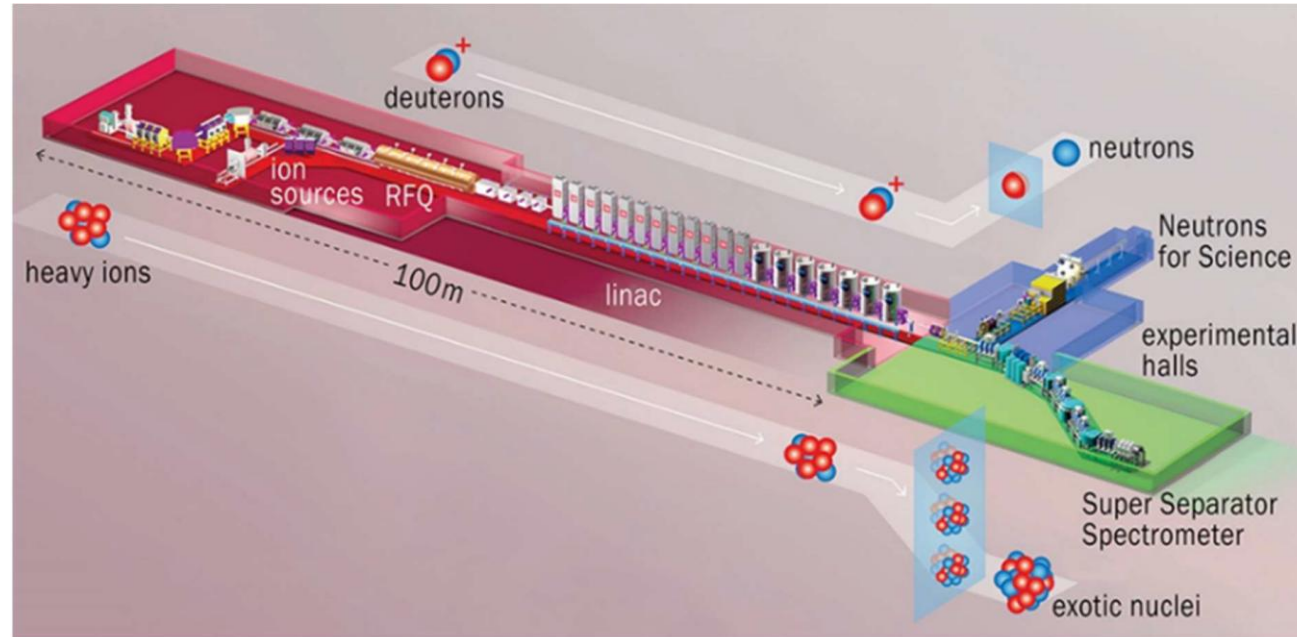


## Signaux de synchronisation sur SPIRAL2

C. Jamet, T. André, M. Di Giacomo, S. Leloir,  
C. Potier de Courcy, P. Salou (GANIL)  
B. Ky (LAL-IJCLAB)

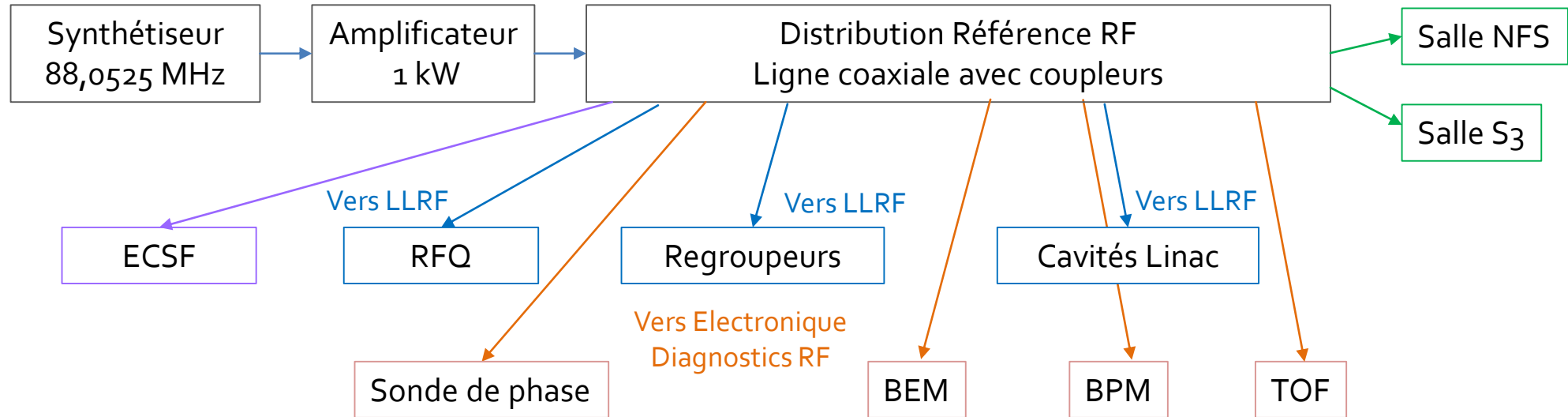
## ➤ Accélérateur



## ➤ Structure temporelle du faisceau

- Référence RF à 88,0525 MHz
