Le projet SPIRAL 2

- avancée de la construction -

P. Dolegieviez

dolegieviez@ganil.fr
www.ganil-spiral2.eu

Le projet SPIRAL 2

- Introduction

  le projet dans son ensemble

- Description de l'accélérateur
- Phase de construction et d'installation
- Conclusion

P. Dolegieviez

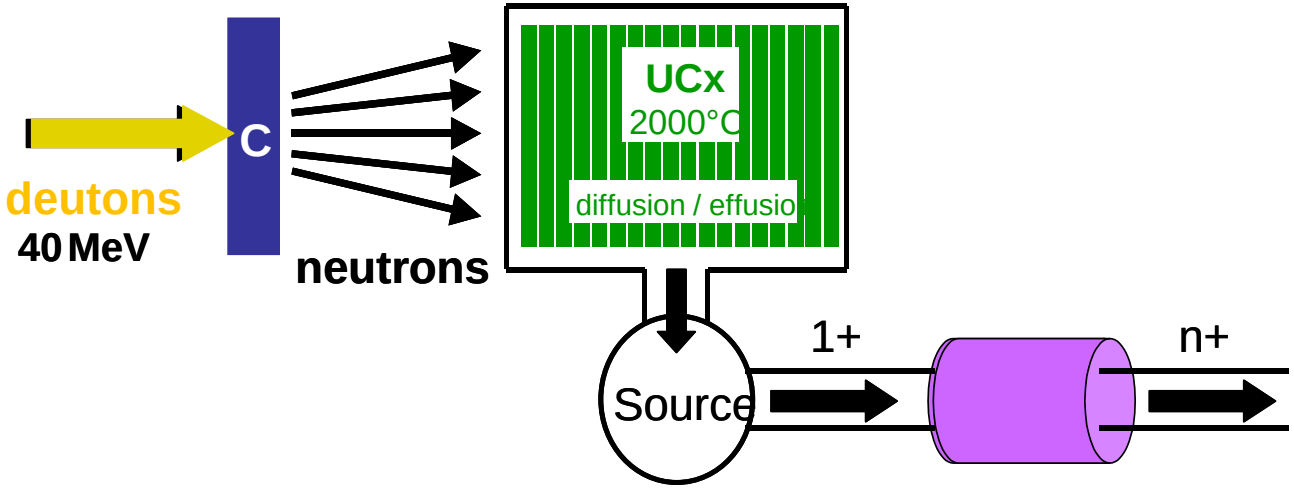
Le projet SPIRAL 2

SPIRAL : Système de production d'Ions Radioactifs Accélérés en Ligne

objectif: produire des faisceaux d'ions lourds radioactifs par réactions de fission

technique utilisée : utiliser un faisceau primaire de haute intensité pour produire un haut flux de neutrons sur une cible fissile

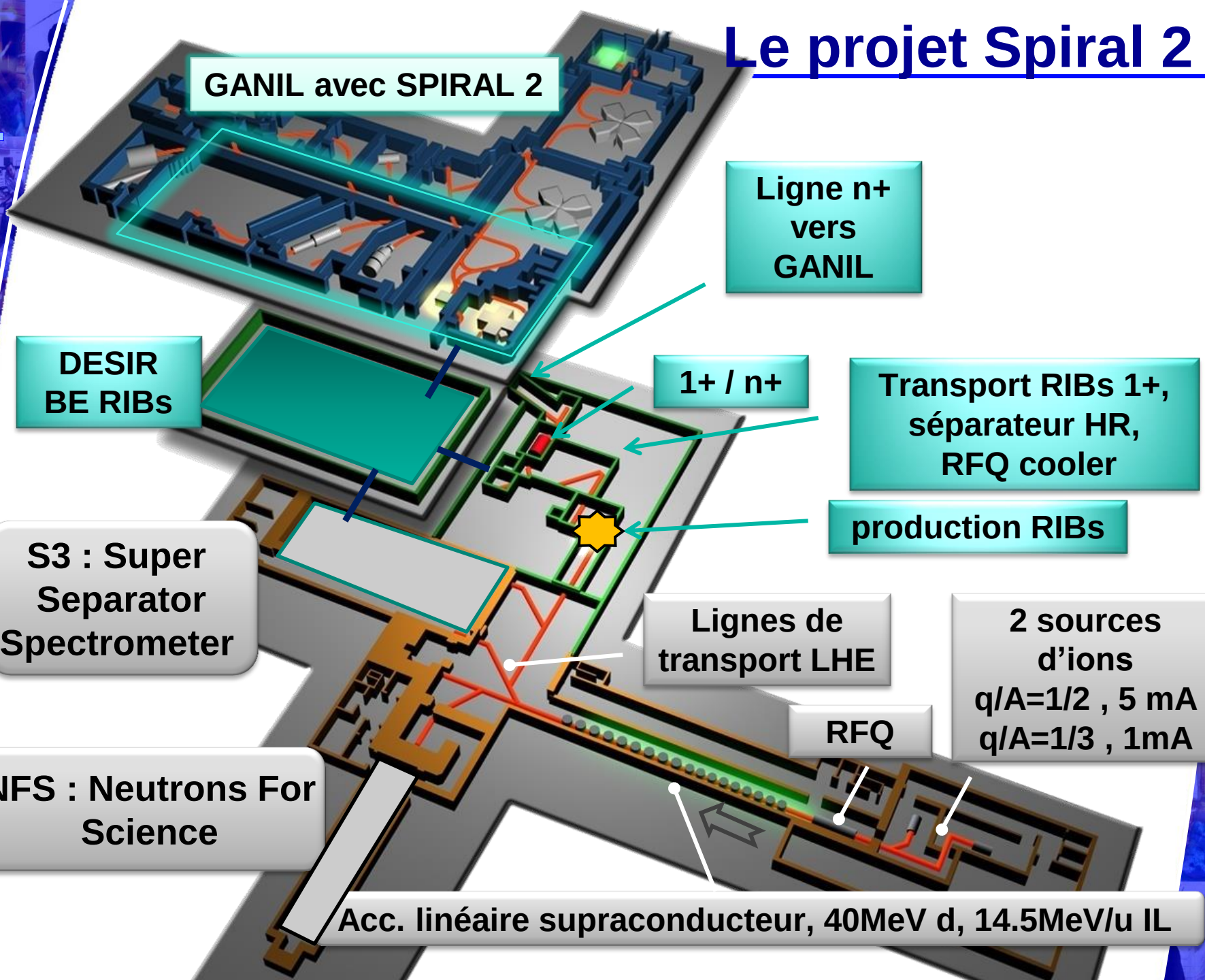
principe



faisceaux primaires -> 5 mA
faisceaux secondaires -> 10^9 pps (Sn ^{132}) à 10^{12} pps (He)

P. Dolegieviez

Le projet Spiral 2



Le projet SPIRAL 2

Challenges et particularités

- grande variété de faisceaux (nature, intensité, énergie)
- systèmes très spécifiques
- contraintes fortes de sûreté

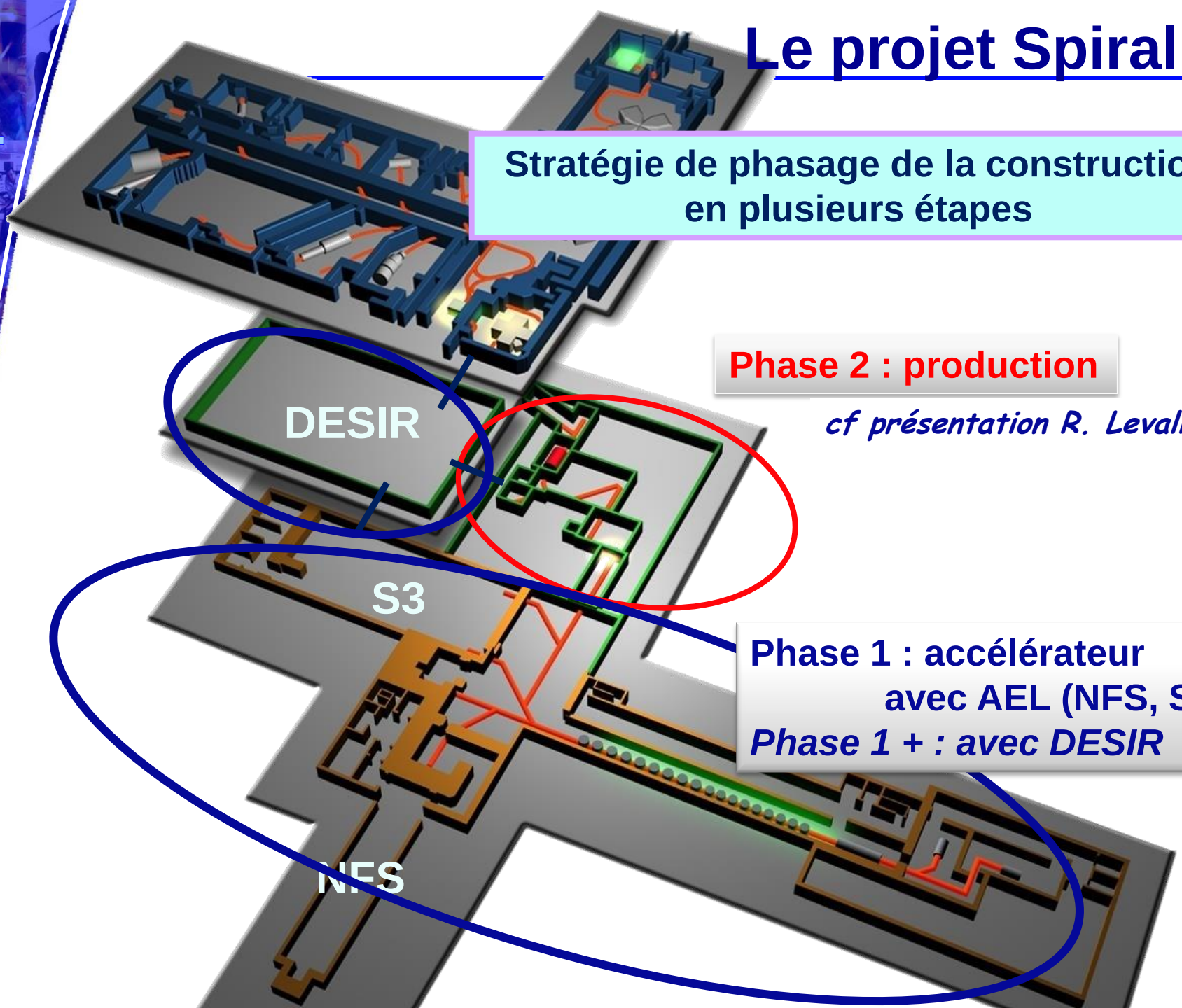
❖ large collaboration inter-laboratoire pour l'étude et la réalisation des lots

