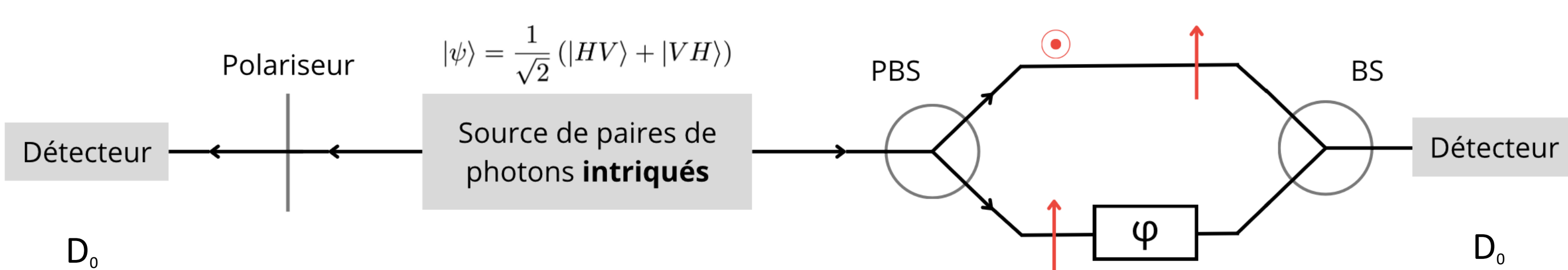


Contexte

Le principe théorique de la gomme quantique :

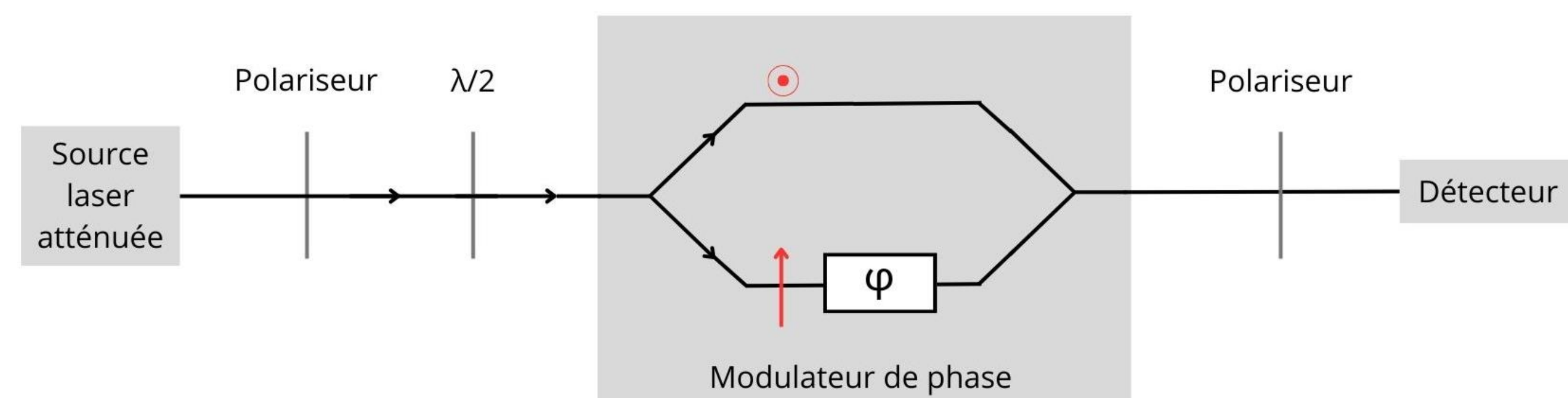
- Génération d'une paire de photons intriqués.
- Séparation des photons d'une paire.
- Un photon est détecté en D_0 puis l'autre photon est détecté en coïncidence en D_i :
 - Si le polariseur est à 45° -> pas d'information sur la polarisation de l'autre photon, les variations de tension de phase du Mach-Zehnder produisent des variations d'intensité du pic de corrélation : on doit observer des interférences.
 - Si le polariseur est horizontal ou vertical -> on mesure la polarisation du photon, les variations de phase du Mach-Zehnder ne produisent pas de variation d'intensité du pic de corrélation : pas d'interférences.



