

NACRE

WP1 : Mesures et évaluations de sections efficaces d'intérêt pour les combustibles actuels et futurs

Action 1.2 : Mesure de la section efficace $^{16}\text{O}(n,\alpha)^{13}\text{C}$

Le Projet SCALP

LPC Caen

EAMEA

CEA Cadarache

GANIL

A. Chevalier, F.-R. Lecolley, J.-L. Lecouey, G. Lehaut, N. Marie

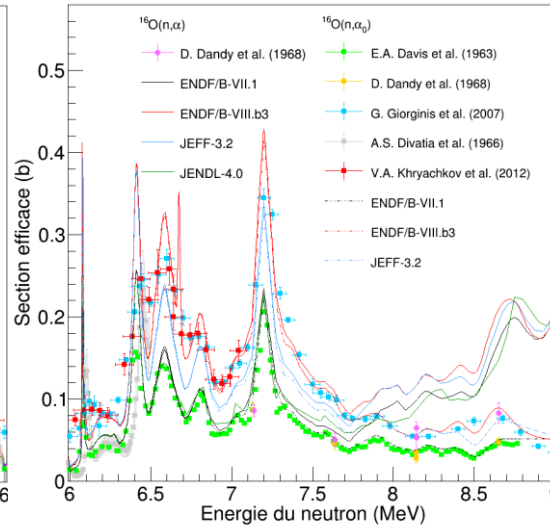
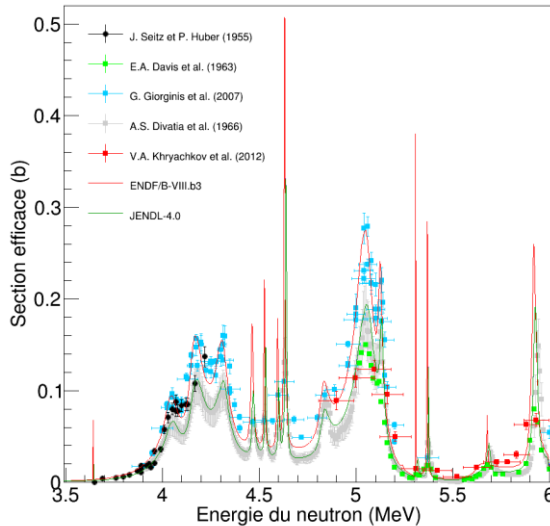
L. Manduci

O. Bouland, O. Serot

X. Ledoux

NEEDS, réunion NACRE2023+, 1-2 juin 2022

Réactions (n,α) d'intérêt pour les réacteurs nucléaires



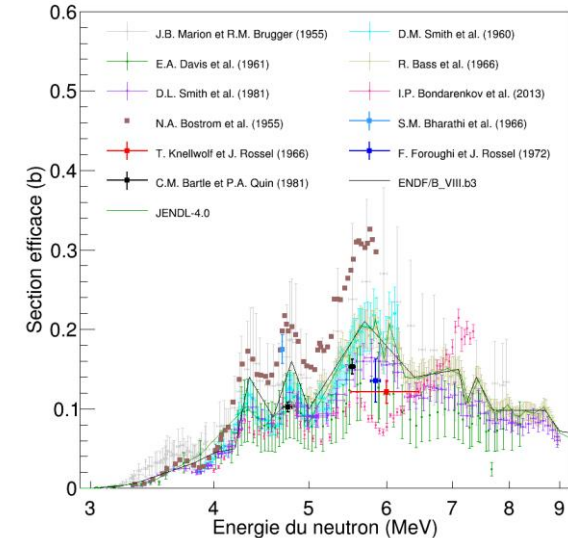
$^{16}\text{O}(n,\alpha)^{13}\text{C}$:

- responsable de 25% de la production d'hélium dans les crayons
- mal connue : désaccords entre mesures, entre évaluations

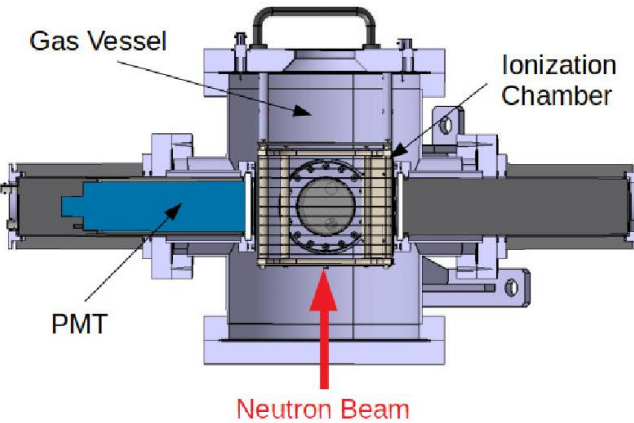
$^{19}\text{F}(n,\alpha)^{16}\text{N}$:

- mal connue
- rôle dans les MSR ?