=> validation et test des systèmes complets, en amont de l'installation sur site

P. Dolegieviez

Le projet Spiral 2

Stratégie de phasage de la construction en plusieurs étapes



Phase 2 : production

cf présentation R. Levallois

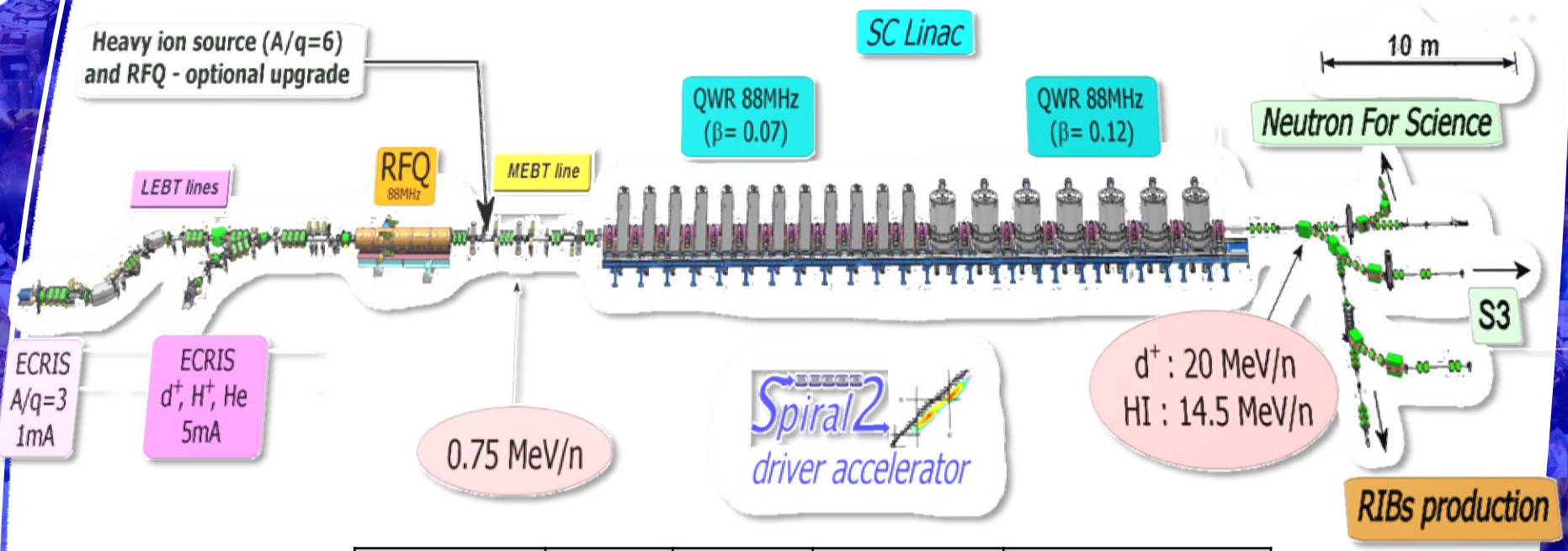
Phase 1 : accélérateur avec AEL (NFS, S3)

Phase 1 + : avec DESIR

P. Dolegieviez

Le projet Spiral 2

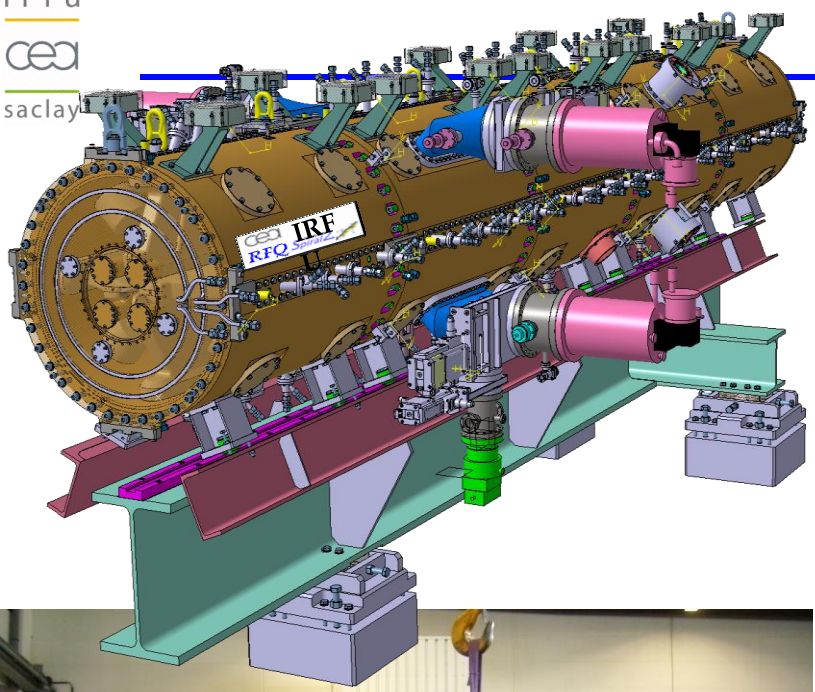
l'accélérateur



	Q/A	I (mA)	Energy (Mev/u)	CW max beam Power (KW)
Protons	1/1	5	2 - 33	165
Deuterons	1/2	5	2 - 20	200
Ions	1/3	1	2 - 14.5	45
Ions (option)	*1/6*	*1*	*2 - 8*	*48*

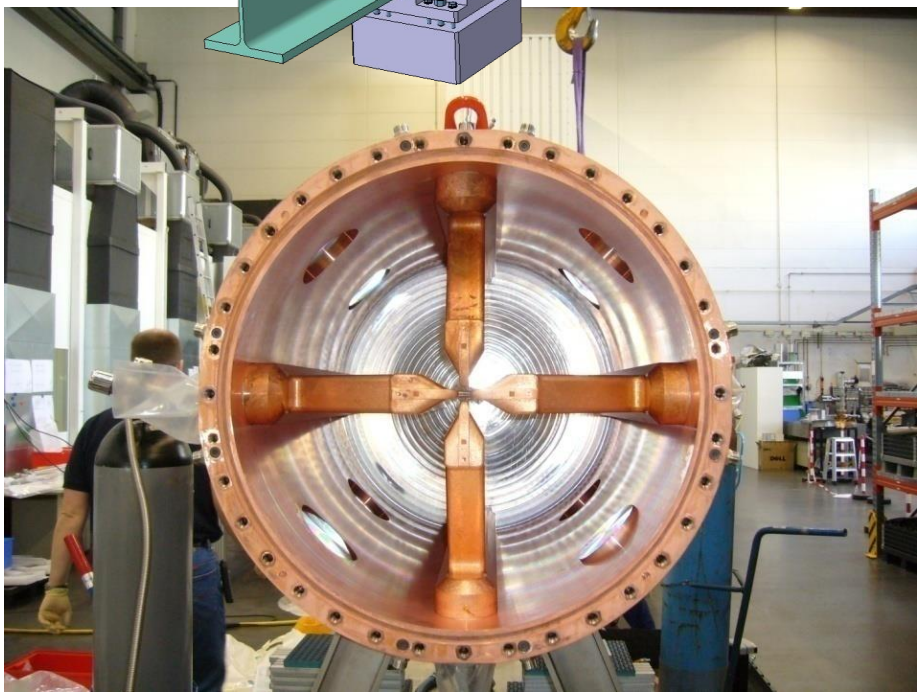
Le projet Spiral 2

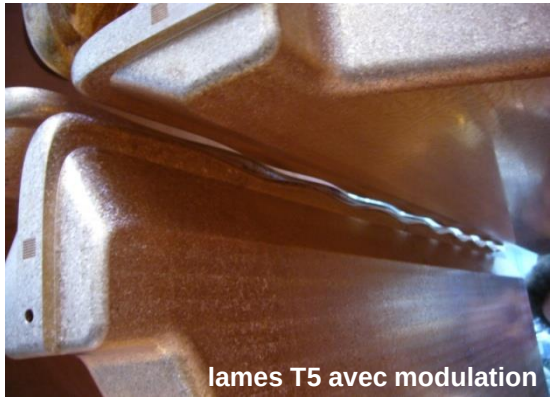
l'injecteur

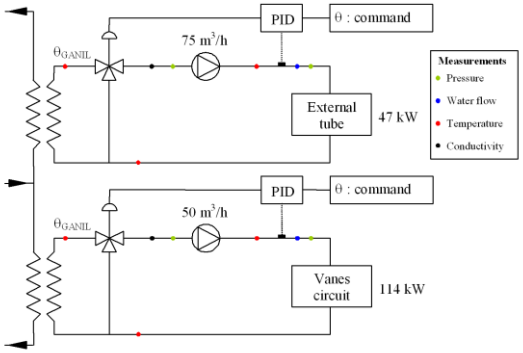


RFQ

- cavité quadripolaire radiofréquence
- assemblage de 5 tronçons
  (Φ : 0,78m , l : 1m)
- structure en Cuivre Cu-C
  88 Mhz E : 0,75 MeV/n
  <P> : 2.10^{-8} mb




lames T5 avec modulation



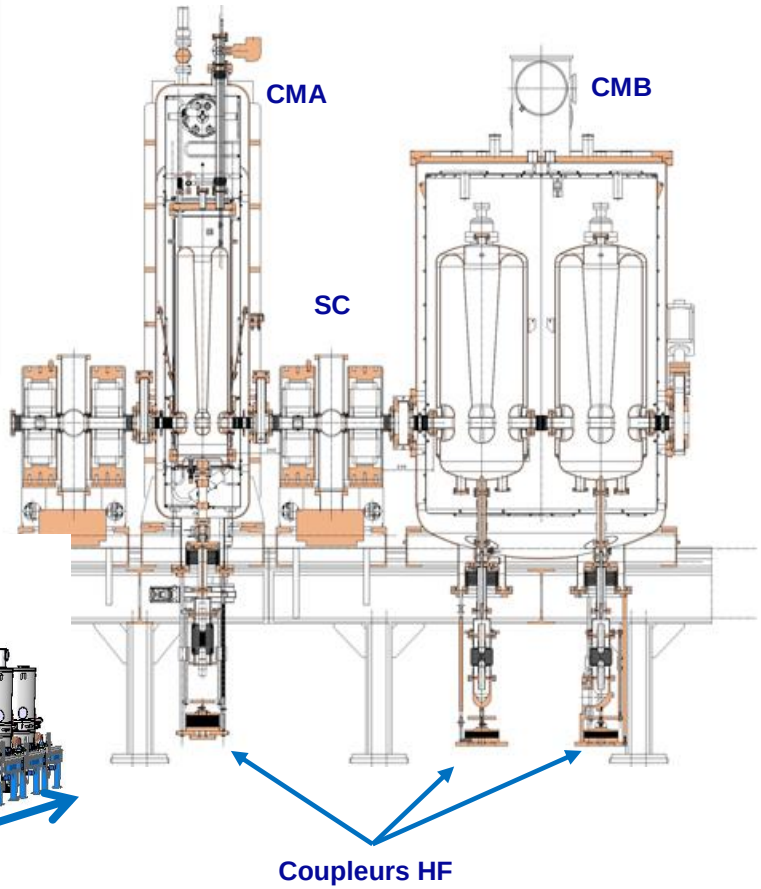
ajustement en fréquence => syst de refroidissement

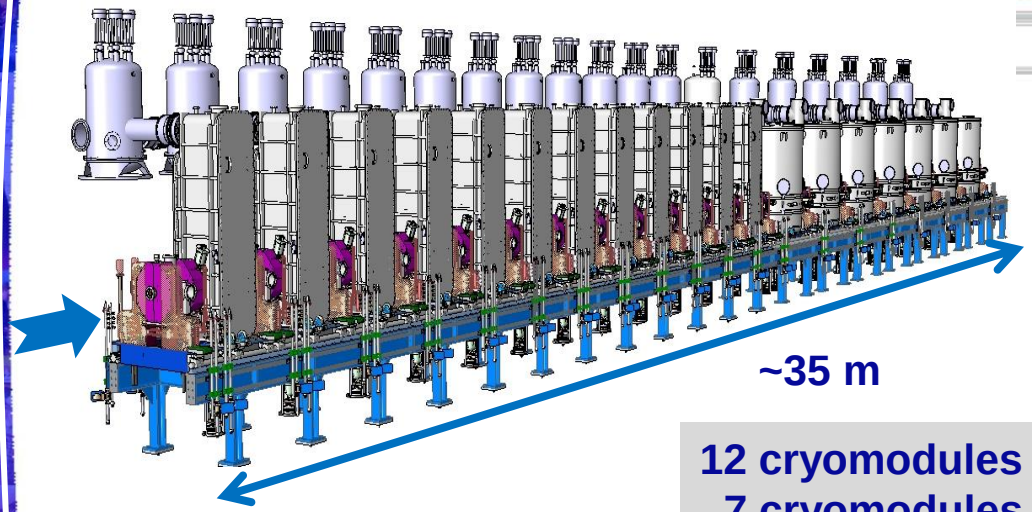
Le projet Spiral 2

linac

Accélérateur linéaire supraconducteur

E_{max} : 20 Mev/n (deutons)
14,5 MeV/n (IL)
26 cavités QWR - 88 Mhz
E_{acc} : 6,5 MV/m - Nb à T = 4,2 K





