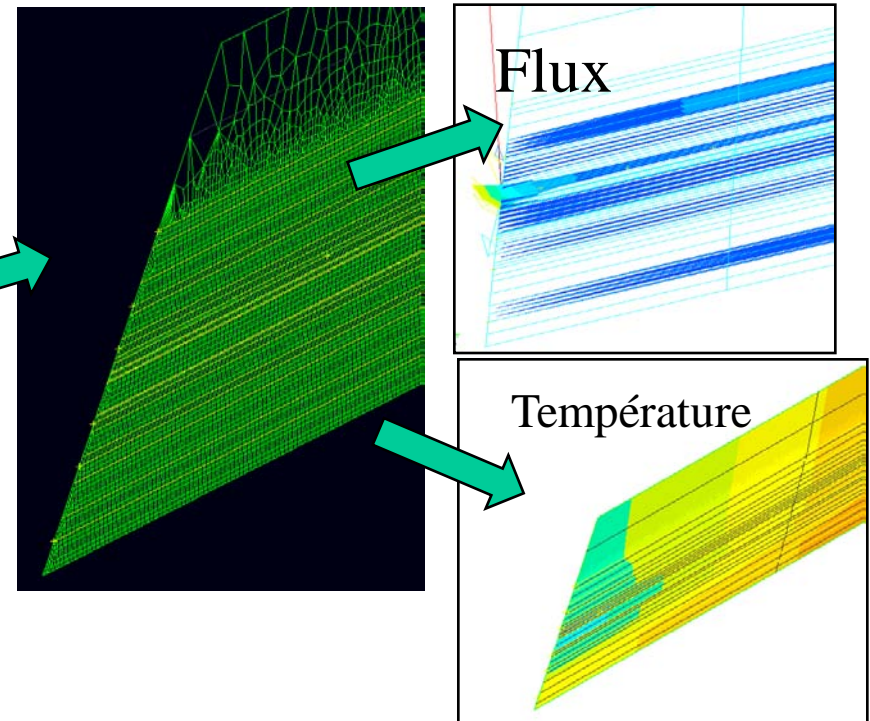
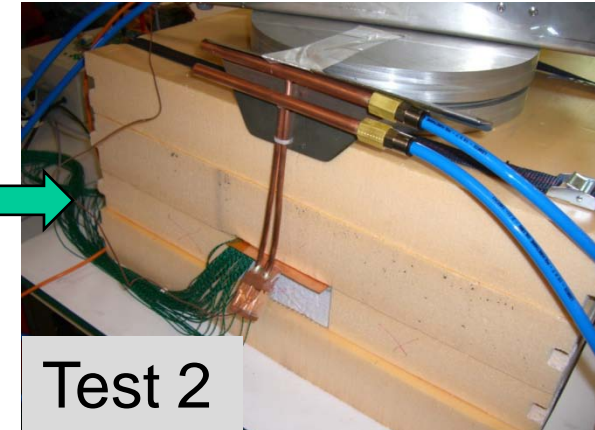
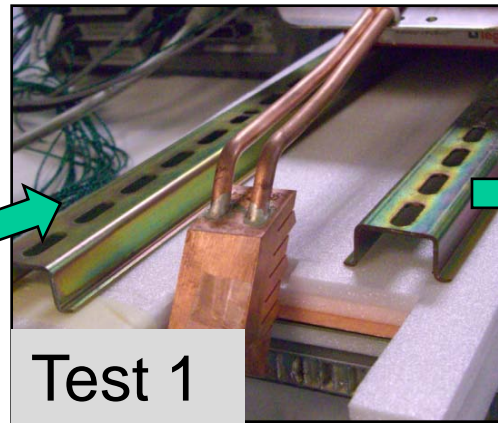
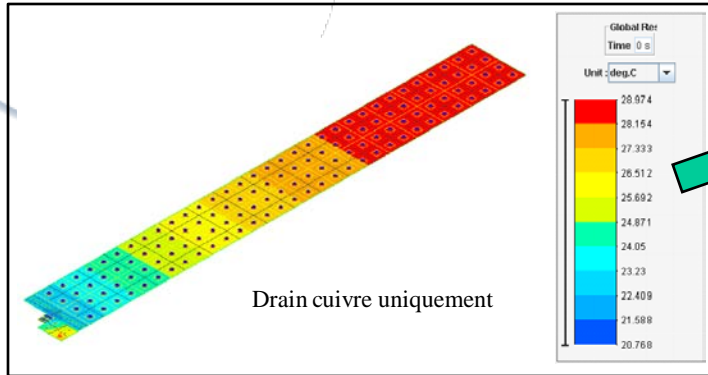


3 : Cooling global / integration



1°) R&D CALICE

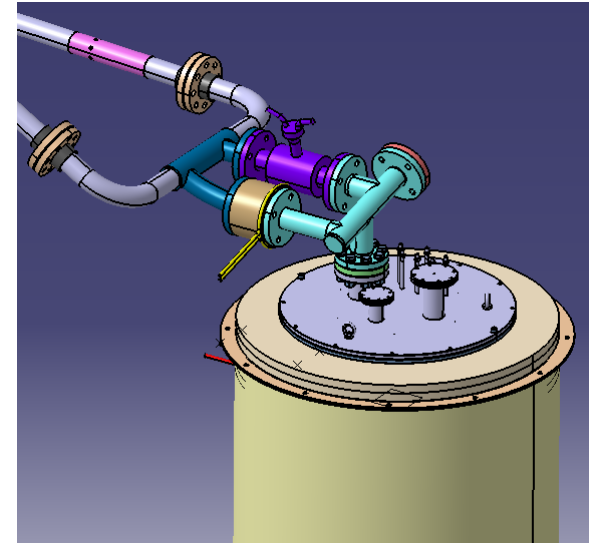
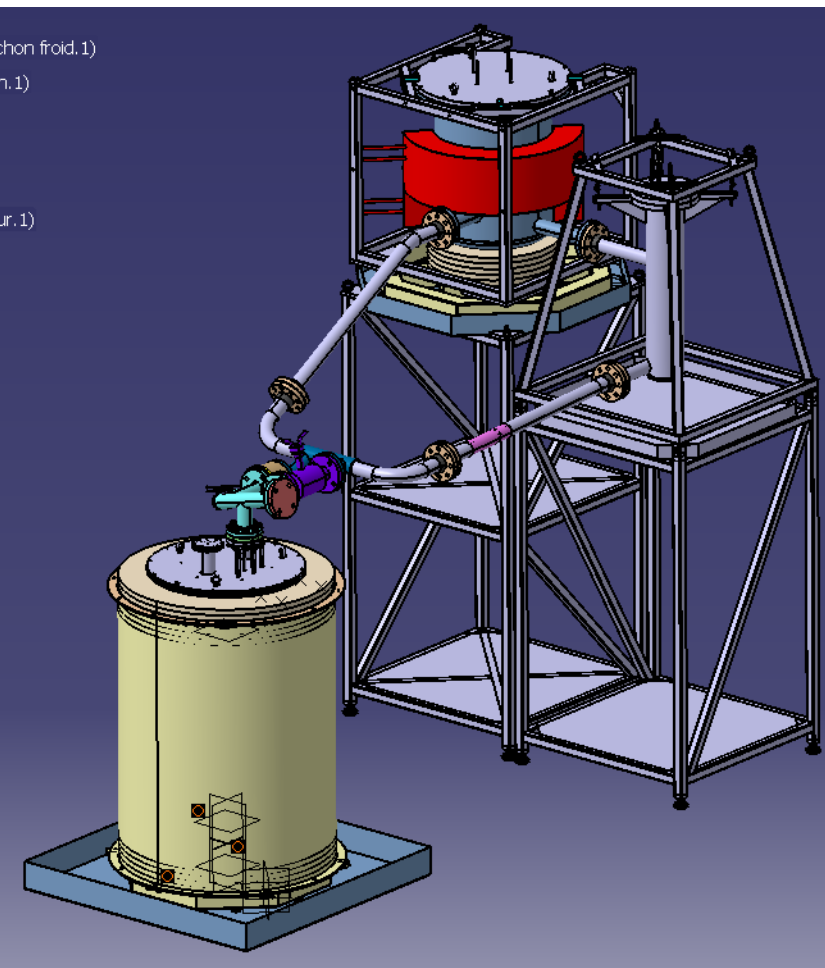
Exemple de simulation / test thermique