- ⇒ HPRL, WPEC26 (2005), WPEC40 (2015), analyse de sensibilité
- ⇒ Incertitudes: 7% sur la production d'He, 100 pcm sur keff
- ⇒ **Nouvelles mesures nécessaires :**
 - $\Delta\sigma/\sigma \sim 5\%$ sur toute la gamme (2.36 MeV -> 20 MeV)
 - sur différentes installations (différentes erreurs systématiques)

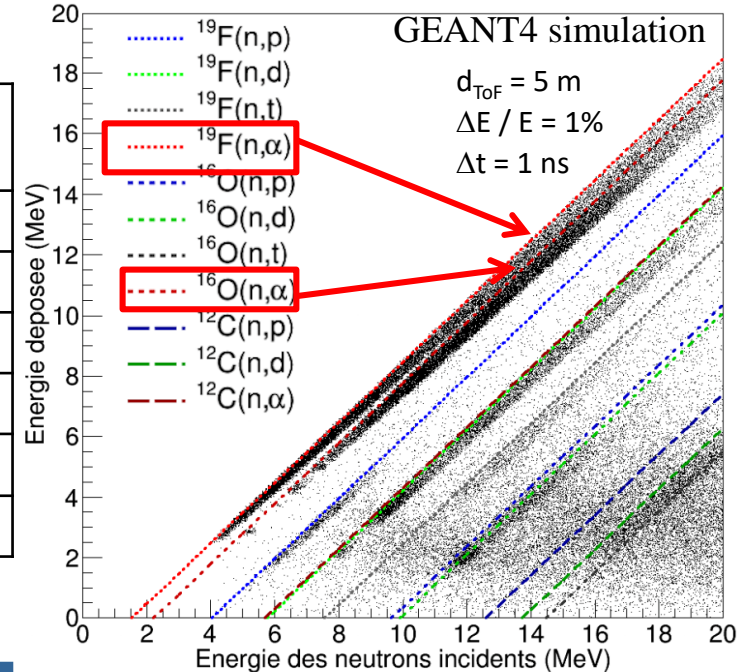


chambre d'ionisation (123x123x125 mm³, 0 to 2 bar) remplie de CF₄ ou d'un mélange CF₄ + CO₂(3%) servant de cible active + 4 PM



$$E_{dep} = T_n - Q$$

	Q (MeV)	E _{thresh} (MeV)
¹⁹ F(n,α) ¹⁶ N	-1,52	1,61
¹⁶ O(n,α) ¹³ C	-2,22	2,36
¹⁹ F(n,p) ¹⁹ O	-4,04	4,25
¹⁹ F(n,d) ¹⁸ O	-5,76	6,08
¹² C(n,α) ⁹ Be	-5,70	6,18
¹⁹ F(n,t) ¹⁷ O	-7,56	7,96

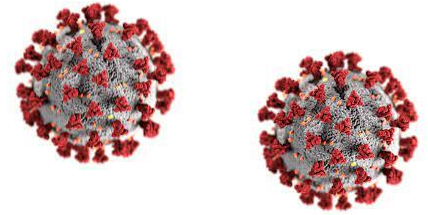


Performances (source α)

Résolution (1σ)	CF ₄ pur	CF ₄ + CO ₂ (3%)
E déposée Chlo (keV)	150	220
Temps de vol (CRT PM) (ps)	250	700

G. Lehaut et al., ANIMMA 2019

Programme expérimental initial...



