

Auto-corrélation

<https://www.chem.uci.edu/~dmitryf/manuals/Fundamentals/Dynamic%20light%20scattering%20in%2030%20minutes.pdf>

How a Correlator Works

A correlator is basically a signal comparator. It is designed to measure the degree of similarity between two signals, or one signal with itself at varying time intervals. If the intensity of a signal is compared with itself at time zero, then the two signals will be perfectly correlated. If we look at the signal at a later time, the signal will have changed, hence the correlation reduced. For a truly random signal, the correlation will always reduce until and at some point the signal will bear no relationship to the original signal and correlation will be zero. The time taken for this correlation to decay is characteristic of the diffusion speed, and hence the size of the particles.

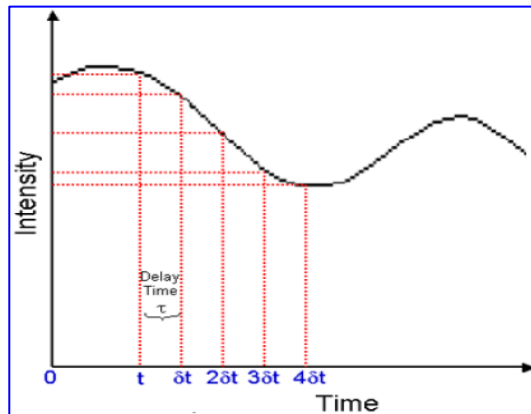


Figure 5: Schematic showing the fluctuation in the intensity of scattered light as a function of time

The way the scheme works mathematically is to measure the intensity at a number of fixed time intervals, t , $t + \delta t$, $t + 2\delta t$, $t + 3\delta t$, etc. where δt is in the order of nanoseconds or microseconds, and monitor how the correlation of the signal decays over these time periods. The important concept of the autocorrelator is that we are not comparing the intensities at discrete times, but comparing the history of the signal, over a significant time, as long as seconds, with the whole signal nanoseconds or microseconds later. This requires a large number of parallel multiplications in real time, and is the reason for dedicated hardware for this task.

The multiplication of the, say 2 seconds of signal, with the 2 seconds of signal 25ns later results in one point on the correlogram at 25ns. This is repeated at a number of later times to build up a correlation of the signal called a correlation function. If the particles are large the signal will be changing slowly and the correlation will persist for a long time (figure 6). If the particles are small and moving rapidly then correlation will reduce more quickly (figure 7). [...]

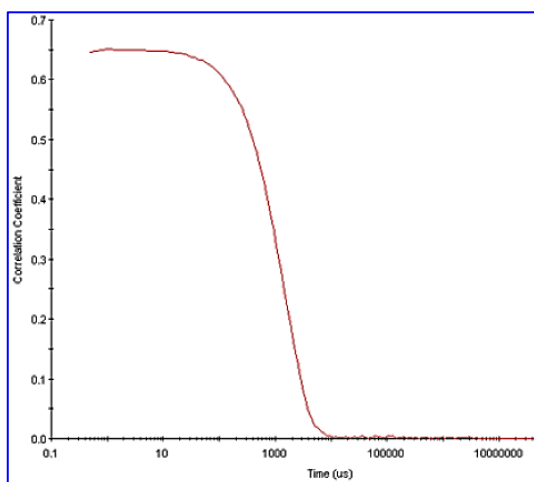


Figure 6: Typical correlogram from a sample containing **large particles** in which the correlation of the signal takes milliseconds to decay

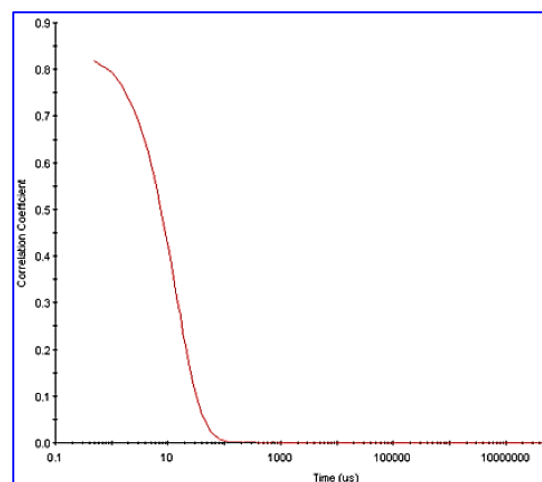


Figure 7: Typical correlogram from a sample containing **small particles** in which the correlation of the signal decays over 10's of microseconds

Traduction

Comment fonctionne un corrélateur

Un corrélateur est essentiellement un comparateur de signaux. Il est conçu pour mesurer le degré de similitude entre deux signaux, ou un signal avec lui-même, à des intervalles de temps réguliers. Si un signal est comparé à lui-même à l'instant initial il y a une corrélation parfaite. Mais le signal évolue au cours du temps et la corrélation diminue progressivement. Pour un signal vraiment aléatoire la corrélation diminue toujours jusqu'à ce que le signal n'ait plus aucune relation avec le signal d'origine et que la corrélation soit nulle. Le temps nécessaire à cette désintégration de la corrélation est caractéristique de la vitesse de diffusion, et donc de la taille des particules.

La procédure mathématique consiste mesurer l'intensité à un certain nombre d'intervalles de temps fixes, t , $t + \delta t$, $t + 2\delta t$, $t + 3\delta t$, etc. où δt est de l'ordre de nanosecondes ou microsecondes, et de contrôler comment la corrélation du signal évolue. Le concept important de l'auto-corrélateur est qu'on ne compare pas les intensités à des moments discrets, mais l'ensemble du signal sur un temps significatif de quelques secondes, avec l'ensemble du signal de même durée mais pris quelques nanosecondes ou microsecondes plus tard. Cela nécessite un grand nombre de multiplications parallèles en temps réel et donc un dispositif dédié à cette tâche.

Par exemple la multiplication d'une portion de signal de 2s avec la portion de signal de même durée mais prise 25ns plus tard donne un point sur le corrélogramme à la date 25ns. Ceci est répété à un nombre de fois suffisant pour construire la fonction de corrélation.

Si les particules sont grosses, le signal changera lentement et la corrélation persistera longtemps (figure 6). Si les particules sont petites et se déplacent rapidement, la corrélation diminuera plus rapidement (figure 7). [...]