- Rythmes de coupure faisceau

## ➤ Référence RF :



ECSF: Electronique de Contrôle des Signaux Faisceaux

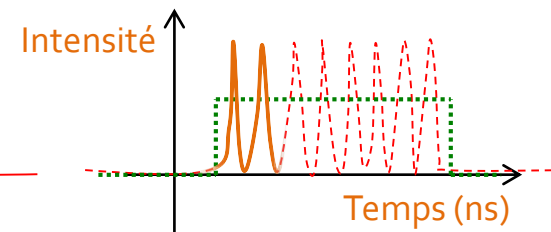
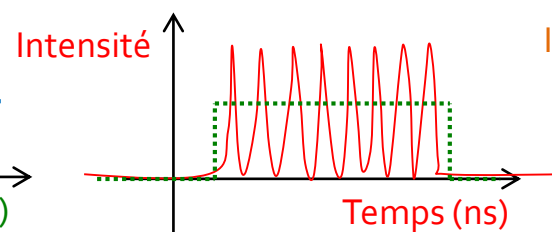
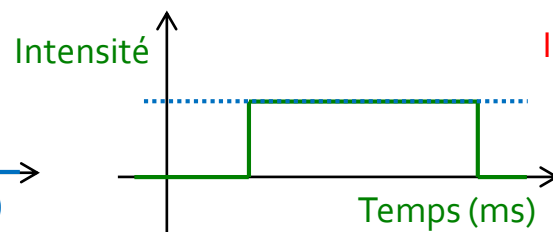
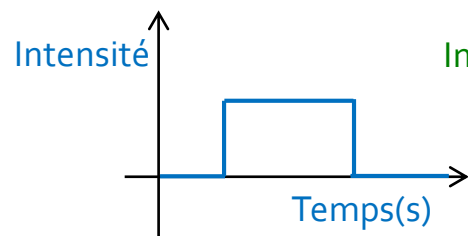
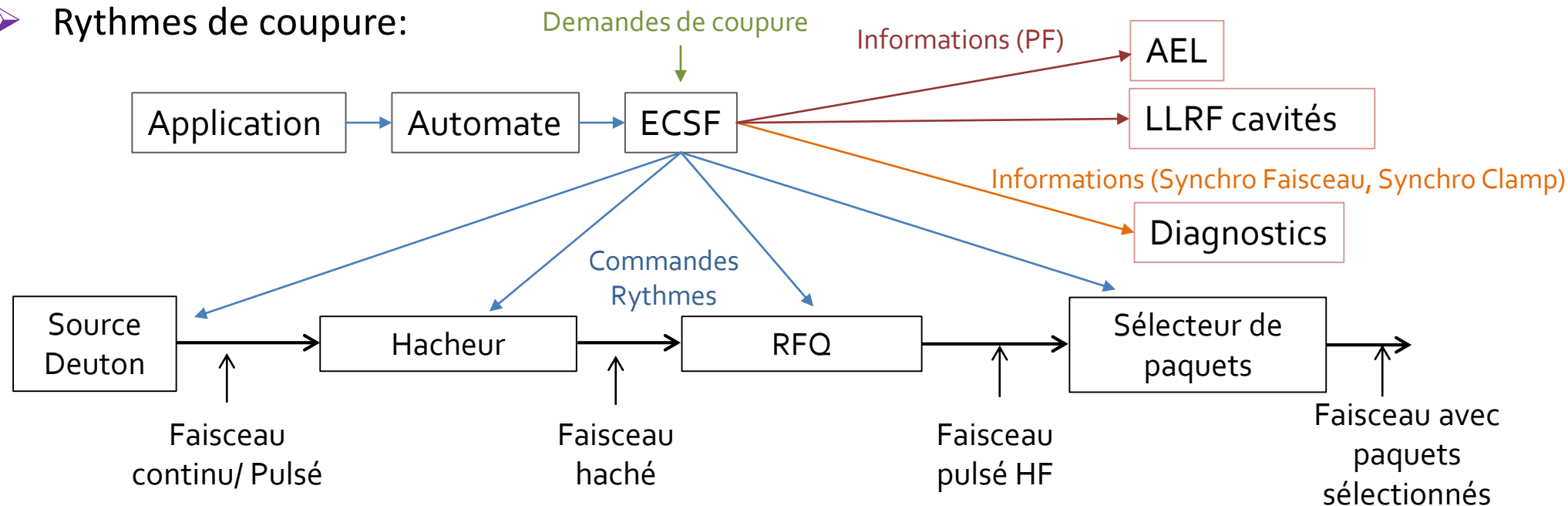
RFQ: Radio-Frequency Quadrupole

