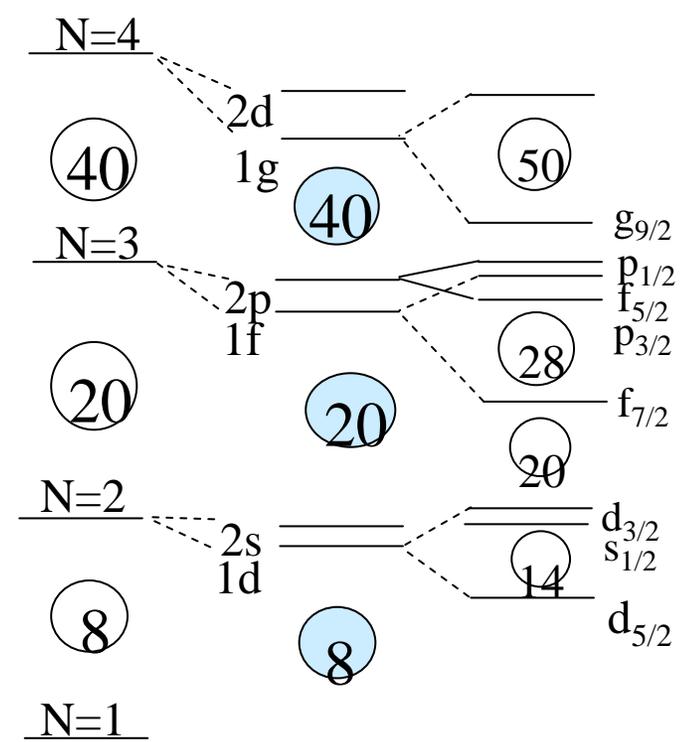
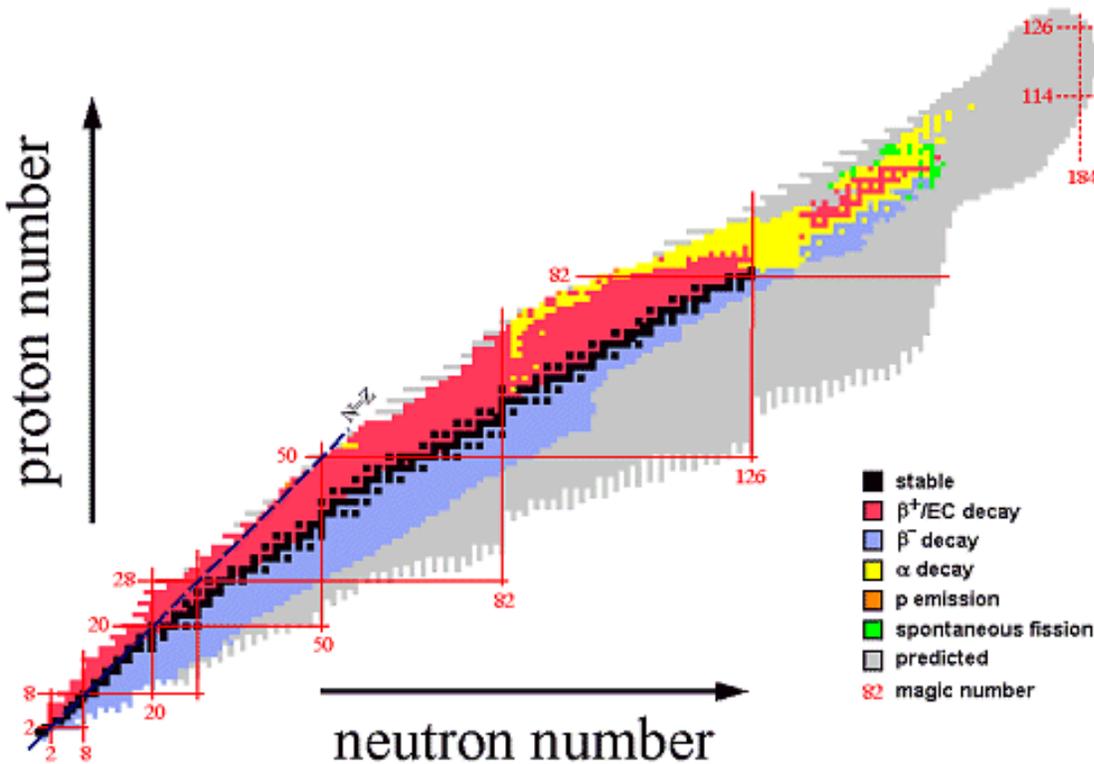




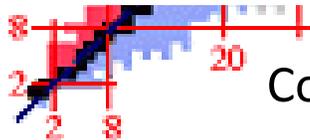
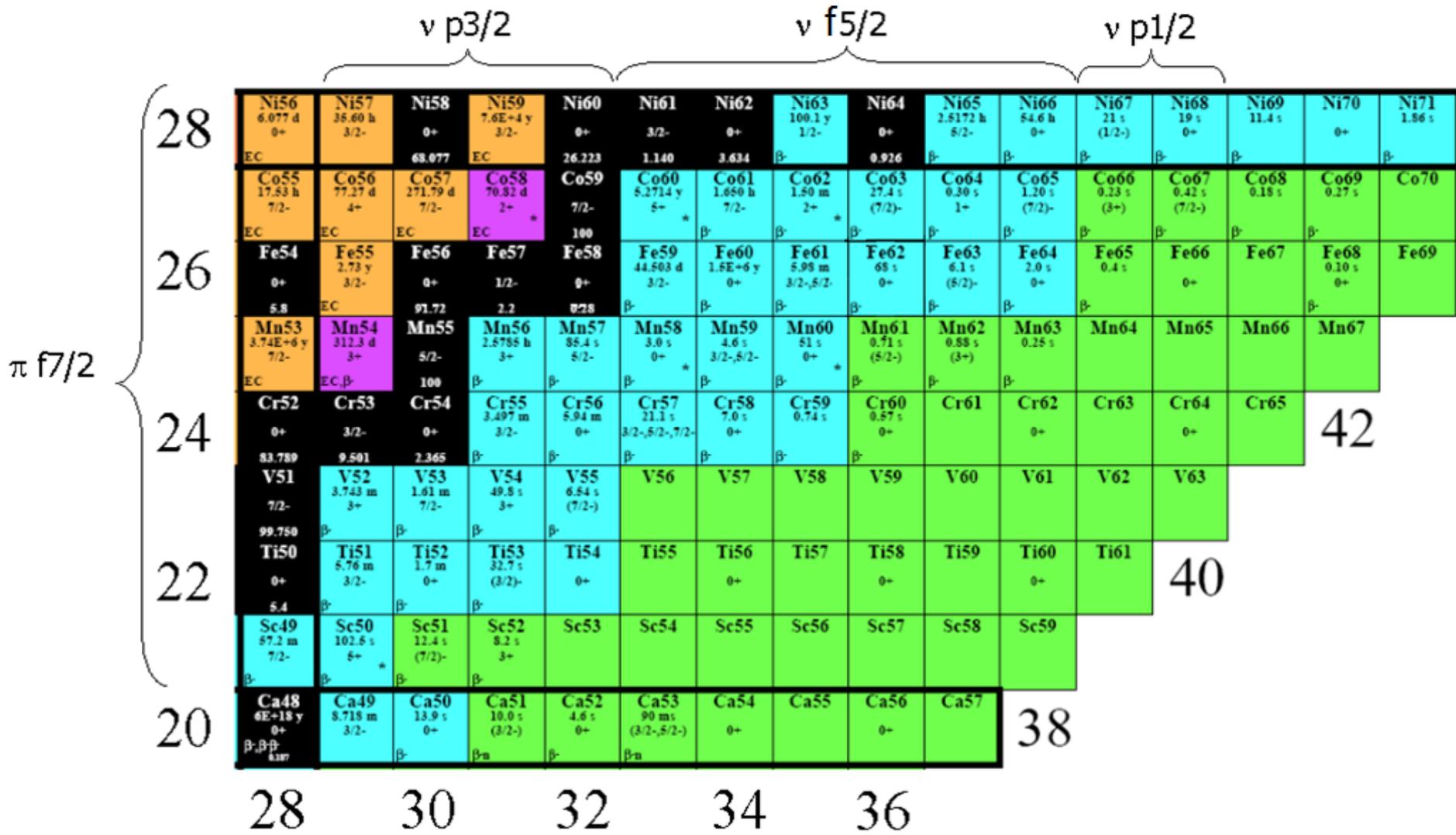
# **Production de noyaux riches en neutrons de la région de masse $A=60$ par quasi-fission et spectroscopie gamma au Tandem d'Orsay**

