

PORTRAIT D'EXPERT

JEAN-PAUL RICAUD,

INGÉNIEUR ÉLECTRONICIEN



Issu du monde industriel, spécialisé en développement électronique, Jean-Paul Ricaud a rejoint le groupe Electronique de Contrôle et Acquisition au sein de la Division Informatique de SOLEIL en 2004.

Dans quel contexte avez-vous commencé à travailler à SOLEIL ?

Lors de mon recrutement Alexandre Loulergue, chef du projet « synchronisation machine », venait de finir d'écrire toutes les spécifications relatives à ce système. Ma mission consistait à développer la partie technique et à établir le cahier des charges nécessaire pour réaliser, en externe, les différents éléments impliqués. Une fois ce volet « machine » mis en fonctionnement - c'était en 2006 - j'ai eu en charge son suivi et sa maintenance ; c'est d'ailleurs toujours le cas. Et, en parallèle, je me suis attelé au système de synchronisation des lignes de lumière, disponible à présent sur six lignes qui réalisent des expériences en temps résolu : DESIRS, DISCO, LUCIA, METROLOGIE, PLEIADES et TEMPO. Ce système est actuellement en fonctionnement.

Qu'est-ce que le système de « synchronisation machine » ?

Les électrons sont générés par le canon à électrons, accélérés dans le LINAC, puis injectés dans le Booster où leur accélération continue avant l'extraction et injection vers l'Anneau de stockage. Ce trajet nécessite le déclenchement parfaitement synchronisé de toute une série d'instruments : canon, aimants d'aiguillages, appareils de diagnostic du faisceau. D'où le besoin de mettre en place des « horloges » et des signaux de déclenchement, pour relier temporellement ces divers équipements les uns aux autres. De plus, il faut gérer les différents modes de remplissage de l'Anneau (anneau « plein » avec 416 paquets, ou avec 8 paquets, un seul paquet, ou encore en hybride), ainsi que le fonctionnement en top-up (réinjection d'environ 2 mA toutes les 2 à 6 minutes).

Quelle est son architecture ?

Une fois spécifiés le rôle et les caractéristiques du système, la réalisation de l'électronique adéquate a été confiée à l'entreprise française Greenfield Technologie qui avait déjà fourni des équipements similaires au CEA. Un véritable petit réseau de fibres optiques a été mis en place pour dispatcher les messages de synchronisation issus d'un « cerveau central » - un ordinateur situé sous la salle de contrôle - vers des cartes locales situées un peu partout dans la machine. Chaque carte peut ensuite générer des signaux de déclenchement à

travers huit sorties. Cet ordinateur central est lui-même synchronisé avec l'horloge très précise du système radio-fréquence (352,196 MHz) qui fournit leur puissance aux cavités accélératrices. Pour compenser le temps que met le signal à parcourir les longueurs de câble entre équipements, et compenser aussi le temps de latence de ces équipements, le système inclut des délais que l'utilisateur peut spécifier. Ainsi, en salle de contrôle les opérateurs programment dans l'ordinateur central - par le biais d'une application LabVIEW - des délais qu'ils ont prédéfinis, dans le but de déclencher la série d'événements qui permettra d'obtenir le mode de remplissage désiré de l'anneau. La précision de déclenchement est de 5,7 ns pour l'ensemble des équipements, et même de 80 ps dans le cas du canon à électrons.

Et qu'en est-il des lignes de lumière ?

Le système de synchronisation machine fournissait déjà aux lignes de lumière l'horloge de l'anneau de stockage (846 kHz, fréquence de révolution d'un paquet d'électrons), ainsi que des signaux les avertissant du début et de la fin de chaque injection pendant le fonctionnement top-up. Pour la plupart des lignes ces informations sont suffisantes, mais pas pour celles qui font des expériences en temps résolu, dont le principe est de synchroniser l'acquisition de leur détecteur sur les photons émis par le passage d'un ou plusieurs paquets d'électrons. Lorsqu'un paquet passe devant la ligne, il provoque un flash de

rayonnement synchrotron extrêmement bref : de 20 à 50 ps (durée liée à la longueur du paquet). Le flash se produit à une fréquence élevée (846 kHz en mode mono paquet, 6,77 MHz en mode 8 paquets) et stable, et sa durée très courte permet de figer précisément l'état de l'échantillon étudié. Les flashes successifs - aux passages suivants - vont ensuite « photographier » l'échantillon pendant son évolution au cours du temps. La difficulté est donc de déclencher l'analyse juste au moment où les flashes se produisent. Les électrons tournant quasiment à la vitesse de la lumière, il faut être précis ! C'est pourquoi nous avons mis en place un système de synchronisation complémentaire, adapté aux demandes spécifiques de ces lignes : leurs instruments de mesure se déclenchent au passage des paquets d'électrons.

Ce système est très souple et polyvalent. Il peut s'adapter à un maximum d'instruments différents, qualité nécessaire dans un centre de recherche comme SOLEIL, dont chaque ligne possède de ses équipements spécifiques. Cette diversité se retrouve aussi chez les personnes que j'ai l'opportunité de côtoyer dans le cadre de mon travail, puisqu'il m'a amené à interagir avec la majorité des équipes des lignes de lumière et des Sources de SOLEIL, mais aussi avec certains utilisateurs extérieurs. C'est un environnement humain d'une grande richesse, qui contribue à l'intérêt de mon travail à SOLEIL.

➔ **Contact** : jean-paul.ricaud@synchrotron-soleil.fr