

# Le programme de R&D SuperNEMO

François Mauger  
LPC Caen – NEMO Collaboration

3<sup>es</sup> Journées GDR neutrino  
Strasbourg, 2-3 février 2006

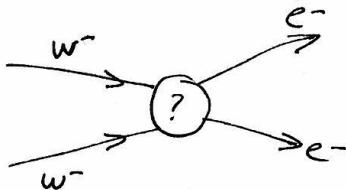


## Sommaire

- ▶ Objectifs et contraintes de SuperNEMO
- ▶ Éléments du programme de R&D

## SuperNEMO – Objectifs physique et technique expérimentale (1)

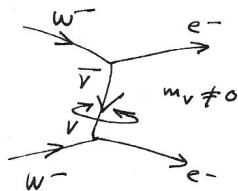
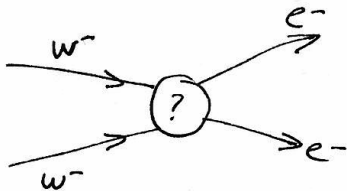
- ▶ Découverte : non conservation du nombre leptonique total !
- ▶ Processus  $\beta\beta 0\nu$  :  $(A, Z) \rightarrow (A, Z + 2) + 2 e^-$  ( $\Delta L = 2$ )



- ▶ Sensibilité ( $^{82}\text{Se}$ ) :  $T_{1/2}^{\beta\beta 0\nu} \simeq 10^{26}$  y

## SuperNEMO – Objectifs physique et technique expérimentale (1)

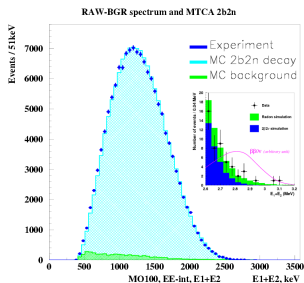
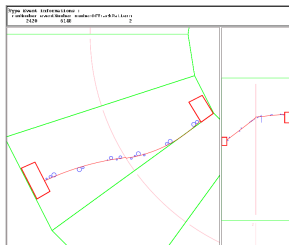
- ▶ Découverte : non conservation du nombre leptonique total !
- ▶ Processus  $\beta\beta 0\nu$  :  $(A, Z) \rightarrow (A, Z + 2) + 2 e^-$  ( $\Delta L = 2$ )



- ▶ Sensibilité ( $^{82}\text{Se}$ ) :  $T_{1/2}^{\beta\beta 0\nu} \simeq 10^{26}$  y  $\rightsquigarrow \langle m_\nu \rangle \simeq 50$  meV

## SuperNEMO – Objectifs physique et technique expérimentale (2)

- ▶ Une expérience  $\beta\beta 0\nu$  « Tracko-Calo » (ala NEMO 3) : calorimètre + chambre à dérive (identification  $e^-$ ,  $e^+$ ,  $\gamma$ ,  $\alpha$ )
- ▶ Signature :  $2 e^- @ 3 \text{ MeV}$



## SuperNEMO – Dimensionnement d'une future expérience

$\beta\beta 0\nu$

- ▶ Sensibilité d'une expérience  $\beta\beta 0\nu$  idéale sans bruit de fond :

$$T_{1/2}^{\beta\beta 0\nu} > \frac{\log(2)\mathcal{N}(MT\varepsilon)}{A s}$$

- ▶ Exemple :

- ▶  $M = 100$  kg de  $A=82$ Se ( $Q_{\beta\beta} \simeq 3$  MeV)
- ▶  $T = 5$  y
- ▶  $\varepsilon = 30$  %
- ▶  $s = 2.3$

## SuperNEMO – Dimensionnement d'une future expérience

$\beta\beta 0\nu$

- ▶ Sensibilité d'une expérience  $\beta\beta 0\nu$  idéale sans bruit de fond :

$$T_{1/2}^{\beta\beta 0\nu} > \frac{\log(2)\mathcal{N}(MT\varepsilon)}{A s}$$

- ▶ Exemple :

- ▶  $M = 100$  kg de  $A=82$ Se ( $Q_{\beta\beta} \simeq 3$  MeV)