# La genèse du modèle en couche



$$\text{H.O} + \text{L}^2 + \text{L.S}$$

# La région de masse A=60

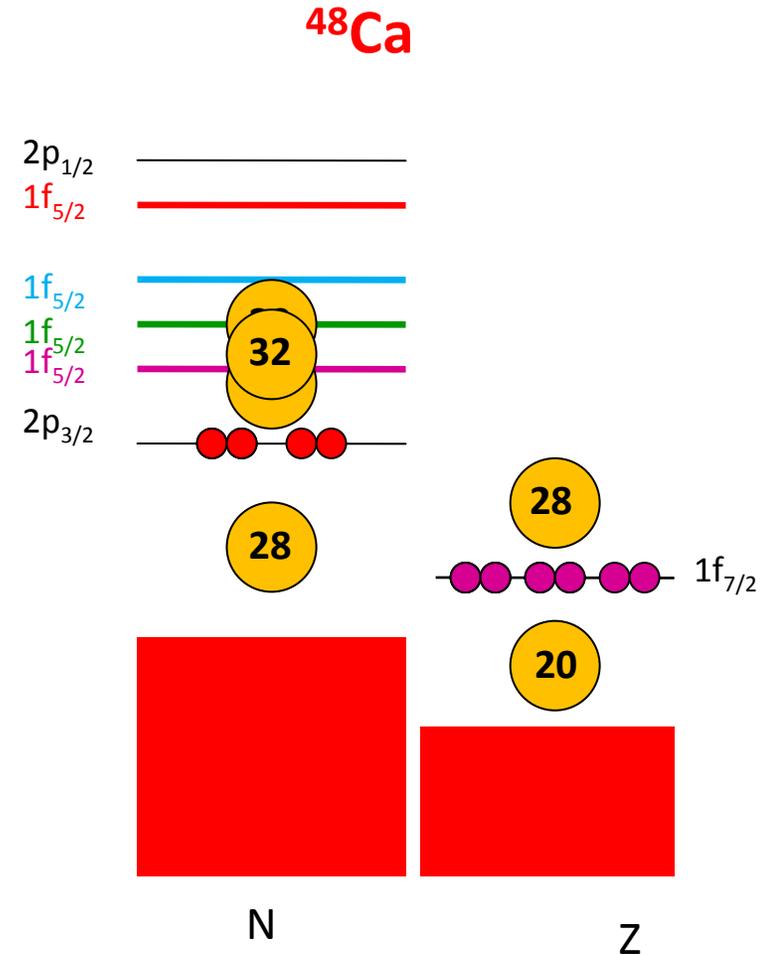
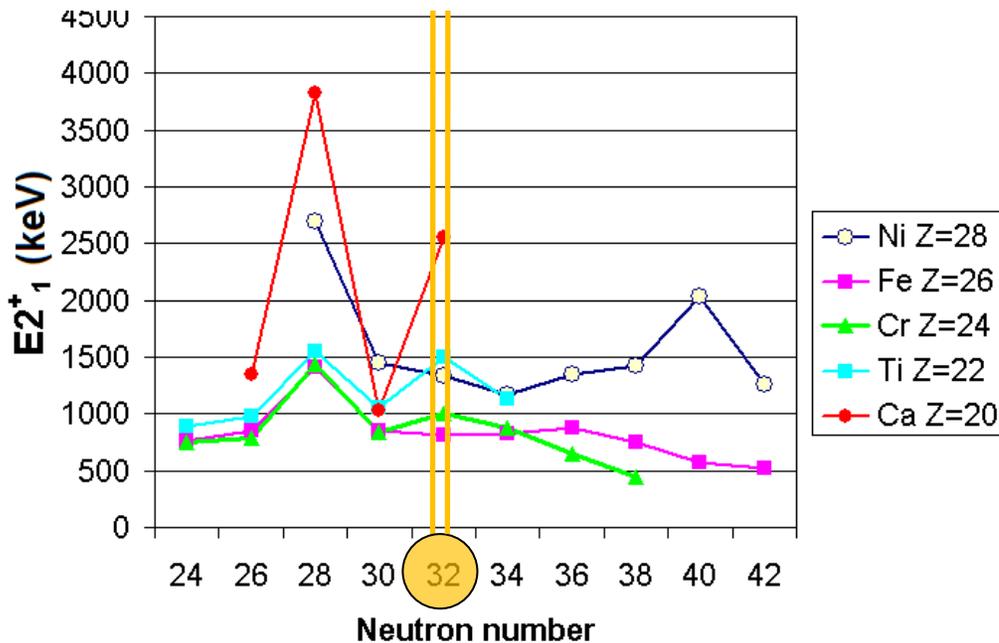
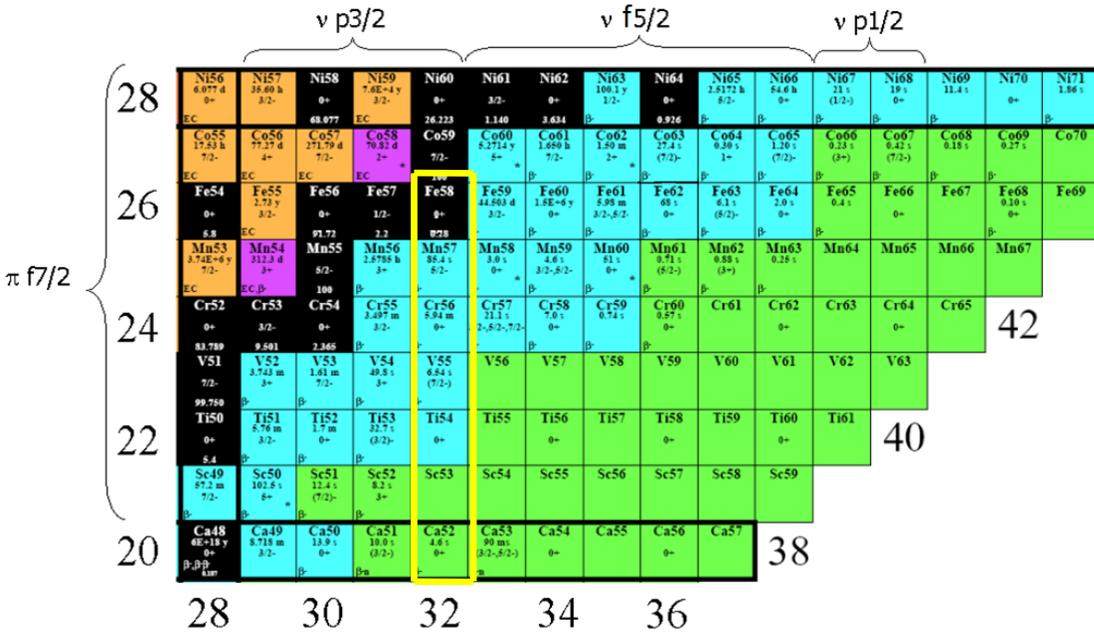


