

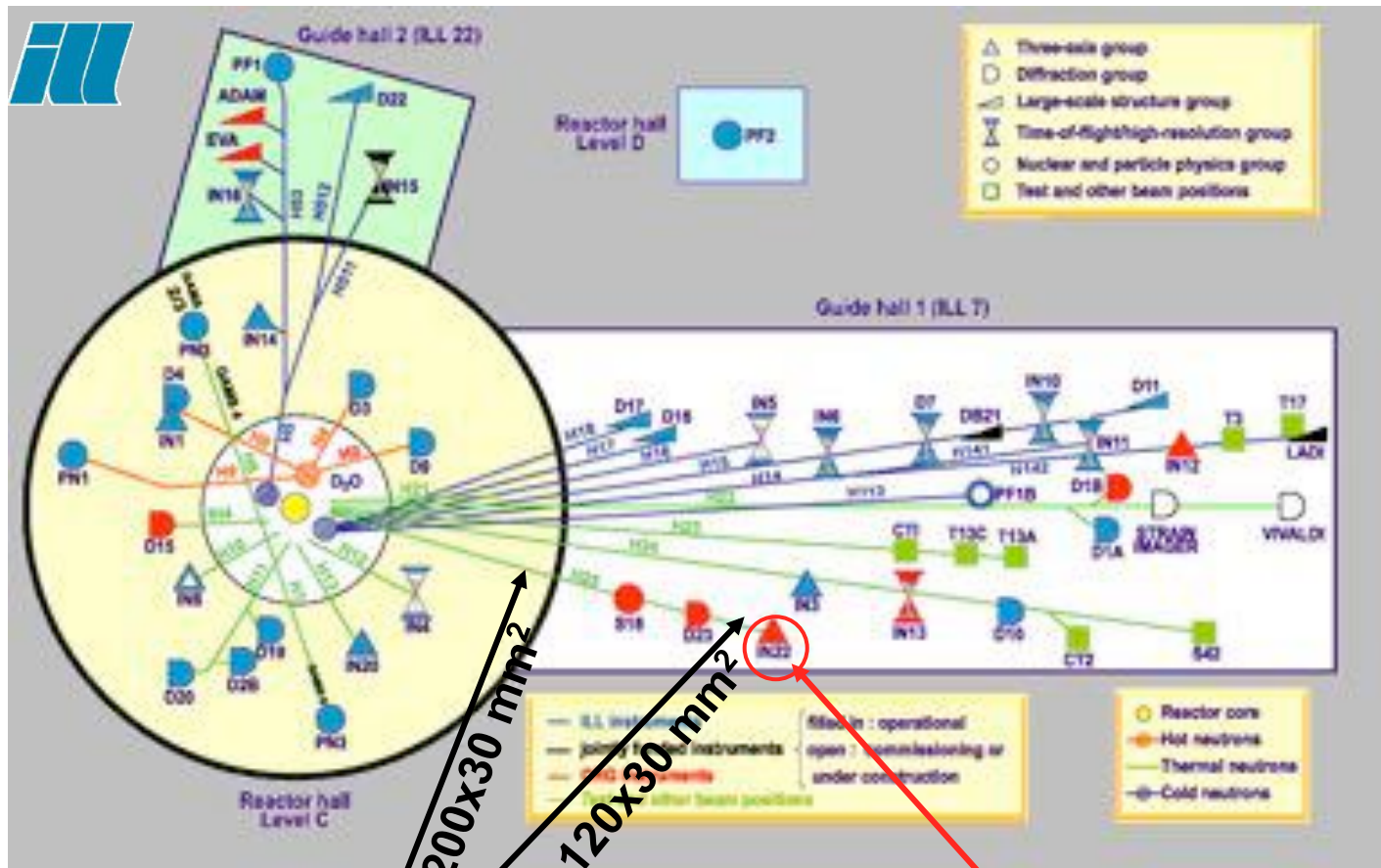
Frédéric BOURDAROT : 1^{er} responsable d'IN22

F. Bourdarot	CEA-100%
W. Schmidt	JCNS-30%
F. Mantegazza	CEA-33%
B. Longuet	CEA-33%
P. Fouilloux	CEA-33%
B. Vettard	CEA-33%

IN22 : Trois-axes thermique sur le guide H25.