Expérience réalisée

Mise en place d'un dispositif pour observer des interférences en régime de photons atténués :

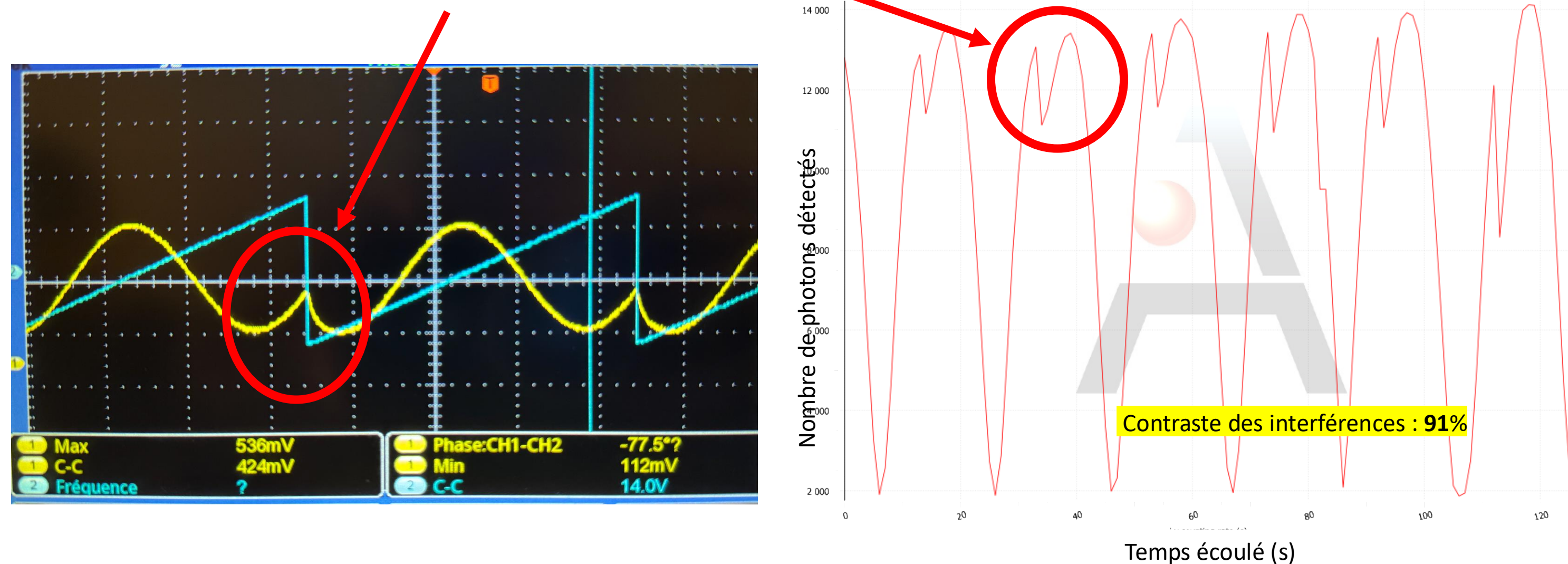
- Conception d'un interféromètre de Mach-Zehnder fibré dont les deux bras sont confondus (modulateur de phase).



Les polariseurs sont parallèles entre eux, une rampe de tension permet de faire varier la phase du modulateur, la lame demi-onde permet de contrôler la polarisation en entrée :

- Polarisation selon un axe neutre du modulateur -> pas d'interférences.
- Polarisation à 45° des axes neutres du de lame en entrée du modulateur -> interférences.

Discontinuité de la tension du modulateur



À la photodiode en **régime classique** : Pour une polarisation d'entrée dans le modulateur à 45° de ses axes neutres, on observe bien une variation de l'intensité en sortie en fonction de la phase du modulateur.

Au compteur de photon en **régime atténué** : Pour une polarisation d'entrée à 45° , on observe bien une variation de l'intensité en sortie en fonction de la phase du modulateur.

NB : Régime atténué

- Utilisation d'une source laser à 1550 nm à 0 dBm (1mW).
- Atténuation de 110 dBm (10-14 W) par deux atténuateurs fibrés.
- Détection de 10 000 photons/s -> 1 photon à la fois dans le montage.

Nombre de photons par seconde	10 000
Distance entre deux photons	~ 20 km

Utilisation d'une source de photons intriqués

L'expérience de gomme quantique requiert l'utilisation de plusieurs compteurs de photons et d'un corrélateur capable de compter des coïncidences.

L'expérience de gomme quantique finale nécessitant l'utilisation d'une paire de Bell, il faut déjà être capable d'observer des interférences dans un régime de photons uniques : on doit utiliser un corrélateur & des compteurs de photons.