Compétition entre effets de couche et collectivité

neutron number

82 magic number

# Modèle en couche loin de la stabilité

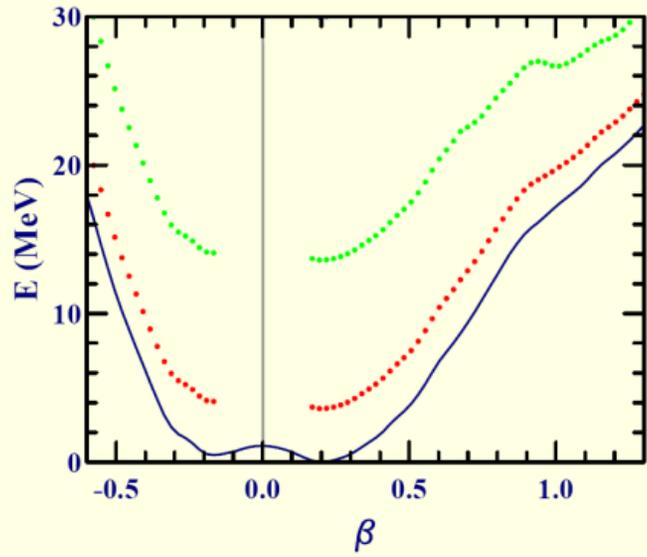


# Indices de la collectivité

v p3/2			v f5/2				v p1/2									
28	Ni56 6.077 d 0+	Ni57 38.60 h 3/2-	Ni58 0+	Ni59 7.46+1 y 3/2-	Ni60 3/2-	Ni61 1.10	Ni62 3.81	Ni63 106.1 y 1/2-	Ni64 9.26	Ni65 2.9172 h 8/2-	Ni66 84.6 h 0+	Ni67 21 s 19 s (1/2-)	Ni68 11.4 s 0+	Ni69 11.4 s 0+	Ni70 0+	Ni71 1.86 s 0+
26	Co55 1.23 h 7/2-	Co56 77.27 d 2+	Co57 71.79 d 7/2-	Co58 70.92 d 2+	Co59 100	Co60 5.2714 y 0+	Co61 1.80 h 0+	Co62 1.90 m 2+	Co63 2.4 s (7/2-)	Co64 3.26 s 1+	Co65 1.30 s (7/2-)	Co66 5.23 s (3+)	Co67 0.41 s (7/2-)	Co68 0.11 s	Co69 0.27 s	Co70 0+
24	Fe54 0+	Fe55 2.73 y 3/2-	Fe56 0+	Fe57 12-	Fe58 0+	Fe59 44.503 d 0+	Fe60 1.62+4 y 0+	Fe61 5.99 m 3/2-5/2-	Fe62 83 s 0+	Fe63 8.1 s (3/2-)	Fe64 2.0 s 0+	Fe65 0.4 s	Fe66 0+	Fe67 0+	Fe68 0.10 s 0+	Fe69 0+
22	Mn53 3.74E+4 y 7/2-	Mn54 312.3 d 2+	Mn55 5/2-	Mn56 2.5785 h 2+	Mn57 38.4 s 8/2-	Mn58 3.0 s 0+	Mn59 3.0 s 3/2-5/2-	Mn60 51 s 0+	Mn61 0.71 s (3/2-)	Mn62 4.6 s (3+)	Mn63 0.38 s (3+)	Mn64 0+	Mn65 0+	Mn66 0+	Mn67 0+	
20	Cr52 0+	Cr53 3/2-	Cr54 0+	Cr55 2.007 m 3/2-	Cr56 5.94 m 0+	Cr57 21.1 s 0+	Cr58 7.0 s 0+	Cr59 5.74 s 0+	Cr60 1.97 s 0+	Cr61 0+	Cr62 0+	Cr63 0+	Cr64 0+	Cr65 0+		
	V51 99.70 s 7/2-	V52 3.743 m 3+	V53 1.81 m 7/2-	V54 49.8 s 3+	V55 0.84 s 3+	V56 32.7 s (7/2-)	V57 0+	V58 0+	V59 0+	V60 0+	V61 0+	V62 0+	V63 0+			
	Ti50 0+	Ti51 5.70 m 3/2-	Ti52 1.7 m 0+	Ti53 12.7 s (3/2-)	Ti54 0+	Ti55 0+	Ti56 0+	Ti57 0+	Ti58 0+	Ti59 0+	Ti60 0+	Ti61 0+				
	Sc49 87.3 m 7/2-	Sc50 102.8 s 4+	Sc51 11.4 s (7/2-)	Sc52 8.2 s 0+	Sc53 0+	Sc54 0+	Sc55 0+	Sc56 0+	Sc57 0+	Sc58 0+	Sc59 0+					
	Ca48 48+18 y 0+	Ca49 8.718 m 3/2-	Ca50 13.9 s 0+	Ca51 10.0 s (3/2-)	Ca52 4.6 s 0+	Ca53 90 ms (3/2-5/2-)	Ca54 0+	Ca55 0+	Ca56 0+	Ca57 0+						

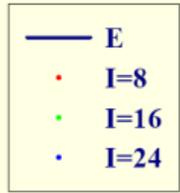


<sup>61</sup><sub>26</sub>Fe<sub>35</sub>



Energie de liaison

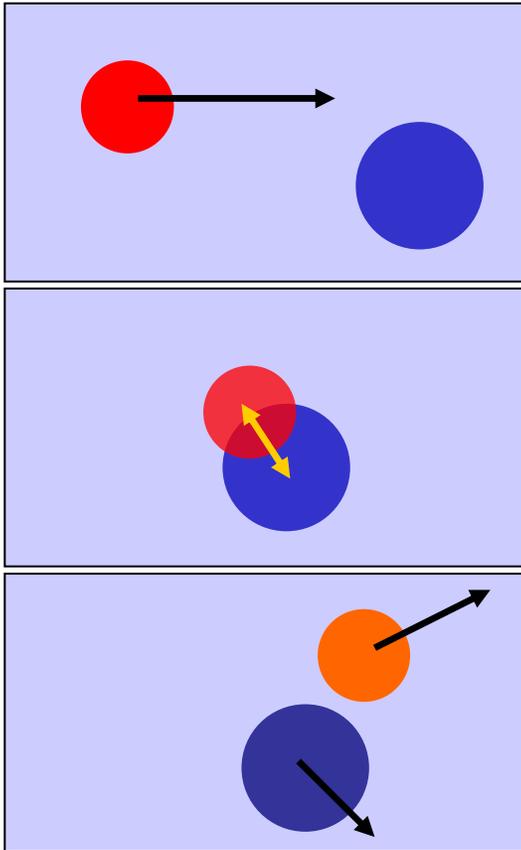
HFB=526.907 MeV  
Exp=530.93 MeV



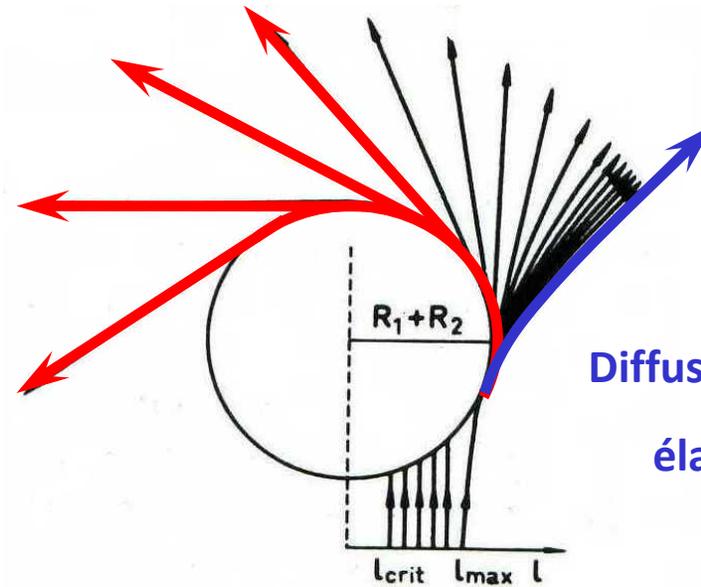
HFB-D1S Bruyères-le-Châtel

- <sup>61</sup>Fe (Z=26, N=35)  
calcul d'énergie de liaison → 2 minima déformés  
expérimentalement → confirmation de la déformation du noyau
- <sup>60</sup>Fe (Z=26, N=34)  
bande rotationnelle construite sur l'état fondamental ( E<sub>x</sub> ∝ J(J+1) )  
→ déformation

# Collisions inélastiques d'ions lourds



**Nuclear orbiting  
ou quasi-fission**



**Diffusion quasi-  
élastique**

# Exploitation des Wilczynski plots

- **Wilczynski plot** : lignes d'égal section efficace dans le plan énergie-angle de diffusion dans le centre de masse

–  $\theta = \theta_{\text{grazing}}$

→ diffusion quasi-élastique

- Transfert multi-nucléons

- faible perte d'énergie cinétique

–  $\theta < \theta_{\text{grazing}}$

(vers  $\theta < 0$ ) → « nuclear orbiting » ou « quasi-fission »

- importante relaxation de l'énergie

- transfert de nucléons plus important?

