

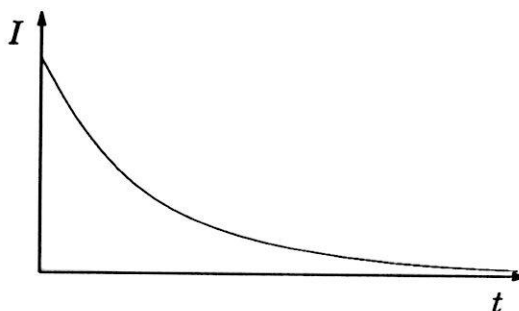
Chapitre 2

Le profil instrumental

1. Mesure d'une grandeur physique. Exemples
2. Profil instrumental rectangulaire
3. Profil instrumental. Cas général
4. Illustrations

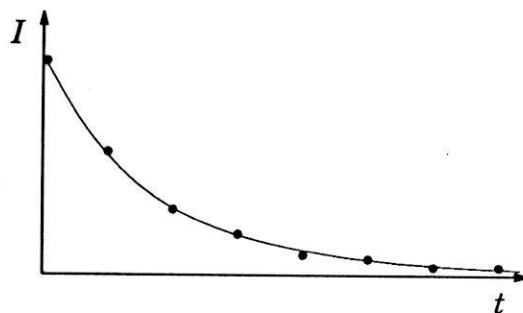
Mesure d'une grandeur physique

Exemple 1 : Mesure de la capacité d'un condensateur dans un circuit RC



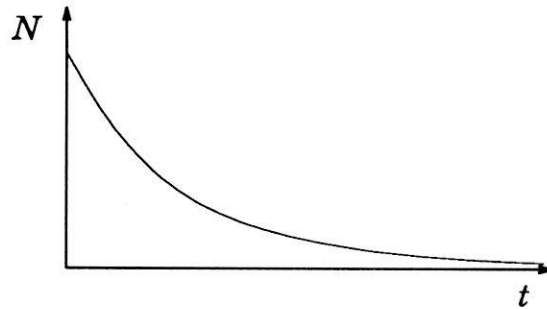
$$I(t) = I_0 e^{-t/RC}$$

$I(t)$ est mesuré à l'aide d'un ampèremètre. On lit l'indication de l'instrument à une série d'instants successifs t_1, t_2, \dots, t_n



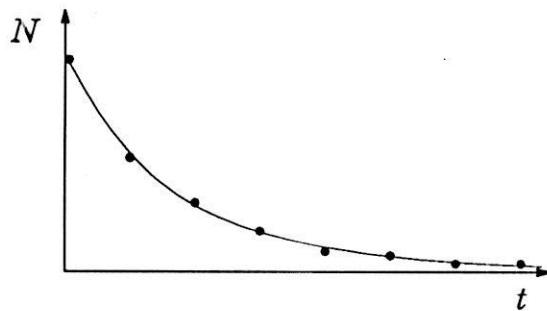
Si la variation de $I(t)$ est très rapide, on peut filmer les indications de l'ampèremètre et examiner les images une à une. On a alors une série d'images de durée Δt aux temps t_1, t_2, \dots, t_n

Exemple 2 : Mesure de la demi-vie d'une substance radioactive



$$N(t) = N_0 e^{-t/\tau}$$

$N(t)$ est mesuré à l'aide d'un compteur Geiger. On compte le nombre de particules détectées pendant un intervalle de temps Δt centré autour d'instant successifs t_1, t_2, \dots, t_n , et on divise par Δt



Profil instrumental rectangulaire

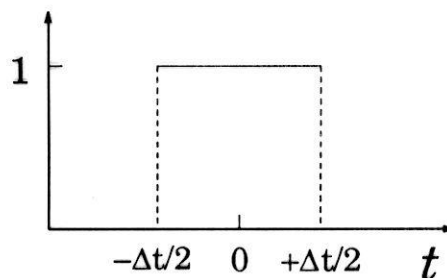
Dans les deux exemples, on mesure la moyenne de la grandeur cherchée dans un intervalle de temps :

$$\left[t_i - \frac{\Delta t}{2}, t_i + \frac{\Delta t}{2} \right]$$

Si $y(t)$ est la grandeur à mesurer, on mesure en fait :

$$\tilde{y}(t_i) = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_i - \Delta t/2}^{t_i + \Delta t/2} y(t) dt$$