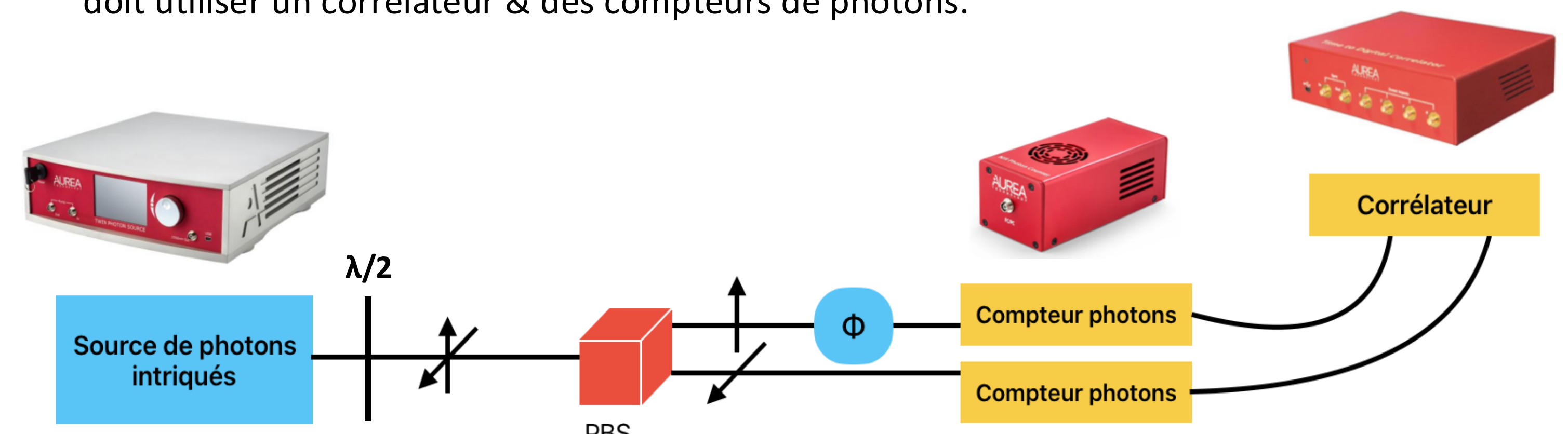
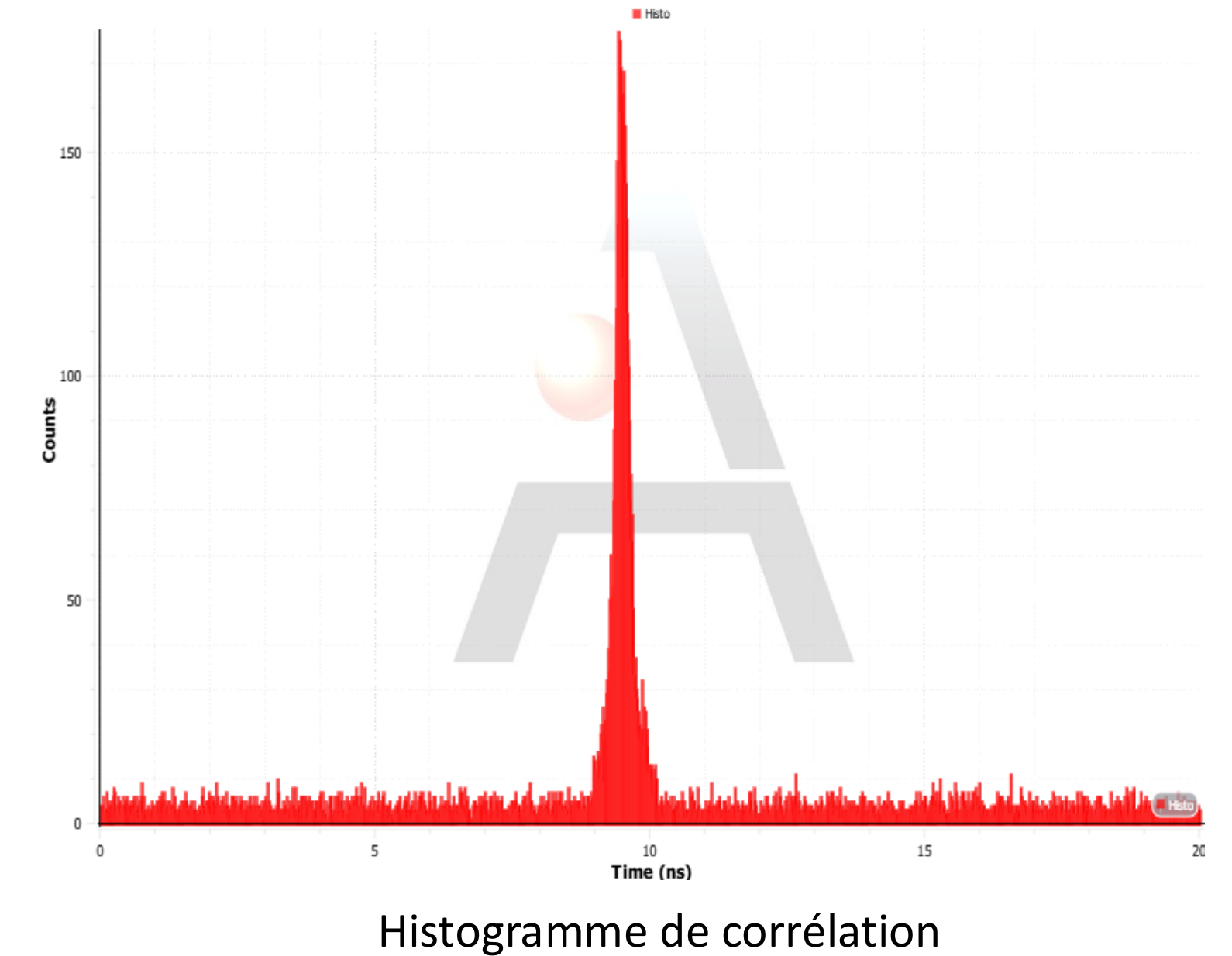