• **Enrichissement en neutrons?**

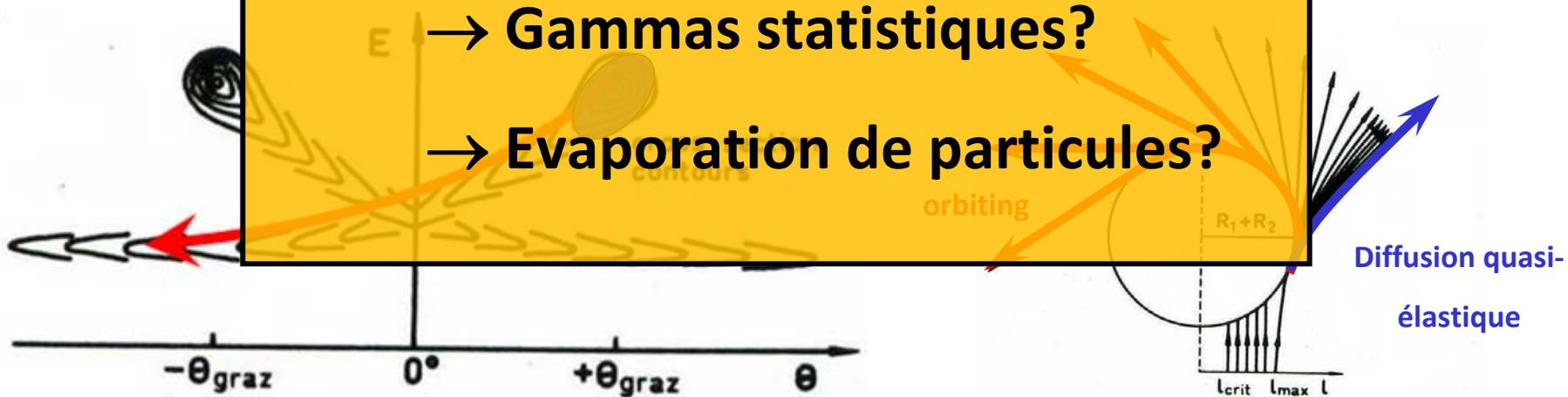
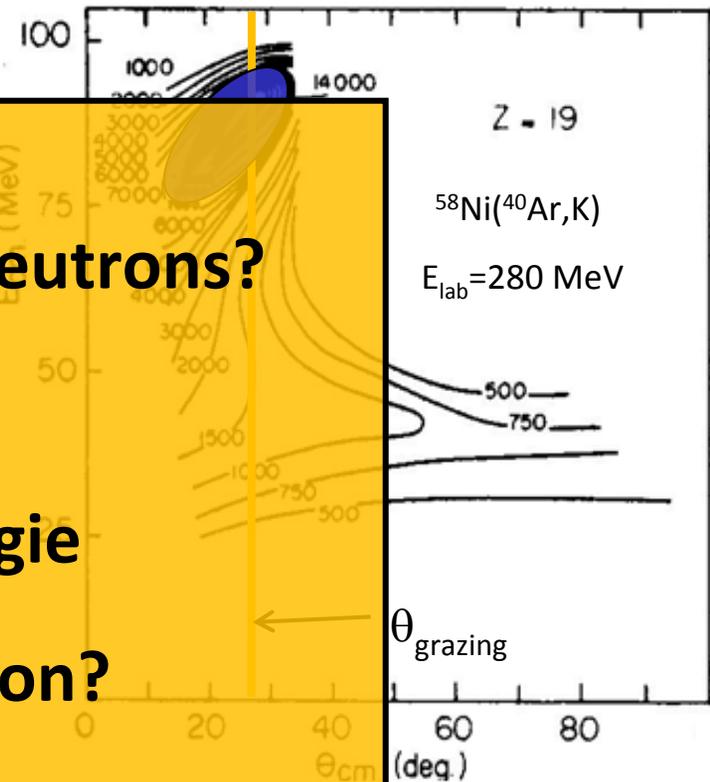
• **Sections efficaces?**