Introduisons la fonction rectangle :



$$\Pi(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } -\frac{\Delta t}{2} \leq t \leq +\frac{\Delta t}{2} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \tilde{y}(t_i) = \frac{1}{\Delta t} \int_{-\infty}^{+\infty} y(t) \Pi(t - t_i) dt$$

On définit la fonction :

$$s(t) = \frac{1}{\Delta t} \Pi(t)$$

telle que :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} s(t) dt = 1$$

$$\Rightarrow \tilde{y}(t_i) = \int_{-\infty}^{+\infty} y(t) s(t - t_i) dt$$

ou encore :

$$\tilde{y} = s * y$$

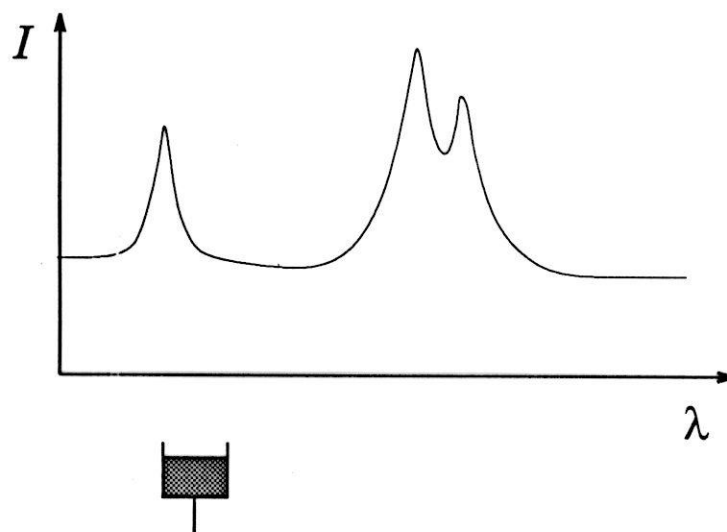
s est le *profil instrumental*

mesure \Rightarrow *convolution* par le profil instrumental

Profil instrumental. Cas général

Exemple 3 : Enregistrement d'un spectre par comptage de photons

I = intensité lumineuse à la sortie d'un spectrographe



- détecteur = semi-conducteur positionné en λ_i
- photon absorbé \Rightarrow paire $e^- - h^+$
- $\Delta V \Rightarrow e^-$ attiré vers une électrode
- temps d'intégration Δt
- ensuite, mesure de la charge électrique accumulée
- puis, déplacement du détecteur en λ_{i+1} et nouvelle mesure

Soit $\Delta\lambda$ la largeur spectrale correspondant à la dimension du détecteur

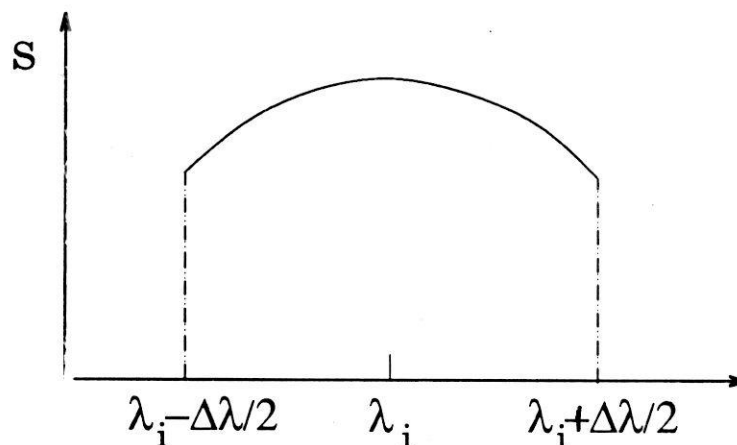
Si détecteur parfait :

$$\tilde{I}(\lambda_i) = \frac{1}{\Delta\lambda} \int_{\lambda_i - \Delta\lambda/2}^{\lambda_i + \Delta\lambda/2} I(\lambda) d\lambda$$

$$\tilde{I}(\lambda_i) = \frac{1}{\Delta\lambda} \int_{-\infty}^{+\infty} I(\lambda) \Pi(\lambda - \lambda_i) d\lambda$$