◆ Options:

- Standard
- LPA : longitudinal polarization analysis
- CPA (cryopad) : spherical polarization analysis
- **40T pulse magnet (100ms)**
- **ZETA-NRSE (Zero-field spin echo triple-axis - neutron resonance spin echo)**

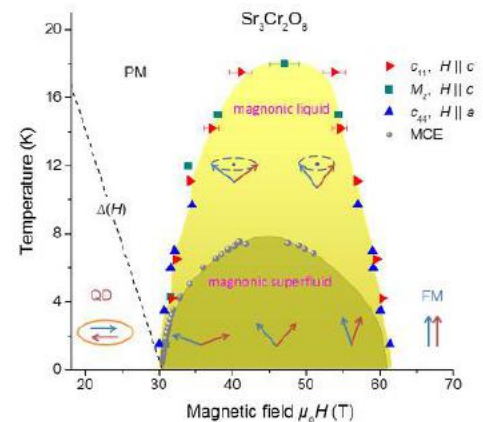
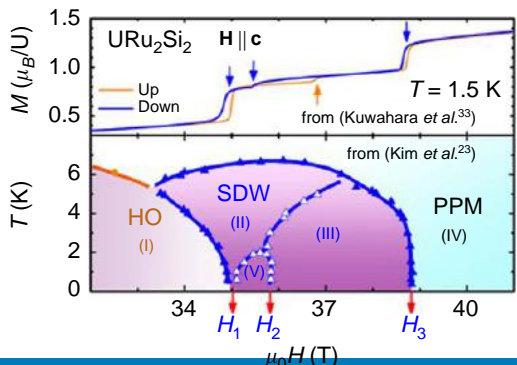
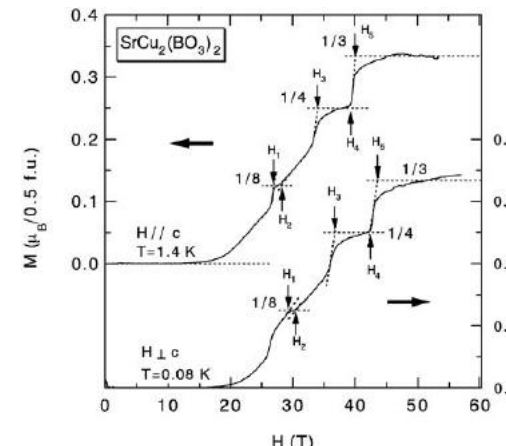
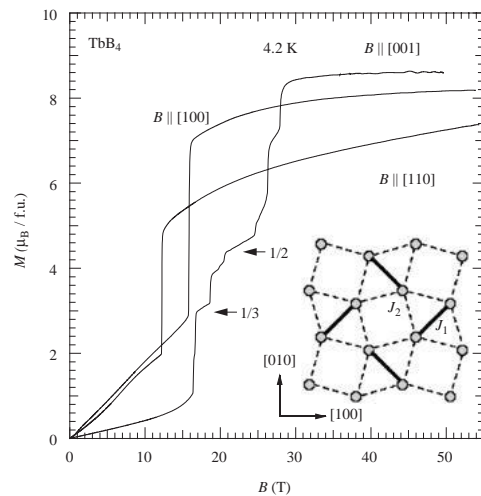


**H25 supermirror guide
(thermal neutrons)**

**TAS IN22 Polarized
three-axis**

Option 40T sur IN22 : pourquoi 40T

Mesures macroscopiques anomalies => Modèles théoriques => Vérification (neutron)



