Le " pile-up " des impulsions et son influence sur les spectres d'énergie

P. Moatti

▶ **To cite this version:**

P. Moatti. Le " pile-up " des impulsions et son influence sur les spectres d'énergie. J. Phys. Phys. Appl., 1961, 22 (S2), pp.71-72. 10.1051/jphysap:0196100220207101 . jpa-00212819

HAL Id: jpa-00212819
https://hal.science/jpa-00212819

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE « PILE-UP » DES IMPULSIONS ET SON INFLUENCE SUR LES SPECTRES D'ÉNERGIE

Par P. Moatti,

I. **Position du problème.** — Lorsqu'on trace un spectre d'énergie, au moyen d'un détecteur proportionnel et d'un sélecteur d'amplitude, on compte en même temps les impulsions « empilées ». Il en résulte une déformation de la distribution naturelle en amplitude

a) si deux impulsions surviennent pendant le temps de résolution θ du système, on n'en compte qu'une seule, de hauteur supérieure ou égale à la plus grande.

b) si deux impulsions sont séparées par un intervalle de temps supérieur à θ, la seconde, comptée indépendamment, s'empile sur la « queue » de la première, et son amplitude est donc faussée.

Je me propose de corriger le spectre de distribution en hauteur pratiquement observé, en calculant les deux effets précédents. Je négligerai les coïncidences d'ordre supérieur à 2, leur nombre étant beaucoup plus petit que celui des impulsions doubles par suite de la condition élémentaire de comptage :

$$n\theta \ll 1,$$

n : taux de comptage ;
θ : temps de résolution (τ + temps mort).

Une formule classique relie le nombre n_c d'impulsions doubles au nombre total n d'impulsions comptées par seconde pour tout le spectre :

$$n_c = n^2\,\theta. \qquad (1)$$

2. **Calcul de la correction de « pile-up ».** — Je désigne par $\varphi(v)$ la densité de probabilité expérimentale des impulsions, v leur hauteur ; $f(v)$ la densité de probabilité vraie des impulsions, τ la durée totale d'une impulsion ; $\lambda(t) = \dfrac{v(t)}{v_{max}}$ la fonction de forme de l'impulsion à l'entrée du sélecteur d'amplitude.

On peut grouper les deux effets précédents en un seul terme correctif

$$f(v) = \varphi(v) - n\int_{-}^{v} f(v-u)\int_0^{\tau} f\left[\frac{u}{\lambda(t)}\right]\frac{\mathrm{d}t}{|\lambda(t)|}\,\mathrm{d}u. \qquad (2)$$

Pour résoudre cette équation intégrale, une première approximation semble suffisante, en remplaçant dans l'intégrale le symbole f par φ :

$$f(v) = \varphi(v) - n\int_{-\infty}^{v} \varphi(v-u)\int_0^{\tau} \varphi\left[\frac{u}{\lambda(t)}\right]\frac{\mathrm{d}t}{|\lambda(t)|}\,\mathrm{d}u. \qquad (3)$$

3. **Vérification expérimentale.** — J'ai tracé, à l'aide d'un sélecteur rapide du C. E. A., le spectre γ de ^{198}Au. Le détecteur, à scintillation, comporte un tube EMI 6097-B et un cristal d'INa. La source, d'une activité de l'ordre de 0,2 mc, a été placée dans trois positions différentes, correspondant à des taux de comptage variant approximativement comme les nombres 1, 4, 16 (n = 780 cp/s ; n = 2 600 cp/s ; n = 13 000 cp/s, pour tout le spectre). La courbe $\lambda(t)$ est représentée (*fig.* 1).

J'ai calculé, à l'aide de la relation (3), la correction d'empilement pour les trois spectres, qui sont représentés (*fig.* 2, 3 et 4). Les allures des courbes obtenues sont très voisines, en particulier pour le pic photoélectrique de 0,67 MeV. Les différences sont dues surtout aux différences de géométrie source-photomultiplicateur et aussi aux variations de niveau moyen des dynodes avec l'activité.

Article published online by EDP Sciences and available at http://dx.doi.org/10.1051/jphysap:0196100220207101

On peut conclure à une vérification expérimentale satisfaisante de la relation (3).

4. **Conclusions.** — *a*) L'effet d'empilement est très important, même avec un système électronique rapide. Ici, avec une durée totale d'impulsion $\tau = 2$ µs, la correction est de l'ordre de 90 % pour $n = 2{,}6$ %. seulement.

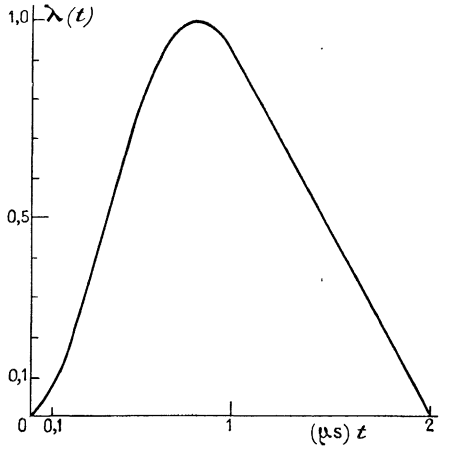

FIG. 1. — Forme de l'impulsion $\lambda(t) = \frac{v(t)}{v_{Max}}$.