La sensibilité du détecteur peut dépendre du point d'impact du photon :

Ex : un photon absorbé près du bord crée une paire $e^- - h^+$ plus éloignée de l'électrode collectrice qu'un photon absorbé près du centre \Rightarrow l' e^- libéré près du bord a plus de chances de se recombiner avec un trou avant d'atteindre l'électrode collectrice \Rightarrow la sensibilité diminue vers le bord



On normalise $s(\lambda)$ de telle façon que :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} s(\lambda) d\lambda = 1$$

$$\Rightarrow \tilde{I}(\lambda_i) = \int_{-\infty}^{+\infty} I(\lambda) s(\lambda - \lambda_i) d\lambda$$

$$\tilde{I} = s * I$$

Cas général :

$f(x)$ = grandeur à mesurer (signal d'entrée)

$s(x)$ = profil instrumental

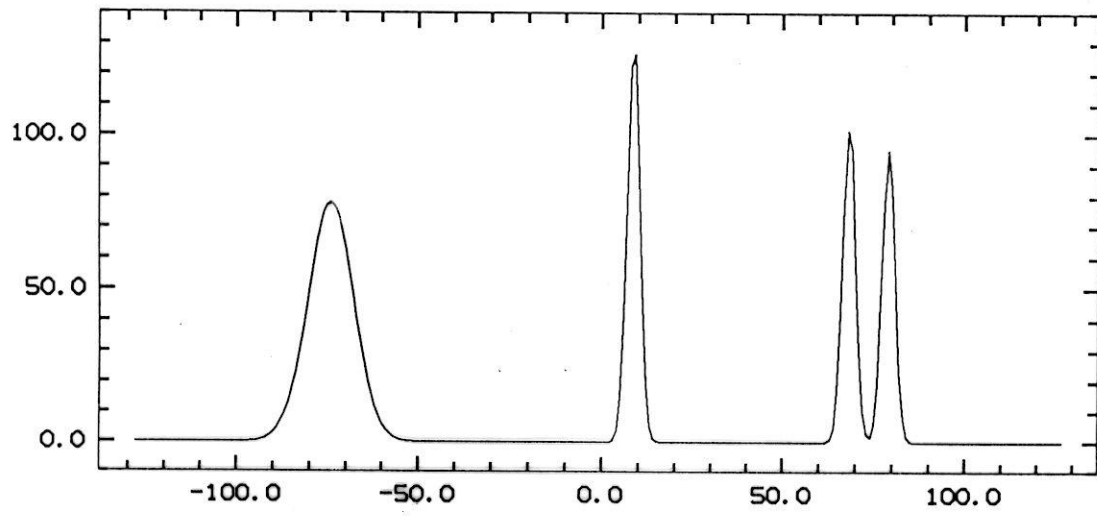
$d(x)$ = résultat de la mesure (signal de sortie)