Pulse 100 msec – 1.15MJ (24kV-4500A) – 1 pulse/10min

$T_{Hmax(-10\%)} \approx 12$ msec, $T_{min} \approx 2$ K

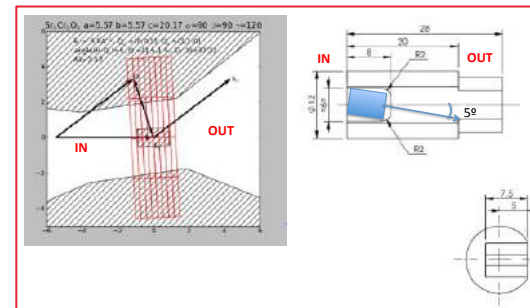
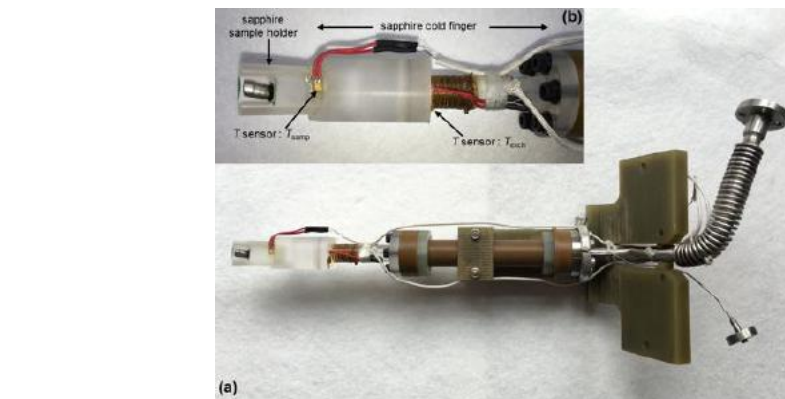
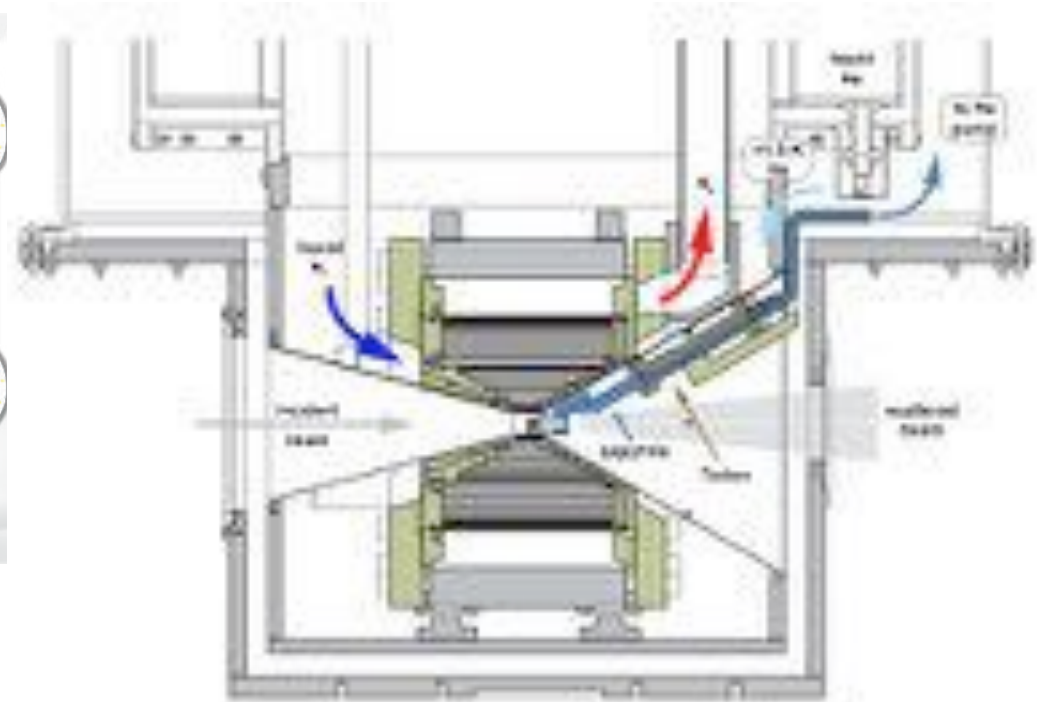
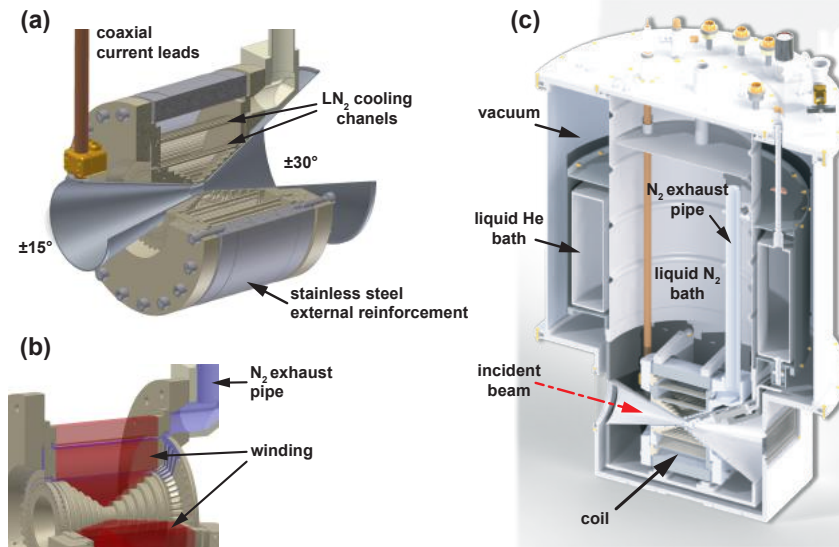
Durée de vie d'une bobine déjà 5 expériences!

Volume échantillon : $\approx 6*6*8$ mm³

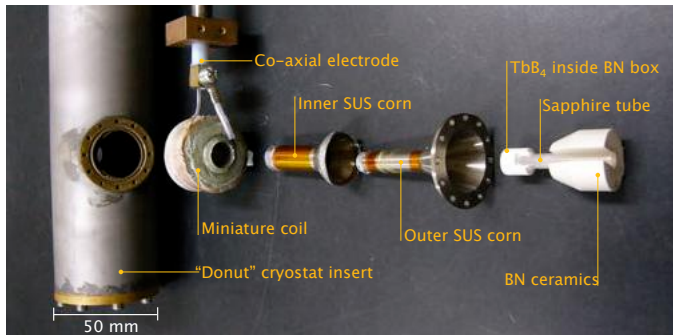
Remplissage automatique du N₂ – environ 800 à 1000l/j