2°) Bouchon froid FFFER

FFFER (Forced Fluoride Flow for Experimental Research)

Fluide caloporteur pour réacteur hybride



2°) Bouchon froid FFFER

Besoin : Concevoir un dispositif de sécurité passive permettant de vidanger le circuit en cas de perte d'énergie ou de dysfonctionnement de la vanne principale .

Travail à effectuer:

- Etablir le cahier des charges (caractéristiques matériaux, refroidissement utilisable, dispositif de chauffe, temps de fonte du bouchon).
- Proposer des solutions (simulations) et des conceptions => grande latitude sur le design).
- Valider les solutions techniques (tests)

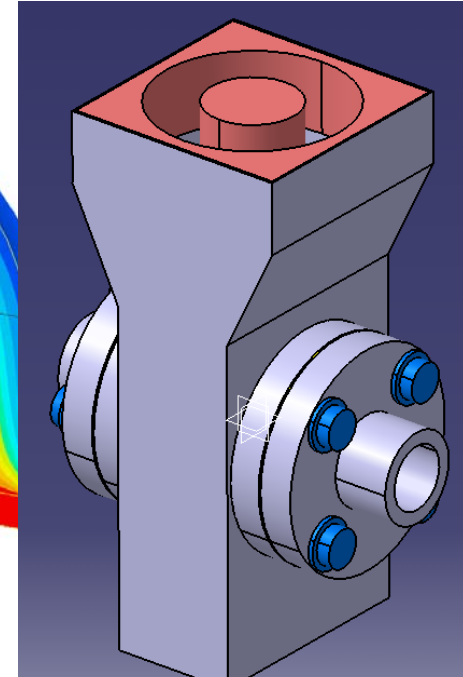
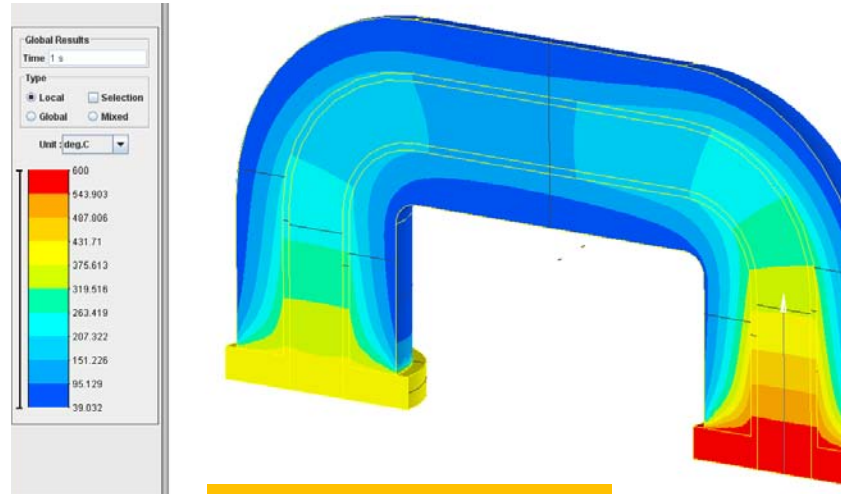
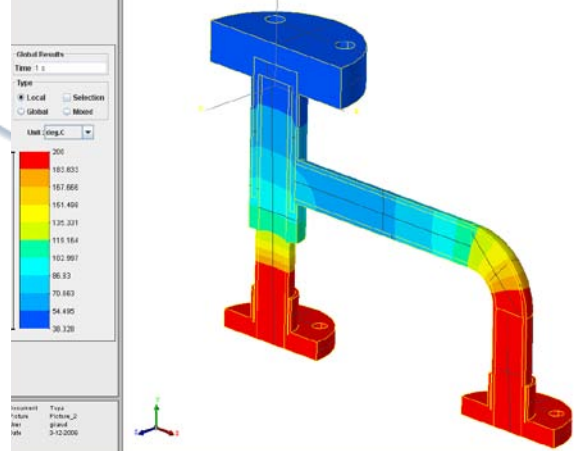
Contexte :

- Expérience dans le laboratoire.
- ⇒ Réunions d'avancement dans le laboratoire avec l'ensemble des acteurs du projet
- ⇒ Collaboration avec les services dans le LPSC (électronique / instrumentation)