$$\Rightarrow d(x) = \int s(x' - x) f(x') dx'$$

$$d = s * f$$

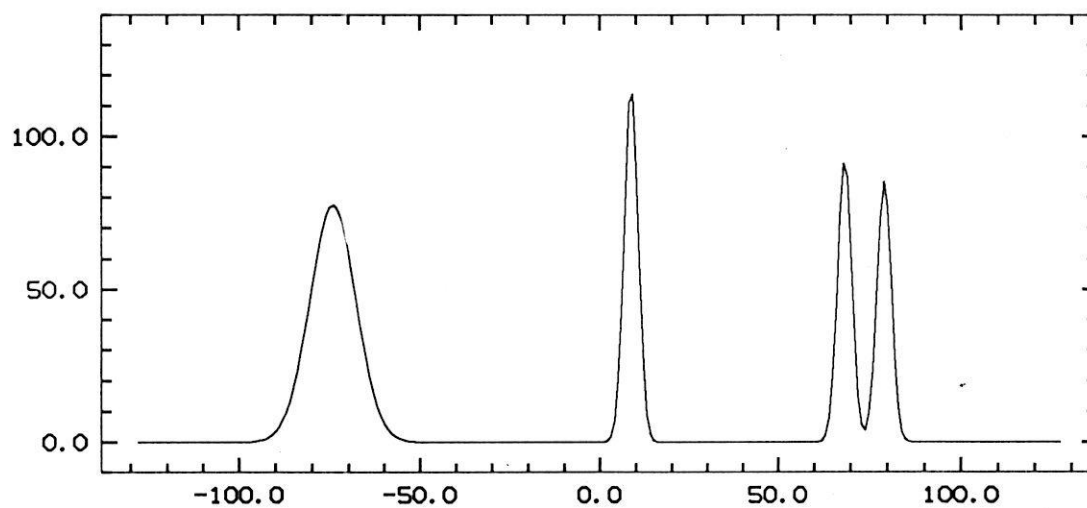
Illustrations

1. Spectre original

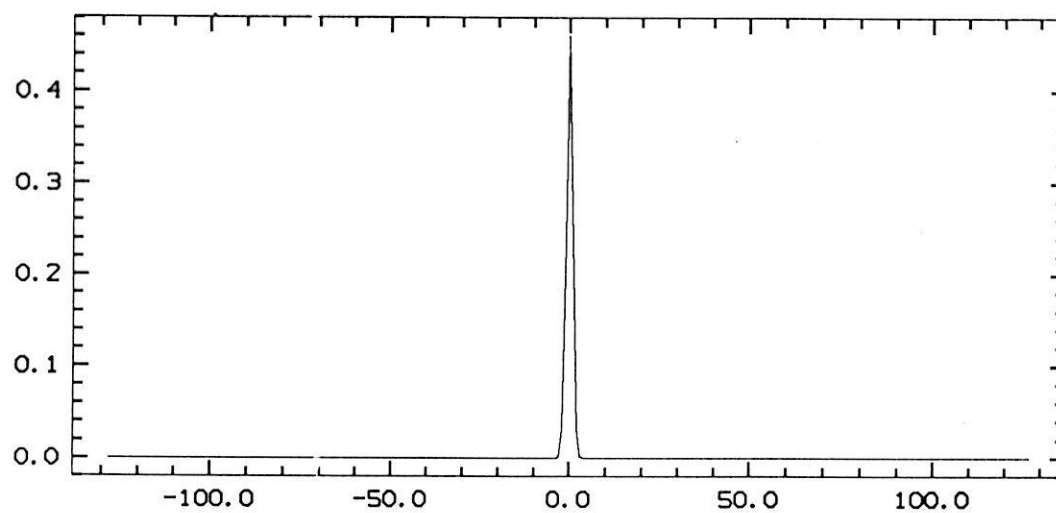


2. Profil instrumental étroit par rapport aux raies

Spectre observé :

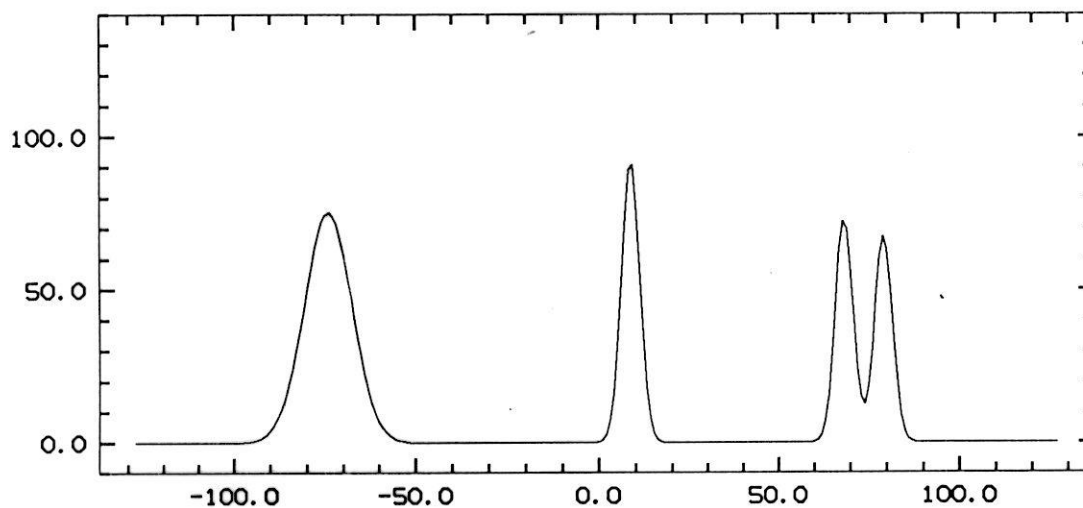


Profil instrumental :