BEM: Bunch Extension Monitor (Mesure forme temporelle des paquets)

BPM: Beam Position Monitor (Mesure positions, Ellipticité, Phase, énergie)

TOF: Time of Flight (Mesure Phases faisceau et Energie par temps de vol)

## ➤ Rythmes de coupure:



- Structures temporelles du faisceau
  - Référence RF à 88,0525 MHz
  - Rythmes de coupure faisceau
    - Fréquence de 0,1 Hz à 100 Hz (1 kHz pour NEWGAIN)
    - Ton de 100  $\mu$ s à 999,8 ms (à 1 Hz)
  - Sélecteur de paquets de 1/100 à 1/10000

Rythme de coupure faisceau: Réduction de l'intensité moyenne du faisceau pour protéger l'accélérateur et ces équipements contre les pertes thermiques pendant les réglages

Sélecteur de paquets: Allongement du temps entre paquets pour certaines expériences de physique sur NFS (Mesure de temps de vol)

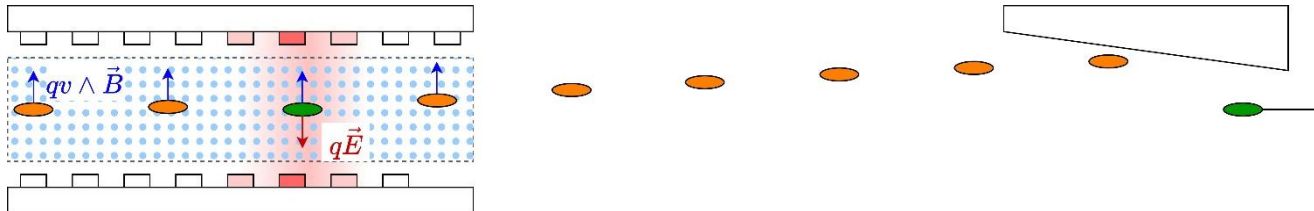
## ➤ Hacheur

- Champ E perpendiculaire au faisceau
- Une électrode à la masse
- Une électrode polarisée à  $-HV$
- Faisceau dévié arrêté sur le scraper



## ➤ Sélecteur de paquets + Déviateur

- Déviateur: Steerer magnétique
- Sélecteur: Champ électrique RF avec électrode à méandre



## ➤ ECSF: Electronique de Contrôle des Signaux Faisceaux

- GST: Générateur des Signaux de Timing
- CDC: Châssis Distributeur et Concentrateur