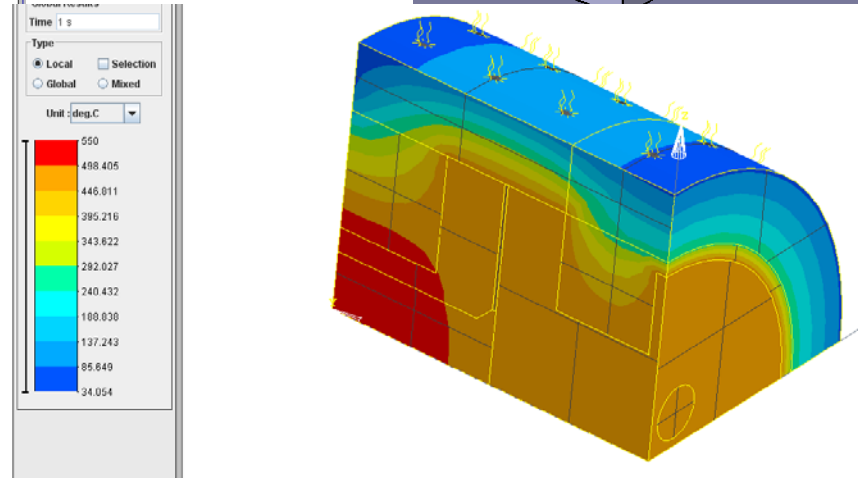
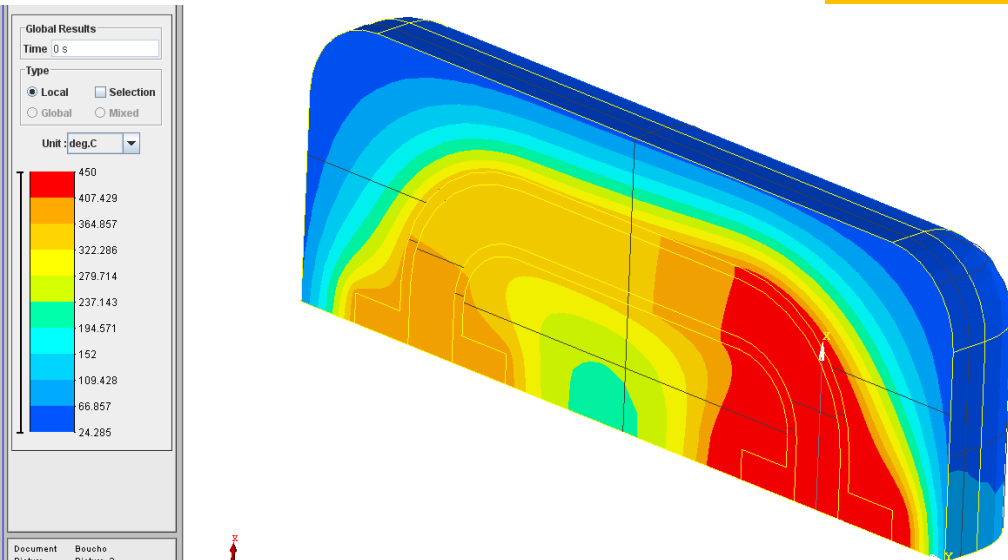
2°) Bouchon froid FFFER



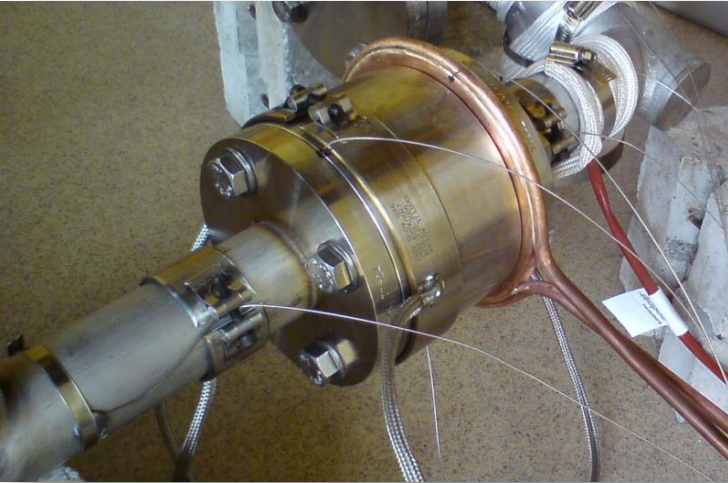
Conception sécurité passive pour vider le circuit



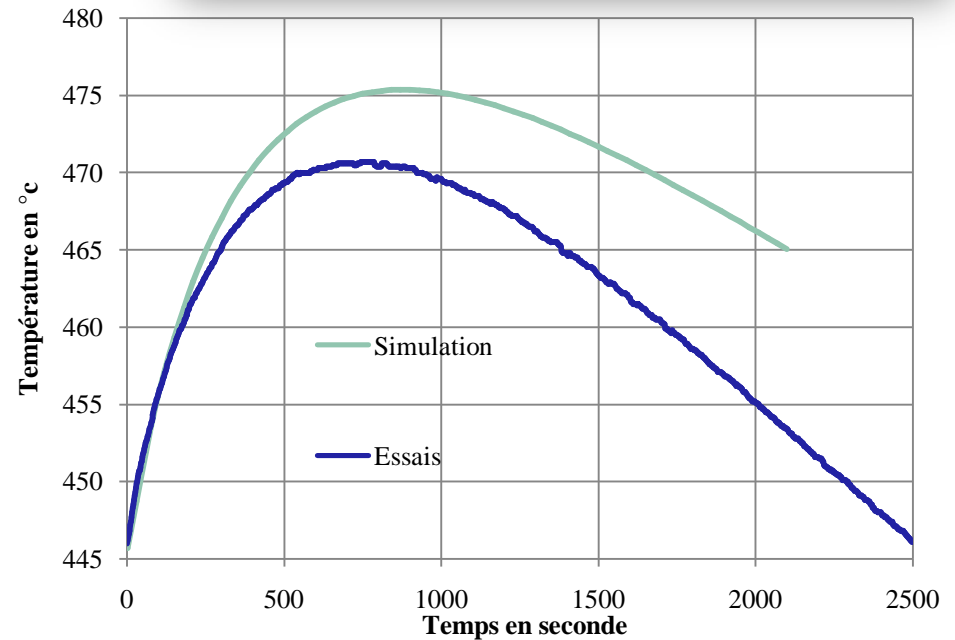
Recherche de solution



2°) Bouchon froid FFFER



Comparaison
simulation / essais



3°) Source d'ions ECR 60 GHz

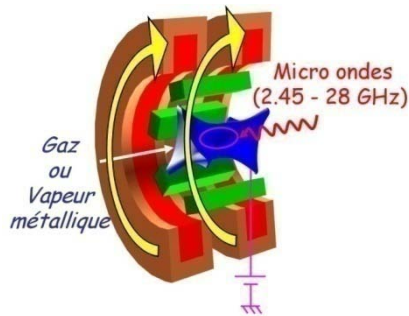
Contexte Général

Les sources d'ions pour accélérateurs

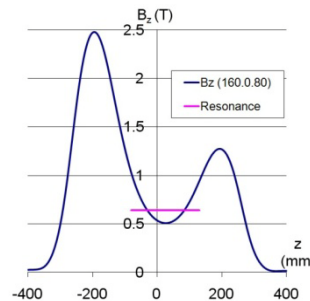
- Les accélérateurs nécessitent
 - Des intensités de plus en plus grandes (1 mA Ar¹²⁺, 500 mA U³⁵⁺)
 - Des états de charge de plus en plus élevés

- Au delà de l'état de l'art des sources d'ions ECR
 - Actuellement pas de programme de R&D (amont) expérimentale
 - Construction de prototypes supraconducteurs (18 + 28 GHz)
 - Simulation de prototypes (56 GHz)