- ▶  $T = 5$  y

- ▶  $\varepsilon = 30$  %

- ▶  $s = 2.3$

$$\rightsquigarrow T_{1/2}^{\beta\beta 0\nu} > 3 \cdot 10^{26} \text{ y}$$

## SuperNEMO – Dimensionnement d'une future expérience

$\beta\beta 0\nu$

- ▶ Sensibilité d'une expérience  $\beta\beta 0\nu$  idéale sans bruit de fond :

$$T_{1/2}^{\beta\beta 0\nu} > \frac{\log(2)\mathcal{N}(MT\varepsilon)}{A s}$$

- ▶ Exemple :

- ▶  $M = 100$  kg de  $A=82$ Se ( $Q_{\beta\beta} \simeq 3$  MeV)

- ▶  $T = 5$  y

- ▶  $\varepsilon = 30$  %

- ▶  $s = 2.3$   $\rightsquigarrow T_{1/2}^{\beta\beta 0\nu} > 3 \cdot 10^{26}$  y

- ▶ Mais l'expérience  $\beta\beta 0\nu$  sans bruit de fond n'existe pas !

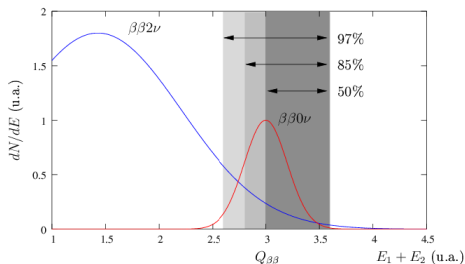




## SuperNEMO – Bruits de fond (1)

- Bruit de fond ultime  $\beta\beta 2\nu$  et résolution en énergie :

$$B_{\beta\beta 2\nu} = \left( N_{\beta\beta 2\nu} = \frac{\log(2)\mathcal{N}(MT\varepsilon)}{A T_{1/2}^{\beta\beta 2\nu}} \right) \times \mathcal{P}_{2\nu,ROI}$$

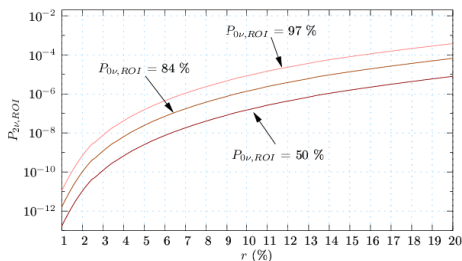


- 500 kg  $\times$  y  $\times$   $\varepsilon$  de  $^{82}\text{Se}$  :  $T_{1/2}^{\beta\beta 2\nu} \simeq 10^{20}$  y  $\rightsquigarrow N_{\beta\beta 2\nu} = 7.6 \cdot 10^6$

## SuperNEMO – Bruits de fond (1)

- ▶ Bruit de fond ultime  $\beta\beta 2\nu$  et résolution en énergie :

$$B_{\beta\beta 2\nu} = \left( N_{\beta\beta 2\nu} = \frac{\log(2)\mathcal{N}(MT\varepsilon)}{A T_{1/2}^{\beta\beta 2\nu}} \right) \times \mathcal{P}_{2\nu,ROI}$$

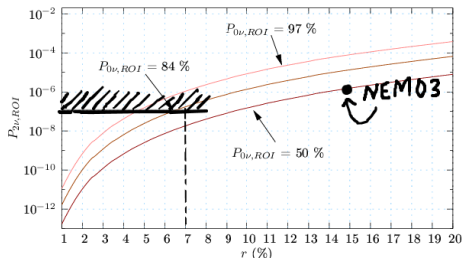


- ▶  $500 \text{ kg} \times y \times \varepsilon$  de  $^{82}\text{Se}$  :  $T_{1/2}^{\beta\beta 2\nu} \simeq 10^{20} \text{ y} \rightsquigarrow N_{\beta\beta 2\nu} = 7.6 \cdot 10^6$

## SuperNEMO – Bruits de fond (1)

- Bruit de fond ultime  $\beta\beta 2\nu$  et résolution en énergie :

$$B_{\beta\beta 2\nu} = \left( N_{\beta\beta 2\nu} = \frac{\log(2)\mathcal{N}(MT\varepsilon)}{A T_{1/2}^{\beta\beta 2\nu}} \right) \times \mathcal{P}_{2\nu,ROI}$$



- 500 kg  $\times$  y  $\times$   $\varepsilon$  de  $^{82}\text{Se}$  : et  $B_{\beta\beta 2\nu} < 1 \rightsquigarrow r < 7\%$

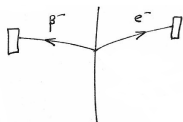
## SuperNEMO – Bruits de fond (2)