GST + CDC

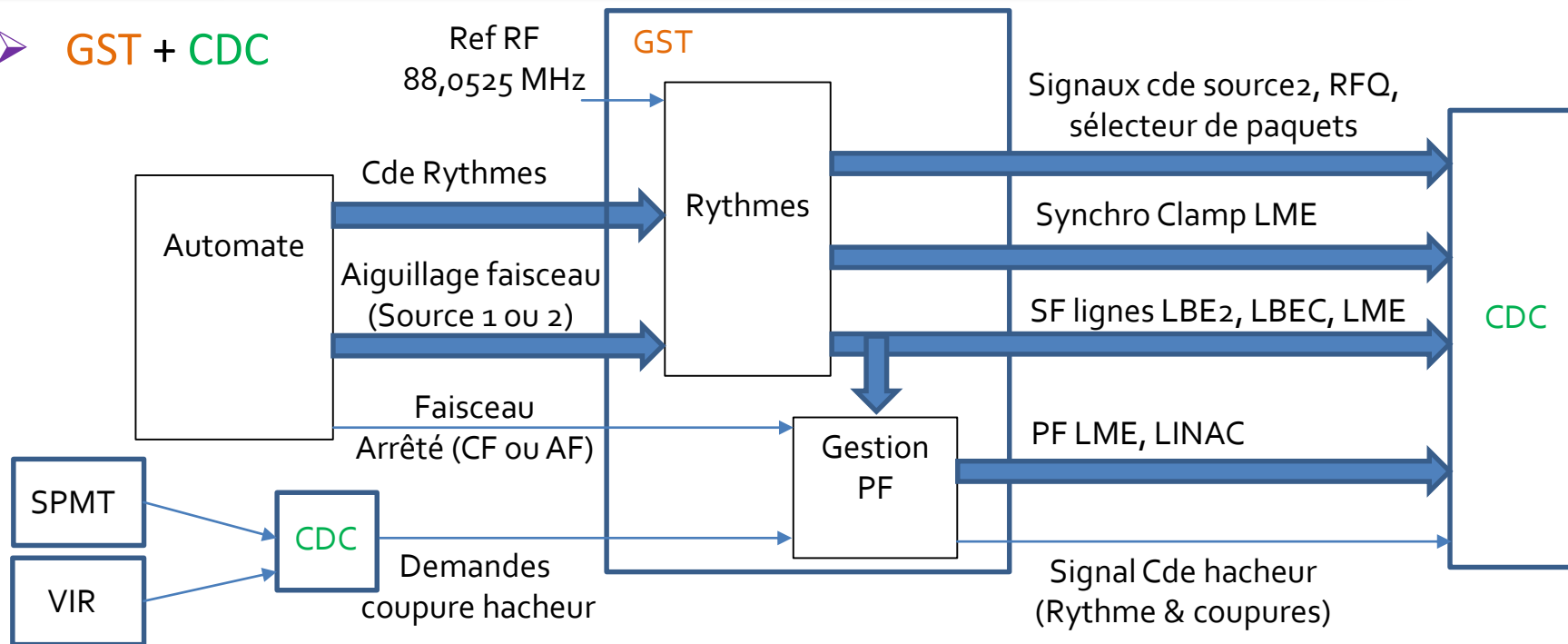


## ➤ Historique:

- 2015: Développement du 1<sup>er</sup> ECSF avec le faisceau sortie RFQ sur le BTI (Banc de Test Intermédiaire)
- 2017-2019: Développement par le LAL du GST définitif
- 2017-2019 Développement du CDC par le GANIL (pour répondre au nombre d'entrées/sorties)
- 2019-2020 Développement du programme FPGA installé par le GANIL



## ➤ GST + CDC



- Synchro faisceau (SF): Indique les rythmes de synchronisation pour les diagnostics faisceau
- Présence faisceau (PF): Indique la présence effective du faisceau: Prend en compte le SF et les coupures du faisceau  
Utilisé par le LLRF des cavités et par les salles de physique
- Synchro Clamp (SC) : Synchro de la mise à zéro des signaux ACCT pendant l'absence faisceau



Le rôle du GST est de :

- Générer les signaux de timing (TS) pour les source2, hacheur, RFQ, sélecteur de paquets
- Générer les signaux SC et SF (Synchro clamp et synchro faisceau) pour les diagnostics
- Générer les signaux PF (Présence faisceau) pour le LLRF et salles de physique
- Gérer les aiguillages de l'injecteur et de la source définie par l'automate interlock
- Gérer les demandes de coupure faisceau d'équipements spécifiques (Stop Equip)
- Gérer la présence d'éléments interceptifs insérés dans le faisceau
- Gérer les demandes de coupure faisceau venant du Châssis Concentrateur et Distributeur (CDC) et des Vannes à Insertion Rapide (VIR)
- Surveiller l'état hardware et firmware de l'électronique, l'état du hacheur, la présence FREF
- Générer une alarme et une demande de coupure de la tension RFQ, en cas d'anomalie