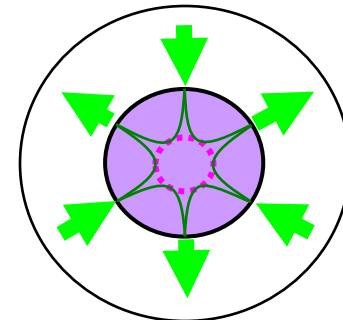
- Pas de concept novateur
 - Sources à minimum B
 - Poursuite de l'excursion en fréquence pour augmenter la densité



$$\omega_{ce} = q B / M = \omega_{rf}$$



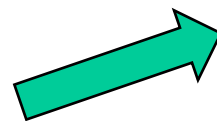
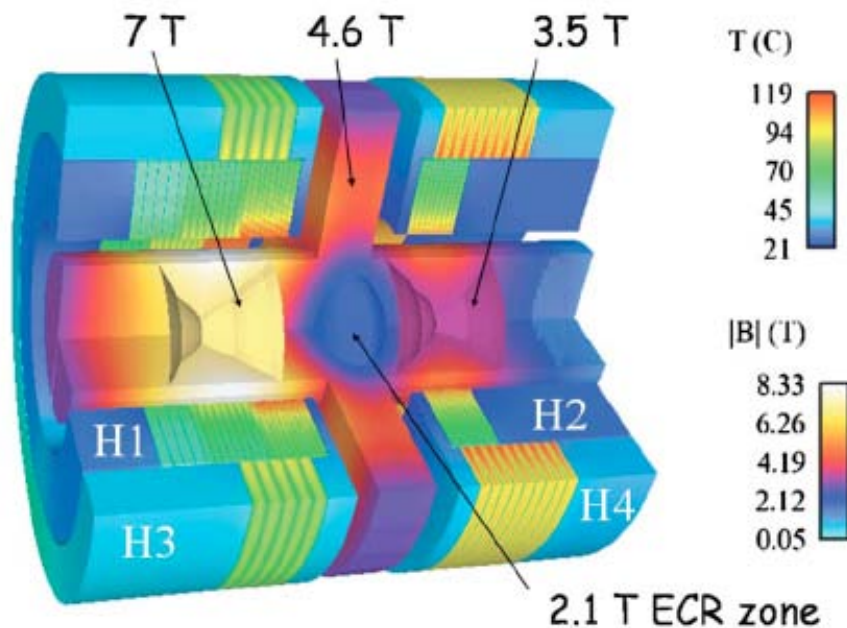
B axial



B radial

3°) Source d'ions ECR 60 GHz

Données de base: Service Source d'ion



Diamètre : 160mm
 Longueur 250mm
 => 30 000 Ampère sous 100 volt (3MW)



Echauffement important => refroidissement
 Perte de charge (28 bar)

Champ magnétique => Effort de répulsion (30 t)

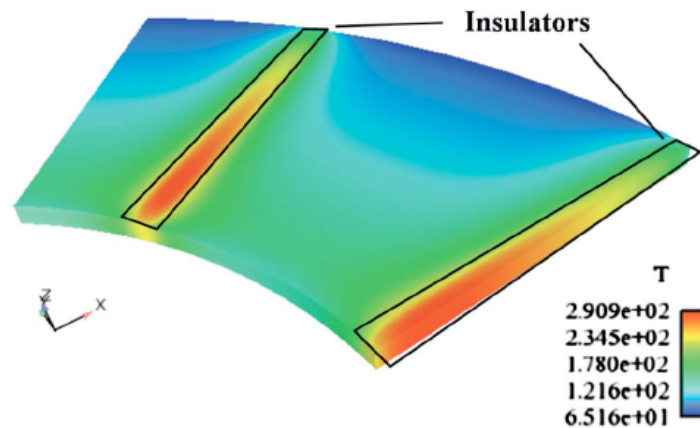
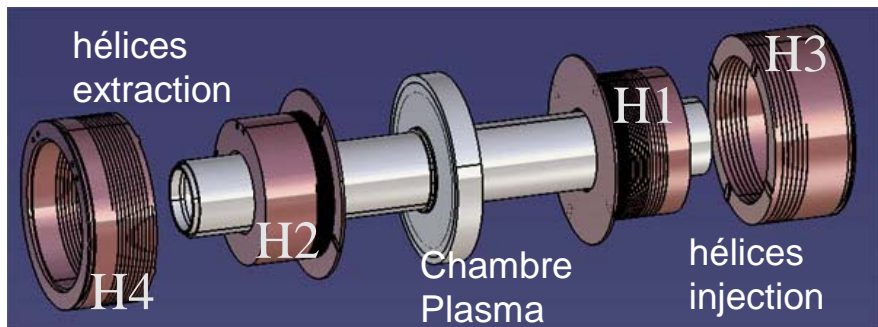


FIG. 5. (Color online) Thermal calculation in a part of a winding. Winding thickness=1.7 mm, intensity $I=30\,000$ A, cooling flux $Q=28$ L/s, and heat transfer $h=84\,000$ W/m²/°C.

3°) Source d'ions ECR 60 GHz

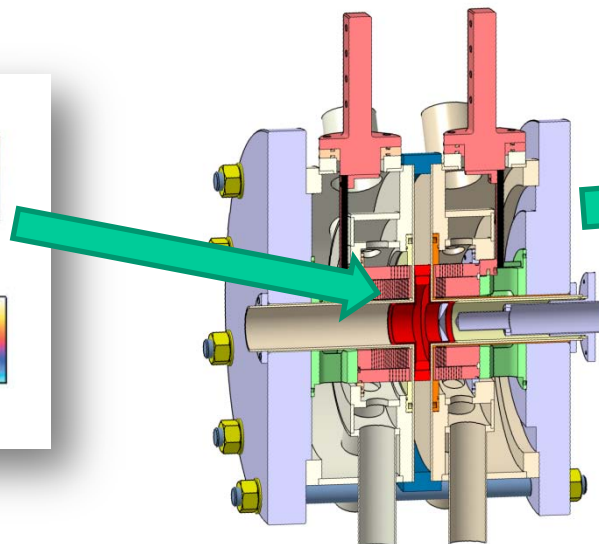
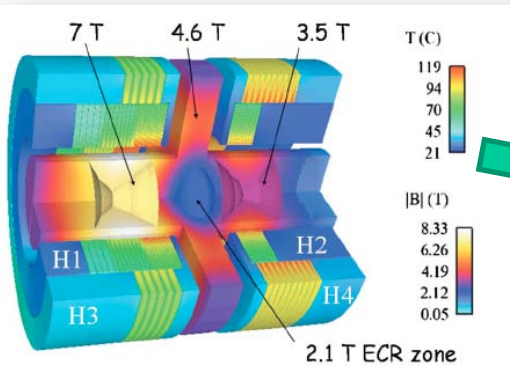
Service mécanique : Conception et calcul de l'enceinte des échangeurs

Conception : C.FOURREL (IE) / Calcul J.GIRAUD (IE)

Travail à effectuer:

- Etablir le cahier des charges du point de vue mécanique (pression de service, efforts à prendre en compte, situation accidentelle).
- Forte rigidité demandée pour le fonctionnement.
- Installation sous pression (30 bars) => Norme de dimensionnement CODAP

