Comment déclencher les cycles d'enregistrement dans l'échantillonnage sélectif?

par Jörg W. Müller

Bureau International des Poids et Mesures, F-92310 Sèvres

Une question qui est parfois posée par un visiteur averti concernant la méthode d'échantillonnage sélectif est de savoir pourquoi le démarrage d'un nouveau cycle d'enregistrement ne doit pas se faire avec la première impulsion bêta qui a franchi le temps mort cumulatif, mais qu'il faut plutôt attendre la deuxième ou même la troisième. Puisque l'utilisation de la première impulsion disponible semble correspondre à un choix "au hasard", on est sans doute étonné qu'il ne soit pas valable dans notre contexte. En tout cas, du point de vue expérimental le fait est incontestable: la répartition temporelle des impulsions dans le domaine qu'on a appelé "G" (voir NIM 189, 449) est loin d'être horizontale si l'on utilise la première impulsion bêta qui se présente. Pourquoi?

On peut admettre que le moment où le transfert dans l'analyseur multicanal des impulsions enregistrées pendant le cycle précédent se termine est un point dans le temps qui est choisi tout à fait au hasard par rapport aux impulsions. On attend alors l'impulsion suivante qui est prise comme point de départ pour un nouveau cycle. Est-elle choisie "au hasard"? La réponse est "oui" pour la partie du processus qui la suit, mais "non" pour celle qui la précède. Cela peut s'expliquer comme suit.

Considérons un processus dont les intervalles entre événements successifs sont décrits par une densité f(t). Nous nous intéressons à la probabilité qu'un point choisi arbitrairement sur l'axe du temps soit situé à l'intérieur d'un intervalle de durée t. Elle est donnée par le produit de la fréquence pour un tel intervalle et de la chance que notre point y "tombe". La densité correspondante est par conséquent

$$g(t) = \frac{f(t)\cdot t}{\int_0^\infty t\cdot f(t)\,dt} = \frac{f(t)\cdot t}{\bar{t}} ,$$

où $\bar{t}$, qui est la longueur moyenne d'un intervalle, sert à la normalisation. Notons le point essentiel, à savoir que g(t) est proportionnel à t.

Pour un processus de Poisson à taux de comptage ρ, dans lequel on a inséré un temps mort cumulatif de durée T, la densité des intervalles est décrit par l'expression (voir Rapport BIPM-112)

$$f(t) = \rho \sum_{j=1}^{J} A_j(t) ,$$

avec $$A_j(t) = \frac{[-\rho(t - jT)]^{j-1}}{(j-1)!} e^{-j\rho T} ,$$

où J est le plus grand nombre entier inférieur à t/T. L'intervalle moyen est donné par $t = e^{\rho T}/\rho$.

En termes plus explicites, on a donc pour les deux premiers domaines de temps:

$$f(t) = 0 \quad , \quad \text{pour} \quad 0 < t \leq T ,$$

$$f(t) = \rho\, e^{-\rho T} , \quad " \quad T < t \leq 2T.$$

Les expressions correspondantes pour $t > 2T$ sont un peu plus compliquées, mais nous n'en avons pas besoin ici.

Il en résulte pour la densité g(t):

$$g(t) = 0 \quad \text{pour} \quad 0 < t \leq T ,$$

$$g(t) = \rho^2 t\, e^{-2\rho T} , \quad " \quad T < t \leq 2T.$$

Puisqu'il s'agit de l'intervalle qui précède le moment d'origine (ou plutôt le point de repère, que l'on peut prendre comme origine du temps) pour l'échantillonnage, il s'ensuit que l'on a de préférence affaire à une zone dans laquelle la densité des impulsions est relativement faible. Pour la voie bêta, la fréquence des événements enregistrés est donc celle qui est indiquée sur la Fig. 1, où l'on a inversé la direction du temps, car en réalité notre densité g(t) décrit le comportement du processus avant l'origine du temps.