Les autres sources de bruit de fond :

- ▶ Contamination interne de la source  $\beta\beta$ 
  - ▶  $^{214}\text{Bi}$  ( $Q_\beta \simeq 3.3$  MeV),
  - ▶  $^{208}\text{Tl}$  ( $Q \simeq 5$  MeV dont  $E_\gamma \simeq 2.615$  MeV),
- ▶ Contamination externe par le radon ambiant :
  - ▶  $^{222}\text{Rn} \rightsquigarrow ^{214}\text{Bi}$ ,
  - ▶  $^{220}\text{Rn} \rightsquigarrow ^{208}\text{Tl}$ ,
- ▶ Flux de  $n$ ,  $\gamma$  de l'environnement  $\rightsquigarrow$  paires  $e^+e^-$ .

## SuperNEMO – Bruits de fond : Contamination interne de la source (3)

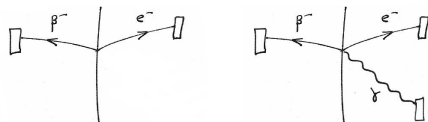
- ▶ Désintégrations ( $\beta, n\gamma$ )  $^{214}\text{Bi}$  et  $^{208}\text{Tl}$  dans la feuille source :  
 $\beta+\text{EC}$ ,  $\beta+\text{Compton}$ ,  $\beta+\text{Möller}$   $\rightsquigarrow 2e^-$  @ 3 MeV



- ▶ Identification des particules

## SuperNEMO – Bruits de fond : Contamination interne de la source (3)

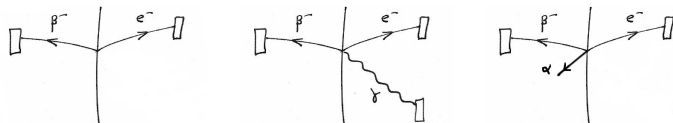
- ▶ Désintégrations ( $\beta, n\gamma$ )  $^{214}\text{Bi}$  et  $^{208}\text{Tl}$  dans la feuille source :  
 $\beta+\text{EC}$ ,  $\beta+\text{Compton}$ ,  $\beta+\text{Möller}$   $\rightsquigarrow 2e^-$  @ 3 MeV



- ▶ Identification des particules :  $\gamma$

## SuperNEMO – Bruits de fond : Contamination interne de la source (3)

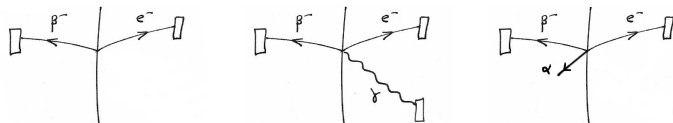
- ▶ Désintégrations ( $\beta, n\gamma$ )  $^{214}\text{Bi}$  et  $^{208}\text{Tl}$  dans la feuille source :  
 $\beta + \text{EC}, \beta + \text{Compton}, \beta + \text{Möller} \rightsquigarrow 2e^- @ 3 \text{ MeV}$



- ▶ Identification des particules :  $\gamma, \alpha$ , canaux  $(e^- \gamma), (e^- 2\gamma), (e^- 3\gamma), (e^- \gamma \alpha)$

## SuperNEMO – Bruits de fond : Contamination interne de la source (3)

- ▶ Désintégrations ( $\beta, n\gamma$ )  $^{214}\text{Bi}$  et  $^{208}\text{Tl}$  dans la feuille source :  $\beta + \text{EC}, \beta + \text{Compton}, \beta + \text{Möller} \rightsquigarrow 2e^- @ 3 \text{ MeV}$



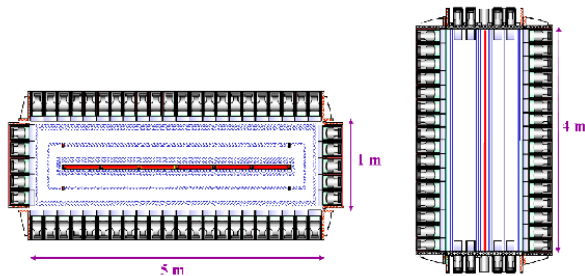
- ▶ Identification des particules :  $\gamma, \alpha$ , canaux  $(e^- \gamma), (e^- 2\gamma), (e^- 3\gamma), (e^- \gamma \alpha)$
- ▶ Garantir la radiopureté des sources avant leur utilisation, pour SuperNEMO (simulations IReS) :
  - ▶  $A(^{214}\text{Bi}) < 10 \mu\text{Bq/kg}$  (NEMO3 :  $< 300 \mu\text{Bq/kg}$ , Rn pb !)
  - ▶  $A(^{208}\text{Tl}) < 2 \mu\text{Bq/kg}$  (NEMO3 :  $80 \pm 20 \mu\text{Bq/kg}$ )