12 cryomodules A (1 cavité β : 0,07)
7 cryomodules B (2 cavités β : 0,12)
20 sections 'chaudes' (Q-pôle, diag, pompage)

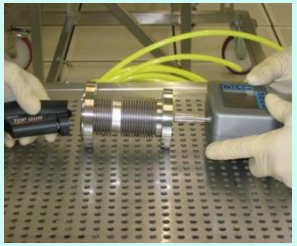
Le projet Spiral 2

Traitement des cavités et assemblage des CM

linac

chimie et HPR

montage en salle blanche



! Traque aux particules en SB !

isolation du vide faisceau en SB

Étapes critiques pour les performances des cavités

P. Dolegieviez

Le projet Spiral 2

linac

Cryomodule A

Vacuum vessel

Magnetic shield (against the vacuum vessel wall)

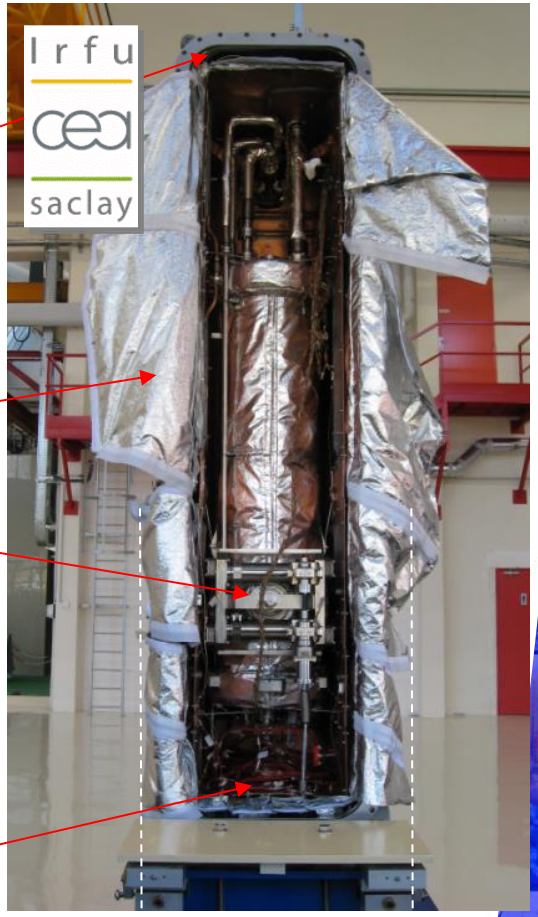
Cryogenic connections (towards valves box)

Superinsulation

Tuning system

Beam valves

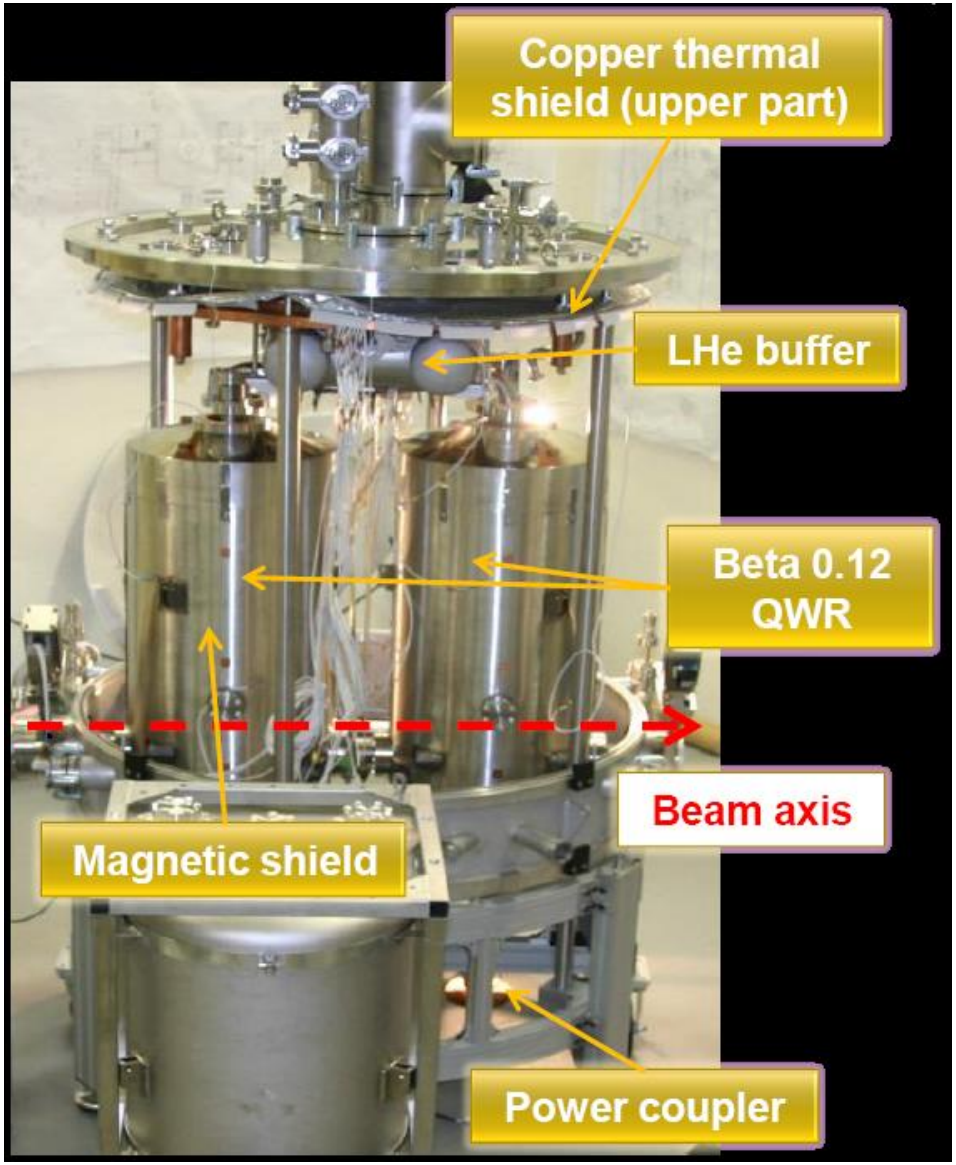
60K thermal screen



610 mm

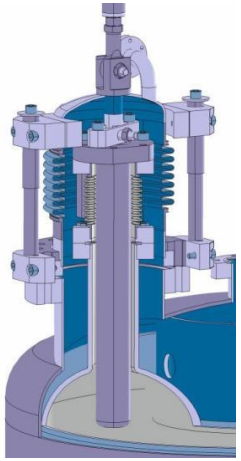
Le projet Spiral 2

linac



Cryomodule B

écran thermique CMB



Système d'accord HF (plongeur)

Le projet Spiral 2

linac

Coupleurs de puissance RF 10 kW

Test cryomodules à 4,2 K

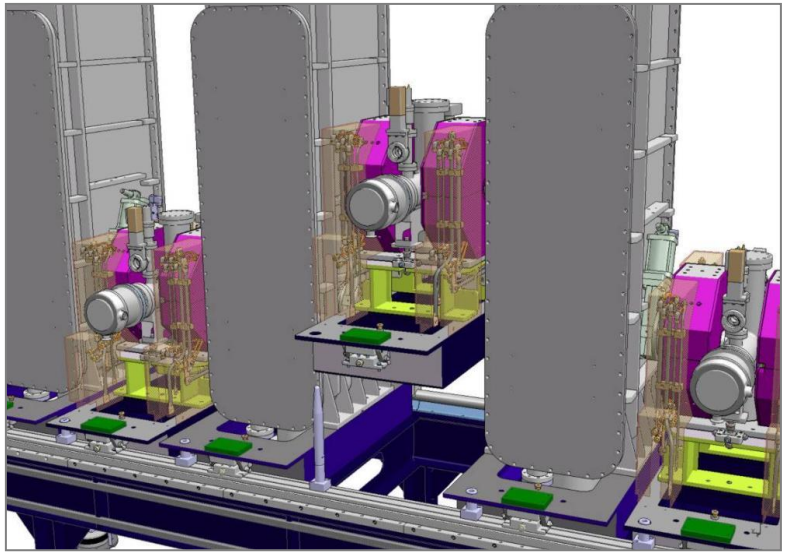
Tests en amont de l'installation sur site

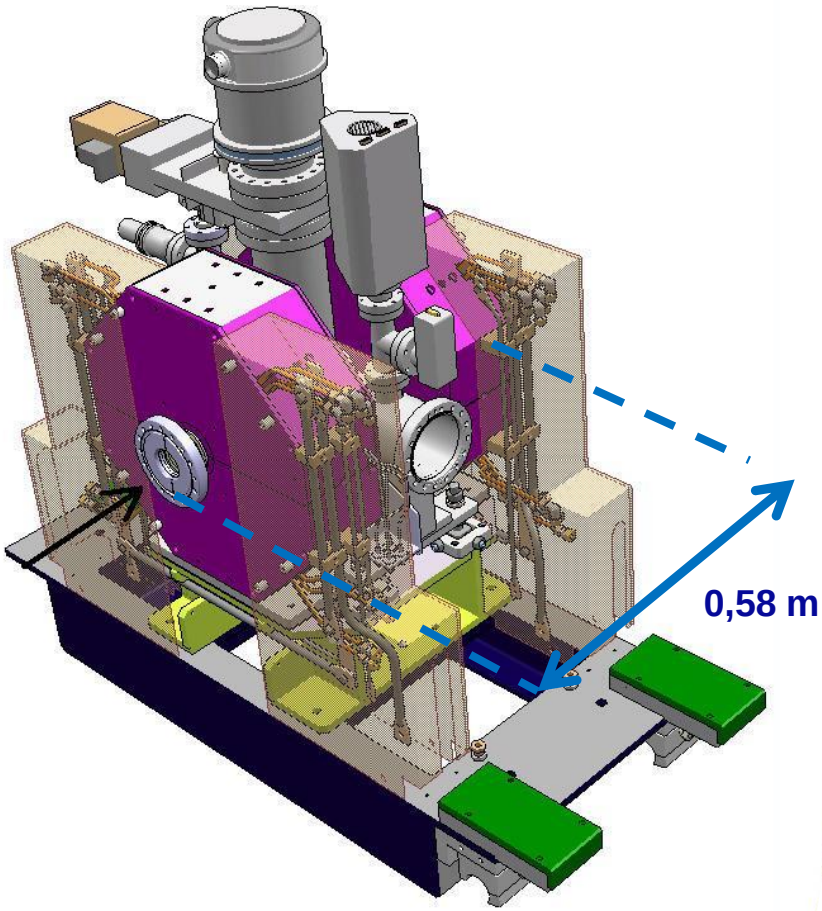
Test CMB avec 'section chaude'

Le projet Spiral 2

linac

sections 'chaudes'





20 sections 'chaudes'

- ✓ quadripôles de focalisation
- ✓ diagnostics de faisceau
- ✓ système de vide (SC et vide cavités)

