



ONLINE MEASUREMENT OF PARAMETERS RELEVANT FOR ADS MONITORING:
EXPERIMENTAL TECHNIQUE VALIDATION IN MASURCA

A.Billebaud, J.Voltaire, R.Brissot, D.Heuer, C.Le Brun, E.Liatard, J.-M.Loiseaux,
O.Méplan, E.Merle-Lucotte, F.Perdu.

Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie
CNRS-IN2P3/UJF/INPG, 53 av. des Martyrs, F-38026 Grenoble, France.

C.Destouches, P.Chaussonnet, J.-M.Laurens

Programmes Pluridisciplinaires

1. MUSE-4 Program OBJECTIVES.

ADS kinetic parameter monitoring
i.e. prompt kinetics + delayed neutron fraction

- k_p measurement
- ρ/β_{eff} measurement

k_{eff}
 β_{eff}

○ Réacteurs

2. THE SOURCE MODULATION METHOD

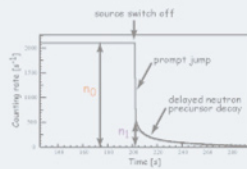
- Injection of a high intensity source in the reactor during a time long enough to make neutron and precursor populations reach an equilibrium :

$$\left(\frac{\rho - \beta_{eff}}{\Lambda}\right) n_0 + \sum_i \lambda_i C_{i0} = 0$$

with C_{i0} at equilibrium = $\frac{\beta_i n_0}{\lambda_i \Lambda}$

- Sudden switch off of the source :

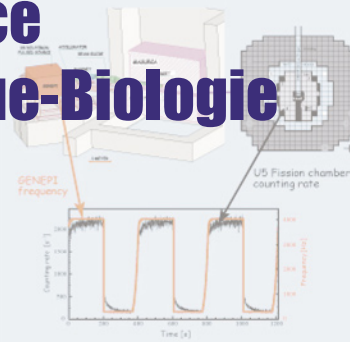
$$\left(\frac{\rho - \beta_{eff}}{\Lambda}\right) n_1 + \sum_i \lambda_i C_{i0} = 0$$



$$\frac{\rho}{\beta_{eff}} = 1 - \frac{n_0}{n_1}$$

3. THE EXPERIMENTAL MODULATION

Source intensity modulation
= GENEPI frequency modulation



Cycle: 400s 4 kHz down to 300 Hz

○ Interface Physique-Biologie

4. RESULTS

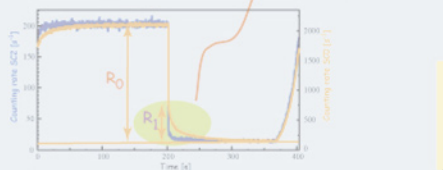
Experimental quantities R_0 and R_1

n_0 and n_1 by subtraction of:

- inherent source
- stable low intensity rate

For 2 configurations:

- SC0: $k_{eff} \sim 0.995$
- SC2: $k_{eff} \sim 0.97$



Together with PNS measurements providing k_p [1]
it leads to k_{eff} and β_{eff}

Configuration	β_{eff} (pcm)	k_{eff}	k_{eff} (SM) CEA
SC0	330 ± 30	0.9921 ± 0.0013	0.9937 ± 0.0005
SC2	300 ± 30	0.9703 ± 0.0023	0.9716 ± 0.0030

Good agreement with CEA β_{eff} measurement [2] 334±6 pcm

[1] A.Billebaud, J.Voltaire, R.Brissot, D.Heuer, C.Le Brun, E.Liatard, J.-M.Loiseaux, O.Méplan, E.Merle-Lucotte, F.Perdu, C.Destouches, P.Chaussonnet, J.-M.Laurens, Global 2003 Conference Proceedings, ANS-2003, .
[2] F.Mellier et al. Global 2003 Conference Proceedings, ANS-2003, .

