

	<b>MST-CAM / NectarCAM</b>	<b>Ref. : XXXXX</b> <b>Ed. : 0</b> <b>Rev. : 0</b> <b>Date: 28/05/2025</b>
		<i>Critères d'acceptation du FPM</i> - Banc de Test FPM	

## Critères d'acceptation du FPM - Banc de Test FPM

Modifications du Document				
Edition	Révision	Date	Pages Modifiées	Observations
0	0	28/05/2025	/	Création

		<b>MST-CAM / NectarCAM</b> <i>Critères d'acceptation du FPM</i> - Banc de Test FPM	<b>Ref. : XXXXX</b> <b>Ed. : 0</b> <b>Rev. : 0</b> <b>Date: 28/05/2025</b> <b>Page : 2/10</b>
---	---	--	--

## 1. Prérequis

- Le FPM est entièrement monté (7 DUs + 1 carte IB + la mécanique)
- Le FPM doit être connectée au banc FPM :
  - o Alimentation de la carte avec les tensions +6V, -6V et 3,3V.
  - o Relève les différents signaux nécessaires
  - o Exécution des tests nécessaires à la vérification des critères d'acceptation.

## 2. Connecteurs

- 2 x Tyco 6469076-1

## 3. Critères d'acceptation du FPM

1.1. Le test fonctionnel consiste à :

[EXG#1] Mesurer les tensions d'alimentation et la consommation de la carte (tensions, courants, inrushs)

[EXG#2] Vérifier le bon fonctionnement du lien SPI

Vérifier le bon fonctionnement du FPM (avec 7 DUs)

- Injecter des impulsions lumineuses avec une LED
- Injecter la haute tension

[EXG#3] Vérifier l'acquisition temporelle de la tension CTRL\_HT  
Vérifier le ON/OFF de la HT et la sécurité HT



[EXG#4] Vérifier la mise OFF de la HT (après une mise ON)

[EXG#5] Vérifier la mise ON de la HT (après la mise OFF)

[EXG#6] Vérifier la coupure de la HT si détection d'un défaut

[EXG#7] Vérifier la réactivation de la sécurité

[EXG#8] Vérifier en temporel les signaux HG+, HG-, LG+, LG-

		<b>MST-CAM / NectarCAM</b>	<b>Ref. : XXXXX</b> <b>Ed. : 0</b> <b>Rev. : 0</b> <b>Date: 28/05/2025</b>
		<i>Critères d'acceptation du FPM</i> - Banc de Test FPM	

Page : 3/10

## 1.2. Tableau récapitulatif des tensions et courants des E/S à vérifier

Remarque :

- Les valeurs et tolérances sont à titre indicatif... (28/05/2025)
- Il existe un point sur la carte HVPA qui monte à 2kV (attention à la tenue en tension sur le banc de test)

## Alimentations



Label	Tension (A Injecter et Vérifier)		Courant (mA) (A Vérifier)			
	Typique (V)	Tolérance	Min	Typique	Max	
+6V	+6	De +5,9 à +6,3		460 (AC)		
-6V	-6	De -6,3 à -5,9		92 (AC)		
+3V3	+3,3	+/-5%		~3,5 (AC)		Hors communication SPI

## Sorties



Label	Min (V)	Typique (V)	Max (V)	Commentaire	Charges
SPI_MISO	0 +/-0,15	-	3,3 +/-0,175		
Valeurs lues par le microcontrôleur de la carte					
Voltage Measure VMx	TBD	TBD	TBD	Haute Tension 0 < HT < 1500V (TBC)	
Current Measure CMx HK_I_A_x	TBD	TBD	TBD	Courant de la partie HT	
Current Channel CCx HK_I_HVPA_x	TBD	TBD	TBD	Courant de la carte HVPA	

## Entrées

Label	Min (V)	Typique (V)	Max (V)	Commentaire
IB_UC_RESET	0 +/-0,15	0	3,3 +/-0,175	0V → Fonctionnement nominal 3,3V → Reset du µContrôleur
SPIEN_HV	0 +/-0,15	-	3,3 +/-0,175	
SPI_SCK	0 +/-0,15	-	3,3 +/-0,175	Fréquence : ~1,5MHz

