Méthode de simulation du polariseur.

La simulation réaliste du polariseur permet de définir deux résultats:

- La sortie prise par le photon (e ou o)
- Le temps mis pour la traversée (qui sera un coefficient à multiplier avec une constante de temps)

Celle ci se fait en 2 étapes:

- 1: Calcul d'une valeur d'amplitude dépendant des variables cachées du photon et de l'angle du polariseur.
- 2: Un test avec deux valeurs de seuil valant PI/4 et PI/2.

Etape 1:

Calcul de l'amplitude pour le test de seuil.

Le photon est modélisé en utilisant 3 variables notées **p, q, r**

Avec:
p : Angle de polarisation.
q et r: Deux autres angles dont l'origine physique n'est pas déterminée, mais générant un jitter de phase. (Une interprétation possible est donnée en fin de ce document).

La valeur de ces trois variables sont définies par la source lors de l'émission avec une valeur aléatoire entre [0..PI] (distribution uniforme).

La valeur d'amplitude, notée **e**, est définie de la façon suivante:

En posant:

d = p - a_pol

(p : polarisation du photon)
(a_pol : angle du polariseur)

Alors e vaut:

e = d/2 + q/6 + r/12

(q et r: variables locales associées au photon)

L'amplitude de cette valeur varie entre 0 et 3*PI/4, dont 2/3 dépend de la différence d'angle polarisation du photon / angle du polariseur.

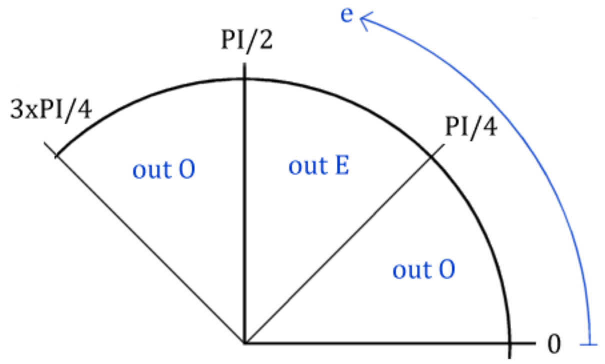
Note: si la valeur d est négative, le polariseur ayant un fonctionnement périodique de période PI, la valeur d + PI est utilisée.

Etape 2:

Détermination de la sortie :

Elle se fait avec un test comparant la valeur e avec deux seuils valant PI/4 et PI/2.
Si e compris entre PI/4 et PI/2, la sortie est e, sinon celle ci est o. (note: ce choix est arbitraire).

Voici un graphe explicatif:



Codé en langage C, cela produit le code suivant:

```
#define OUT_O 0                          // value used to code o out
#define OUT_E 1                          // value used to code e out

int out;
float d, e;

d = pho.p - a_pol;
if (d < 0)
  d = d + PI;

e = d/2 + pho.q/6 + pho.r/12;

if ((e >= PI/4) && (e < PI/2))
  out = OUT_E;                           // e in PI/4..PI/2 range
else
  out = OUT_O;
```

Note: pho.p, pho.q, pho.r représentent les variables p,q,r associées au photon.

Analogie: le grimpeur à l'échelle.

Une analogie mécanique peut être faite afin de bien comprendre le procédé.
Imaginons un grimpeur sur une échelle à 3 marches notées o, e, o espacées de PI/4.

Le grimpeur se trouve initialement sur la première marche o, et peux lever le pied sur une hauteur e valant au maximum 3*PI/4.
Avec un pas Il pourra grimper de 0, 1, ou 2 marches.
La sortie prise par le photon sera la marche sur laquelle il pose le pied.

Calcul du temps de traversée du polariseur:

Lors de sa sortie du polariseur, la polarisation du photon est ajustée sur celle de la sortie e ou o.

Un temps de traversé peut être défini en calculant la variation de polarisation qu'aura subi le photon entre son entrée et sa sortie du polariseur.
Le temps de traversé est alors proportionnel à cette valeur de repolarisation. (à multiplier par une constante)
Cette repolarisation peut atteindre au maximum PI/2.

Note1: En utilisant un temps non linéaire, en forme de sigmoïde ayant un point d'inflexion en PI/4, cela génère des corrélations de détection en $\sin^2$ si la taille de la fenêtre d'appairage n'est pas élargie. (Paramètre 'st1 delay' dans le programme de test).