Contexte : Etude locale, IR et thésards service source d'ion et IE concepteur

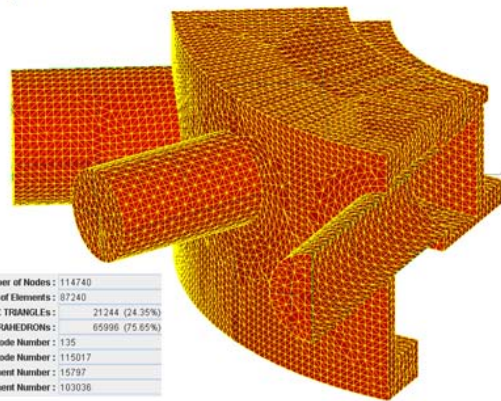


3°) Source d'ions ECR 60 GHz

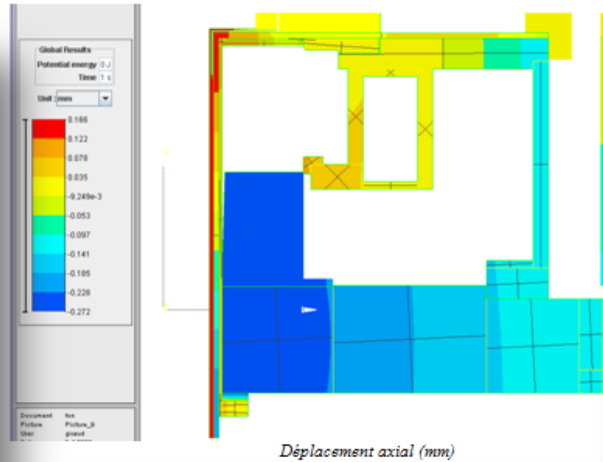


- Travail en binôme avec le concepteur.
- Compromis à trouver exigence fonctionnement et Normatif
- => Calcul Eléments finis et Analytiques pour valider la structure (mécanique)

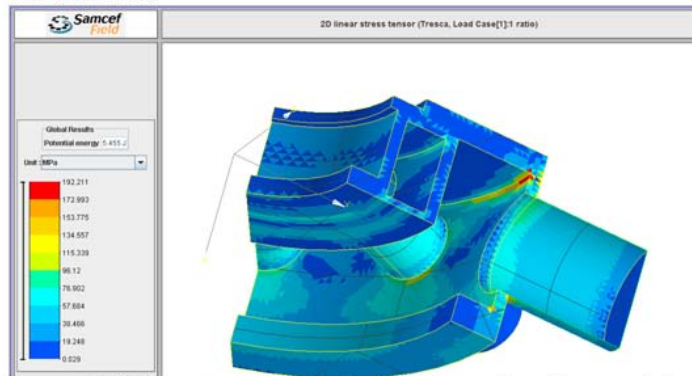
3.5.3 Maillage :



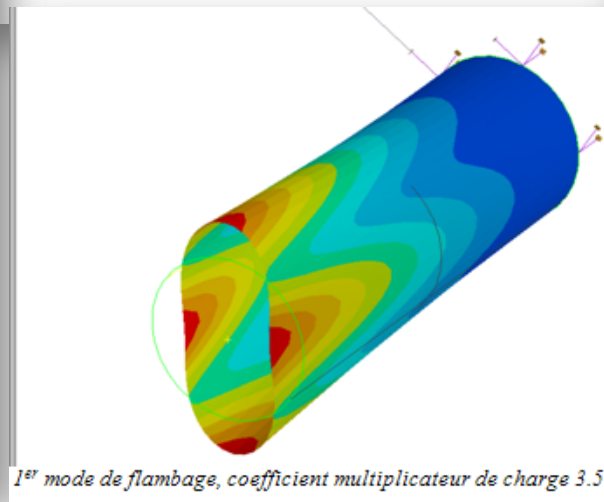
Number of Nodes :	114740
Number of Elements :	87240
Number of QUADRATIC TRIANGLES :	21244 (24.35%)
Number of QUADRATIC TETRAHEDRONS :	65996 (75.65%)
Smallest Node Number :	135
Greatest Node Number :	115017
Smallest Element Number :	15797
Greatest Element Number :	103036



3.5.4 Contraintes :



Contrainte de TRESCA membrane 193 MPa (critère 173 MPa) acceptable car dépassement du à une concentration de contraintes



1^{er} mode de flambage, coefficient multiplicateur de charge 3.5

ASSEMBLAGES BOULONNES (combinaison des contraintes suivant TRESCA)

Ne remplir que les cases bleues

DONNEES

diamètre nominal	d = 16 mm
longueur d'implantation	Le = 18 mm
coef de frottement entre filets en prise	mu = 0.15
coef de frottement sous tête	mu' = 0.15
précharge appliquée ou e effort de traction	Fo = 39895 N
Moment de flexion	Mf = 0 Nmm
Effort tranchant	T = 0 N

RESULTATS

	EXCEL	
pas	p = 2	mm
diamètre sur plat de la tête	a = 24	mm
diamètre de passage du boulon	Dp = 17.5	mm
diamètre du noyau à fond de filet	dn = 13.5	mm
diamètre à flanc de filet	df = 14.7	mm
diamètre intérieur du taraudage	D = 13.8	mm
rayon moyen d'appui sous tête	rm = 10.5	mm
section du noyau	An = 144.1	mm²
section de contact sous tête	At = 211.9	mm²
couple de serrage	Co = 126094	Nmm
couple de torsion résiduel sur les filets en prise	Cr = 63814	Nmm
effort de traction	N = 39895	N
contrainte de torsion	tot = 130.741	MPa
contrainte de cisaillement	toT = 0.000	MPa
cisaillement dans les filets	tof = 95.5	MPa
pression de contact entre filets	Pf = 86.9	MPa
pression de contact sous tête	Pt = 187.4	MPa
contrainte normale traction	Signt = 275.4	MPa
contrainte normale de flexion	Signf = 0.0	MPa
contrainte équivalente moyenne	Seqv moy = 338.1	MPa
contrainte équivalente maxi	Seqv max = 379.8	MPa

		MPa	Critère		Tx
Cisaillement dans les filets	95	MPa	Critère	103.8	92 %
Contrainte équivalente moyenne	338	MPa	Critère	426	79 %
Contrainte équivalente maxi	380	MPa	Critère	639	59 %

3.2 Visserie Caisse / chambre

Nombre de Vis : 24
 Matière des vis : INOX A4
 Diamètre nominal : 6
 Longueur taraudée : l d
 Matière de la pièce taraudée : inox 316 L

Ces vis sont faiblement sollicitées car l'effet de fond est repris les cales isolantes.
 Le nombre de vis est justifié pour assurer l'étanchéité.