On s'attend donc à ce que la répartition dans le domaine de -2T à -T soit donnée par une ligne droite dont la prolongation passe par l'origine du temps. Pour la voie gamma on aura un comportement analogue, mais il faudra y ajouter le taux constant des impulsions qui n'ont pas de partenaire bêta et qui ne sont donc pas affectées par l'absence des événements bêta entre -T et 0.

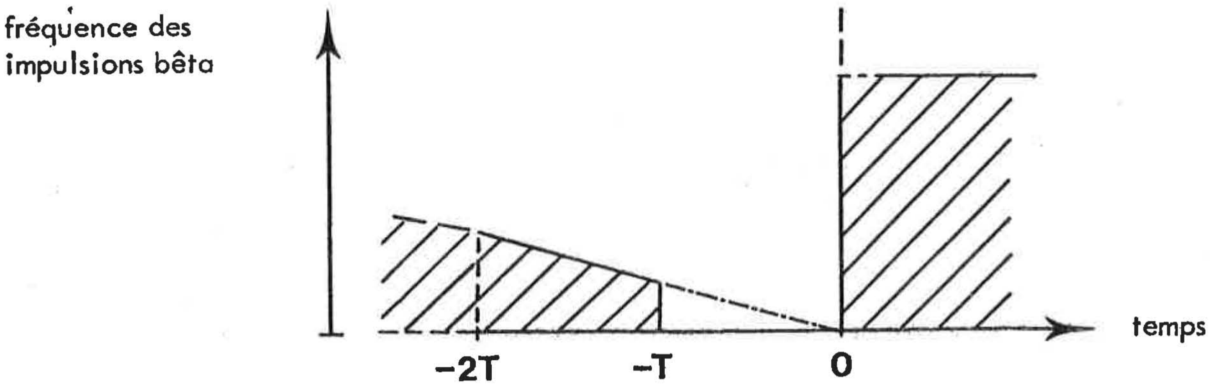

Figure 1 - Densité des impulsions sur la voie bêta si le cycle d'enregistrement est déclenché par la première impulsion.

Les enregistrements expérimentaux relevés par P. Bréonce confirment bien cette prévision et permettent donc d'affirmer que l'explication simple que nous venons de donner pour ce phénomène assez surprenant à première vue doit être correcte, au moins pour l'essentiel. En particulier, on retrouve bien la partie linéaire entre -2T et -T. Par contre, l'intersection de la ligne droite se situe normalement un peu plus loin que prévu. Cet écart semble augmenter avec le taux de comptage. Il s'expliquerait si l'on ne prenait pas toujours la première impulsion, mais parfois la deuxième (à intervalle normal). Comme le convertisseur n'est pas prévu pour ce mode d'utilisation, cette éventualité ne peut être écartée.

Il est facile de voir que l'effet de déformation illustré dans la Fig. 1 peut être évité si l'on choisit comme point de départ d'un cycle la deuxième impulsion, au lieu de la première. L'influence du premier intervalle anormalement long est alors déplacée à gauche d'au moins T (distance minimale entre impulsions) et elle y apparaît sous forme très affaiblie. Puisque la longueur d'intervalles successifs n'est pas corrélée, le domaine normalement exploité (entre -2T et -T) dans la méthode de l'échantillonnage sélectif reste alors horizontal et permet de déduire pour G une valeur qui est correcte.

Si l'on juge trop importante la perte de temps qui résulte de l'attente de la deuxième impulsion bêta, on peut aussi utiliser la première (au moins en l'absence d'un état isomère), mais G sera alors tiré de la partie du spectre qui correspond à un temps positif, c'est-à-dire des impulsions gamma arrivant après l'impulsion bêta qui a initié le cycle d'enregistrement.

Je tiens à remercier E. Funck (de la PTB) qui, lors de sa récente visite au BIPM, a provoqué par ses questions pertinentes cette petite mise au point d'un problème qui, s'il n'était pas éclairci, pourrait inquiéter tout utilisateur de la méthode.

(Décembre 1981)