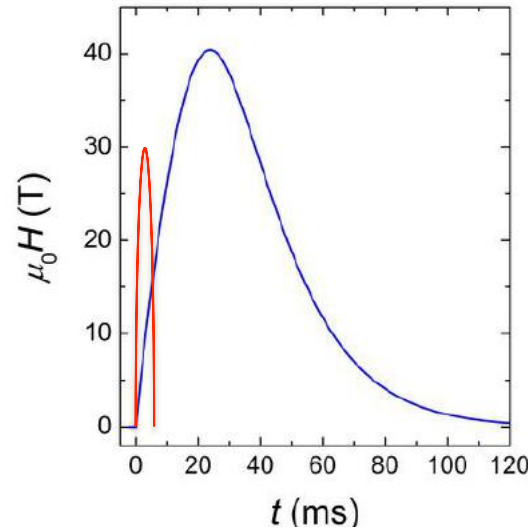
2.5 tonnes de banc de capa



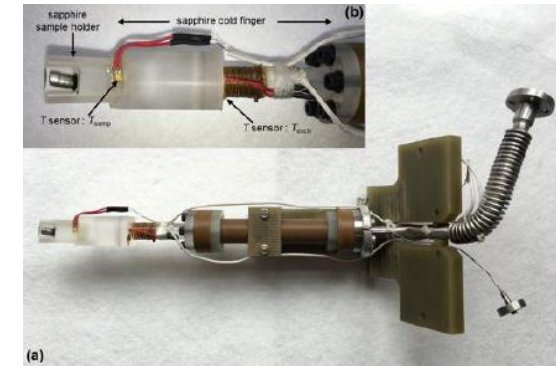
Tohoku-Japan : 30T



Pulse 10 msec
 250kJ
 1 pulse/10min
 $T_{Hmax(-10\%)} \approx 1$ msec
 $T_{min} \approx 5$ K
 < 1 expérience
 Vol. éch. : $\approx 4 \times 4 \times 6$ mm³



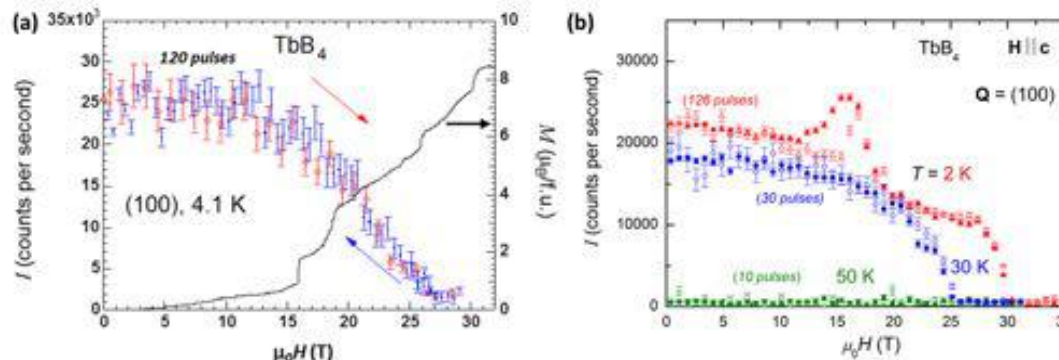
LCMI-ILL-CEA



Pulse 100 msec
 1.15MJ (24kV-4500A)
 1 pulse/10min
 $T_{Hmax(-10\%)} \approx 12$ msec
 $T_{min} \approx 2$ K
 Durée de vie bobine!
 Vol. éch. : $\approx 6 \times 6 \times 8$ mm³

BOBINE 30T

40T : CRISTAL 5 FOIS PLUS PETIT



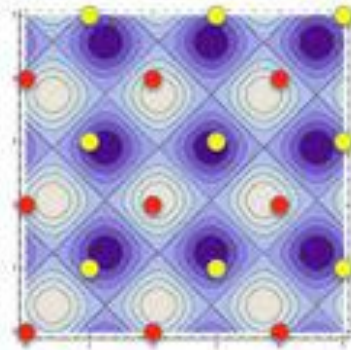
Meilleur transmission
 Pas d'échauffement (dB/dT divisé par 10)

URu₂Si₂ : Ordre magnétique induit sous champ (35-39 T)