Implication dans le réseau calcul mécanique

Présentation de la répartition des calculateurs :

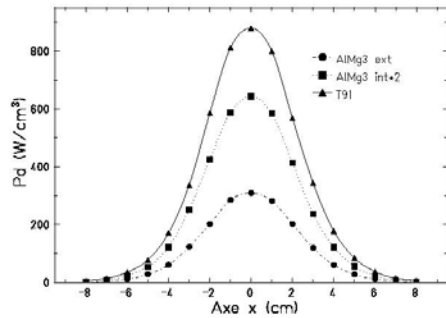
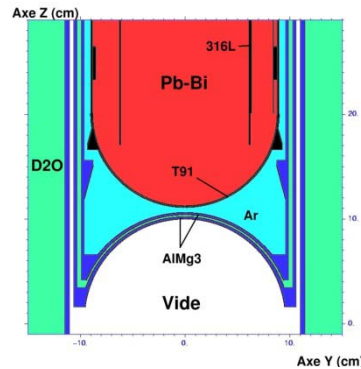
IN2P3 => 20 laboratoires répartis dans toutes la France

Répartition => 1 à 4 personnes dans chaque laboratoire

Profil des utilisateurs : Principalement des Ingénieurs et projeteurs en mécanique

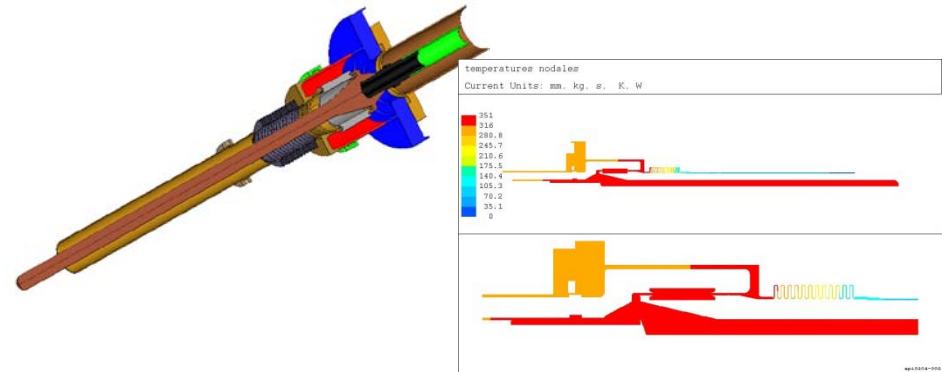
Nombre d'utilisateur :

- 50 utilisateurs pour du calcul de bureau d'étude. (statique et thermique linéaire)
- 10 utilisateurs plus avancés (non linéaire, analyse vibratoire, fluide..)

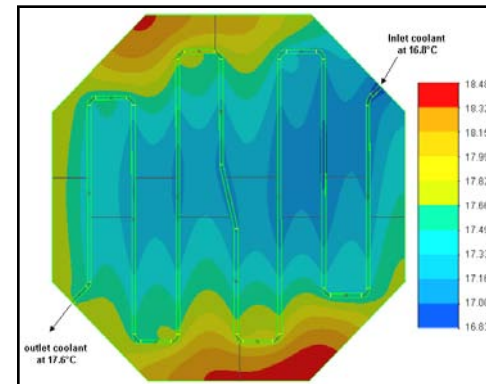


Cible MEGAPIE

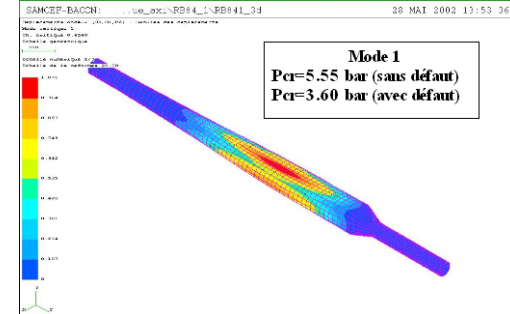
Comportement thermo-mécanique – chargement : densité de puissance
A. Cadiou – Subatech)



Couplet Spiral version céramique cylindrique
Champs de températures (K) dans une section du couplet
E.Vernay LPSC

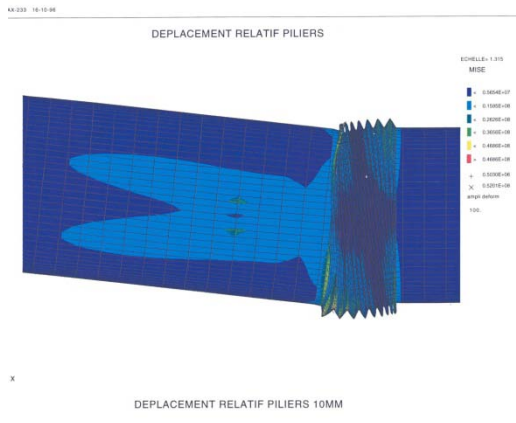


DVCS@JLAB:
Calorimètre électro-magnétique
Température sur l'écran thermique Dimensionnement du circuit de refroidissement
Ph. Rosier IPNO



Tube à vide LHC

P. Delebecque - LAPP

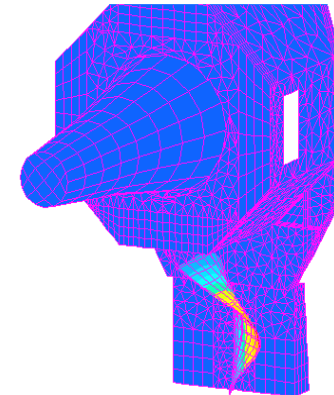


FLAMBAGE MODE 7 COEFFICIENT 3.33
FLAMBAGE ELASTIQUE CART 2

Tube à vide VIRGO

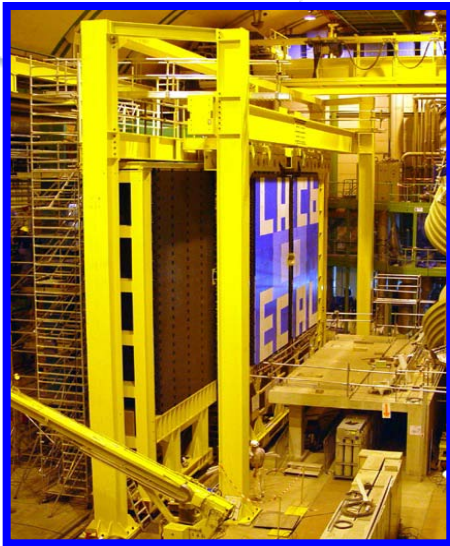
Optimisation = économie de 700t d'inox

M. Dialinas LAL

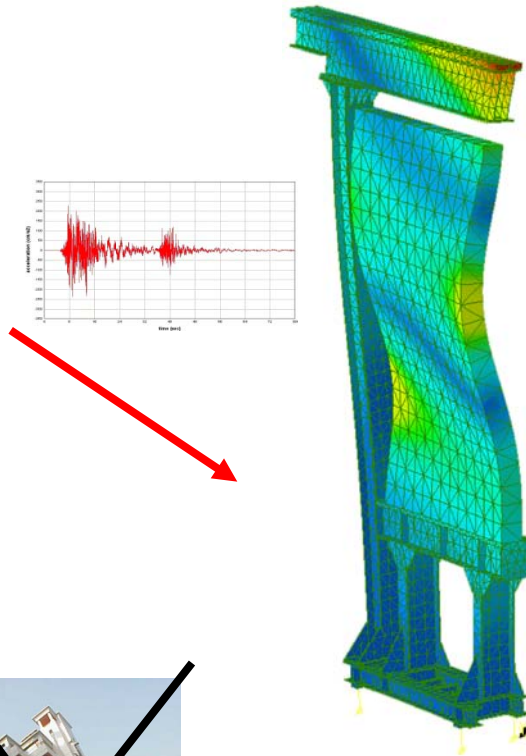


Front absorber support ALICE

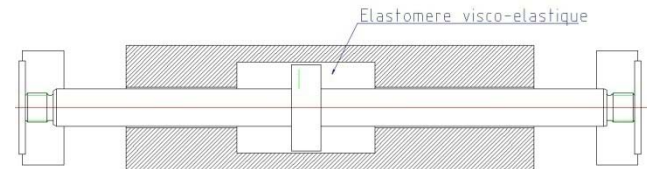
Optimisation des nervures - Ph. Rosier IPNO