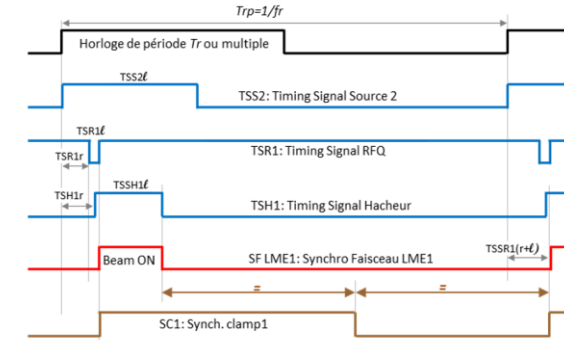
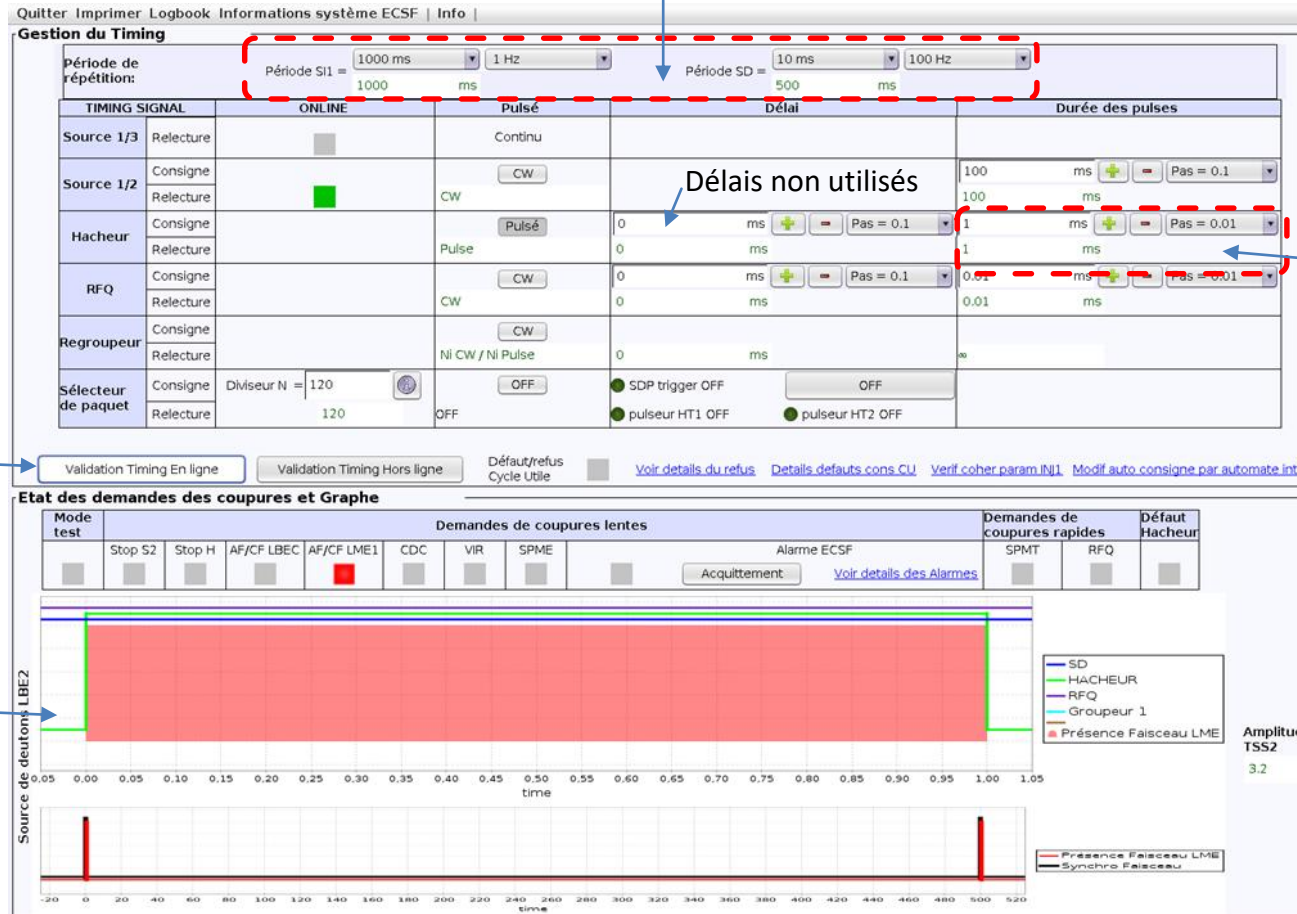


Figure 4: Signaux de Timing (sauf SdP), SF et Synchro Clamp

## ➤ IHM de Contrôle

Commande des périodes Source 1 et 2 (0,1 Hz à 1 kHz)