Note2: L'analogie du grimpeur pour le temps est plus complexe, car les angles e et o de sortie du polariseur sont différents. (Il faudrait imaginer des marches perpendiculaires, et définir un temps de rotation du pied)

Interprétation physique:

Dans le modèle présenté, seul les variables q et r nécessitent une interprétation.
La variable p, en tant qu'angle de polarisation, est définie comme une différence de phase entre les champs E et B.

Voici une première interprétation possible.
Elle est très qualitative, mais des précisions, ou d'autres interprétations pourront peut être faite après une étude de la théorie de Maxwell.

Elle explique l'interaction photon/polariseur en utilisant l'aspect onde/particule du photon.
Elle est cependant différente de l'interprétation classique, car elle considère les deux aspects comme dissociés, et le photon comme un objet localisable à tout instant.

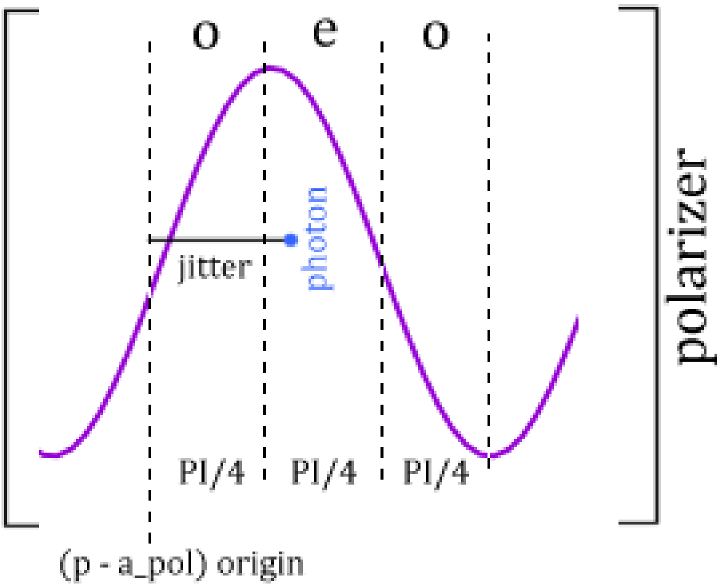
L'aspect ondulatoire est alors associé à la variable de polarisation p.
L'aspect corpusculaire est associé aux variables q et r.

Le photon est alors associé à une position dépendante du champ ondulatoire formé par E et B (p), à laquelle est ajoutée une gigue de position.
Cette gigue est définie par une distribution générée par les variables q et r.
La somme q/6 + r/12 définit alors un décalage de phase représentant cette gigue de position.

En ayant posé cela, l'interaction au niveau du polariseur est la suivante :

On en revient à l'analogie de l'échelle.
L'aspect ondulatoire, définit, (par interférence ?), lors de l'interaction dans le polariseur, des intervalles de PI/4, orientant toute particule s'y trouvant vers une sortie déterminée e ou o (espace entre barreaux de l'échelle).
L'origine des intervalles de largeur PI/4 est définie par la différence de polarisation (p – a_pol).
Cet aspect ne dépend que de p.