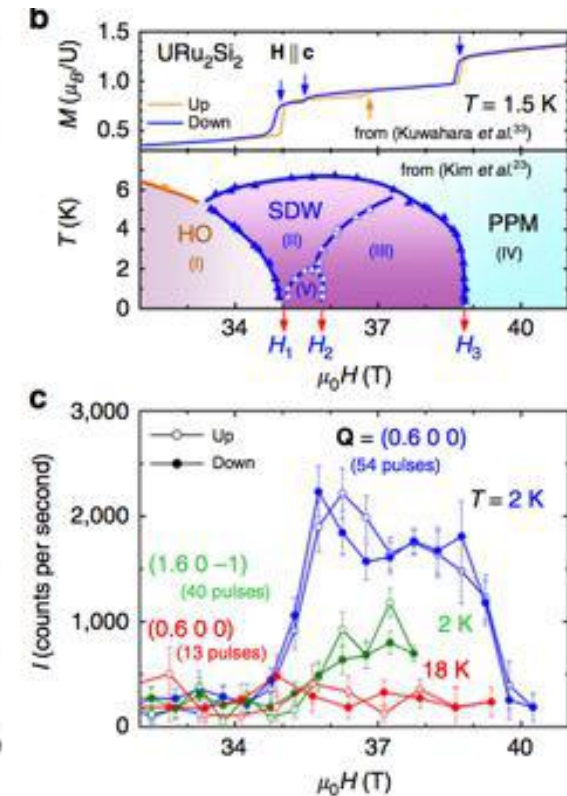
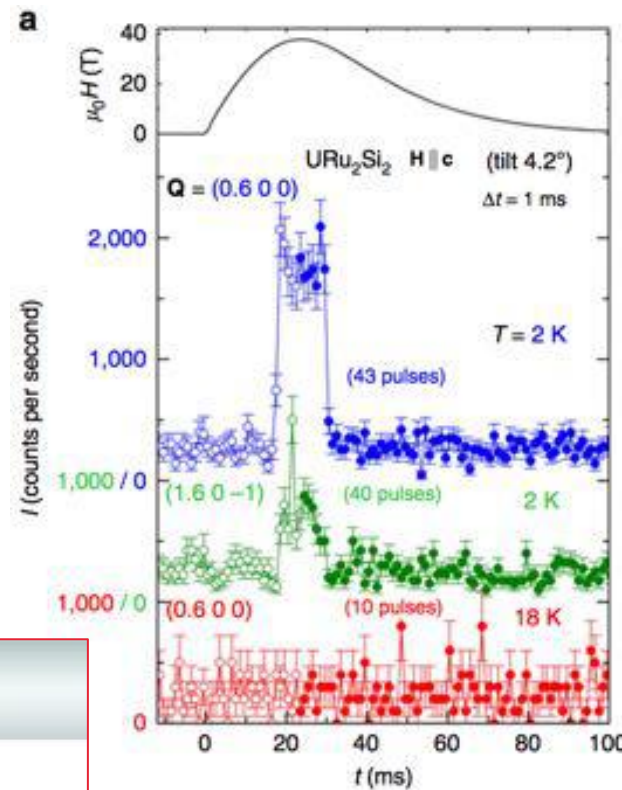
Onde de densité de spin

$$\mathbf{k}_1 = (0.6, 0, 0)$$

$$m \approx 0.5 \mu_B$$



● z=0
● z=1/2





◆ **Champ magnétique pulsé de 40T (ANR MAGFINS partenariat CEA, ILL, LMCMI, I-Néel)**

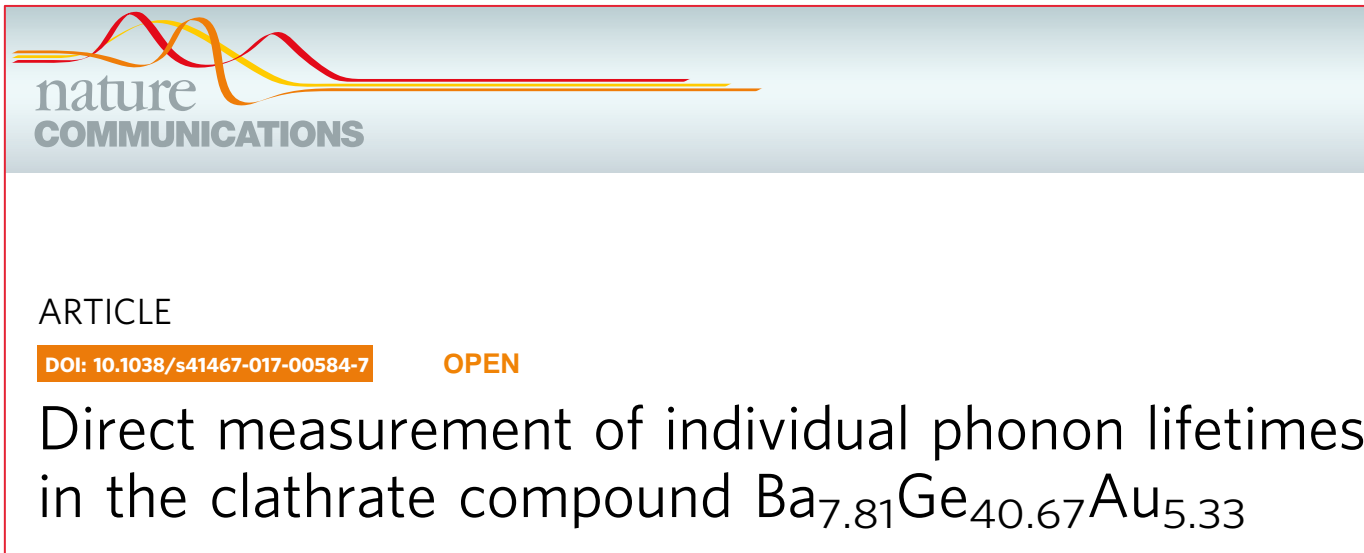
- Diagramme de phase jusqu'à 40T

Unique in the world so far

Phonon et temps de vie dans les thermoélectriques

Optimisation de la conductivité thermique => Connaissance de la durée de vie des phonons