... et final :

One setup, different ToF facilities

- at the nELBE facility (Dresden, Germany)

$^{19}\text{F}(n,\alpha)^{16}\text{N}$ – pure CF_4

accepted, scheduled March 2020 , then November 2020, then canceled

⇒ new proposal mid april'22, FRL's talk tomorrow in Dresden

- at the GELINA facility (Geel, Belgium)

Test with $^{19}\text{F}(n,\alpha)^{16}\text{N}$ – pure CF_4 – waiting for scheduling

- at the NFS facility (Caen, France)

$^{19}\text{F}(n,\alpha)^{16}\text{N}$ – pure CF_4

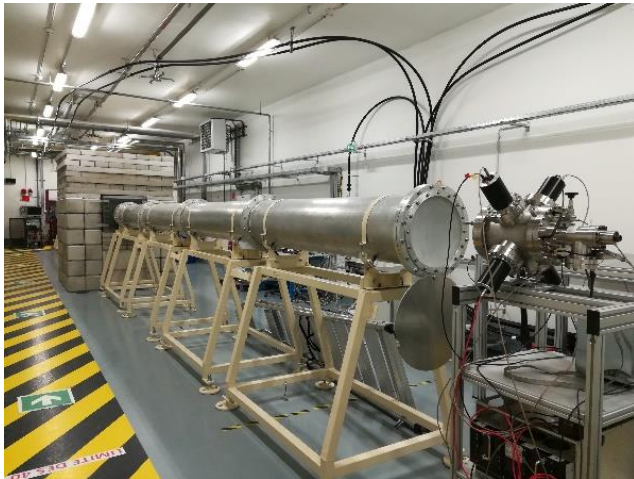
done, october'21

$^{16}\text{O}(n,\alpha)^{13}\text{C}$ – CF_4 + CO_2 (3%)

done, november'21

SCALP at NFS (oct 21)

Accepted proposal : 12 UT, 30 μA , thick Be converter, HF = 88.0525 MHz chopped 1/120