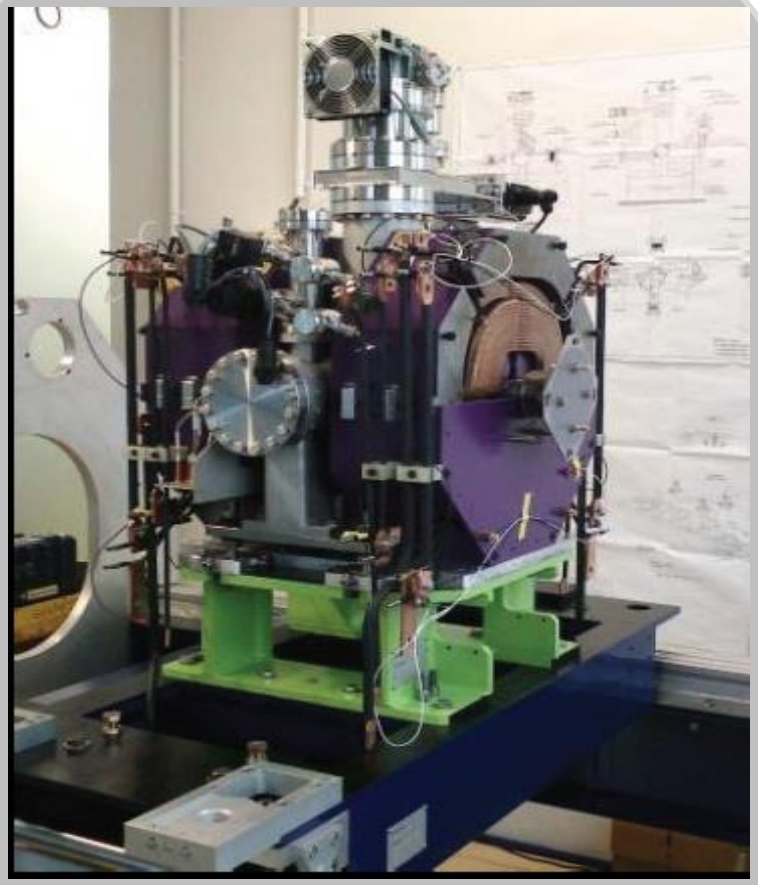
proximité des cavités HF supra → **exigences liées au risque pollution (montage, exploitation)**

Le projet Spiral 2

linac

Montage sections 'chaudes'

montage en salle blanch



➢ prêt pour l'installation sur le linac

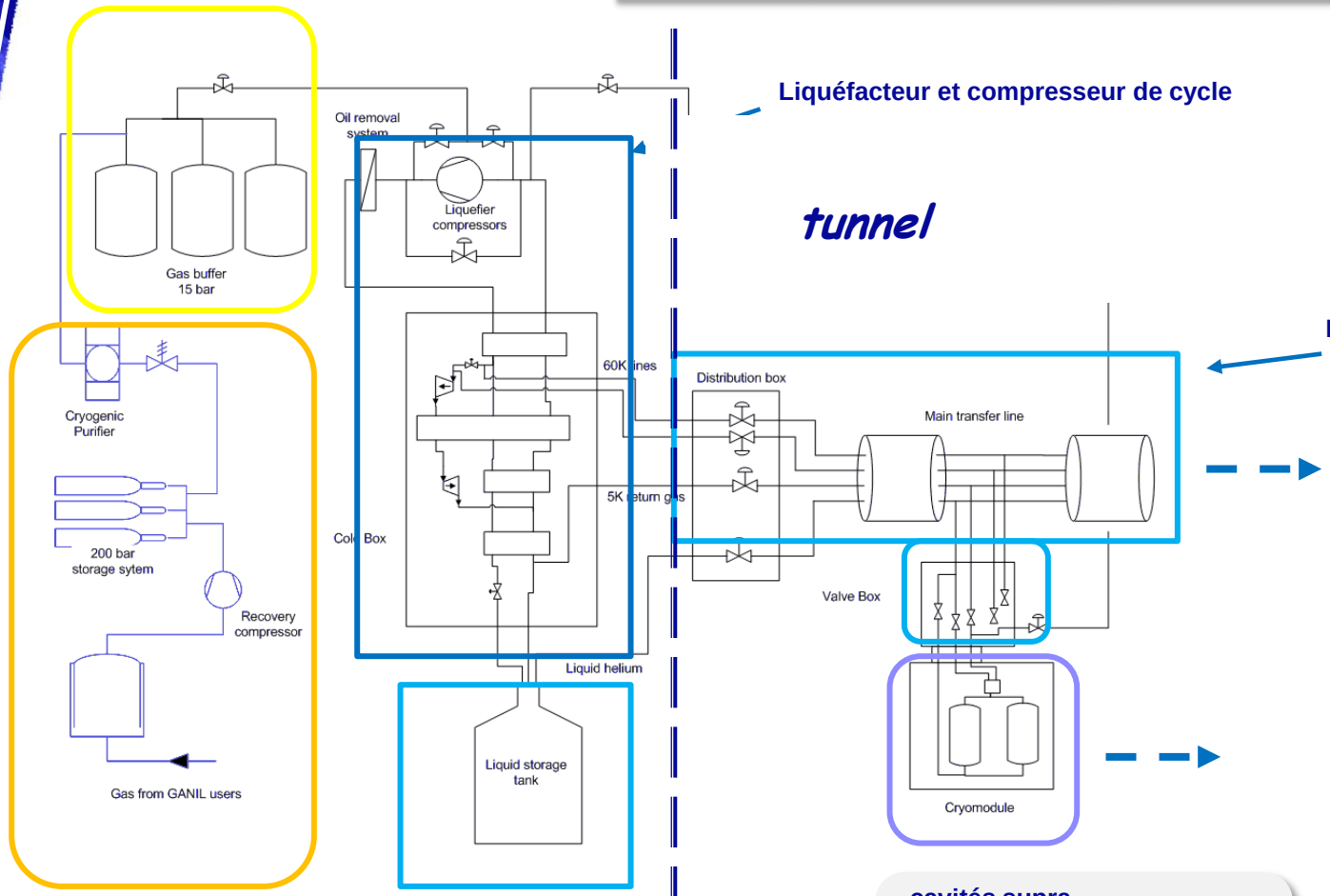
n vide

Intégration dans Q-pole et alignement

Le projet Spiral 2

linac

Le système cryogénique



Entreposage He gaz

rdc

Stockage Lhe
5000 l

cavités supra
LHe : 4,2K@1015 mb (+/- 2 mb)

cryomodules (écrans isolation)
GHe : 60K@15 bars

Le projet Spiral 2

linac

Le système cryogénique : la boite froide

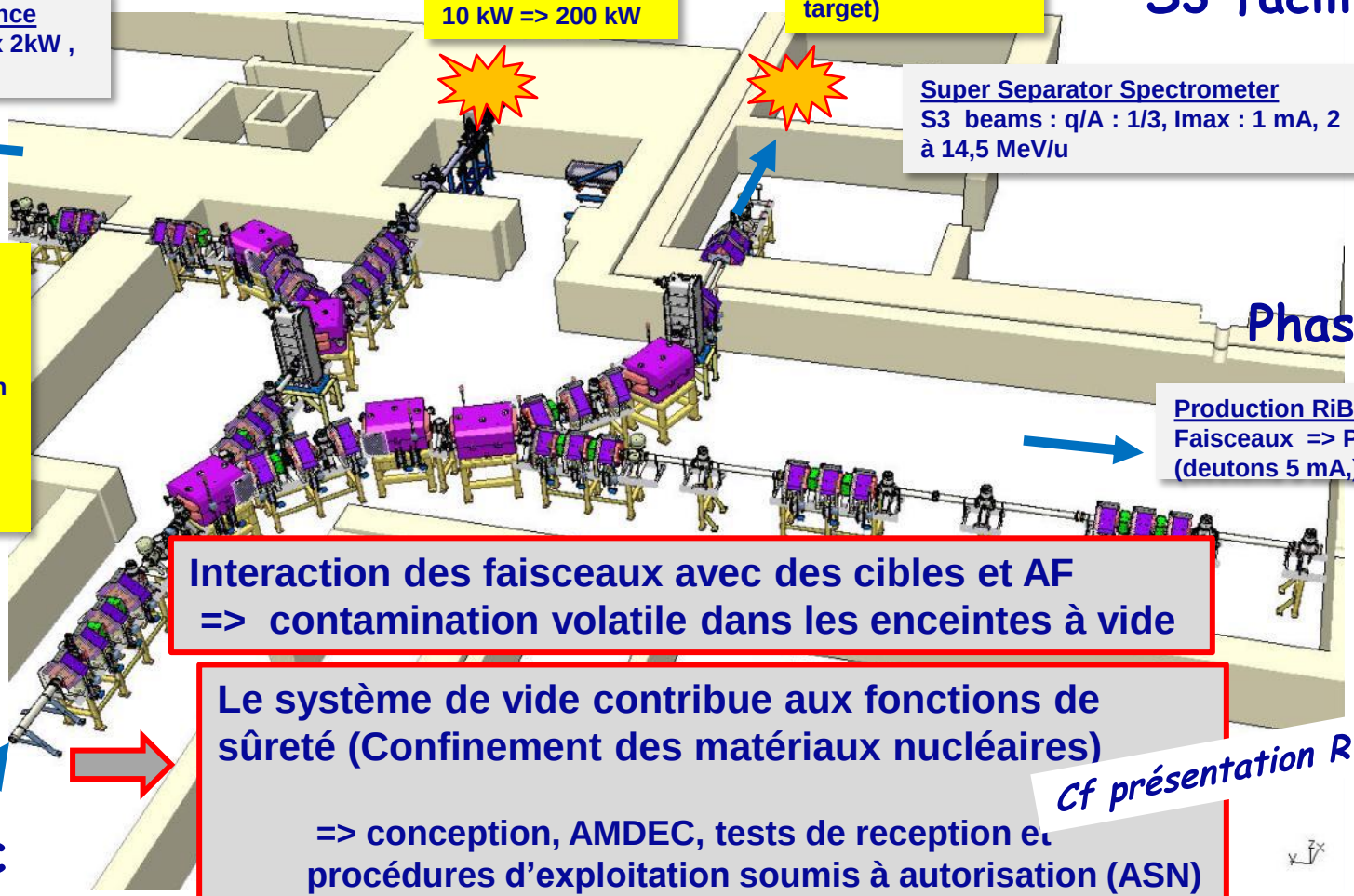
Circuit	4.5K	60K	liquéfaction
Linac	709 W	1600 W	
LHE	116 W	320 W	
Ganil			10 l/h
total	825 W	1920 W	10 l/h
Liquéfacteur	**1100 W**	**3000 W**	10 l/h

boites à vannes

'Boite froide'

Le projet Spiral 2

Les lignes de transfert haute énergie



Neutrons For Science
NFS beams : Pmax 2kW , 50uA, D,P,He,C

Beam Dump
10 kW => 200 kW

High power rotating targets including actinides (A< 1 GBq for thin target)

Super Separator Spectrometer
S3 beams : q/A : 1/3, Imax : 1 mA, 2 à 14,5 MeV/u

Converter for neutron production and actinide targets (A< 1 GBq for thin target
A< 10 Gbq for sealed targets)

Production RiB Phase 2
Faisceaux => Pmax 200 kW (deutons 5 mA,)

Interaction des faisceaux avec des cibles et AF
=> contamination volatile dans les enceintes à vide

Le système de vide contribue aux fonctions de sûreté (Confinement des matériaux nucléaires)

=> conception, AMDEC, tests de reception et procédures d'exploitation soumis à autorisation (ASN)