• **Relaxation de l'énergie**

→ **Energie d'excitation?**

→ **Gammas statistiques?**

→ **Evaporation de particules?**

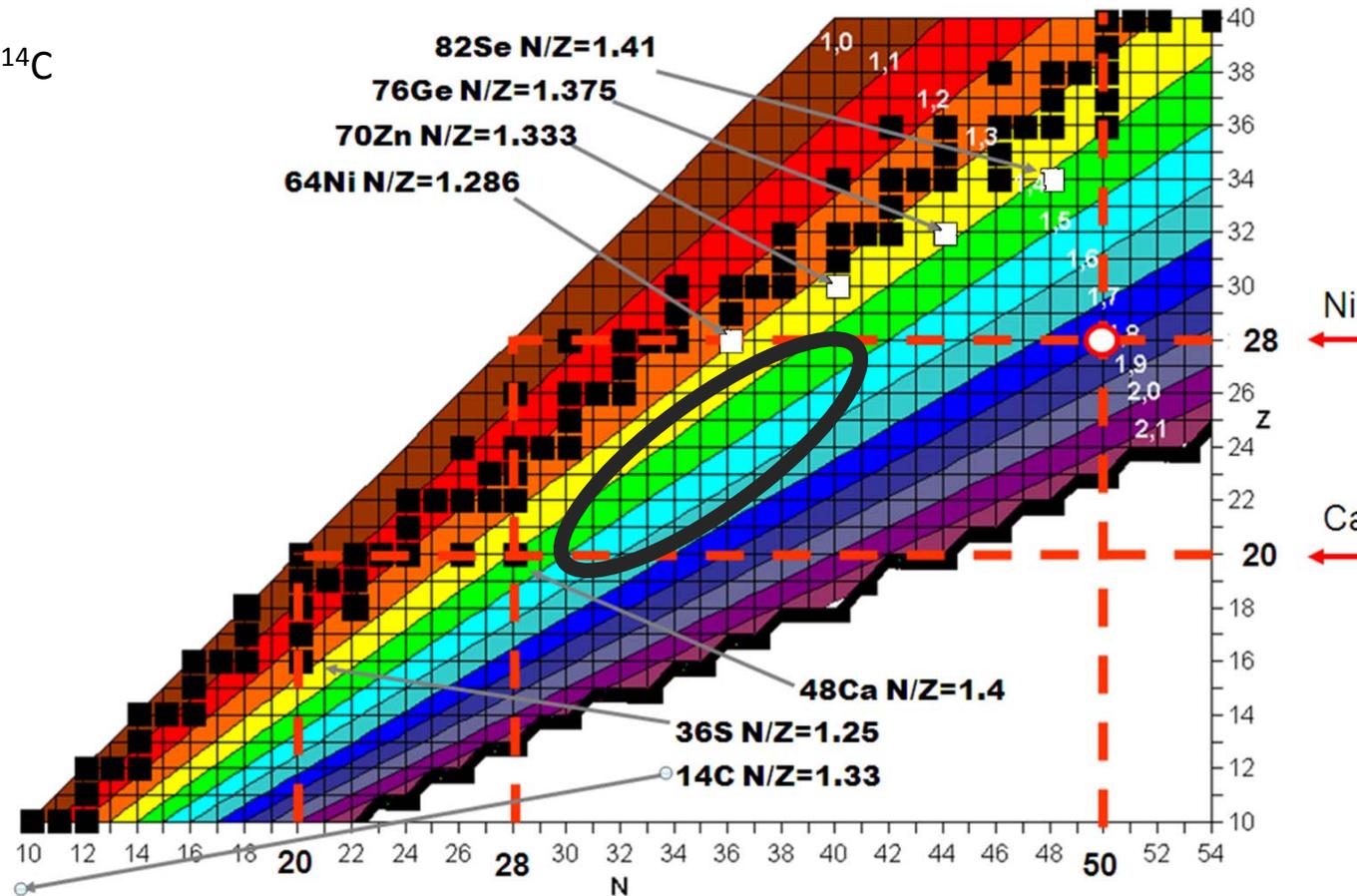


# Couples faisceau-cible

- Faisceaux stables du Tandem d'Orsay
  - Tendance à l'équilibre des rapports N/Z
- choix de noyaux riches en neutrons :

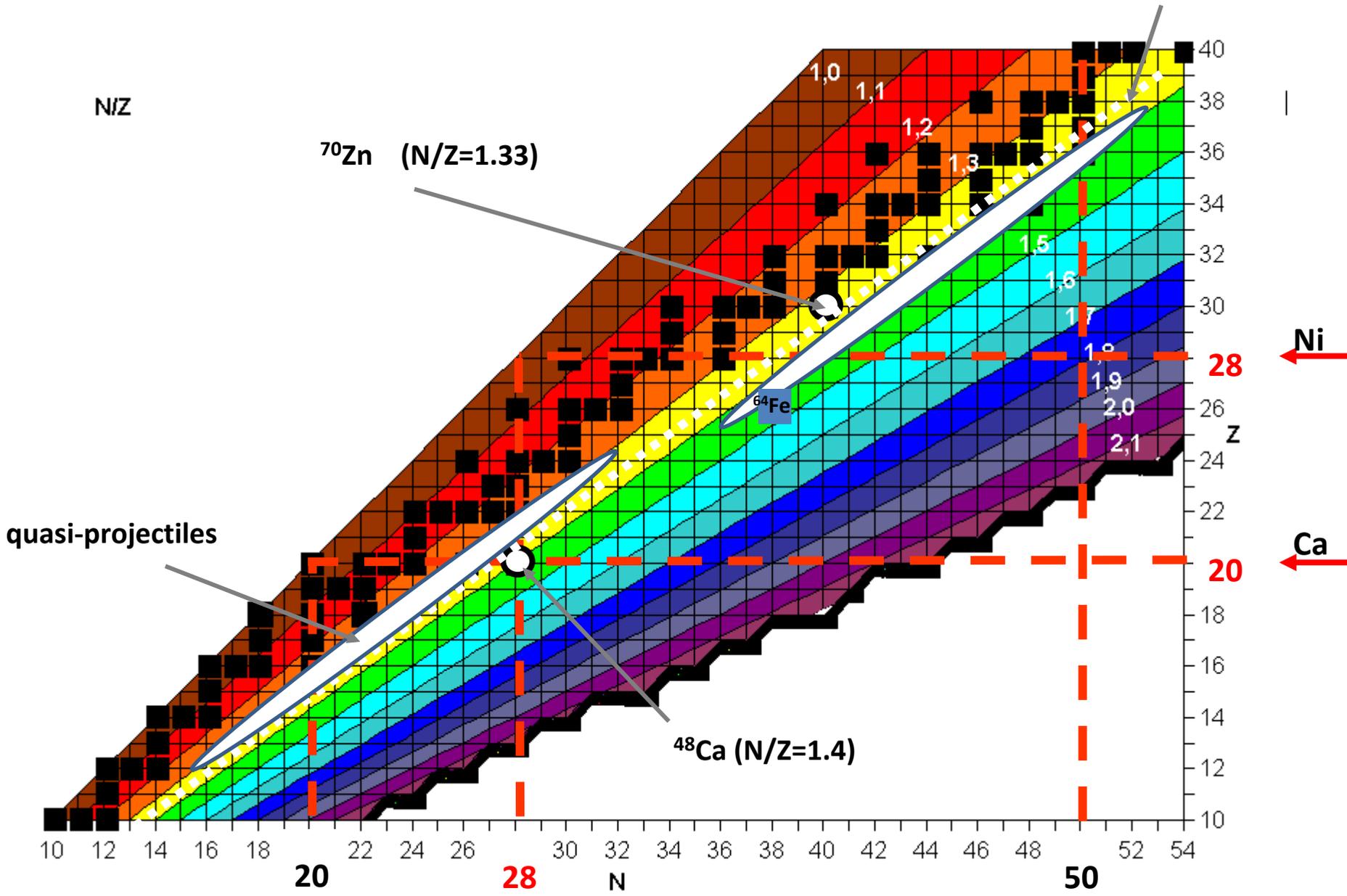
- cibles de  $^{64}\text{Ni}$  et  $^{70}\text{Zn}$