		<b>MST-CAM / NectarCAM</b>	<b>Ref. : XXXXX</b> <b>Ed. : 0</b> <b>Rev. : 0</b> <b>Date: 28/05/2025</b> <b>Page : 4/10</b>
		<i>Critères d'acceptation du</i> <i>FPM</i> <i>- Banc de Test FPM</i>	

SPI_MOSI	0 +/-0,15	-	3,3 +/-0,175	
----------	--------------	---	-----------------	--

		<b>MST-CAM / NectarCAM</b>	<b>Ref. : XXXXX</b> <b>Ed. : 0</b> <b>Rev. : 0</b> <b>Date: 28/05/2025</b>
		<i>Critères d'acceptation du FPM</i> - Banc de Test FPM	

Page : 5/10

## Signaux de données

Label	Mode commun			Mode différentiel		
	Min (V)	Typique (V)	Max (V)	Min (V)	Typique (V)	Max (V)
HG+	~-200mV		0			400mV
HG-			~+200mV			
LG+	~-20mV		0			
LG-			~+20mV			40mV

## 4. Détail des fonctions à réaliser

- Vérifier les tensions d'alimentation et la consommation de la carte (tensions, courants, inrush) [EXG#1]
  - Vérifier les inrush currents des alimentations : +6V, -6V, +3,3V
  - Chronogramme de démarrage des tensions
  - Vérifier les tensions en régime nominal



- Vérifier le bon fonctionnement du lien SPI [EXG#2]
  - Contrôler la valeur d'un registre  
Le lien SPI est décrit dans le document « NectarCAM\_Specification\_tests\_carte\_IB »

- Vérifier le bon fonctionnement du FPM

- Valeur de haute tension

HT		REF_HT		CTRL_HT	
0	V	0	V	0	V
800	V	2,5	V	1,715	V
<b>1000</b>	<b>V</b>	<b>3,1</b>	<b>V</b>	<b>2,125</b>	<b>V Nominal</b>
1200	V	3,75	V	2,555	V
1400	V	4,375	V	2,96	V
1450	V	4,53	V	3,07	V <b>Nominal haut</b>
1500	V	4,7	V	3,175	V MAX

- Injecter des photons grâce au système à LED (ex : impulsion électrique de 30ns toutes les 1 ms)
- Vérifier en temporel les signaux HG+, HG-, LG+, LG-, en mode commun et mode différentiel, bande passante  $\geq 300\text{MHz}$ , **1Gech/s sur chacune des voies** [EXG#8], HG/LG  $\sim 14$  (Valeur à confirmer)
- Vérifier le ON/OFF de la HT et la sécurité HT [EXG#4][EXG#5][EXG#6], vérifier la réactivation de la sécurité avec le registre « disable\_hv / DIS » [EXG#7], cf. tab. 1
- Relever les courants d'alim

		<b>MST-CAM / NectarCAM</b>	<b>Ref. : XXXXX</b> <b>Ed. : 0</b> <b>Rev. : 0</b> <b>Date: 28/05/2025</b> <b>Page : 7/10</b>
		<i>Critères d'acceptation du FPM</i> - Banc de Test FPM	