## SuperNEMO – Design préliminaire

Extrapolation simple de NEMO 3, géométrie plane :

- ▶ Module 5 kg de source  $\beta\beta$  ( $12.5 \text{ m}^2 @ 40 \text{ mg/cm}^2$ )

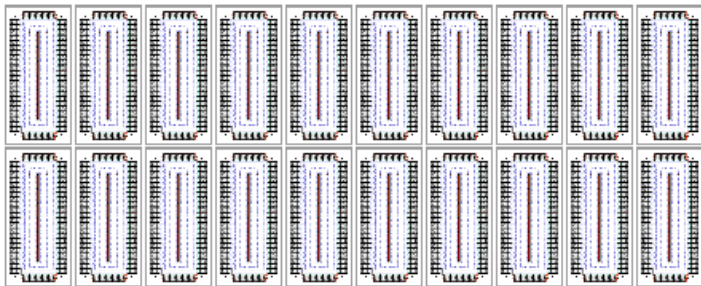


~> 1000 PM (100 PM avec barres) + 3000 cellules Geiger

## SuperNEMO – Design préliminaire

Extrapolation simple de NEMO 3, géométrie plane :

- ▶ Module 5 kg de source  $\beta\beta$  ( $12.5 \text{ m}^2 @ 40 \text{ mg/cm}^2$ )  
     $\rightsquigarrow$  1000 PM (100 PM avec barres) + 3000 cellules Geiger
- ▶ Détecteur complet : 20 modules pour  $M=100 \text{ kg}$  ( $250 \text{ m}^2$ )



$\rightsquigarrow$  Total  $> 200000$  voies et  $1500 \text{ m}^3$  + blindage + radon-tight tent + radon-trap facility...ou piscine

## SuperNEMO – (petite) Conclusion

- ▶ Grande expérience : taille, nombre de voies  $\rightsquigarrow$  coût : 30 M€,
- ▶ Contraintes fortes sur la résolution en énergie (BDF  $\beta\beta 2\nu$  :  $r < r_{\text{NEMO3}}/2$ , épaisseur de la source !)
- ▶ ... sur la radiopureté des sources (  $A < A_{\text{NEMO3}}/40$ ), des matériaux,
- ▶ ... sur le radon (*idem*),
- ▶ Source  $\beta\beta$  : choix ( $^{82}\text{Se}/^{150}\text{Nd}$ ), enrichissement, purification, conditionnement,
- ▶ Efficacité du détecteur,
- ▶ Quel site souterrain en 2010 ?

$\rightsquigarrow$  Programme expérimental difficile !

Collaboration NEMO : 15 ans d'expérience + NEMO 3 +  
programme de R&D sur 3 ans



## R&D SuperNEMO

- ▶ Collaboration (Super)NEMO (2004) :  $\simeq 55$  personnes, France, UK, Russie, Ukraine, Rép. Tchèque, USA, Japon, Espagne, Finlande, Maroc
- ▶ Conseil Scientifique IN2P3 (mars 2005)
- ▶ Programme sur 2006-2009
- ▶ Coût estimé :  $\simeq 600$  k€ (+ 700 k€ UK)
- ▶ Objectif : démontrer la faisabilité des techniques pour l'expérience SuperNEMO (2010)



## R&D SuperNEMO – Programme

Points clés :

- ▶ Calorimétrie,
- ▶ Fabrication des sources : enrichissement, purification, mise en œuvre,
- ▶ Mesure de la contamination interne des sources,
- ▶ Radon,
- ▶ Optimisation de la géométrie : simulations,
- ▶ Site souterrain d'accueil,
- ▶ Optimisation des coûts.