- faisceau de  $^{48}\text{Ca}$  et  $^{14}\text{C}$

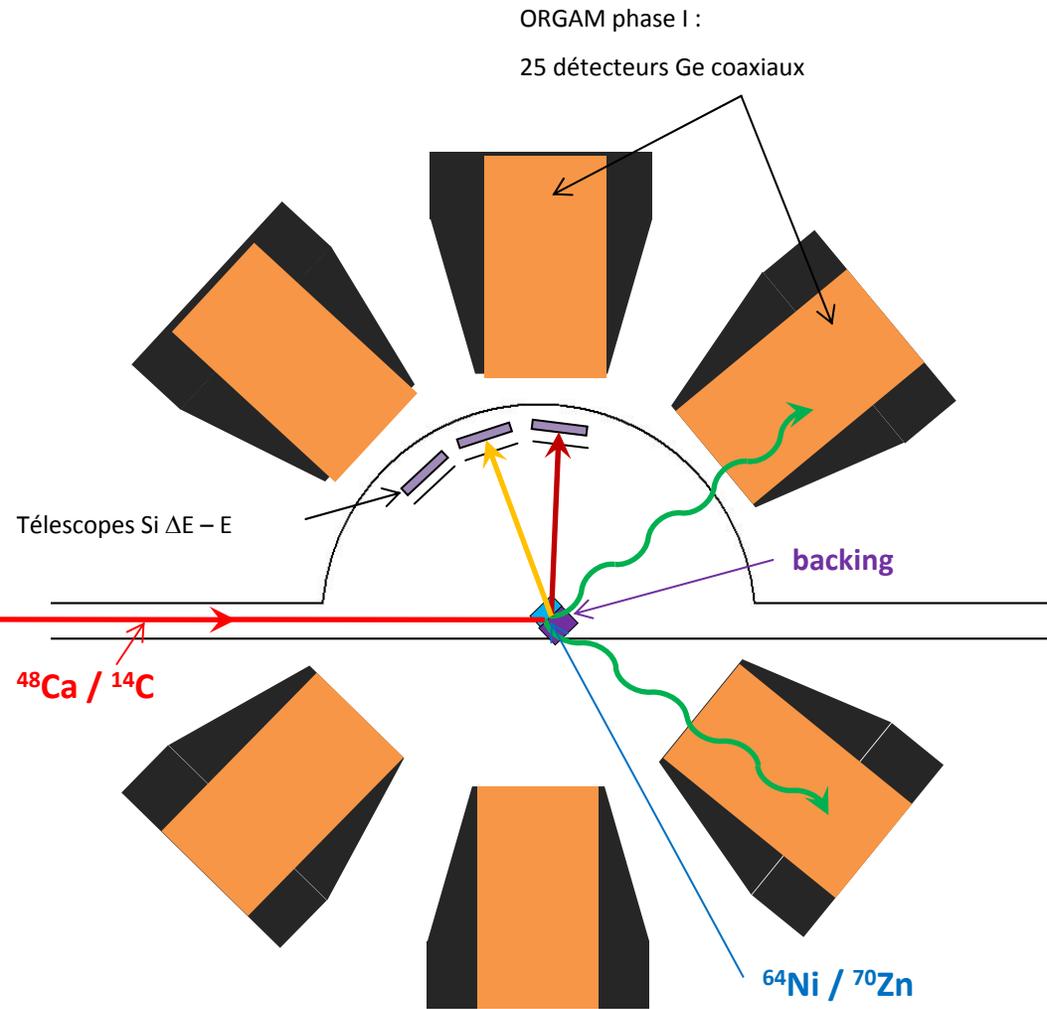


# $^{48}\text{Ca}$ sur $^{70}\text{Zn}$

Composite  $N/Z=1.36$



# Dispositif expérimental



**Faisceau** :  $^{48}\text{Ca}$  ou  $^{14}\text{C}$  fournis par le Tandem d'Orsay

**Cible** : épaisse de  $^{64}\text{Ni}$  et  $^{70}\text{Zn}$

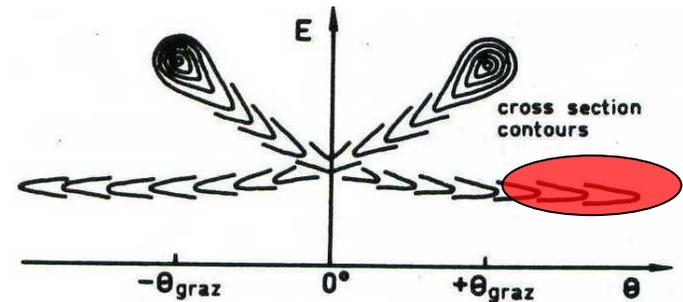
**Détection quasi-projectile** → **Télescopes Si** :

$\Delta E$  (10  $\mu\text{m}$ ) -  $E$  (300  $\mu\text{m}$ )

→ détermination de la charge  $Z$  du quasi-projectile

**Détection  $\gamma$**  → **ORGAM phase 1** :

20 Détecteurs Ge coaxiaux + enceintes anti-Compton

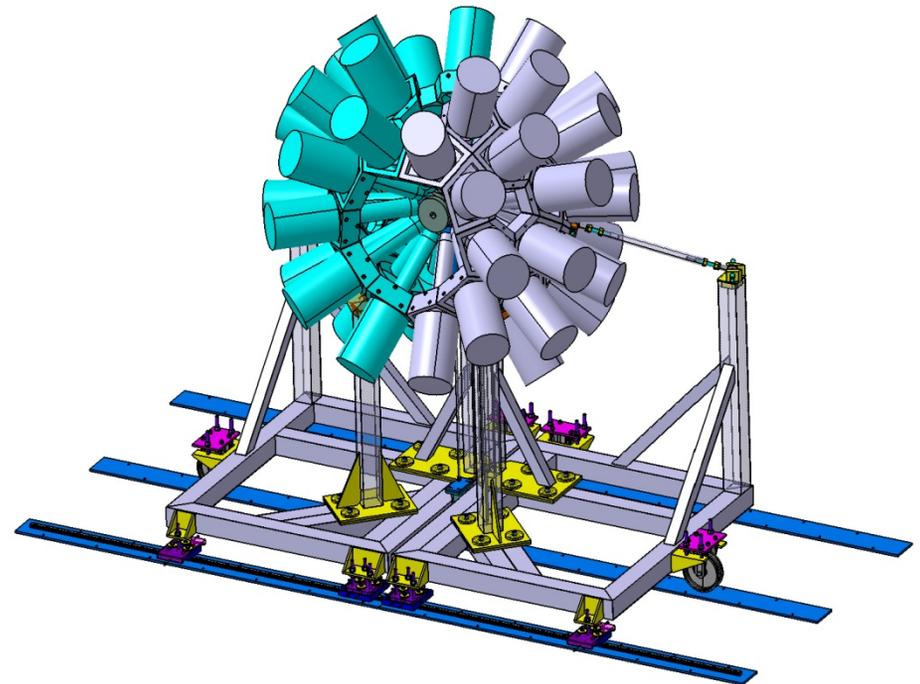
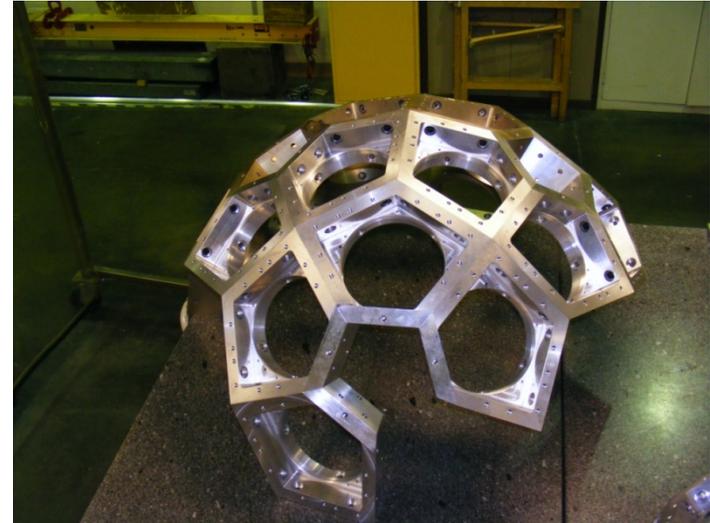


coïncidences particule-gamma + données spectroscopiques disponibles

→ **identification en masse** des noyaux produits

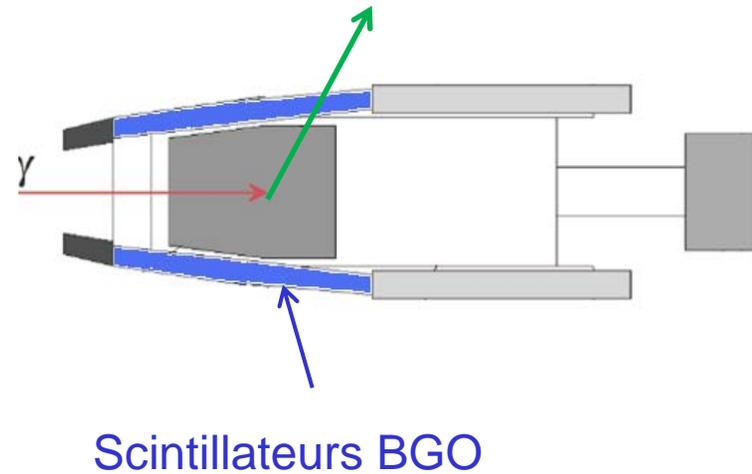
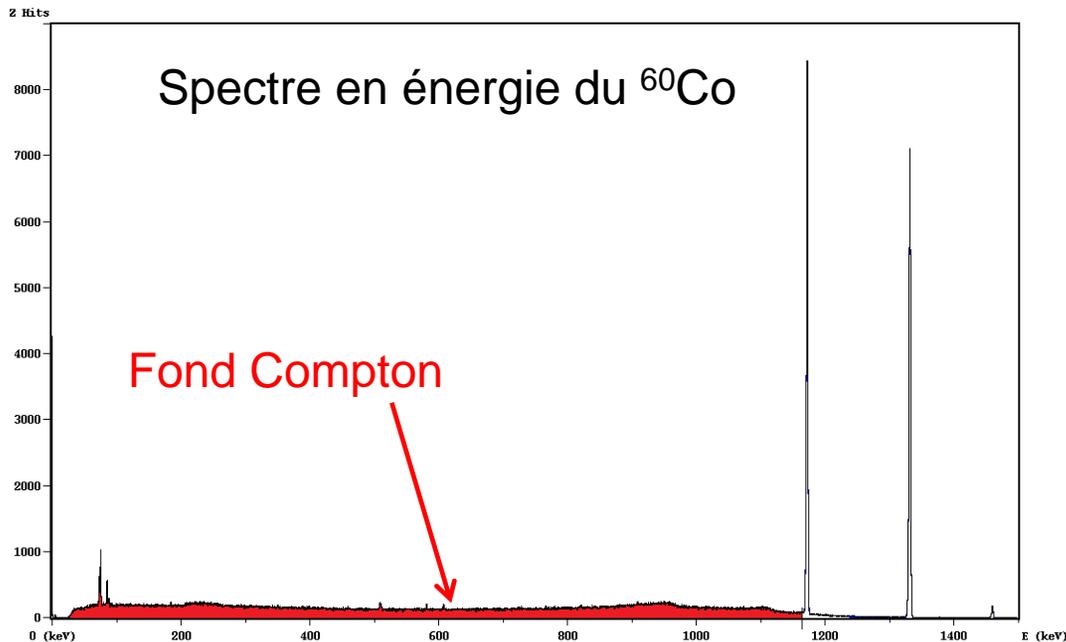
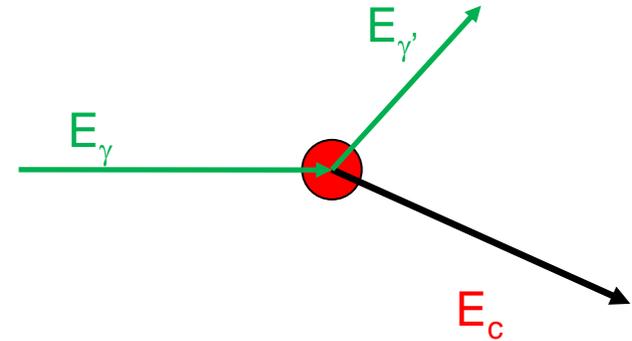
# Le multi-détecteur ORGAM