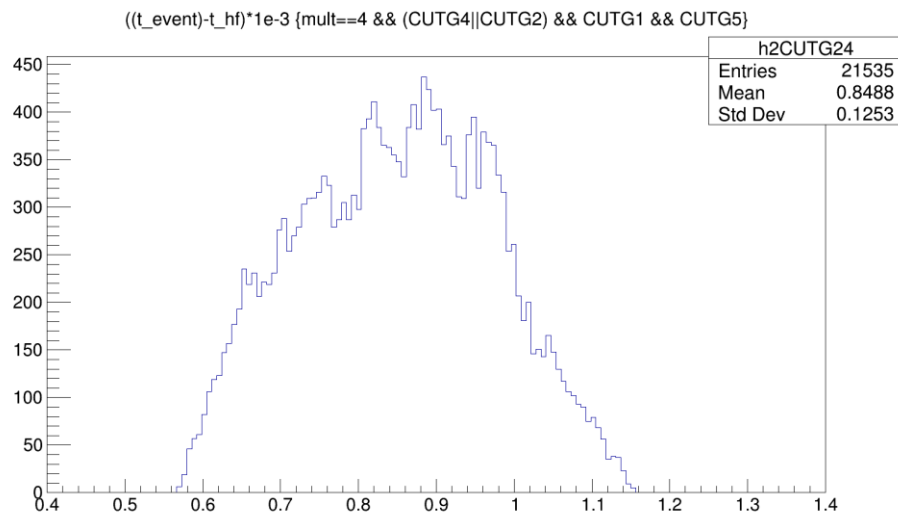
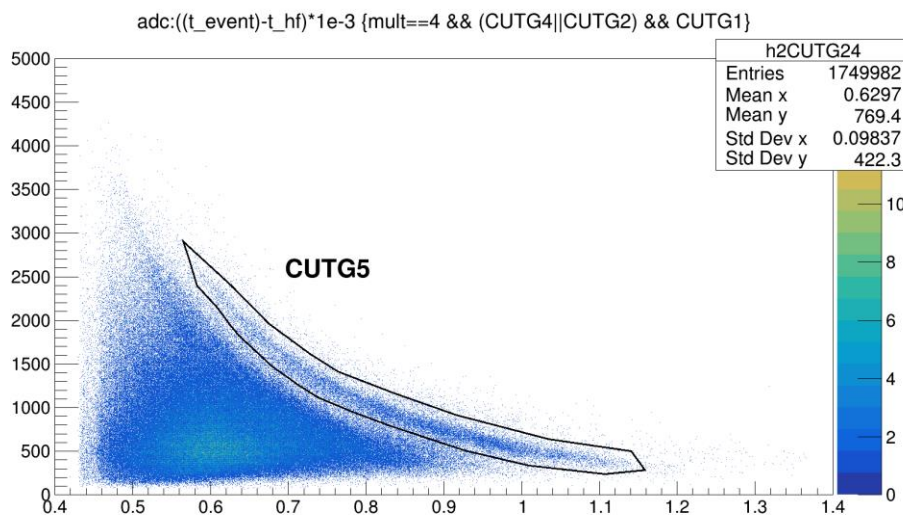
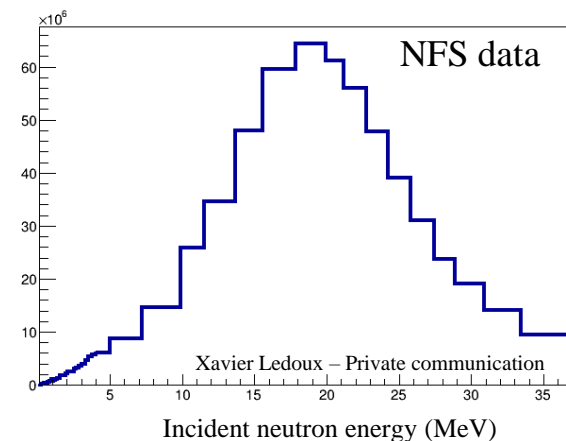
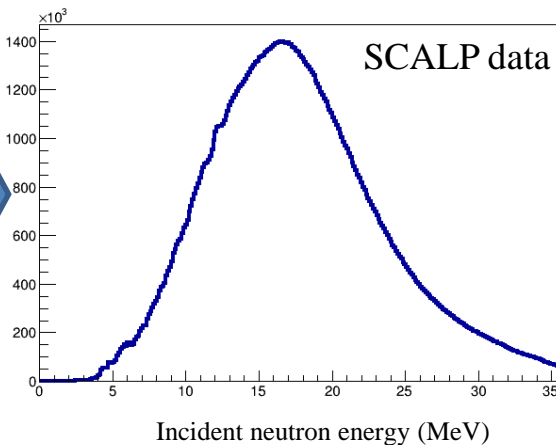
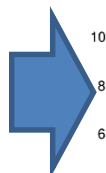
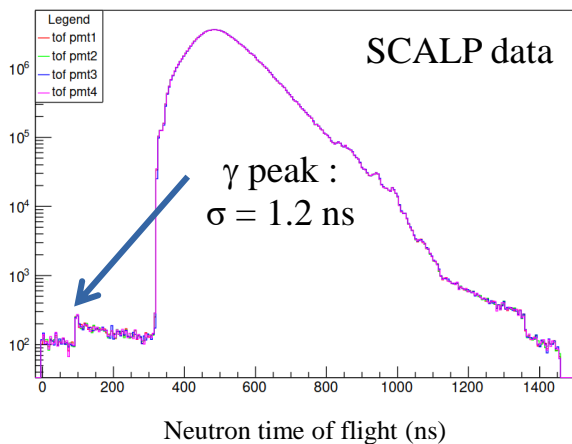
	Experiment E800 (parasite A. Prokofiev's)			Experiment E811		
gas	CF ₄	CF ₄	CF ₄	CF ₄ - CO ₂	CF ₄ -CO ₂	CF ₄ -CO ₂
<I> (μA)	33	33	7.5	7.5	0.15 \rightarrow 5.0	7.5
d (m)	~ 7	28.413	28.413	28.77	28.77	28.77
T (UT)	0.18	1.31	13.5	10.5	1.5	2