Schéma du montage de caractérisation de la corrélation entre la paire de photons intriqués

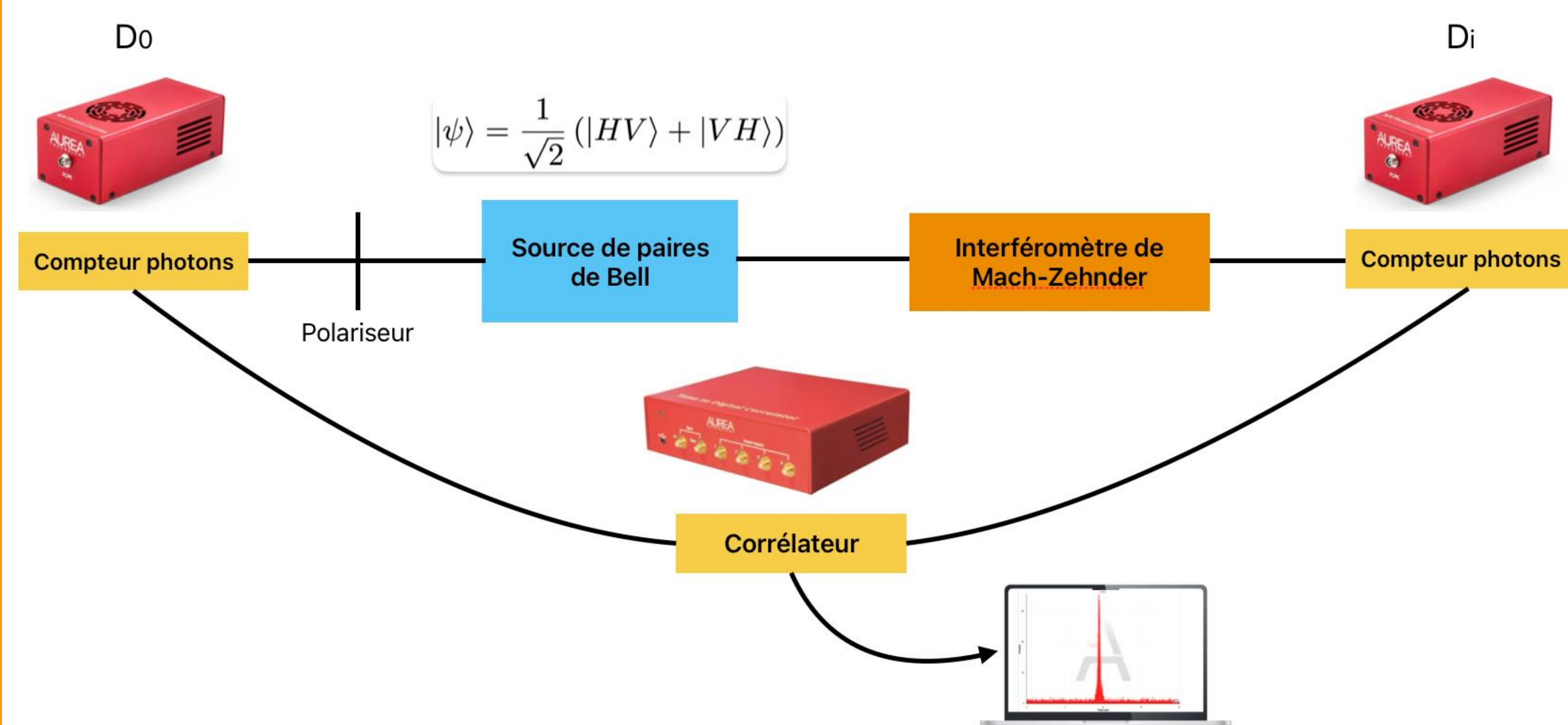
Interférences en photon unique :

- Utilisation de la source de paires de photons intriqués.
- Une coïncidence est comptée à un temps t si ce temps sépare l'arrivée de 2 photons sur les compteurs de photons.
- Réalisation du premier montage en régime de photon unique avec la nouvelle source.