- 20 à 45 détecteurs Ge coaxiaux issus de EUROGAM phase I  
→ géométrie de EUROGAM phase I
- Suppression Compton avec scintillateurs BGO

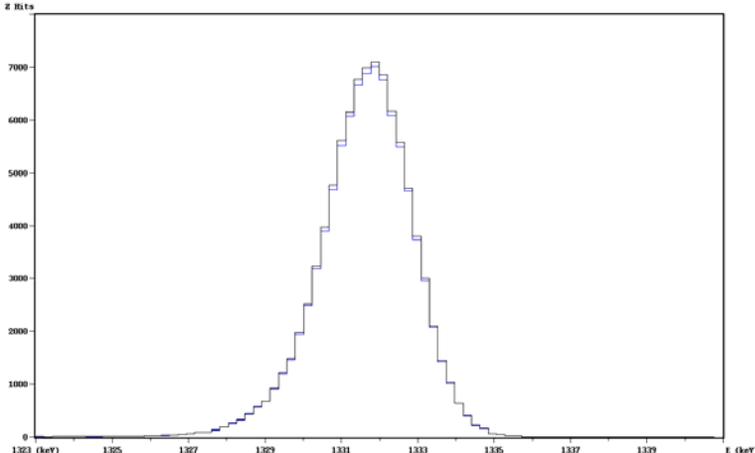
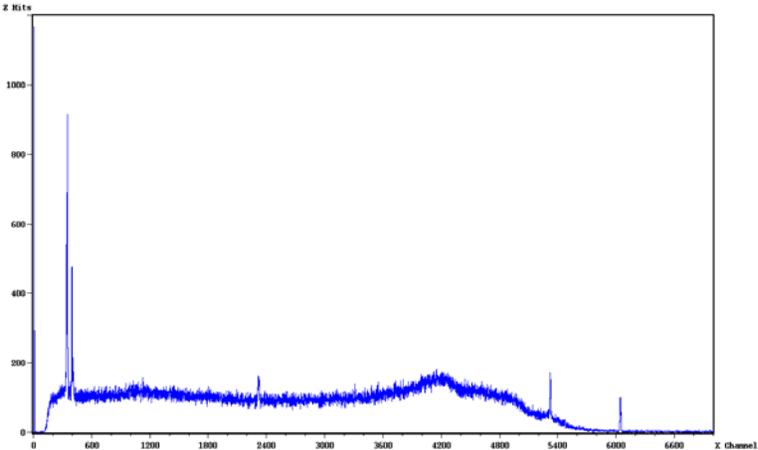
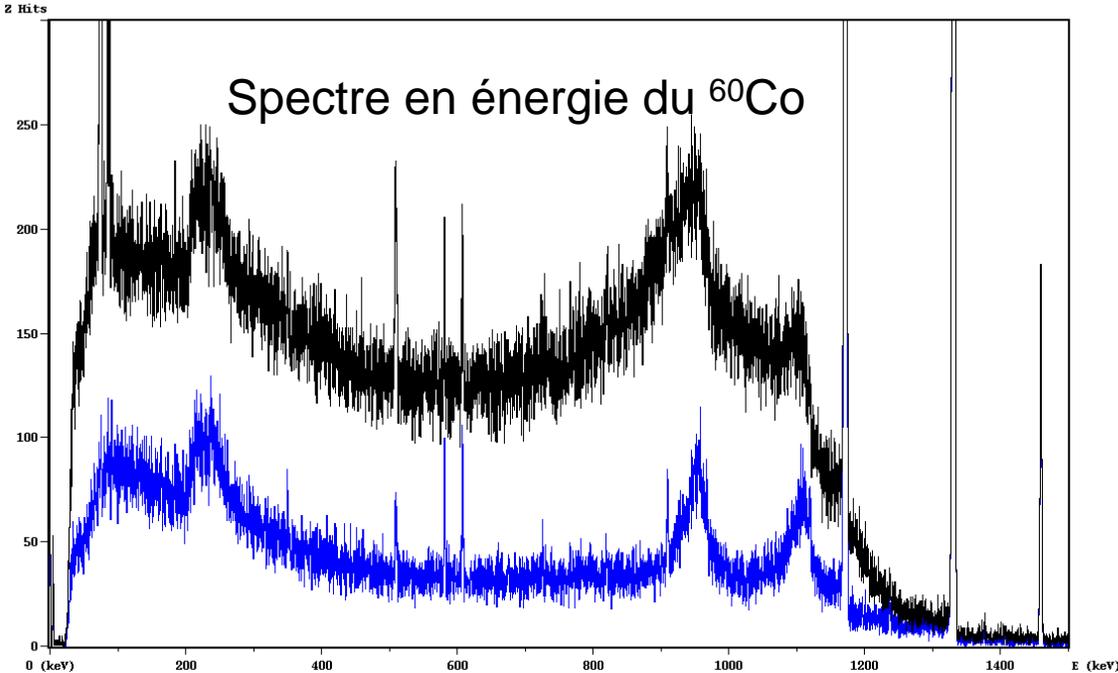


# Réjection Compton

- Interaction gamma-matière :
  - Effet photoélectrique
  - Effet Compton → diffusion d'un photon sur un électron et émission d'un photon secondaire d'énergie inférieure  $E_{\gamma'} = E_{\gamma} - E_c$  → continuum à basse énergie du à l'échappement du photon diffusé