Les mesures sur Clathrate $\text{Ba}_{7.81}\text{Ge}_{40.67}\text{Au}_{5.33}$ à conductivité thermique anormale.



nature
COMMUNICATIONS

ARTICLE

DOI: 10.1038/s41467-017-00584-7 OPEN

Direct measurement of individual phonon lifetimes
in the clathrate compound $\text{Ba}_{7.81}\text{Ge}_{40.67}\text{Au}_{5.33}$

ZETA (Neutron-Resonance-Spin Echo)

- Ça fait quoi?**
- Mesure le temps de vie des excitations élémentaires (phonon et magnon) de quelques meV (ω) avec une résolution de $\Delta\omega \sim 10\mu\text{eV}$.
 - Diffraction de Larmor de haute résolution : ($\Delta d/d \sim 10^{-5}-10^{-6}$)
 - Expansion thermique macroscopique
 - Distribution de paramètre de maille

En pratique *le temps de vie est donné par la largeur réelle de l'excitation*

Importance du temps de vie des excitations :

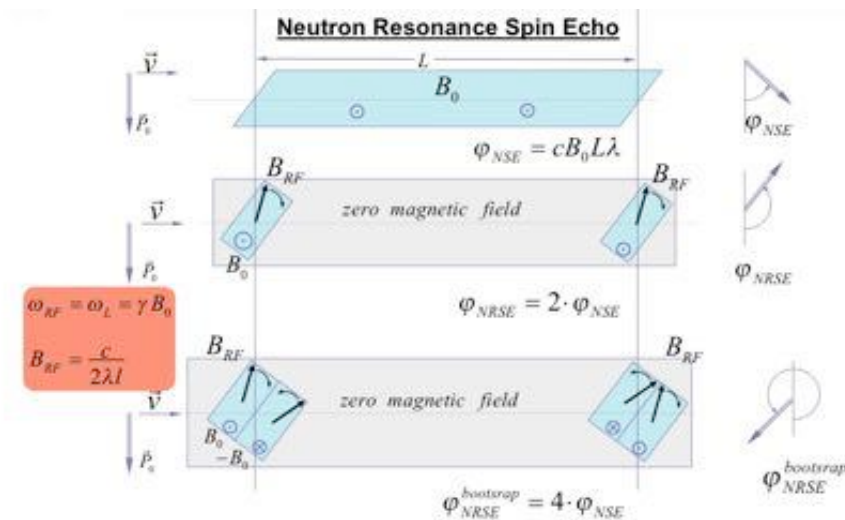
- Optimisation des thermoélectriques
Largeur attendue $\approx 5-15 \mu\text{eV}$ - résolution pour les 3 axes thermiques $250\mu\text{eV}$
- Pour les HTC, durée de vie magnétique \Rightarrow informations sur l'interaction magnon-magnon et magnon-phonon inconnues dans ces systèmes.

Principe encodage par la phase du neutron polarisé...

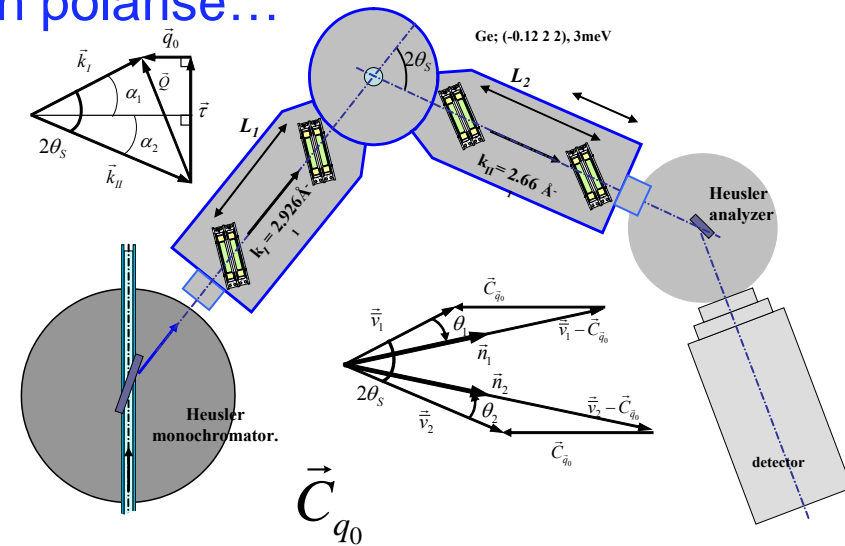
$$\Phi = \gamma_n B_0 \times t$$

Avec $t = L/v$

NRSE



Autre avantage de NRSE, la dépolarisation est du 3^{ème} ordre au lieu du 1^{er} ordre pour un solénoïde.