## R&D SuperNEMO – Calorimétrie

- ▶ Scintillateur :
  - ▶ plastique (PICS LAL/CENBG/Kharkov/Dubna) :  $r \simeq 7\%$  sur petit échantillon,
  - ▶ scintillateur liquide (CENBG),
- ▶ PM :
  - ▶ résolution : optimisation de la géométrie, structure multiplicatrice,
  - ▶ ne pas compromettre le *timing* !
  - ▶ PM bas bruit (GIS IN2P3/Photonis),
- ▶ Optimisation géométrie : structure nid d'abeille, barres de scintillateur, fibres baignées, réduction du nombre de voies (coût), simulation optique,
- ▶ Banc de test au CENBG, spectromètres  $e^-$  ( $r=1\%$ ),
- ▶ Calibration, stabilité.

## R&D SuperNEMO – Source $\beta\beta$

Obtenir 100 kg de source  $\beta\beta$  enrichie en un temps et pour un coût raisonnables :

- ▶ Russie : 2 kg  $^{82}\text{Se}$  (+ 1 kg  $^{82}\text{Se}$  ?) (programme européen ILIAS)
- ▶ Possibilité d'enrichissement  $^{150}\text{Nd}$  France (CEA)
- ▶ Techniques de purification (USA, France)
- ▶ Site de purification et de fabrication des sources ?
- ▶ Tenue mécanique, mesure de radiopureté. . .

## R&D SuperNEMO – Mesure de la contamination interne des sources $\beta\beta$

- ▶ Germanium 800 cc, détecteur plan  $\rightsquigarrow A(^{214}\text{Bi}) < 10 \mu\text{Bq/kg}$ ,
- ▶ Technique de mesure par émanation  $^{222}\text{Rn}$  (Heidelberg, LNGS),
- ▶ Atteindre le  $\mu\text{Bq/kg}$  pour le  $^{208}\text{Tl}$

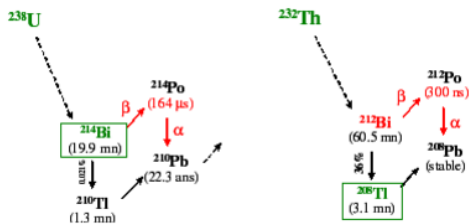


## R&D SuperNEMO – Mesure de la contamination interne des sources $\beta\beta$

- ▶ Germanium 800 cc, détecteur plan  $\rightsquigarrow A(^{214}\text{Bi}) < 10 \mu\text{Bq/kg}$ ,
- ▶ Technique de mesure par émanation  $^{222}\text{Rn}$  (Heidelberg, LNGS),
- ▶ Atteindre le  $\mu\text{Bq/kg}$  pour le  $^{208}\text{Tl}$  :  
 $\rightsquigarrow$  une nouvelle technique est nécessaire !

## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (1)

Principe : utiliser l'effet Bi-Po pour mesurer la contamination des sources  $\beta\beta$  en  $^{214}\text{Bi}/^{208}\text{Tl}$



- ▶ Utiliser un détecteur dédié pour mesurer les coïncidence  $\beta - \alpha$  du  $^{212}\text{Bi}$  et  $^{214}\text{Bi}$ ,
- ▶ Atteindre une sensibilité du  $\mu\text{Bq}/\text{kg}$  pour le  $^{212}\text{Bi}$
- ▶ Mesures avec NEMO 3

## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (1)

Principe : utiliser l'effet Bi-Po pour mesurer la contamination des sources  $\beta\beta$  en  $^{214}\text{Bi}/^{208}\text{Tl}$

- ▶ Utiliser un détecteur dédié pour mesurer les coïncidence  $\beta - \alpha$  du  $^{212}\text{Bi}$  et  $^{214}\text{Bi}$ ,
- ▶ Atteindre une sensibilité du  $\mu\text{Bq}/\text{kg}$  pour le  $^{212}\text{Bi}$  :

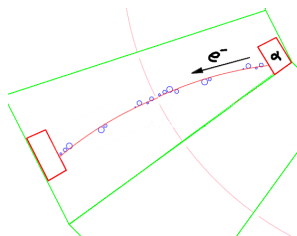
$$N_{det} = AMT\varepsilon$$

- ▶  $A = 2\mu\text{Bq}/\text{kg}$
  - ▶  $M = 5\text{ kg}$
  - ▶  $T = 30\text{ d} \rightsquigarrow \varepsilon \simeq 5\%$  si 0 bruit de fond !
- ▶ Mesures avec NEMO 3

## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (1)

Principe : utiliser l'effet Bi-Po pour mesurer la contamination des sources  $\beta\beta$  en  $^{214}\text{Bi}/^{208}\text{Tl}$

