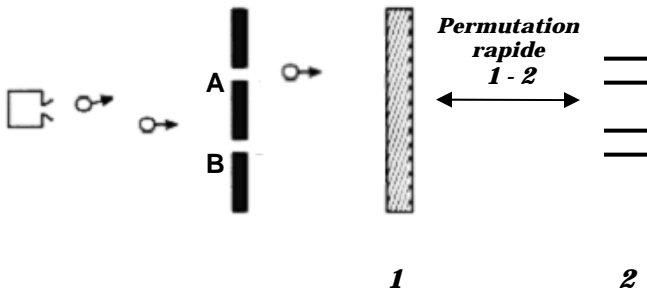


2.6

Un effet peut-il précéder sa cause ?

Dans l'expérience des fentes de Young, on se souvient que selon que l'on enregistre ou non le chemin emprunté par un photon, le résultat de l'expérience est très différent. Si on se contente d'enregistrer les impacts des photons sur l'écran sans chercher à connaître le chemin emprunté, alors on observe des franges d'interférences. Si on enregistre le chemin emprunté (fente A ou fente B) alors les impacts des photons s'accumulent derrière chaque fente. Les franges d'interférence ont disparu.

Dans un raffinement de cette expérience, le choix d'observer ou non le chemin du photon est décidé au hasard par le dispositif expérimental *après* que le photon a franchi l'écran percé de fentes.



1 - Pas d'enregistrement du chemin (on observe A **et** B)

2 - Enregistrement du chemin (on observe A **ou** B)

La permutation de l'écran et du détecteur de photon est bien entendu très rapide et se fait de façon aléatoire. Par conséquent après avoir franchi l'écran percé des deux fentes, le photon ne « sait » pas s'il rencontrera un écran ou un détecteur de photon.

Quels résultats ont été obtenus ?

2.7 Un effet peut-il précéder sa cause ?

Une fois de plus les résultats prédits par la physique quantique ont été confirmés. Pour les photons pour lesquels on a choisi de ne pas connaître le chemin, l'écran a reçu leur impact et des franges d'interférences ont été observées.

Pour les photons pour lesquels on a choisi de connaître le chemin A ou B emprunté par le photon, un « clic » distinct a été obtenu selon que l'un *ou* l'autre des deux détecteurs de photons enregistrerait l'impact du photon.

Si on cherche à interpréter cette expérience de façon classique on est alors tenté de faire appel à la notion de *rétrocausalité*. En effet tout semble se passer comme si la décision (*dans le présent*) d'enregistrer ou non le chemin obligeait le photon (*dans le passé*) soit à passer par A et B soit à passer par A *ou* B.

Armés de nos outils, cette expérience ne nous pose pas de problème particulier et nous n'avons pas besoin d'évoquer une quelconque rétrocausalité. En effet, dans le cas où nous n'enregistrons pas le chemin emprunté (écran), la Nature explore tous les chemins possibles pour chaque photon émis (principe n°1). Ce photon est donc dans l'état superposé : « photon passé par le chemin A » *et* « photon passé par le chemin B ». Il marque un impact sur l'écran où l'observateur l'enregistre. Lorsqu'il accumule les expériences, l'observateur constate les franges d'interférence, dessinées par les impacts individuels. Les interférences sont, comme nous l'avons dit, la marque de fabrique de la superposition des différents chemins explorés par la Nature.

Si l'observateur enregistre le chemin suivi par le photon, ce dernier lorsqu'il franchit les fentes est *ici également dans un état superposé* car la Nature explore toujours tous les chemins possibles. Mais notre deuxième principe nous dit qu'un observateur du photon n'emprunte que l'un des chemins possibles qui devient alors *sa réalité*.¹

Même si cette expérience reste étonnante, ici encore nulle magie si nous acceptons de nous laisser guider par nos deux premiers principes. Nous sommes alors protégés des écueils de l'interprétation classique.

Les physiciens ne manquant pas d'imagination pour élaborer des expériences mettant en défaut le sens commun, poursuivons donc notre exploration des mondes possibles.

¹ Cette expérience était à l'origine une expérience de pensée proposée par Wheeler. Elle a été réalisée concrètement par des chercheurs de l'équipe d'A. Aspect (2007).