Délais non utilisés

Commande temps de présence faisceau (10  $\mu$ s à 2s)

Validation à chaque changement de paramètre

## IHM automate

### Page de contrôle des paramètres

ECSF ☐ DISTANCE Tr1 1 Hz 1 Hz Tr2 1 Hz 1 Hz Freq min AEL 100 Hz Montée Cycle Utile ☐ STOP

TIMING SIGNAL ON LINE Pulsé/CW Délai Longueur Pulse

Source 1/3 ☐ CW

Source légers ☐ CW 100,0 ms Ampl. 3,25 V

Hacheur ☐ Clé auto CW non activé Pulsé 0,00 ms 1,00 ms

RFQ ☐ CW 0,00 ms 0,01 ms

Suppresseur de paquet ☐ OFF 12 x10 120

HT aimant ON ☐ HT aimant SURV ☐

Seuil durée coupfais 10,0s Retard 300µs 300µs Tps 100ms 100ms

VALIDATION VALIDATION source hors ligne

RPS Paramètres Faisceau Puissance Faisceau ECSF ECSF Infos ECSF ctrl INTK ECSF détail ctrl INTK Panneau Lignage Alarmes ECSF Messages ECSF RETOUR ACCUEIL

### Page de contrôle des alarmes et défauts

ECSF Alarme\_1 ☐ RESET ALARM  Alarme\_0 ☐ DISTANCE Défaut communication Modbus ☐

Carte ECSF

Version Carte	B001
Version logicielle µC	C306
Version logicielle FPGA	F029
Compteur Com. Modbus	BE70
Compteur Système	7AC7

Défauts ECSF

Défaut com. FPGA	<input type="checkbox"/>
Défaut com. DAC du CCA	<input type="checkbox"/>
Défaut horloge 88MHz	<input type="checkbox"/>
Défaut Sélect. Source	<input type="checkbox"/>
Défaut Sélect. Inj.	<input type="checkbox"/>
Défaut Temp. TSS2A	<input type="checkbox"/>
Défaut hacheur / GST	<input type="checkbox"/>
Demande de coupure RFQ	<input type="checkbox"/>
Défaut Alim 2.5 V	<input type="checkbox"/>
Défaut Alim 1.2 V	<input type="checkbox"/>
Défaut Alim 5 V	<input type="checkbox"/>
Défaut Alim 3.3 V	<input type="checkbox"/>
Défaut Alim 12.5 V	<input type="checkbox"/>
Défaut Alim -1 V	<input type="checkbox"/>
Coupfais Hach trop long	<input type="checkbox"/>
Coupfais CDC trop long	<input type="checkbox"/>
Coupfais VIR trop long	<input type="checkbox"/>
Coupfais SPMT trop long	<input type="checkbox"/>
Coupfais SPME trop long	<input type="checkbox"/>

Etats entrées ECSF

S1 en ligne	<input type="checkbox"/>
S2 en ligne	<input type="checkbox"/>
Inj1 en ligne	<input type="checkbox"/>
Stop S2	<input type="checkbox"/>
Stop Hacheur	<input type="checkbox"/>
EEL LBEC	<input type="checkbox"/>
EEL LME1	<input type="checkbox"/>
Mode Test	<input type="checkbox"/>
Reset Alarme	<input type="checkbox"/>
Coup. CDC	<input type="checkbox"/>
Coup. VIR	<input type="checkbox"/>
Coup. SPMT	<input type="checkbox"/>
Coup. SPME	<input type="checkbox"/>
Défaut hacheur 1	<input type="checkbox"/>

Réserves

Res Alg1	<input type="checkbox"/>
Res Alg2	<input type="checkbox"/>
Res API1	<input type="checkbox"/>
Res API2	<input type="checkbox"/>
Inj2 en ligne	<input type="checkbox"/>
Stop S3	<input type="checkbox"/>
Stop H2	<input type="checkbox"/>
EEL LBE3	<input type="checkbox"/>
EEL LME2	<input type="checkbox"/>
Demande de coupure RFQ2	<input type="checkbox"/>
Défaut Temp. TSS3A	<input type="checkbox"/>
Défaut hacheur 2	<input type="checkbox"/>