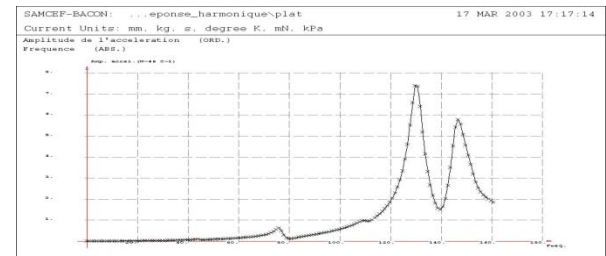
Les détecteurs dans la caverne



Projet : LHCb



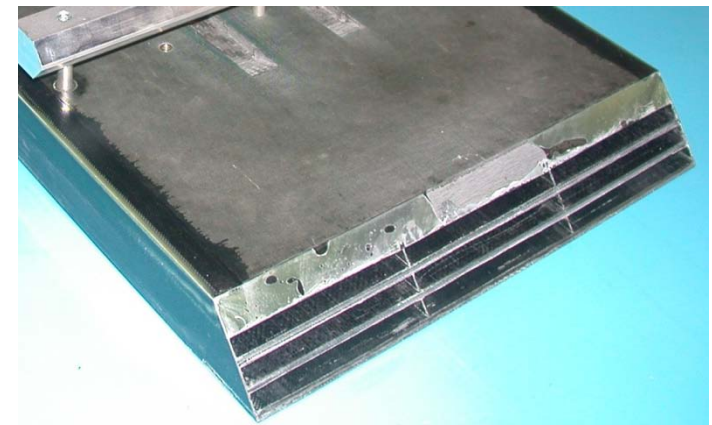
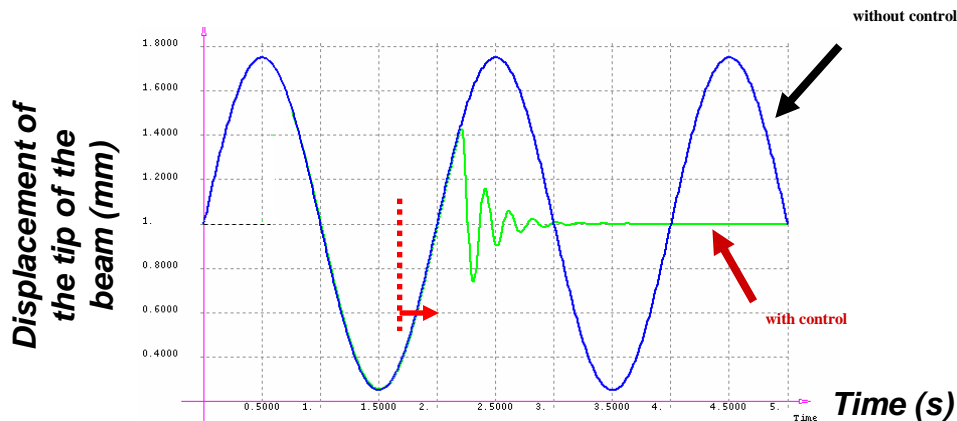
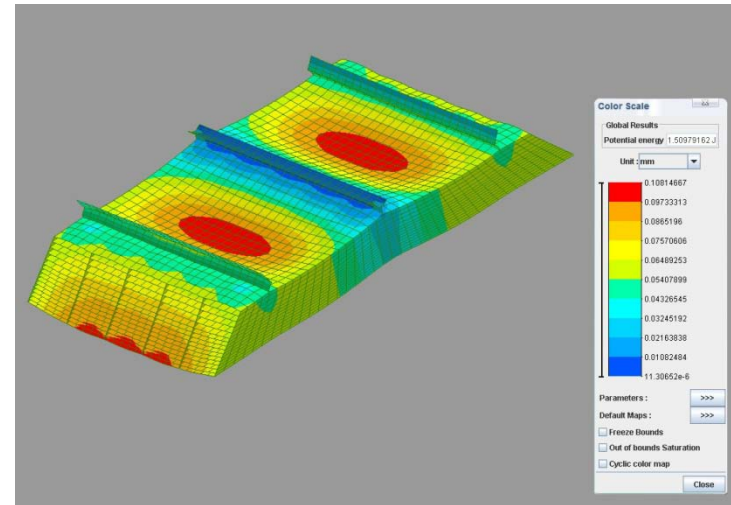
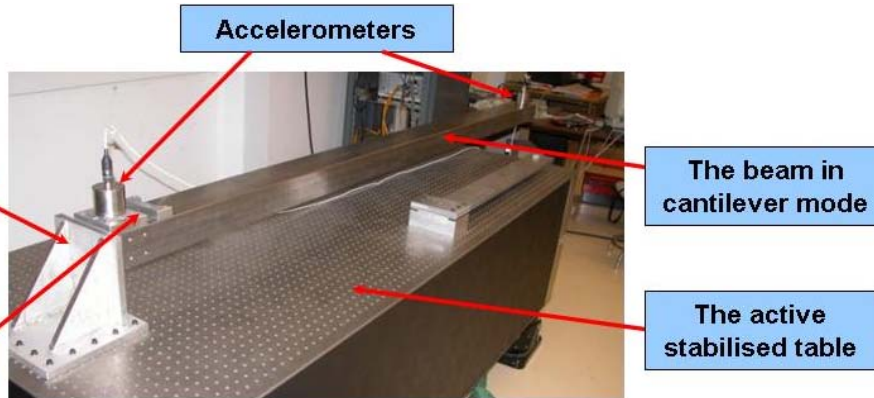
Réponse dynamique



Simulation d'asservissements stabilisation mécanique au nanomètre

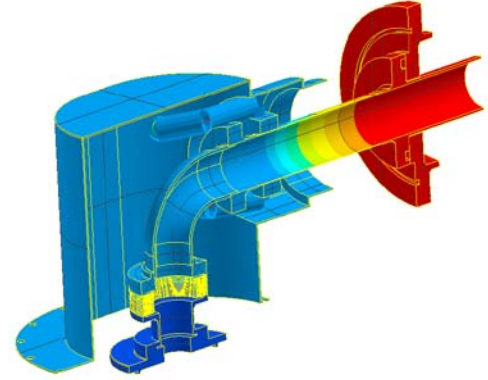
(N. Geffroy - LAPP)

Projet : LAVISTA (ILC)



- ### Calcul sur composite
- Mécanique (statique)
 - Thermique

Réseau calcul en pratique



Création du réseau : Octobre 2007 (Responsable P.Delebecque LAPP)

⇒ Janvier 2008 J.GIRAUD entre dans l'organisation

Réseau permettant de :

- Partager des informations utiles aux calculateurs

- Gérer les relations avec l'extérieur (autres réseaux, fournisseurs,..)