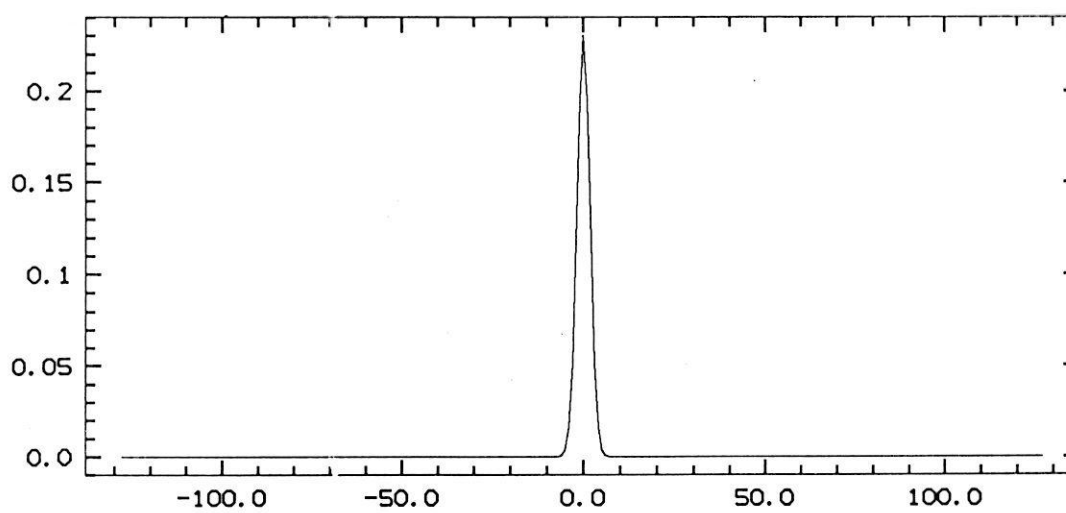


3. Profil instrumental de largeur comparable à celle des raies

Spectre observé :

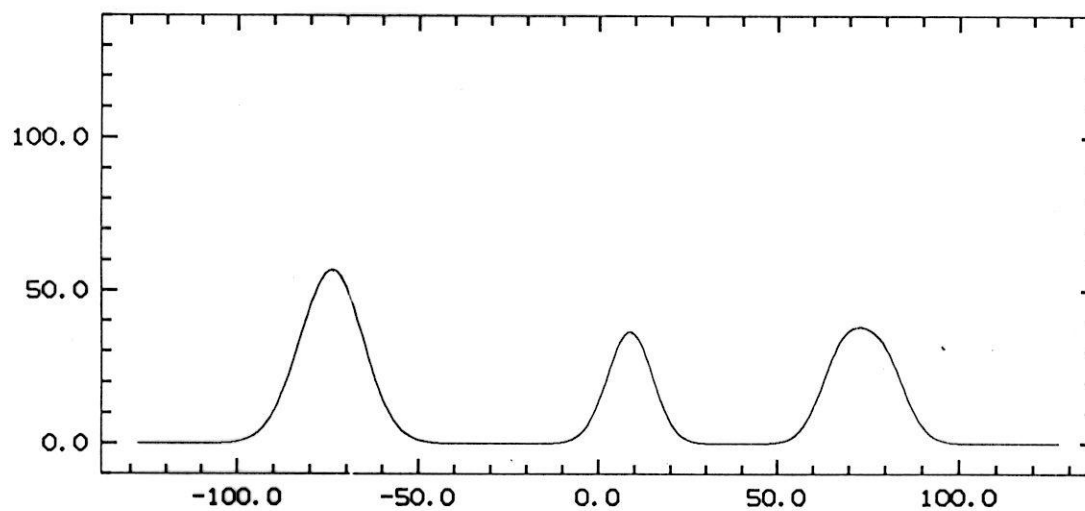


Profil instrumental :