Forçage Coupfais

TABLE ECHANGE

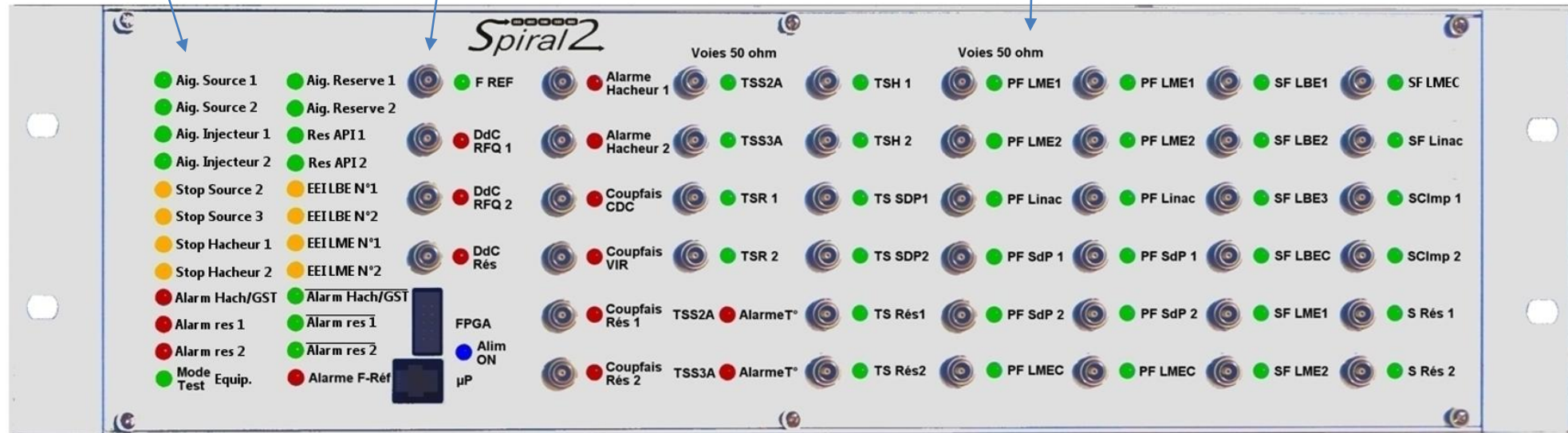
## ➤ Châssis-GST ECSF

Infos Automate

Présence Ref RF

Visualisation des signaux par des leds

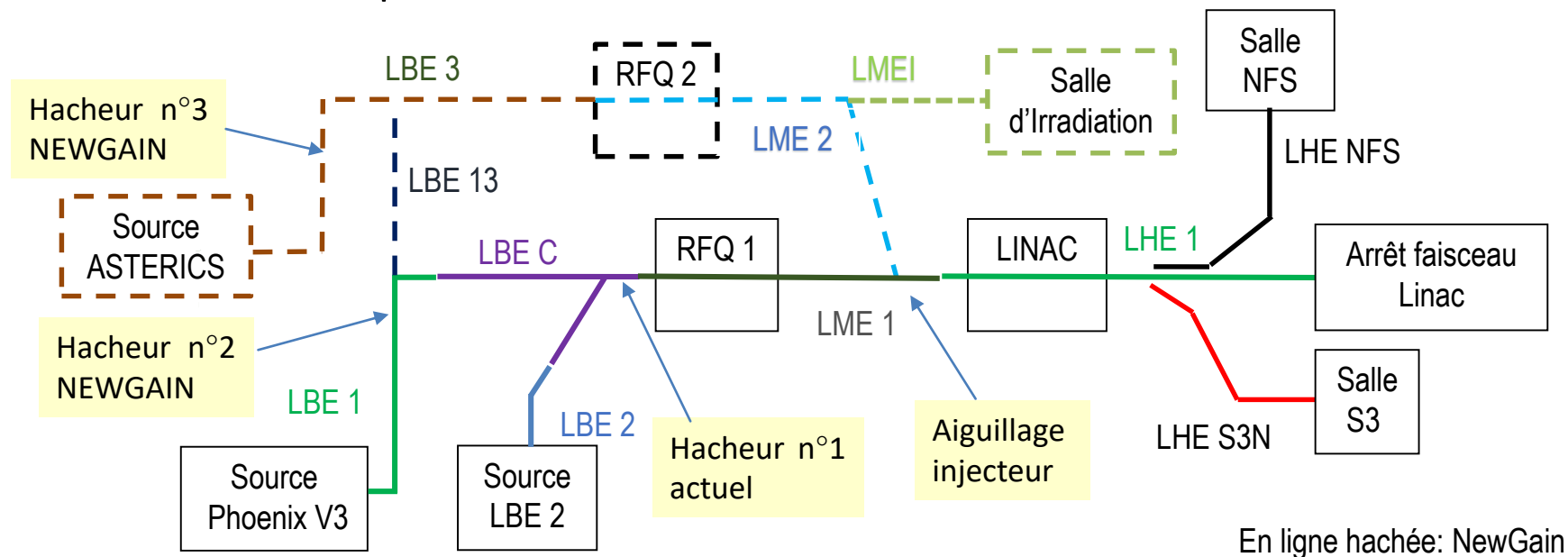
Connecteurs pour visualiser les signaux sur oscilloscope