Cf présentation R. Levallois

Le projet Spiral 2

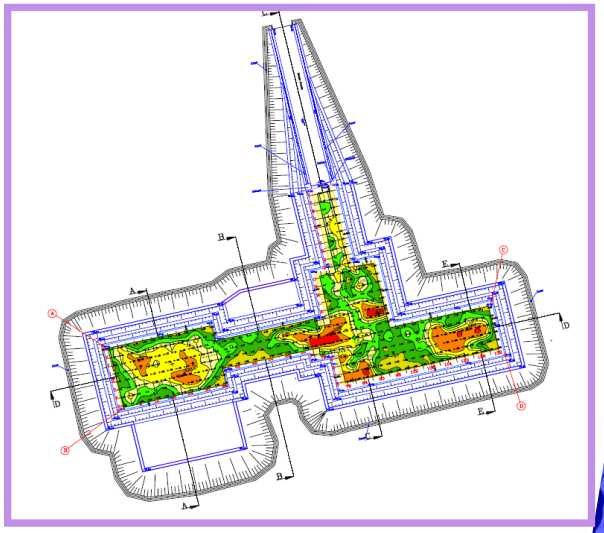
Construction et installation

Bâtiments Ph1

Début chantier
Décembre 2010

Terrassement
Mars 2011
(BRH)

Mai 2011
Etudes sols



Le projet Spiral 2

Bâtiments Ph1

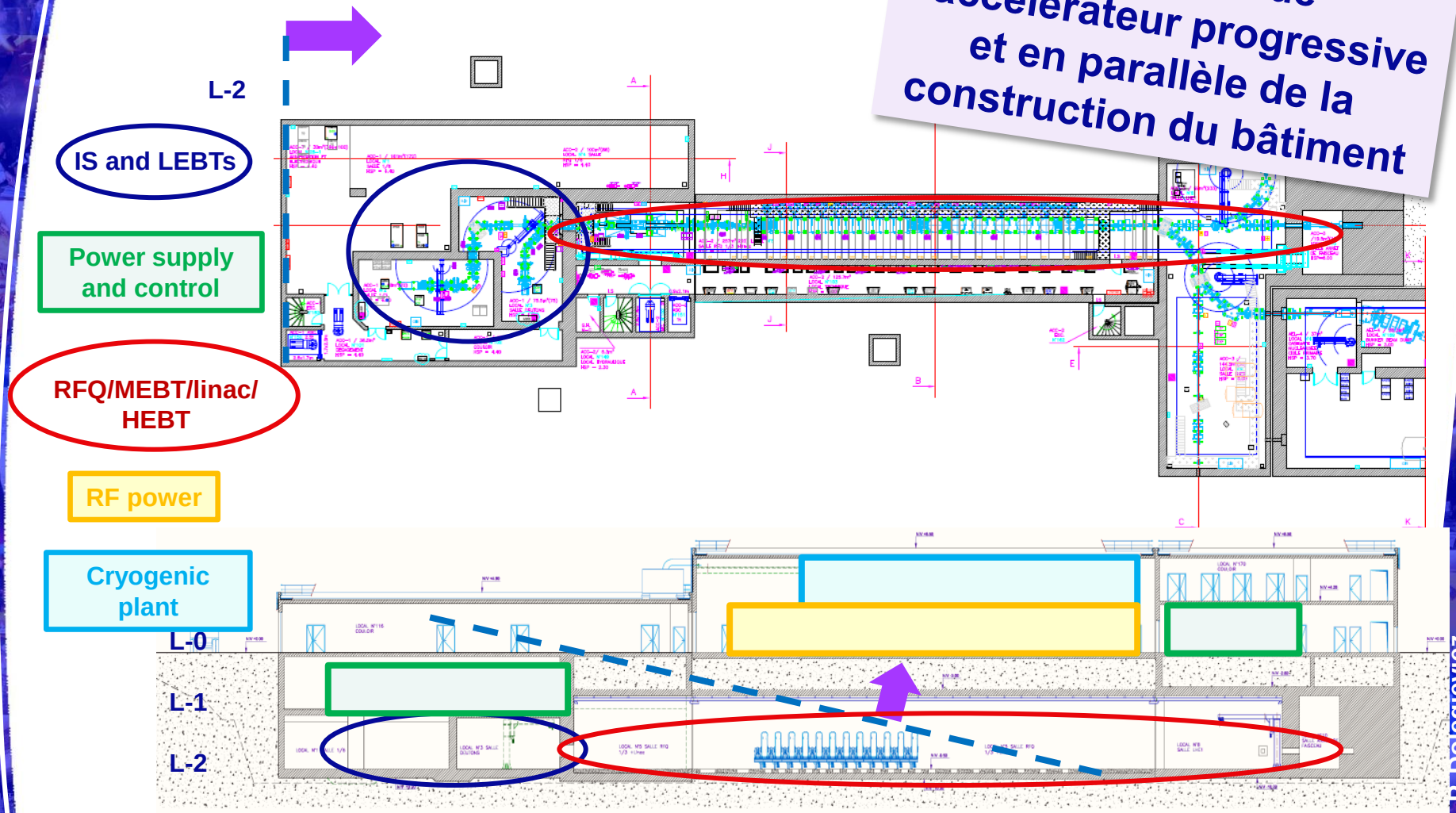
Le projet Spiral 2

Installation

01/2011 début de la construction batiment

11/2012 début de l'installation du process

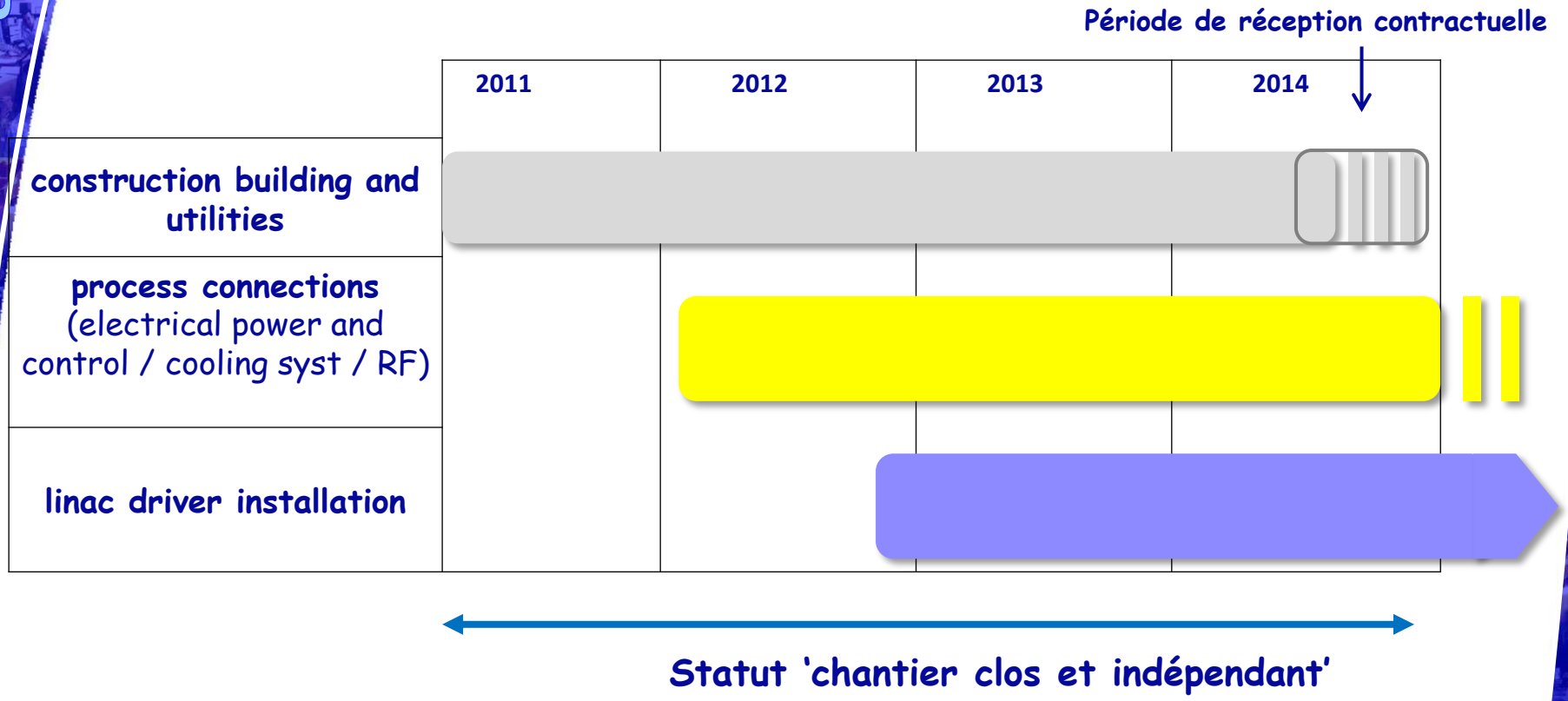
Installation de l'accélérateur progressive et en parallèle de la construction du bâtiment



P. Dolegieviez

Le projet Spiral 2

Installation - contexte



- **gestion de la co-activité** entre les équipes 'construction bâtiment' et les équipes 'installation'
- obtenir et maintenir les **conditions requises à l'installation** d'un accélérateur (propreté / protection des équipements)

Le projet Spiral 2

Installation - processus

Zone de livraison/entreposage
déballage / contrôles / tests / entreposage

Transport pour installation

Installation du process dans le bâtiment

Chemins de câbles / câbles/ réseau fluides

Installation des châssis support

Alignement
+ Contrôles Qualité *

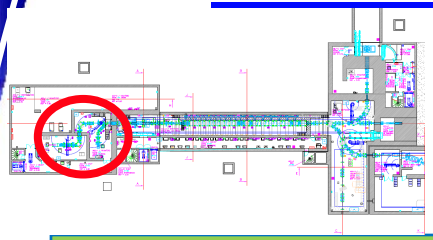
aimants → Chambres à vide → diagnostics / syst.de vide / ..

(*) Plan d'Assurance Qualité Particulier 'Installation'

P. Dolegieviez

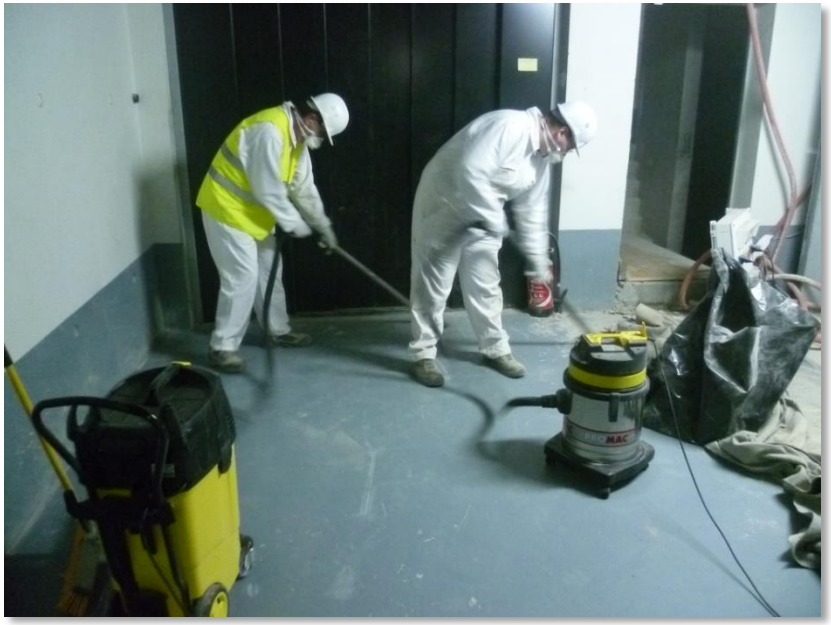
Le projet Spiral 2

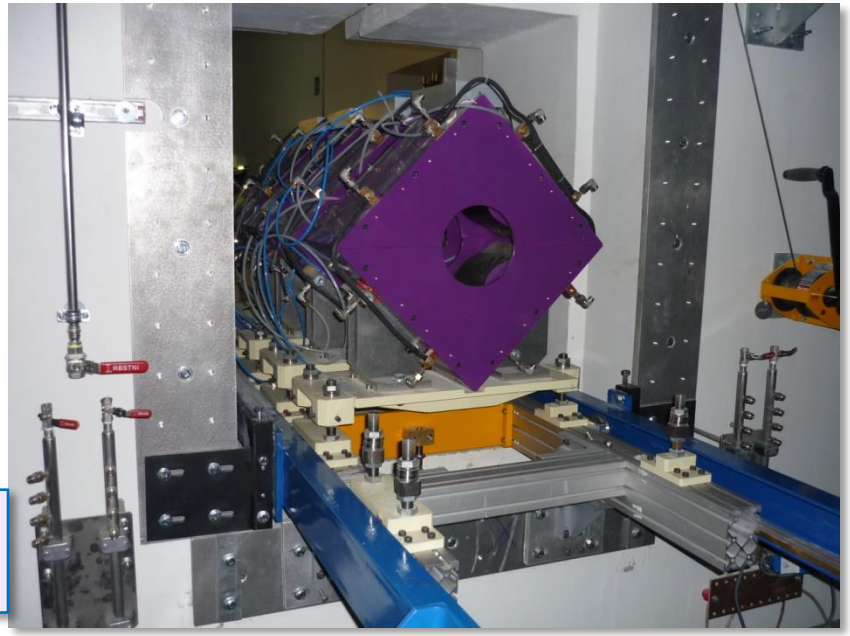
Installation - LBEs



11/2012 : début installation accélérateur

- first job : nettoyage !