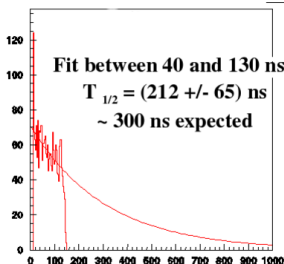
- ▶ Utiliser un détecteur dédié pour mesurer les coïncidence  $\beta - \alpha$  du  $^{212}\text{Bi}$  et  $^{214}\text{Bi}$ ,
- ▶ Atteindre une sensibilité du  $\mu\text{Bq}/\text{kg}$  pour le  $^{212}\text{Bi}$
- ▶ Mesures avec NEMO 3  $\rightsquigarrow$  1500 év. en 0.7 y (LAL)



## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (1)

Principe : utiliser l'effet Bi-Po pour mesurer la contamination des sources  $\beta\beta$  en  $^{214}\text{Bi}/^{208}\text{Tl}$

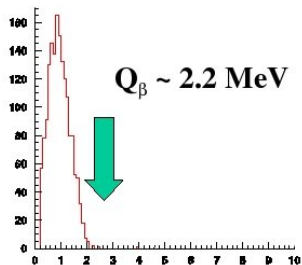
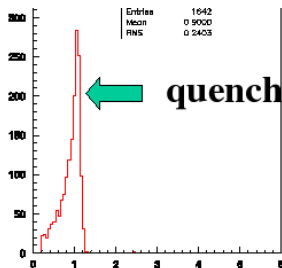
- ▶ Utiliser un détecteur dédié pour mesurer les coïncidence  $\beta - \alpha$  du  $^{212}\text{Bi}$  et  $^{214}\text{Bi}$ ,
- ▶ Atteindre une sensibilité du  $\mu\text{Bq}/\text{kg}$  pour le  $^{212}\text{Bi}$
- ▶ Mesures avec NEMO 3  $\rightsquigarrow$  1500 év. en 0.7 y (LAL)



## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (1)

Principe : utiliser l'effet Bi-Po pour mesurer la contamination des sources  $\beta\beta$  en  $^{214}\text{Bi}/^{208}\text{Tl}$

- ▶ Utiliser un détecteur dédié pour mesurer les coïncidence  $\beta - \alpha$  du  $^{212}\text{Bi}$  et  $^{214}\text{Bi}$ ,
- ▶ Atteindre une sensibilité du  $\mu\text{Bq}/\text{kg}$  pour le  $^{212}\text{Bi}$
- ▶ Mesures avec NEMO 3  $\rightsquigarrow$  1500 év. en 0.7 y (LAL)



## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (1)

Principe : utiliser l'effet Bi-Po pour mesurer la contamination des sources  $\beta\beta$  en  $^{214}\text{Bi}/^{208}\text{Tl}$

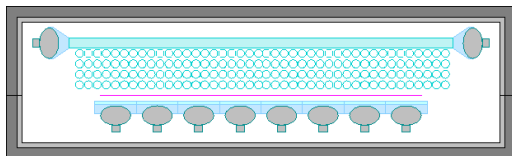
- ▶ Utiliser un détecteur dédié pour mesurer les coïncidence  $\beta - \alpha$  du  $^{212}\text{Bi}$  et  $^{214}\text{Bi}$ ,
- ▶ Atteindre une sensibilité du  $\mu\text{Bq}/\text{kg}$  pour le  $^{212}\text{Bi}$
- ▶ Mesures avec NEMO 3  $\rightsquigarrow$  1500 év. en 0.7 y (LAL)

$\rightsquigarrow A \simeq 1 \text{ mBq}/\text{kg}$  en surface des scintillateurs (wrapper?)

$\rightsquigarrow$  bruit de fond pour Bi-Po!

## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (2)

- ▶ Design préliminaire : technique « NEMO »

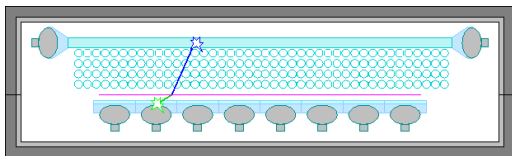


- ▶ Mesurer 5 kg de source (feuilles 40 mg/cm<sup>2</sup>) en 1 mois
- ▶ Bruits de fond
- ▶ R&D pour différentes options



## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (2)

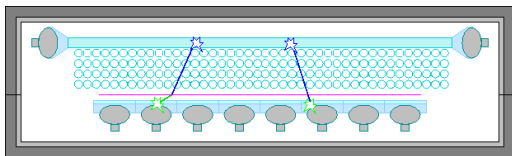
- ▶ Design préliminaire : technique « NEMO »



- ▶ Mesurer 5 kg de source (feuilles 40 mg/cm<sup>2</sup>) en 1 mois : efficacité  $\simeq 5\%$  pour coïncidence Bi-Po du  $^{212}\text{Bi}$
- ▶ Bruits de fond
- ▶ R&D pour différentes options

## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (2)

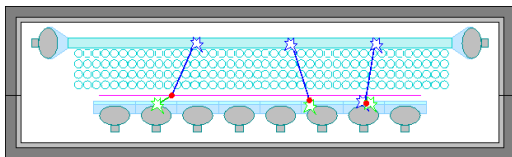
- ▶ Design préliminaire : technique « NEMO »



- ▶ Mesurer 5 kg de source (feuilles 40 mg/cm<sup>2</sup>) en 1 mois
- ▶ Bruits de fond : dépôt thoron surface scintillateur, contamination wrapper ?
- ▶ R&D pour différentes options

## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (2)

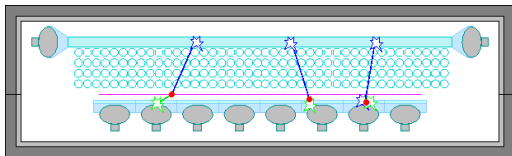
- ▶ Design préliminaire : technique « NEMO »



- ▶ Mesurer 5 kg de source (feuilles 40 mg/cm<sup>2</sup>) en 1 mois
- ▶ Bruits de fond : contamination en volume scintillateur, ok !
- ▶ R&D pour différentes options

## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (2)

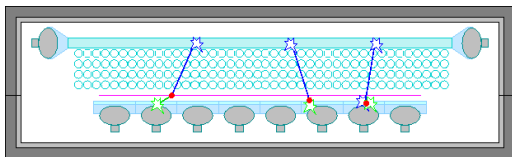
- ▶ Design préliminaire : technique « NEMO »



- ▶ Mesurer 5 kg de source (feuilles 40 mg/cm<sup>2</sup>) en 1 mois
- ▶ Bruits de fond
- ▶ R&D pour différentes options :
  - ▶ fibres scintillantes pour détecter l' $\alpha$  (CENBG),
  - ▶ amélioration de l'efficacité, champ magnétique...simulations (LPC/CENBG/Valence)

## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (2)

- ▶ Design préliminaire : technique « NEMO »

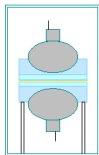


- ▶ Mesurer 5 kg de source (feuilles 40 mg/cm<sup>2</sup>) en 1 mois
- ▶ Bruits de fond
- ▶ R&D pour différentes options
- ▶ Bi-Po comme prototype pour SuperNEMO : matériaux, électronique, trigger, acquisition ?

## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (3)

Un prototype :

- ▶ Objectif : estimation des bruits de fond pour mesurer le  $^{212}\text{Bi}$



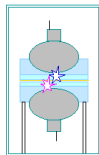
- ▶ Utilisation PM de NEMO 3, blindage fer, polyéthylène boré, air déradonisé
- ▶ Maîtrise d'œuvre : LAL, utilisation PM NEMO 3
- ▶ Participants : LAL, LPC, IReS, CENBG, LSM, LSC (Canfranc)
- ▶ Installation : LSM mai 2006, LSC octobre 2006 (usine anti-radon)



## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (3)

Un prototype :

- ▶ Objectif : estimation des bruits de fond pour mesurer le  $^{212}\text{Bi}$



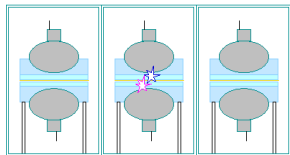
- ▶ Utilisation PM de NEMO 3, blindage fer, polyéthylène boré, air déradonisé
- ▶ Maîtrise d'œuvre : LAL, utilisation PM NEMO 3
- ▶ Participants : LAL, LPC, IReS, CENBG, LSM, LSC (Canfranc)
- ▶ Installation : LSM mai 2006, LSC octobre 2006 (usine anti-radon)



## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (3)

Un prototype :