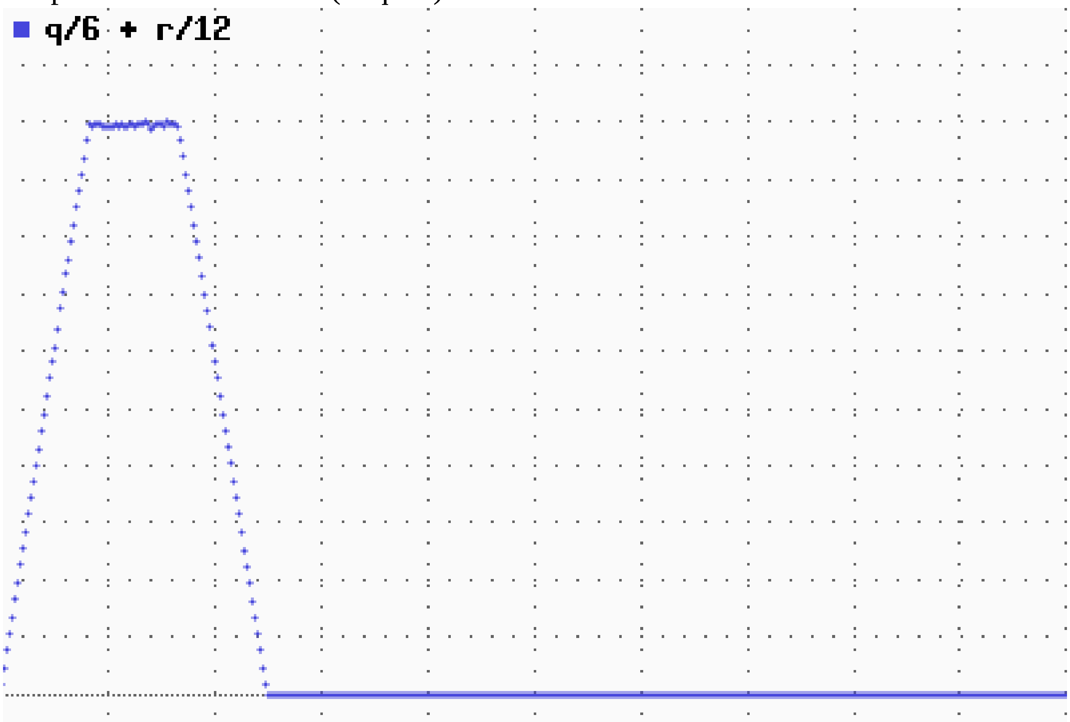
L'aspect corpusculaire, précise, lors de l'interaction, l'intervalle PI/4 dans lequel le photon se trouve, ce qui permet de déterminer la sortie prise.



Dans cette explication, la particule est « guidée » par l'onde.
Les variables q et r sont liées à une position.
La somme e = d/2 + pho.q/6 + pho.r/12 utilisée dans l'algorithme en C représente une phase précisant la position du photon lors de l'interaction.
Les variables q et r pourraient être regroupées en une variable unique ayant une distribution valant (2*q + r)/12

L'intérêt de cet interprétation et qu'elle ne nécessite pas de considérer des grandeurs physiques spécifiques à la particule.
Un jitter de temps peut être associé à n'importe quel type de particule, ce qui permet d'appliquer la méthode à d'autres types de particule dont la position dépendrait d'un champ local.

Graphe de la distribution (2*q + r)/12



axe X : 0..PI

Note de l'auteur:

Je ne suis pas physicien. J'ai imaginé cette méthode comme projet personnel pendant mon temps libre. Ce qui m'a motivé était de trouver une alternative à certains paradoxes générés par la QM. (Le hasard quantique et l'action à distance sans échange d'information).

L'objectif de départ était de trouver un procédé calculatoire simulant un polariseur et permettant de satisfaire les deux points suivants.

- Le premier est la loi de transmittance, qui doit être conforme à la loi de Malus.
- Le second, la production de corrélations non réalistes, pouvant se rapprocher le plus précisément possible des fonctions $\cos^2$ et $\sin^2$.

J'ai d'abord codé un premier modèle utilisant une méthode basée sur une absorption spécifique de certains photons.
Je l'ai abandonné par la suite, car il ne permettait pas de vérifier la loi de Malus pour certains angles.

Le modèle présenté ici est la seconde version.
Malgré sa simplicité, il possède des propriétés remarquables.
Il apparait naturellement non local dès que la détection ou l'appairage n'est pas parfait.
Il présente aussi des propriétés remarquables concernant les corrélations qui ne sont pas décrites ici. Il est notamment possible de séparer parfaitement les paires produisant du bruit de celle générant des corrélations.

Il reste maintenant à déterminer si ce modèle décrit des phénomènes pouvant avoir une existence réelle ou s'il s'agit uniquement d'un procédé calculatoire.

Dans le premier cas, l'objectif est de trouver des liens avec les théories existantes.
Les travaux de Maxwell me semblent être un bon point de départ.
Il faudrait pouvoir expliquer la génération des sections de PI/4 définissant la sortie e/o du polariseur.
Ensuite, la génération du jitter de temps. Celui-ci nécessite des coefficients bien définis de 1/6 et 1/12, définissant ainsi des contraintes assez précises pour faire des associations avec des équations existantes.

Il serait au final très intéressant de pouvoir interpréter le mécanisme complet intervenant dans les corrélations EPR.

Si quelqu'un a des idées concernant ce sujet, il peut me contacter par mail ici pierrel5@free.fr