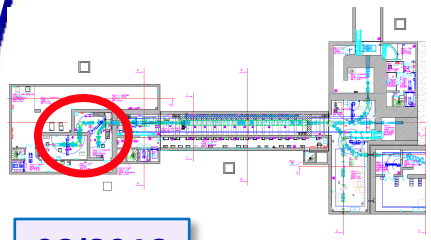


- Installation des Q-poles magnétiques (traversant les murs)

P. Dolegieviez

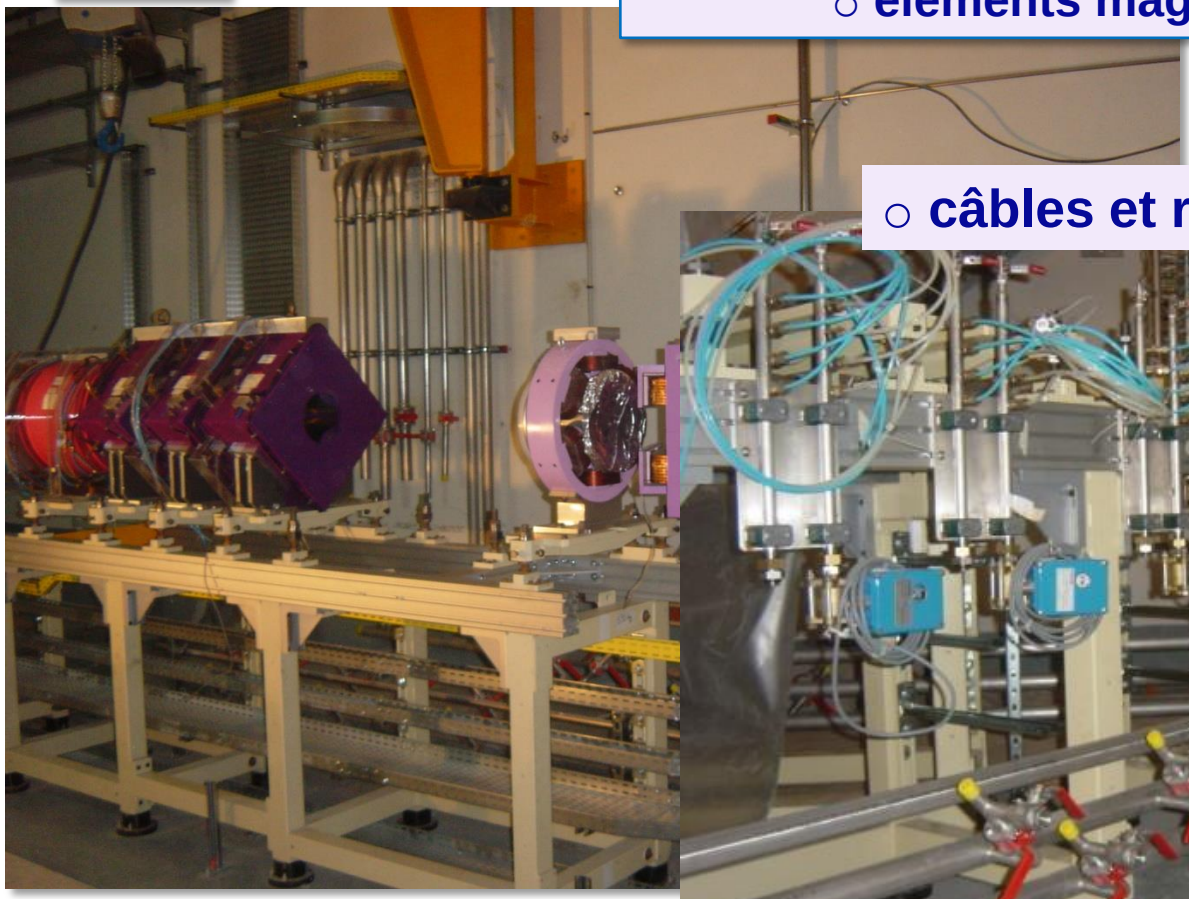
Le projet Spiral 2

Installation - LBEs



03/2013

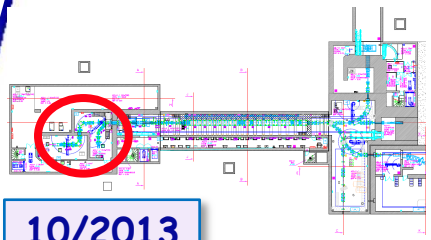
- ➢ châssis support lignes de faisceau
  - ○ éléments magnétiques



- ○ câbles et réseaux de fluides

Le projet Spiral 2

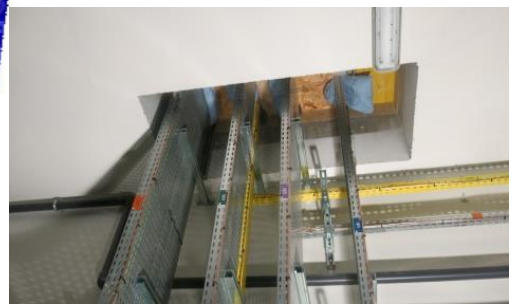
Installation - LBEs



10/2013

➢ installation des chambres à vide et des équipements

Protection des poussières issus des zones 'chantier' !

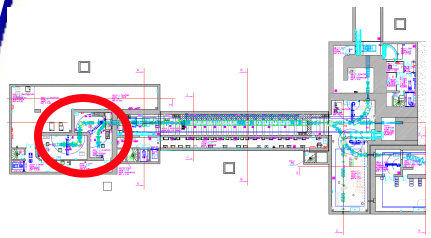


contrôle des activités dans les zones 'clean'

1er test Vide (10/2013)

Le projet Spiral 2

Installation - LBEs



01/2014

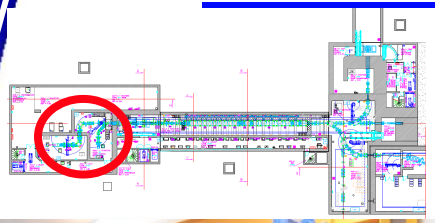
Beam diagnostics (emittancemeter /LEBT1)

deuterons source (03/2014)

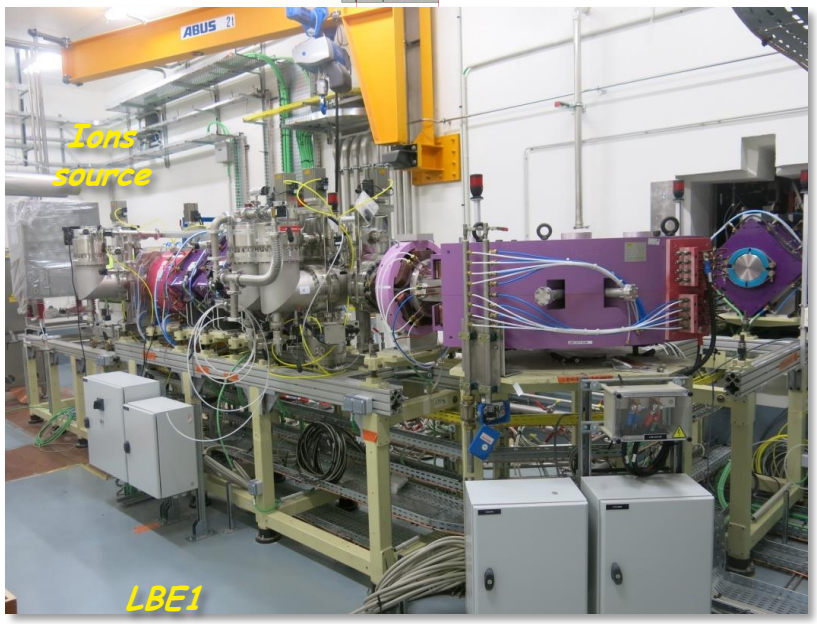
Ions source (06/2014)

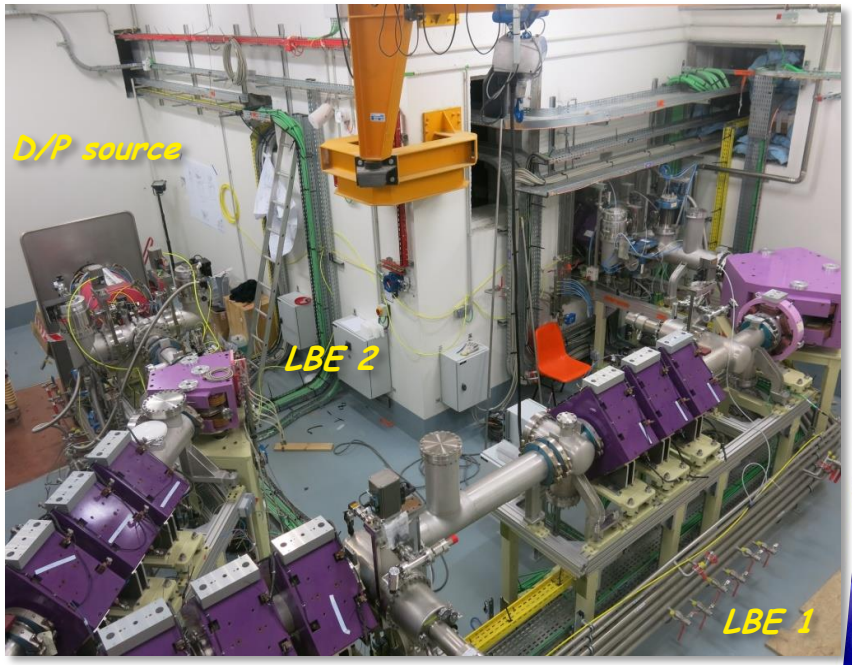
Le projet Spiral 2

Installation - LBEs



11/2014



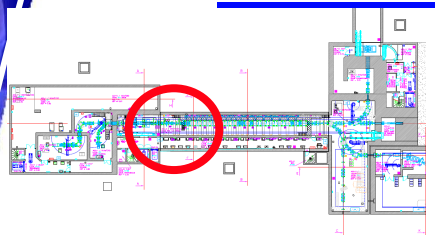


- ✓ LBEs globalement installées et testées sous vide
- ➢ raccordement élect. en cours
- ➢ 1er faisceau pour fin 2014 !