Les composants programmables utilisés sont:

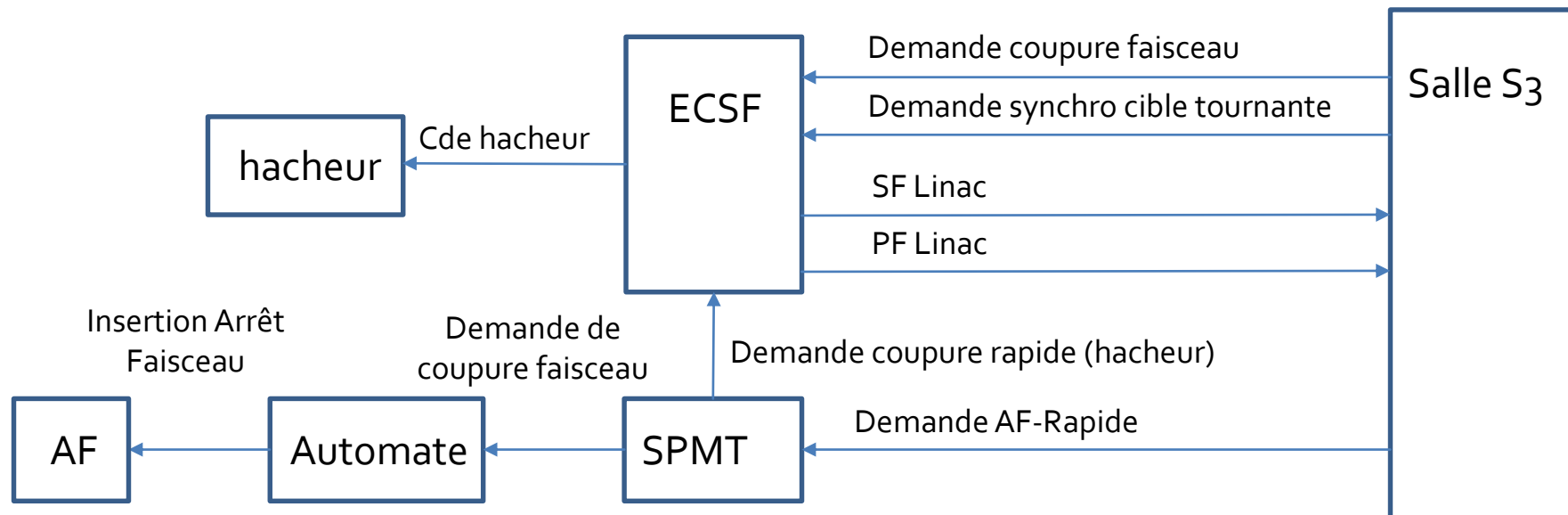
- Microcontrôleur « PIC 24FJ256GB106 » pour gérer la communication Modbus
- FPGA Altera Cyclone IV « EP4CE6 » pour la gestion des timings des signaux

## ➤ Evolution de l'ECSF pour NEWGAIN



- Gestion de 3 hacheurs au lieu de 1 seul actuellement
  - Rajout de signaux « Commandes hacheurs », « Synchro Faisceau » et « Synchro Clamp »
- Gestion de l'aiguillage injecteur ( Faisceau RFQ1 ou RFQ2 dans le linac)
  - Modification des équations de SF , SC de la LME et du Linac en fonction du hacheur en ligne

## ➤ Signaux Machine-Physique



- Les signaux S3, « Demande coupure faisceau » et « Demande synchro cible tournante »:  
Coupure rapide provisoire par commande du hacheur
- Le signal S3, « Demande AF-Rapide »  
Coupure rapide par hacheur + coupure maintenue par insertion d'un Arrêt Faisceau (AF)



Merci