Prochaines étapes

Montage expérimental :



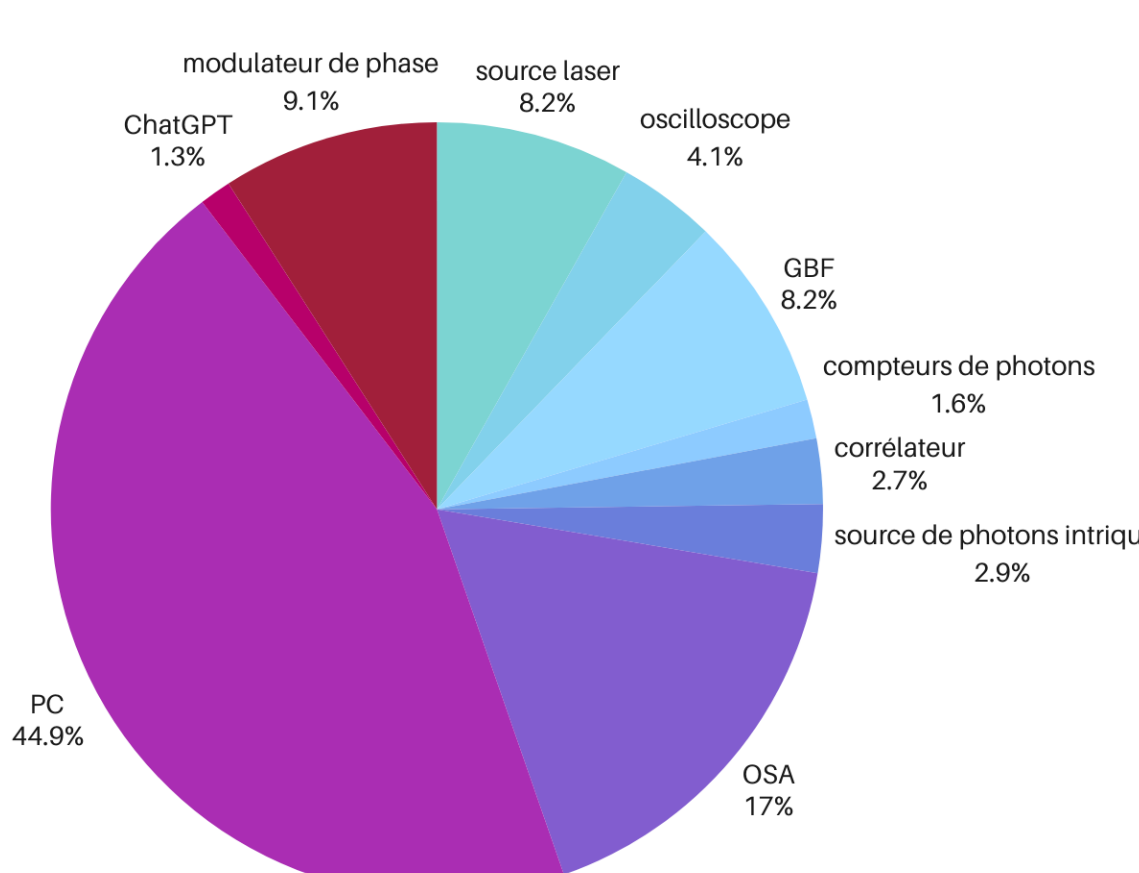
Génération d'états de Bell :

- Utilisation d'un séparateur 50/50 afin de générer des états de Bell en entrée du montage (dans le cas idéal où les photons ont la même longueur d'onde) :

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|HV\rangle + |VH\rangle)$$

Impact environnemental

Notre matériel est en quasi-intégralité du matériel réutilisé : appareils de mesure issus de dons d'industriels ou réutilisé par le LEnsE sur d'autres expériences de l'école. Pour ces raisons, leur impact environnemental est négligeable et la majorité de l'émission carbone de la manipulation provient de la consommation électrique de nos composants :



3,53 kgCO2