P. Dolegieviez

Le projet Spiral 2

RFQ



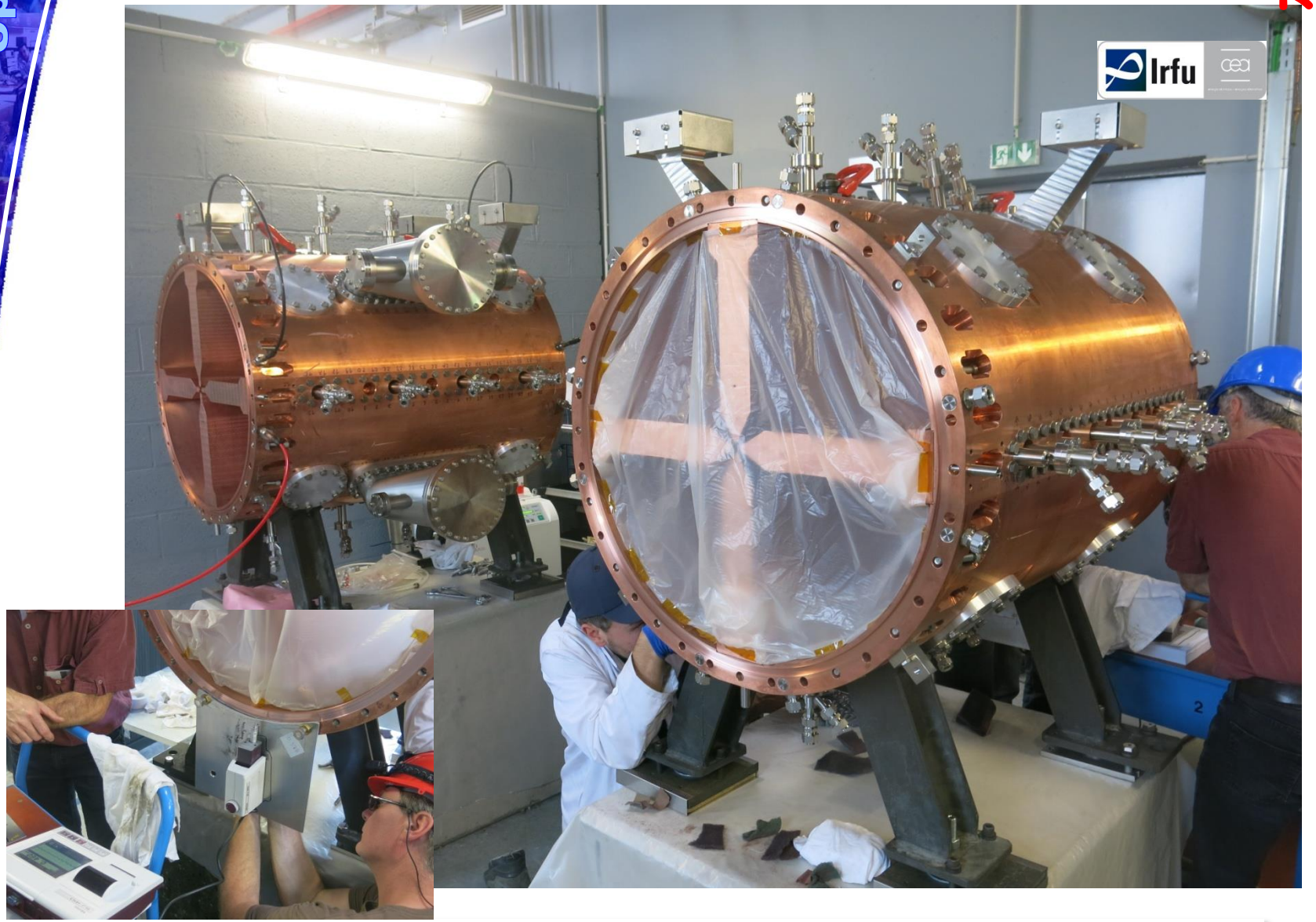
6/2014 – installation support dans le tunnel

7/2014 – livraison cavités RFQ

9/2014 – zone de protection RFQ

Le projet Spiral 2

RFQ

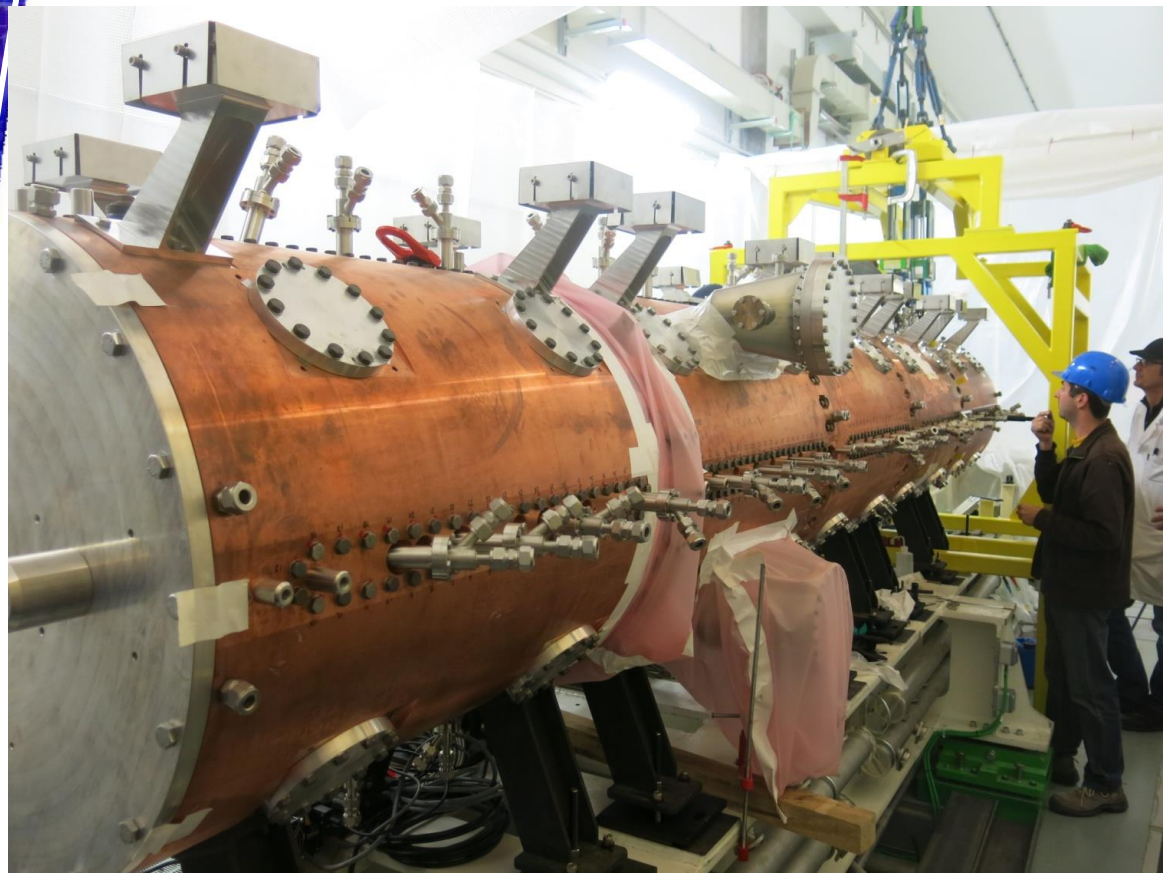


9/2014 – préparation des portées de joint avant assemblage

Le projet Spiral 2

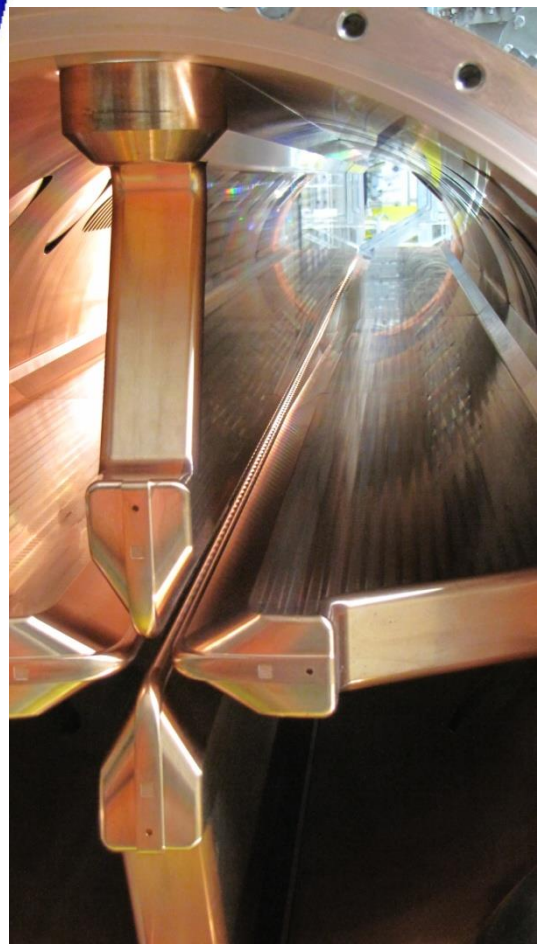
RFQ

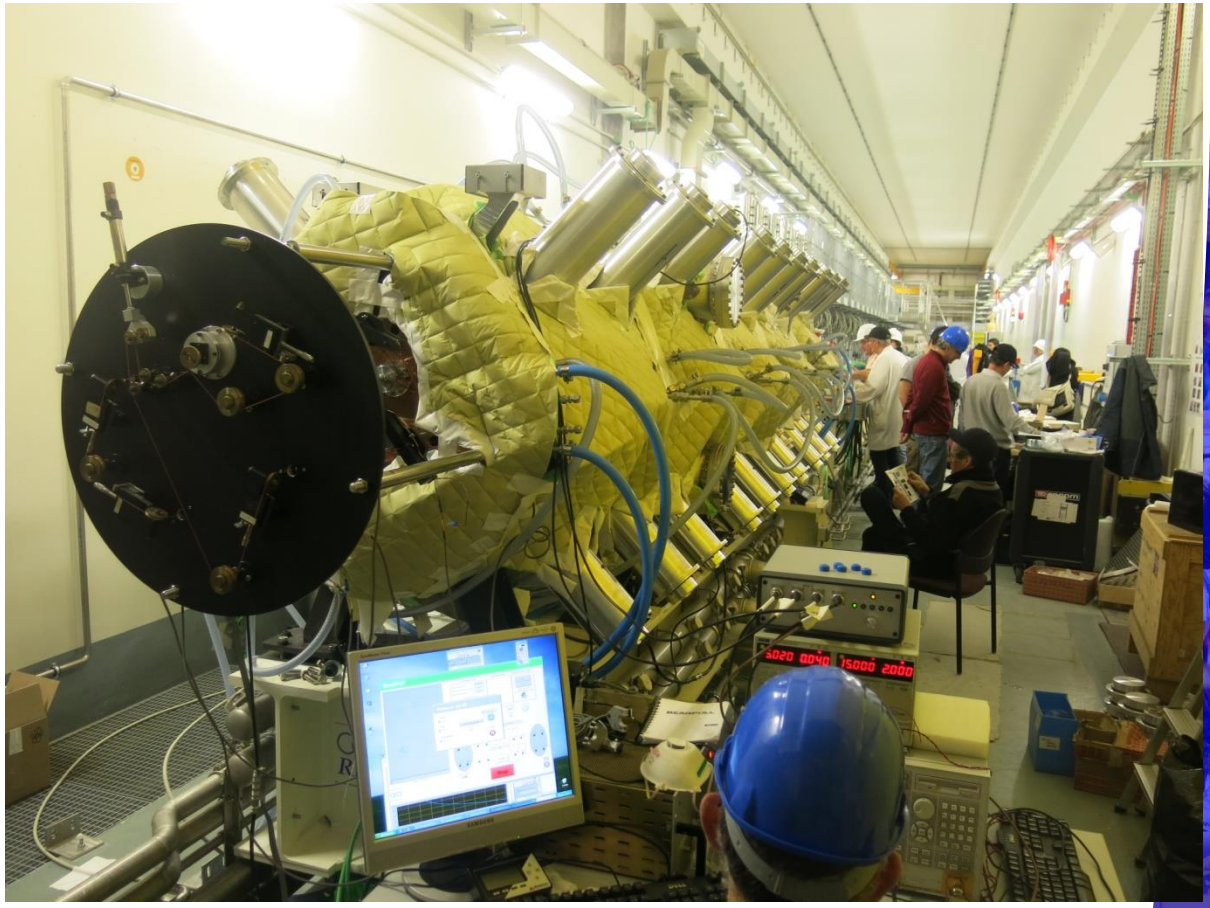
Installation dans le tunnel
(assemblage, alignement, tests d'étanchéité)