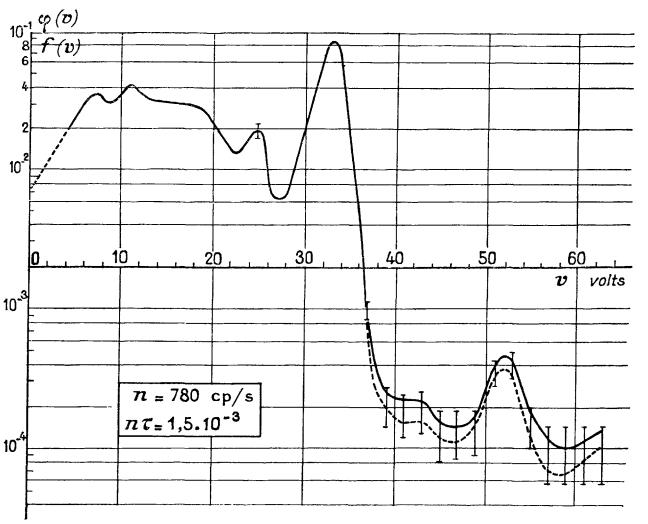

FIG. 2. — Spectre de ^{198}Au. $n = 780$ cp/s; $n\tau = 1{,}5.10^{-3}$

b) Cet effet peut être calculé avec une bonne précision au moyen de la relation (3). On a intérêt à réduire les erreurs statistiques, ce qui est facile dans le cas d'une activité importante, et à effectuer les calculs automatiquement, par exemple par la méthode des trapèzes.

c) Le « pouvoir de résolution » θ n'intervient pratiquement pas, mais seule compte la durée totale τ de l'impulsion. D'où l'intérêt du temps mort, survenant aussitôt que l'information, ici l'amplitude, est enregistrée.

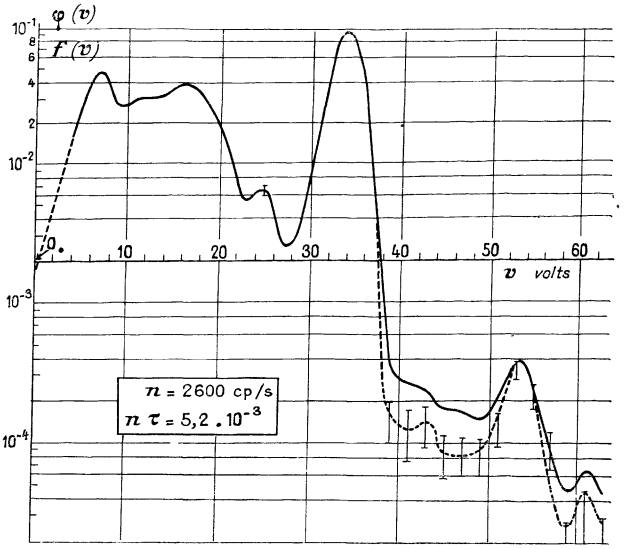

FIG. 3. — Spectre de ^{198}Au. $n = 2\,600$ cp/s; $n\tau = 5{,}2.10^{-3}$.

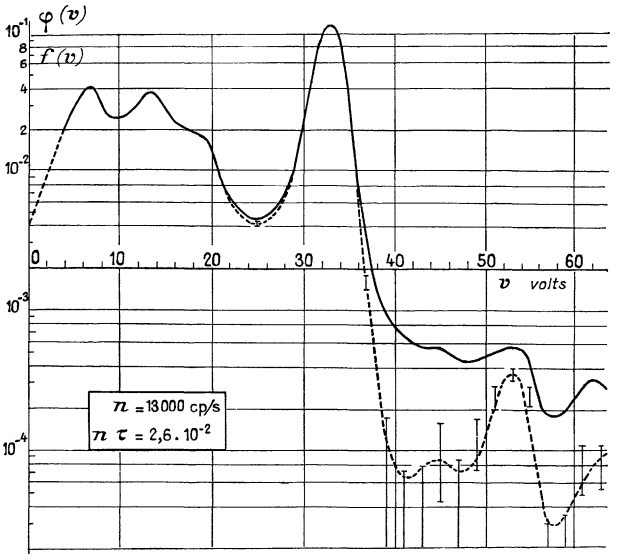

FIG. 4. — Spectre de ^{198}Au. $n = 1\,3000$ cp/s; $n\tau = 2{,}6.10^{-2}$.

d) Le « pile-up » crée toujours un véritable spectre de bruit. Mais il peut exister un « pic », de signification électronique, qu'il sera aisé d'identifier et de corriger par cette méthode. Étant donné le rôle joué par la forme de l'impulsion, ce pic n'aura pas en général une abscisse égale à la somme des énergies des pics composants.

e) On a là un procédé de calcul de l'un des défauts principaux d'un système électronique lent, donc de bonne résolution en énergie.

Lettre reçue le 22 octobre 1960.

Le Gérant : MAURICE BLONDIN. — Dépôt légal : 1er trim. 1961, — Imp. TAFFIN-LEFORT, à Lille (France).