Vitesse de groupe du phonon

Au cours de la mesure, seul le ω_{RF} change: le spectromètre reste au maximum de l'intensité et du côté défocalisé de la dispersion pour réduire Δq .

Principe ...

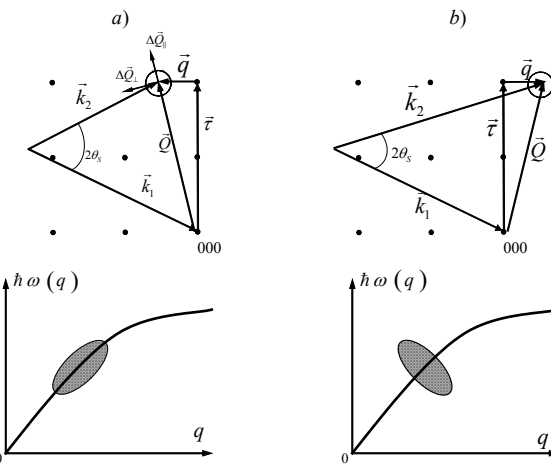
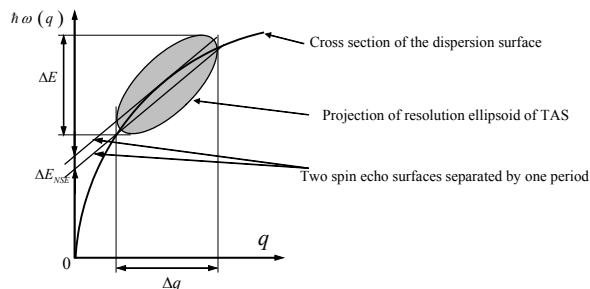
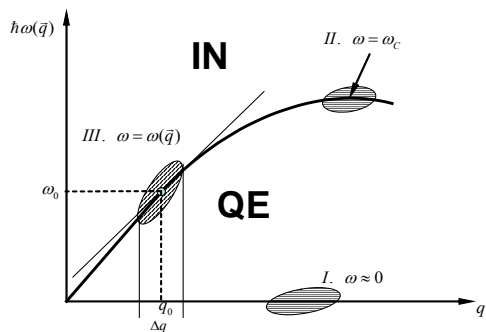
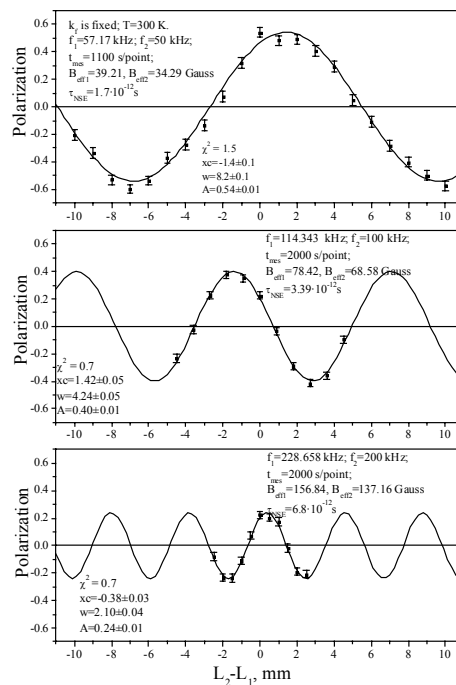


Fig.28. The illustration of the phenomenological rule to define the inclination of the resolution ellipsoid in the case of a transverse phonon.

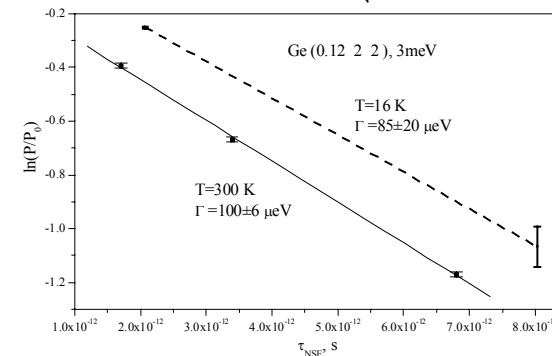
$$P(\tau) = P_0(\tau) e^{-\Gamma \cdot \tau}$$