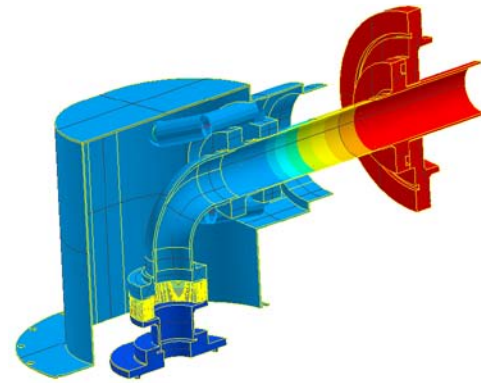
- Apporter du support aux utilisateurs

- Favoriser le partage d'expérience

- Favoriser la promotion du calcul mécanique à l'IN2P3 pour améliorer sa pratique

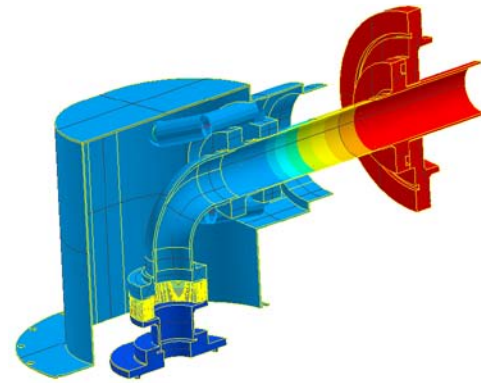
- Identifier les besoins de formation

Réseau calcul en pratique



- ⇒ Mailing list interne pour échanger sur les problèmes logiciel et technique.
- ⇒ Mise en place de répertoire sur les serveur du centre de calcul pour les échanges de donnés.
- ⇒ 2008 => 2011 Mise en place de la démarche de changement de logiciel de calcul (Appel d'offre en 2011). Ancien logiciel SAMCEF nouveau logiciel ANSYS.
 - Evolution des domaines de simulation Thermique / mécanique => multi physique (fluide, magnétisme)
 - Evolution des interfaces graphiques

Réseau calcul en pratique



ECOLE CALCULS IN2P3

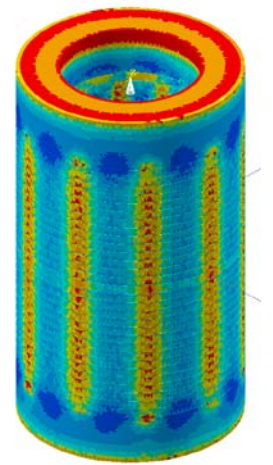
Principe : Faire des formations sur le thème du calcul d'une durée d'une semaine avec une périodicité de 2 ans.

Thèmes : Mécanique / thermique / dynamique / composite

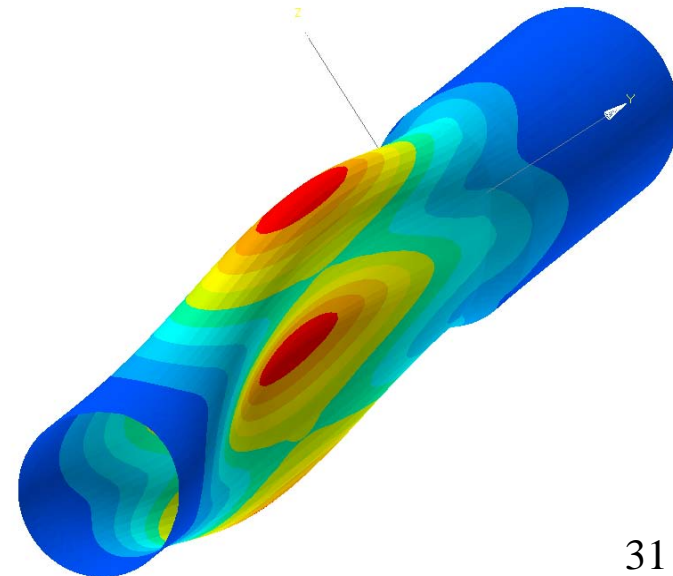
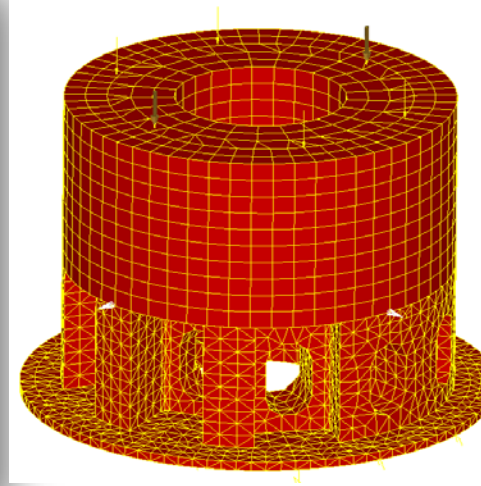
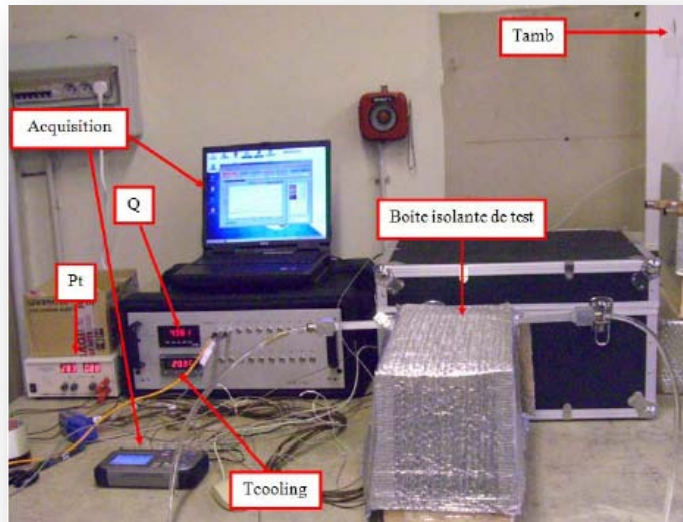
Niveau : Suivant session Technicien => Ingénieur

Type d'enseignement : cours et interventions CNRS (retours d'expériences)

Répartition du temps de travail



- **Projet calculs / mesures** : R&D CALICE / FFFER 50 %
- **Interventions calculs sur projet** : Séisme (N+ SPIRAL 2) / Source 60 Ghz 30 %
- **Réseau calcul** : Organisation école / réunion annuelle / changement de logiciel / support interne 20 %



Comparatif travail IN2P3 / Privé

Privé : Ingénieur calcul => travail compartimenté => demande connaissance importante dans l'utilisation de l'outil (logiciel) et dans un domaine physique limité.
=> En général on ne voit que des photos de ce que l'on calcul

IN2P3 : Ingénieur d'étude =>

- Domaine physique traité très varié (mécanique, thermique, fluide).
- Permet d'aborder la théorie et la pratique (mesure, montage).
- Plus d'implication dans les projets (réunions, déplacements site).
- Accès aux formations.
- Ecoles IN2P3.

Transport matériel, mission, formation (local et national), commande, maintenance informatique (local et national)
=> efficace est indispensable.