- ▶ Objectif : estimation des bruits de fond pour mesurer le  $^{212}\text{Bi}$



- ▶ Utilisation PM de NEMO 3, blindage fer, polyéthylène boré, air déradonisé
- ▶ Maîtrise d'œuvre : LAL, utilisation PM NEMO 3
- ▶ Participants : LAL, LPC, IReS, CENBG, LSM, LSC (Canfranc)
- ▶ Installation : LSM mai 2006, LSC octobre 2006 (usine anti-radon)



## R&D SuperNEMO – Le détecteur « Bi-Po » (4)

Nouveaux collaborateurs en Espagne :

- ▶ Univ. Valence, Univ. Saragosse, Lab. Souterrain de Canfranc
- ▶ LSC : site disponible (neuf), grande cavité de 40 m de long, salles blanches, 2200 m.w.e.
- ▶ Usine anti-radon : automne 2006
- ▶ Accueil du prototype puis du détecteur Bi-Po
- ▶ Site de fabrication des sources... à l'étude
- ▶ Demande de financement en Espagne en cours.

## R&D SuperNEMO – Calendrier Bi-Po

- ▶ Prototype Bi-Po (18 PM) :
  - ▶ 05-06/2006 : Installation au LSM
  - ▶ 05-09/2006 : Prise de données
  - ▶ 10/2006 : Installation LSC (usine anti-radon)
  - ▶ 10/2006-05/2007 : Prise de données
- ▶ Design Bi-Po (300 PM+400 Geiger) :
  - ▶ Simulations : 02-12/2006
  - ▶ R&D fibres : 02-12/2006
  - ▶ Etude mécanique : 02-12/2006
  - ▶ Etude électronique... : 03/2006-2007
- ▶ Premier module Bi-Po :
  - ▶ Construction : 2007-2008
  - ▶ Installation (LSC) : 2008-2009
  - ▶ Exploitation : 2009+

## R&D SuperNEMO – Conclusion

- ▶ R&D Calorimétrie : en progrès (PICS/GIS, CENBG, UK...+Valence)
- ▶ R&D Sources : LAL, Russie, contacts CEA pour  $^{150}\text{Nd}$
- ▶ R&D Bi-Po et mesure des contaminations sources (LAL, LPC) :  
prototype en cours de construction, LSC Canfranc, simulations (LAL/LPC/Valence)
- ▶ R&D radon : usine anti-radon ok (LSC), détecteurs dédiés, problème émanation matériaux dans la chambre
- ▶ R&D Electronique, trigger, acquisition : démarrage 2006
- ▶ Site d'accueil : nouvelle cavité LSM en 2010?(100 m), Canfranc (40 m)...

## SuperNEMO et R&D – Quelques considérations. . .

Programme scientifique SuperNEMO :

- ▶ pertinent :  $\Delta L \neq 0$ , nature du neutrino
- ▶ cohérent : R&D adaptée
- ▶ compétitif (2010-2015)
- ▶ difficile !
- ▶ NEMO 3 fonctionne : un atout !
- ▶ NEMO : collaboration expérimentée
- ▶ soutien de l'Institut



## SuperNEMO et R&D – Quelques considérations. . .






Programme scientifique SuperNEMO :

- ▶ pertinent :  $\Delta L \neq 0$ , nature du neutrino
- ▶ cohérent : R&D adaptée
- ▶ compétitif (2010-2015)
- ▶ difficile !
- ▶ NEMO 3 fonctionne : un atout !
- ▶ NEMO : collaboration expérimentée
- ▶ soutien de l'Institut

**Vous êtes bienvenu(e)s !**



## SuperNEMO et R&D – Bibliographie

-  R. Arnold et al., *Technical design and performance of the NEMO 3 detector*, NIM A536 (2005) 79-122
-  NEMO Collaboration, atelier *Beyond NEMO 3*, Orsay, décembre 2003
-  Ph. Adamson et al., Collaboration NEMO, *Expression of Interest in the Super-NEMO double beta decay experiment*, June 11, 2004
-  F. Piquemal, Collaboration NEMO, *Présentation du projet de R&D SuperNEMO*, Conseil Scientifique de l'IN2P3, mars 2005
-  C. Augier et al., NEMO group at LAL, *Proposal for an R&D program for a double beta decay experiment sensitive to a 50 meV neutrino effective mass*, Conseil Scientifique du LAL, 23/09/2005