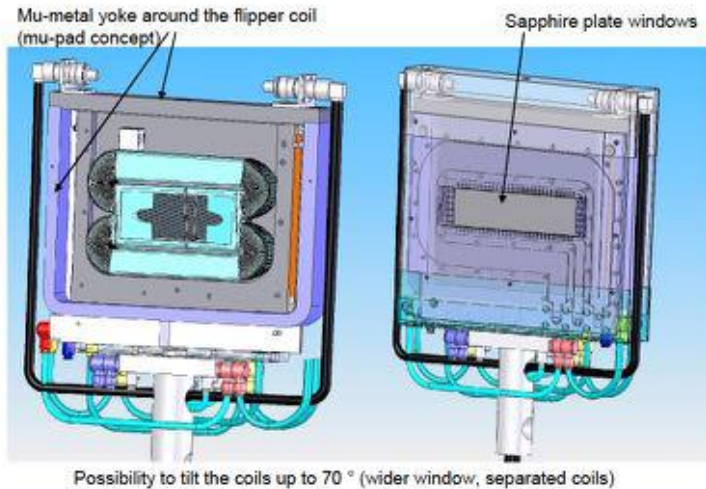
Γ = phonon lifetime



$$\ln(P/P_0) = -\Gamma \tau_{NRSE}$$

$$\tau_{NRSE} = 2 \frac{\omega_{RF} L_i}{m v_i^2 (\vec{v}_i - \vec{v}_{ph}) \cos(\theta_i(\vec{v}_i, \vec{v}_{ph}))}$$

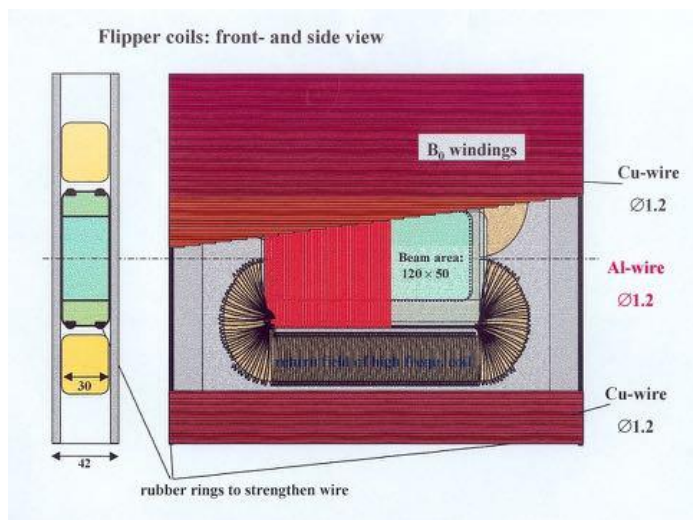




Flippers RF

Les bobines RF

- Fort courant (jusqu'à 14A)
- ⇒ Refroidissement par air
- ⇒ Résonance du circuit RLC pour chaque ω_{RF}
- ⇒ Capacités variables de 1nF à 200nF



Les bobines statiques

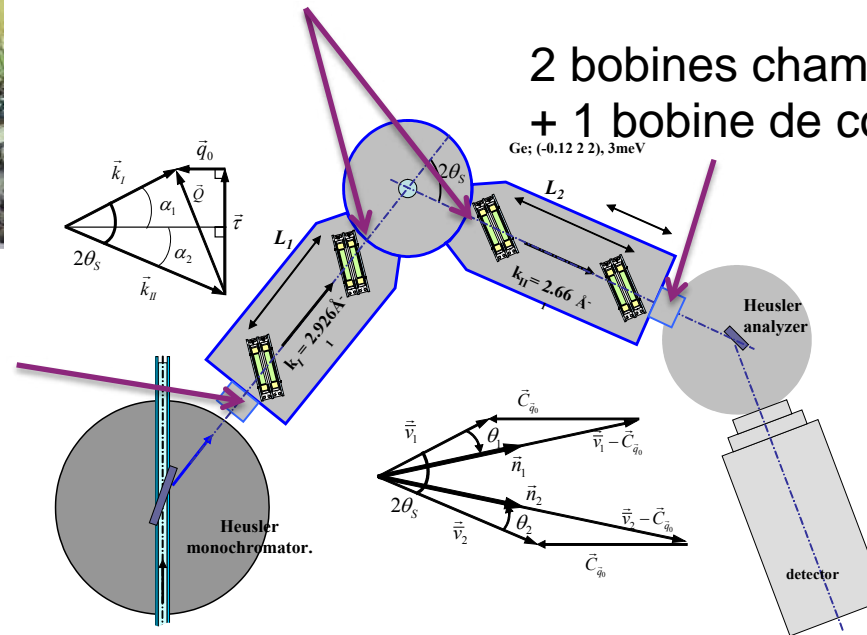
- Fort courant (jusqu'à 24A)
- Refroidissement par eau et air



2 bobines champ-guide

2 bobines de compensation

2 bobines champ-guide
+ 1 bobine de compensation



Deux autres spectromètres de ce type dans le monde:

- FLEXX à HMI-Berlin (bientôt fermé)
- TRISP à FMRII-Munich

+ 8 flippers RF = 16 bobines

Total : 23 bobines



IN22 triple-axes assez unique au monde grâce à ces options 40T-pulsé et ZETA-NRSE

Merci