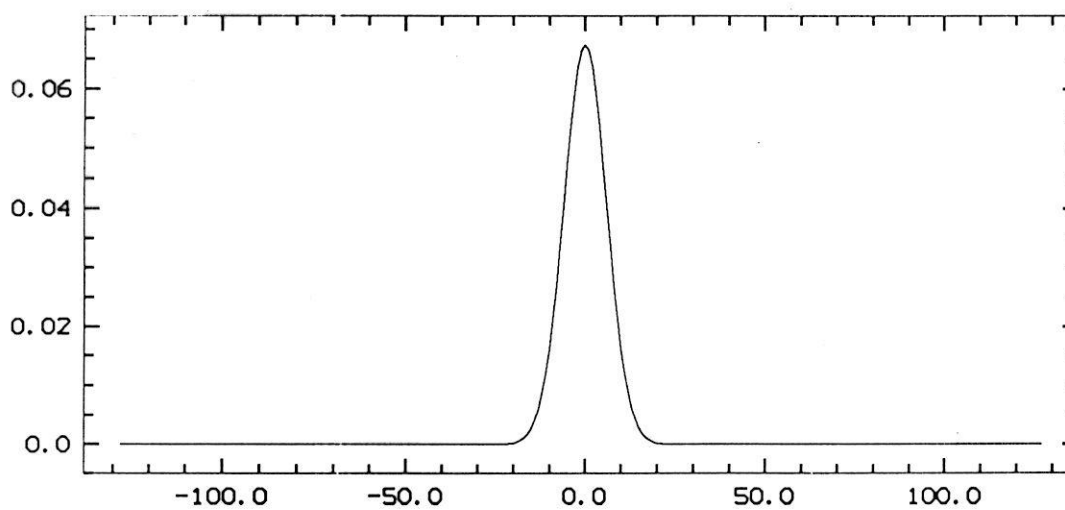


4. Profil instrumental plus large que les raies

Spectre observé :

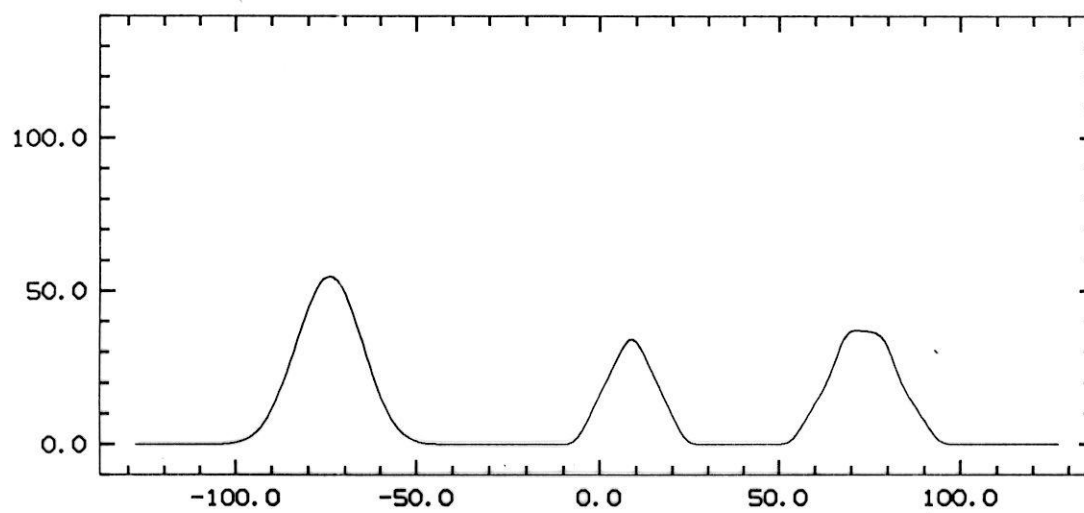


Profil instrumental :



5. Profil instrumental de forme différente

Spectre observé :



Profil instrumental :