5. CONCLUSIONS

- No mechanical insertion of an additional source
- Method well adapted to ADS
- Method free of correction factors

Recherche sur l'électronucléaire

La demande énergétique mondiale augmente inéluctablement et sera vraisemblablement en 2050 au moins deux fois plus forte qu'aujourd'hui. La poursuite de la production d'énergie dans les conditions actuelles pose deux problèmes majeurs : à long terme, le risque de pénurie et, dans l'immédiat, le réchauffement climatique. Ainsi, pour continuer à produire de l'énergie, tout en intégrant cette contrainte environnementale, la part de production utilisant les énergies fossiles doit être réduite de façon drastique pour le siècle à venir et il est nécessaire de recourir à des modes de production ne contribuant pas à l'effet de serre, comme les énergies renouvelables et le nucléaire. Si les énergies renouvelables doivent être développées et utilisées là où cela est possible, il semble que la seule énergie économiquement compétitive et utilisable à grande échelle, soit l'énergie produite par la fission nucléaire. Les réacteurs nucléaires peuvent être utilisés comme actuellement, pour produire de l'énergie électrique ; mais ils peuvent aussi permettre la production d'hydrogène comme combustible de substitution aux carburants fossiles dans les transports. Les travaux sur l'aval du cycle électronucléaire constituent un des grands axes de recherche de l'IN2P3 au sein du programme interdisciplinaire PACE et sont menés en collaboration avec le CEA, EDF, et Framatome. Ils s'insèrent dans les trois directions de recherche définies par la loi du 30 décembre 1991 :

- la recherche de solutions permettant la séparation et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue présents dans ces déchets ;
- l'étude des possibilités de stockage réversible ou irréversible dans les formations géologiques profondes, notamment grâce à la réalisation de laboratoires souterrains ;
- l'étude de procédés de conditionnement et d'entreposage de longue durée en surface de ces déchets.

Le groupe de Grenoble est engagé dans le premier axe de recherche, plus particulièrement dans :

- l'acquisition des données nucléaires nécessaires aux études de transmutation et à la définition des nouvelles filières ;
- l'apprentissage de la maîtrise des systèmes sous-critiques (expériences MUSE à Cadarache) ;
- le développement de compétences en physique des réacteurs, notamment l'évaluation par simulation numérique de différentes filières, dont celles basées sur l'utilisation du Thorium.

Applications médicales

Les apports de la physique à la médecine, aussi bien pour l'aide au diagnostic que dans le développement de nouveaux traitements curatifs, ont connu depuis la fin du 19ème siècle avec la découverte de la structure de la matière et des processus subatomiques un essor considérable. Cette source transversale de progrès ne s'est pas tarie depuis. Ainsi, le LPSC de Grenoble, en parallèle à ses thèmes traditionnels de recherche fondamentale, a développé au cours des deux dernières années une nouvelle activité portant sur l'imagerie nucléaire.

On peut distinguer dans ce domaine, la tomographie mono-photonique (TEMP) ou à émission de positons (TEP), pour lesquelles les performances des instruments existants ont été sensiblement améliorées par l'utilisation de nouveaux cristaux scintillants (LSO, LUAP). L'équipe Interface Physique-Biologie étudie un nouveau concept de caméras, basé sur

l'utilisation de xénon liquide, qui permettrait de gagner simultanément sur la résolution des images acquises (~1,5 mm) et sur la vitesse de leur enregistrement. Ce groupe souhaiterait participer à moyen terme à la construction d'une micro caméra destinée à l'imagerie de petits animaux tels que la souris. L'utilisation de modèles animaux transgéniques, dont le comportement modifié se rapprocherait de celui de l'être humain pour certaines fonctions biologiques ou certaines pathologies, est actuellement en plein développement de part le monde. Des médicaments nouveaux, étudiés préalablement sur des populations de souris transgéniques, pourraient ainsi voir le jour. À plus long terme, l'équipe du LPSC aimerait construire une caméra TEP destinée à la recherche en neurosciences chez l'homme. Elle souhaiterait également participer à l'étude d'un instrument de monitoring destiné à la hadronthérapie et basé sur l'imagerie du ^{11}C .