Empilement en Chlo

Arrêt rotation cible

Changement gaz

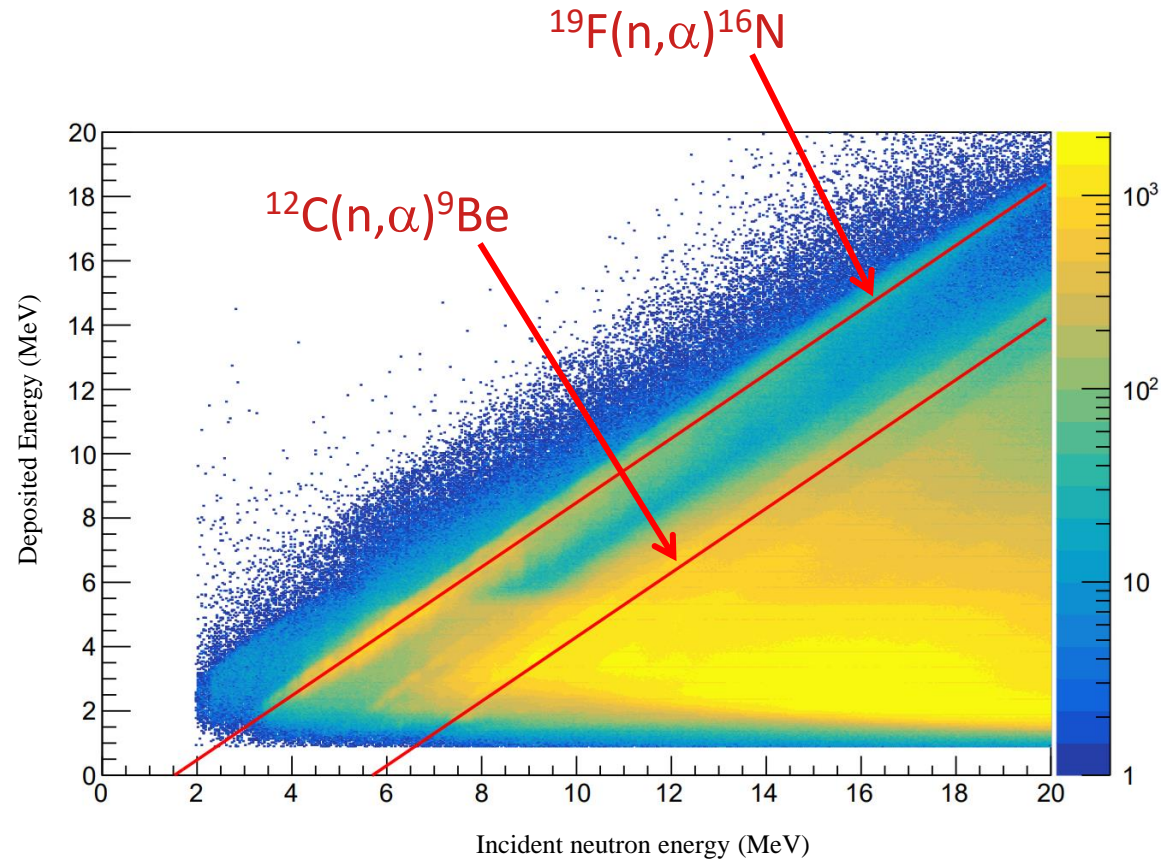
Quelques résultats préliminaires



Identification dans la matrice (Edep, Tn)

$$E_{dep} = T_n - Q$$

	Q (MeV)	E _{threshold} (MeV)
¹⁹ F(n,α) ¹⁶ N	-1,52	1,61
¹⁶ O(n,α) ¹³ C	-2,22	2,36
¹⁹ F(n,p) ¹⁹ O	-4,04	4,25
¹⁹ F(n,d) ¹⁸ O	-5,76	6,08
¹² C(n,α) ⁹ Be	-5,70	6,18
¹⁹ F(n,t) ¹⁷ O	-7,56	7,96



Thèse d'A. Chevalier, analyse en cours...



Problèmes rencontrés à NFS

❑ Problèmes côté faisceau

- Perte de la cible rotative, intensité limitée à 7,5 μA ...
- Moniteur(s) neutron
 - Micromegas (réponse et taux de comptage « non compris »)
 - Scintillateur liquide (mesure dans le faisceau, empilement...)
 - Chambre à fission ?

❑ Problèmes côté détecteur

- Empilement (mesure à 30 m au lieu de 7 m)
- Réponses temporelles Chlo vs PM, influence du CO_2

❑ Réponses aux problèmes

- Modification sur SCALP (HT + 10kV, champ de dérive)
- Côté NFS : Télescope à protons de recul MoNHaP (GANIL & LPC Caen)



En conclusion

Objectifs initiaux vs ce qui a été réalisé :

- « a été réalisé » :
 - R&D et conception dispositif de mesure (ChIO + PMs + FASTER DAQ)
 - Qualification sur source en laboratoire
 - Premières mesures à NFS
 - « non réalisé »
 - Mesures à nELBE et GELINA
- ⇒ Modification de SCALP
- ⇒ Nouvelle demande à nELBE (en cours)
- ⇒ Nouvelle manip nécessaire à NFS avec meilleur moniteur faisceau pour atteindre les incertitudes cibles