Le projet Spiral 2

RFQ





- ✓ RFQ installé / aligné / étanchéité validée
- ➢ en cours : mesures RF 'bead-pull' (ajustement 'fin' de la géométrie de la cavité)
- ➢ conditionnement avec puissance RF prévu pour Avril 2015

Le projet Spiral 2

Système cryogénique

Helium buffer (04/2014)

LHe dewar and the cold box

cold box delivery

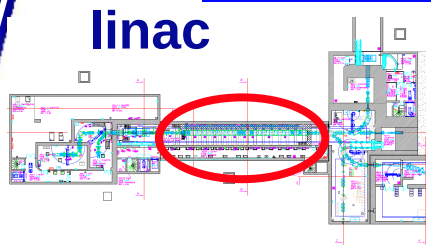
- ✓ système installé
- ➢ en cours : câblage et raccordements
- ➢ tests contractuels en froid prévus pour Mars 2015 (sur charge thermique)

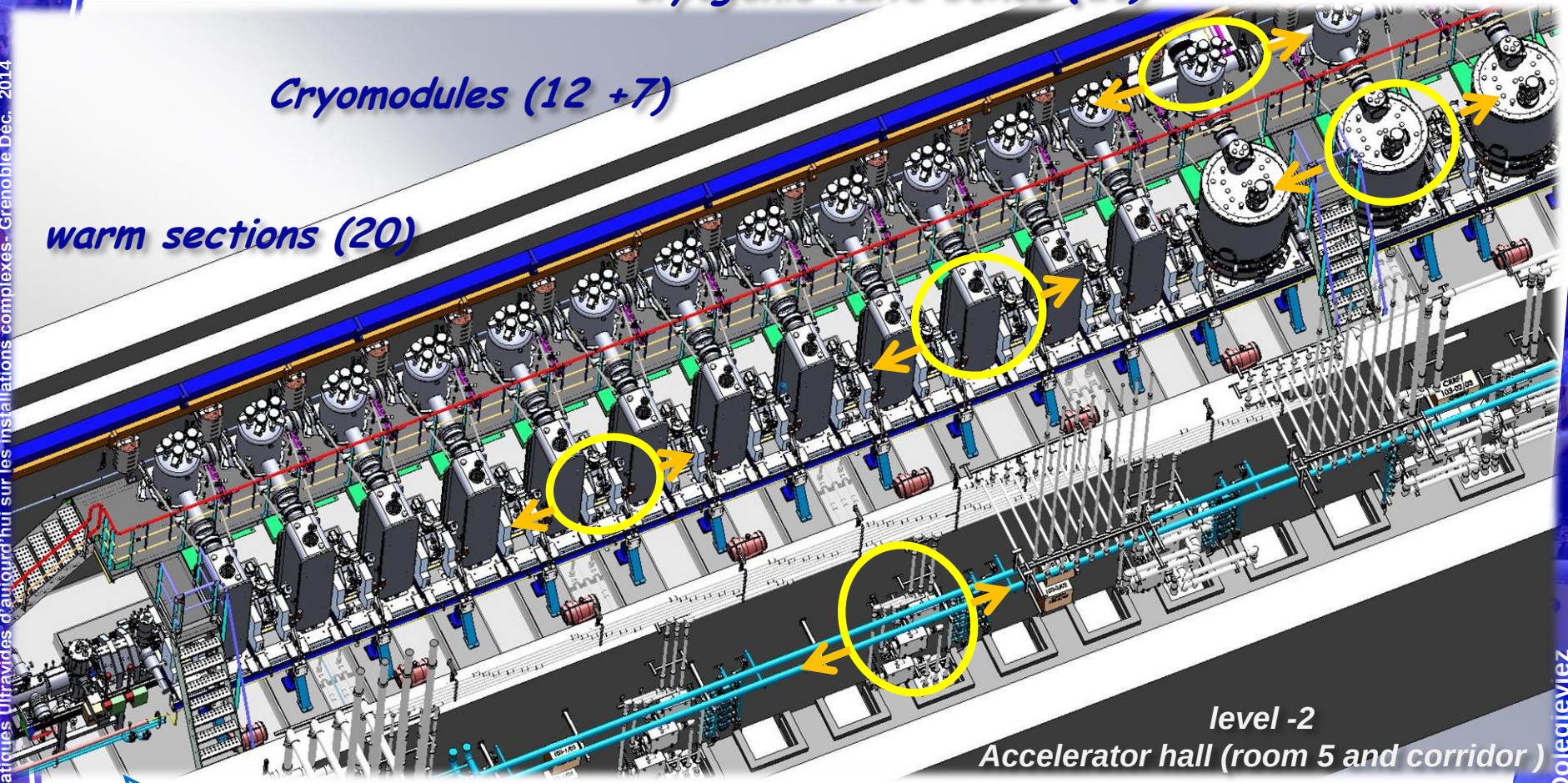
Le projet Spiral 2

SC linac

Intégration dans le bâtiment

linac



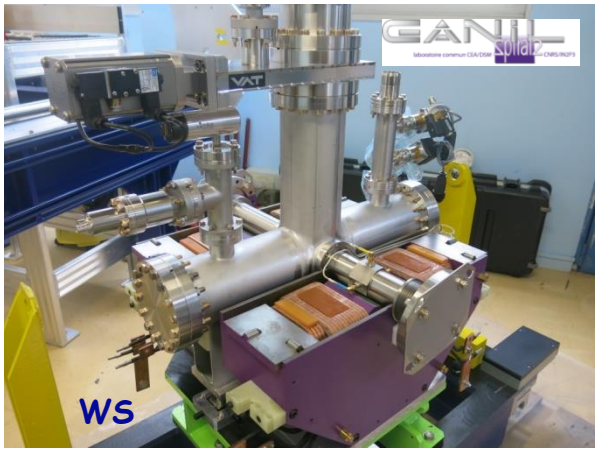


Le projet Spiral 2

SC linac

composants du linac

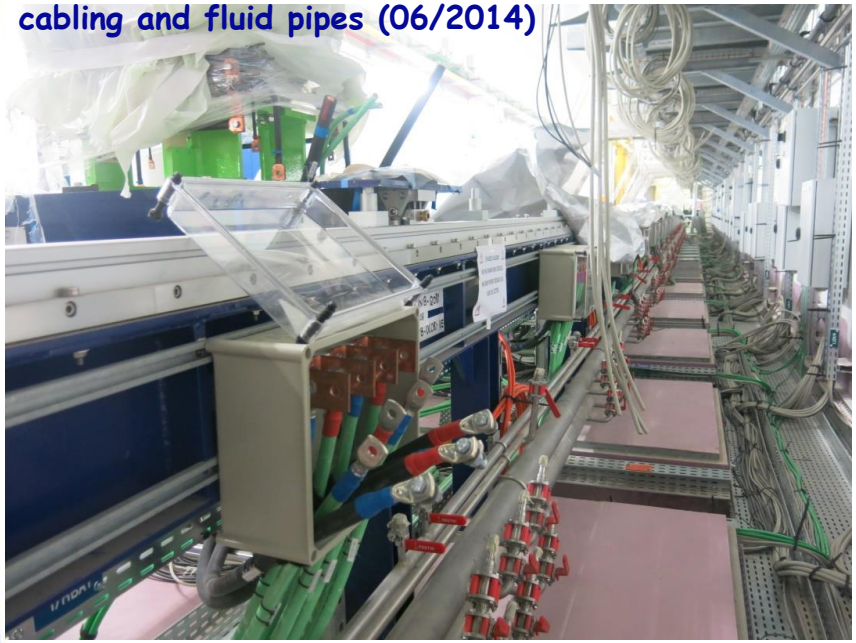
Contrôles avant installation
- ✓ enregistreur de chocs
- ✓ test de vide
- ✓ contrôle RF bas niveau



Le projet Spiral 2

SC linac

cabling and fluid pipes (06/2014)



Le projet Spiral 2

SC linac

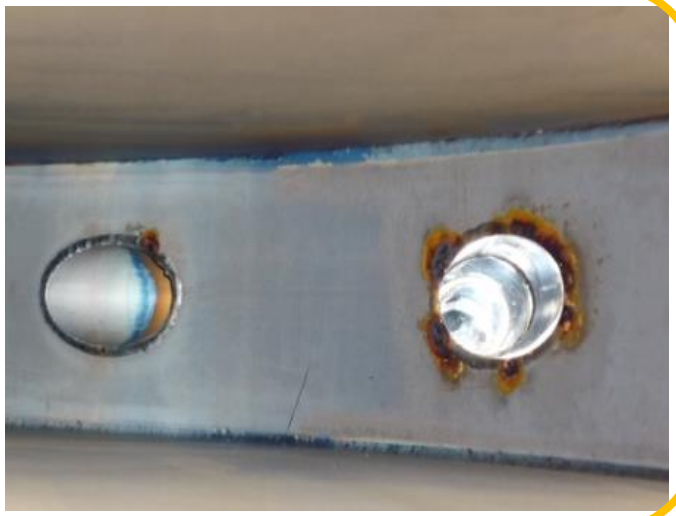
Le projet Spiral 2

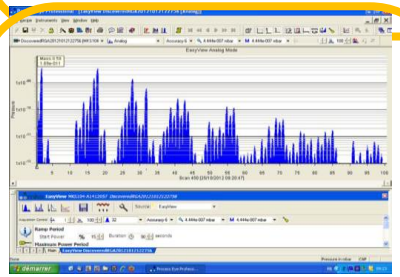
SC linac

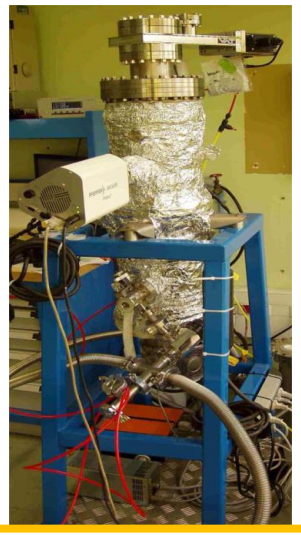
11/2014 installation du 1er cryomodule

Le projet Spiral 2

1er REX







quelques NC traitées .. en phase d'installation

Le projet Spiral 2

conclusion

✓ **installation en // de la construction bâtiment :**
- forte co-activité, avec priorité aux lots 'contractuels'
++ stratégie payante : à la date de la réception des bâtiments, plus de 70 % de l'injecteur est installée

✓ **contrôle qualité : à toutes les étapes !**

➢ **premiers tests faisceau (BE) en // de l'installation du linac et des lignes HE**

prochains jalons

- ➢ fin Décembre 2014 : 1er faisceau dans les lignes BE
- ➢ Avril 2015 : fin du montage linac
- ➢ Mai 2015 : tests faisceau dans le RFQ
- ➢ Mai 2015 : mise en froid du SC linac

Le projet Spiral 2

Merci de votre attention