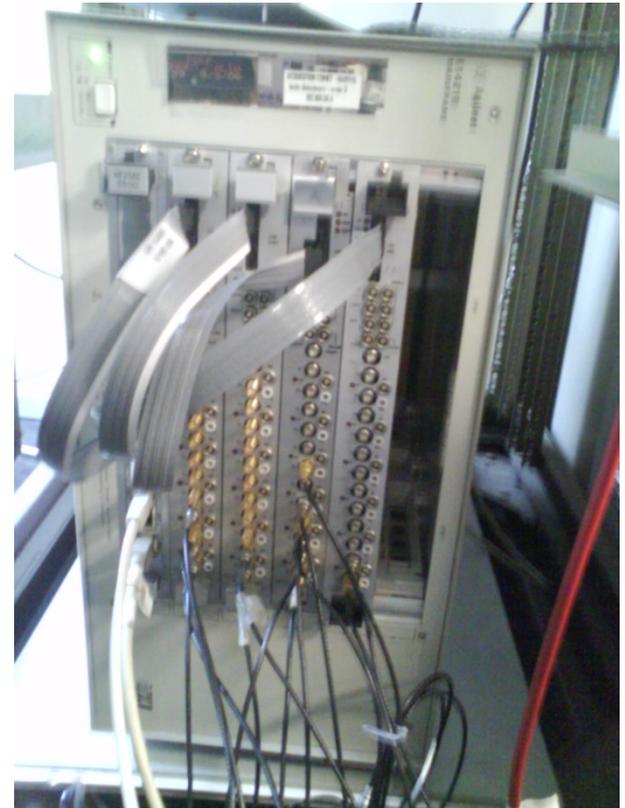


# Effets de la réjection Compton



# Acquisition des données

- Préamplification à l'intérieur des détecteurs Ge
- Amplificateurs analogiques
- Cartes COMET (Codage et Marquage en Temps)
  - acquisition triggerless (enregistrement de tous les événements détectés)
    - Codage de l'énergie sur 15 bits (32768 canaux)
    - Codage du temps absolu sur 47 bits, résolution de 400 ps
    - Marquage des événements
- Spectres de contrôle en ligne
- Analyse des données hors ligne

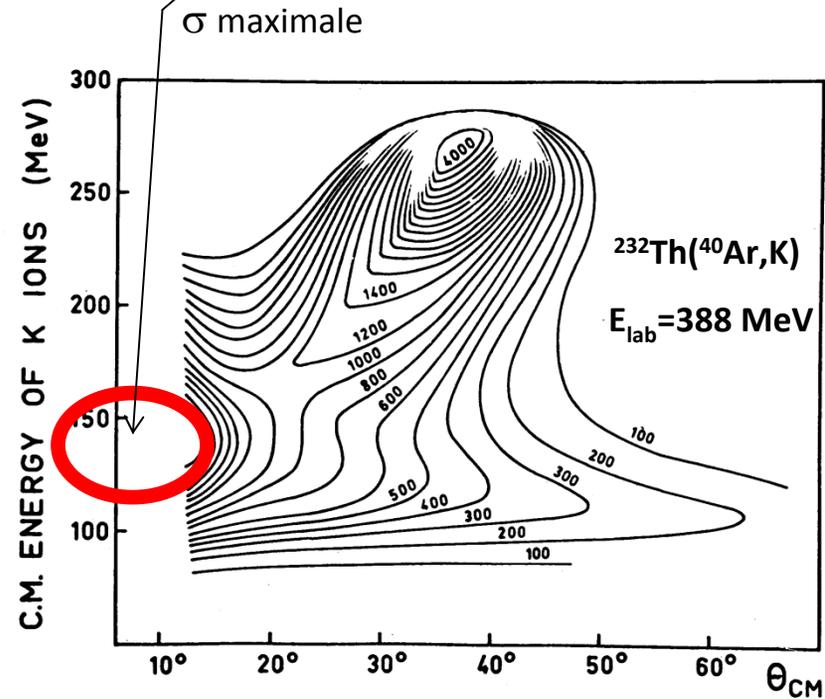
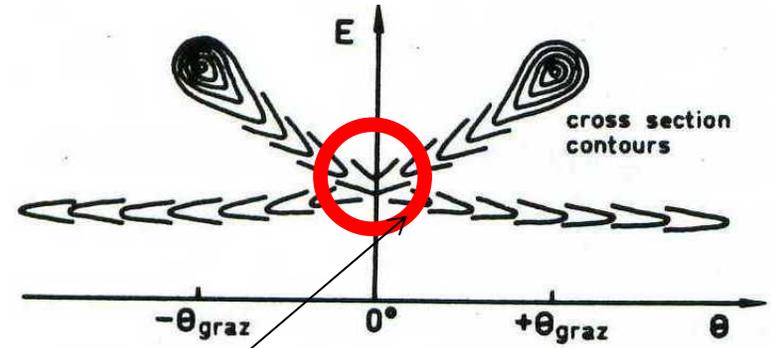
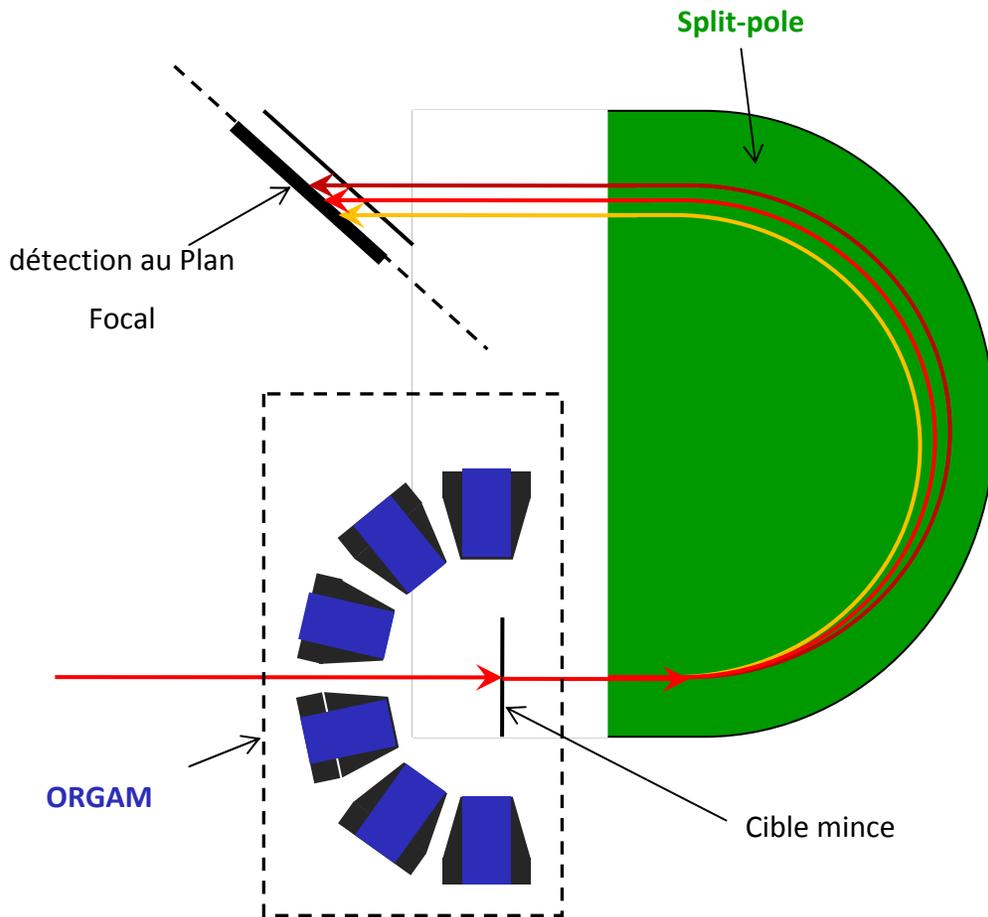


# Préparation de l'expérience

- Juillet à fin Octobre 2008 -> test des détecteurs (résolution, rapport pic/Compton,...)
- Actuellement -> test des anti-Compton
- Ensuite -> montage des détecteurs et mise en place de l'acquisition
- Programmation de l'expérience début Avril

# Perspectives

- ORGAM en ligne sur le spectromètre Split-pole à  $0^\circ$ 
  - identification en Z et en masse ( $B\rho$  + temps de vol)
  - plus grande section efficace



**Merci de votre attention !**