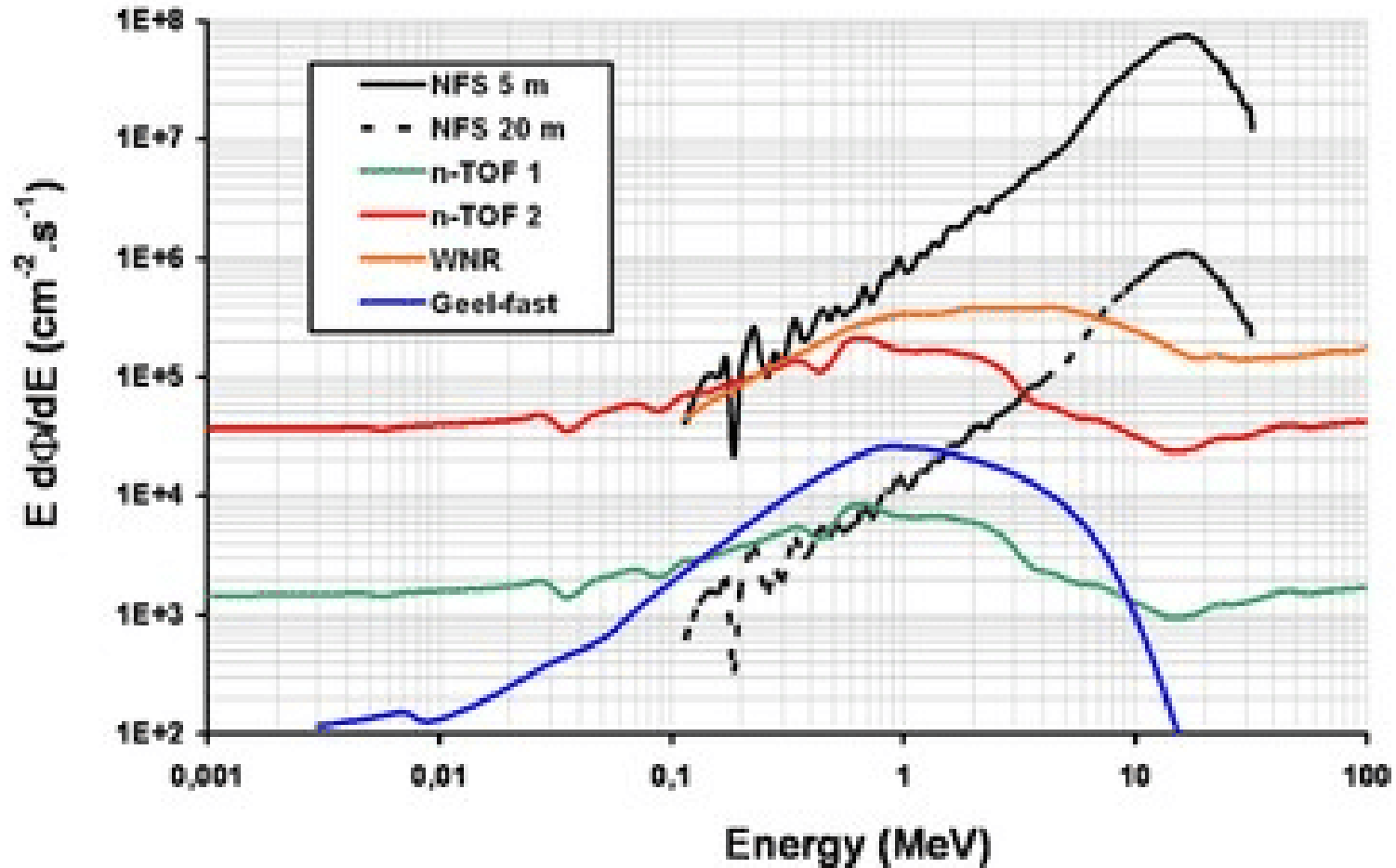


Proposition pour la suite de NACRE

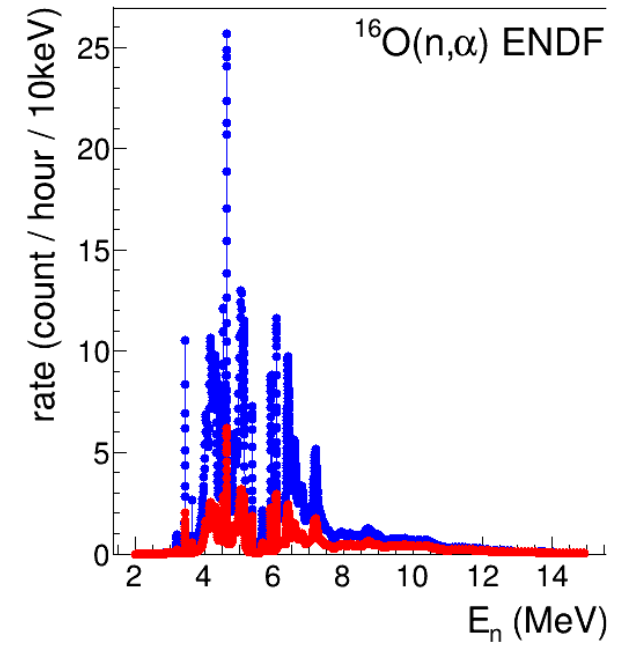
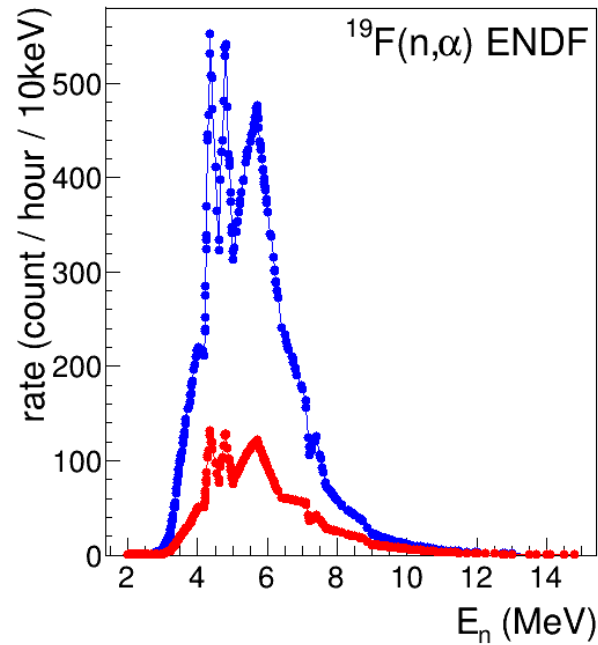
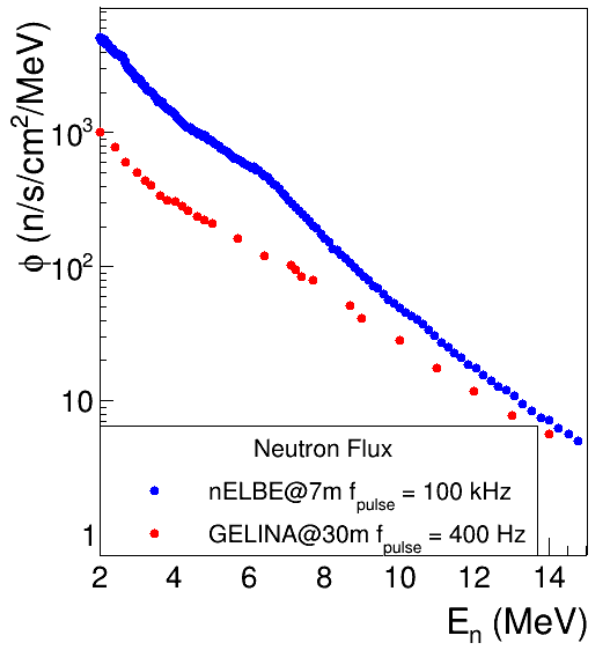
- Finalisation de l'action initiale avec pour objectif la prise en compte des aspects liés à la modélisation théorique (collaboration avec le LePH CEA, O. Bouland) avec prise en compte des mesures (n,alpha) non seulement sur l'oxygène 16 mais aussi sur le fluor 19.
- Poursuite donc avec un élargissement du périmètre d'action :
 - Collaboration CNRS/CEA
 - WP1 a priori (selon la structure envisagée pour la poursuite de NACRE)
 - Expérimental (il faut retourner sur NFS et enfin faire les mesures à nELBE et GELINA), théorique (LePH CEA)
 - 3 ans

Titre provisoire : Mesures des fonctions d'excitation (n,alpha) de l'oxygène-16 et du fluor-19 avec modélisation multivoie en support au nucléaire de 4ème génération

NFS vs GELINA



nELBE vs GELINA



G. Lehaut, private communication