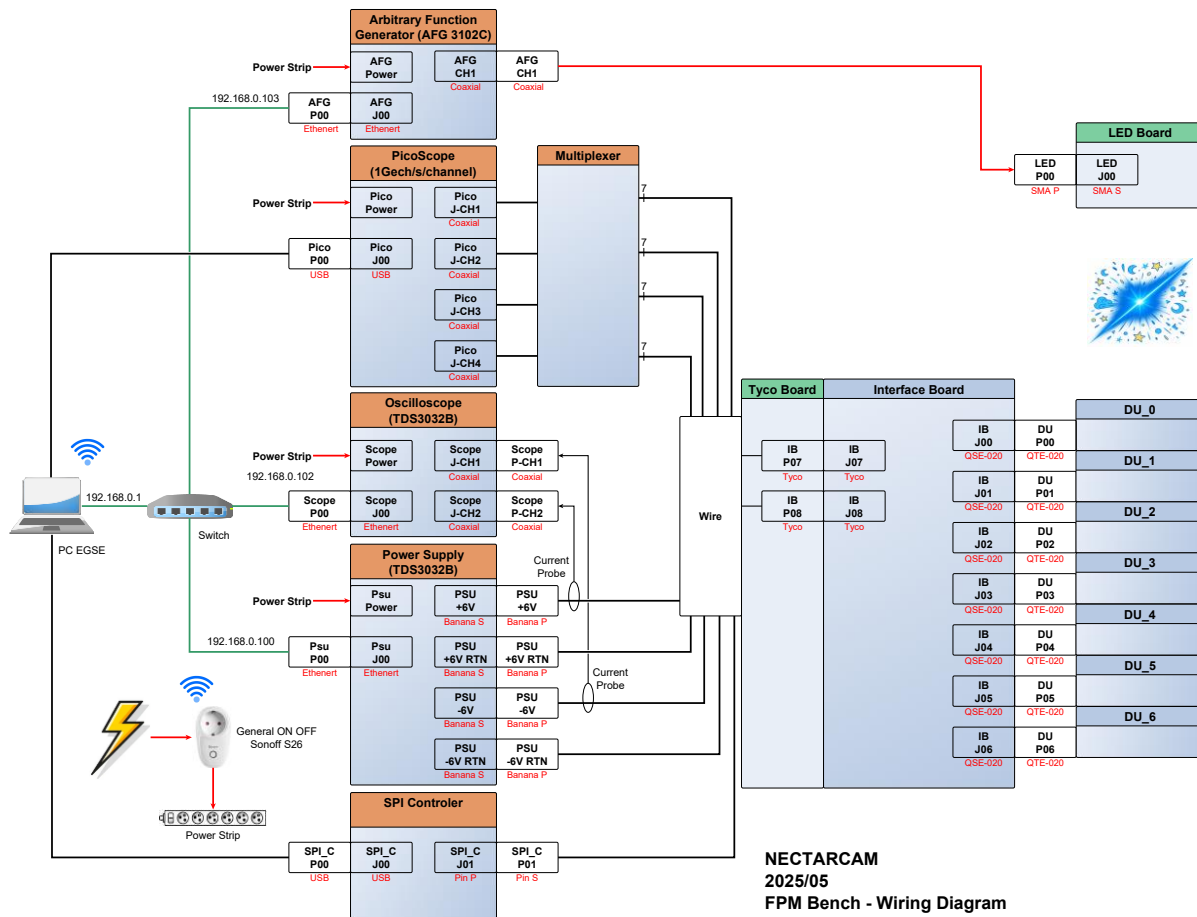
Exigence	Action		A vérifier		COMMENT
	HK_I_A	HT ON/OFF registre SWx (SWicth voltage x)	Registre : CTRL_HT (VMx)	Bit DU du registre : Disable_HV (DIS)	
[EXG#4]	≤ THRS	HT ON puis HT OFF	Tend vers 0	1	<b>Vérifier la mise OFF de la HT après une mise ON</b> HT on puis off, → protection on
[EXG#5]	≤ THRS	HT OFF puis HT ON	A vérifier par rapport à la valeur de consigne	1	<b>Vérifier la mise ON de la HT après la mise OFF</b> HT off puis on, protection on
[EXG#6]	≤ THRS Puis >THRS	HT ON puis HK_I_A >THRS	Tend vers 0	0	<b>Vérifier la coupure de la HT si détection d'un défaut</b> protection devient off
[EXG#7]	≤ THRS	Réactivation de la sécurité avec le registre disable_hv (DIS) puis HT ON	A vérifier par rapport à la valeur de consigne	1	<b>Vérifier la réactivation de la sécurité</b> protection on

tab. 1.

Remarque :

- Toutes les données acquises seront sauvegardées dans une base de données
- Le nombre maximal de cycles de connexion/déconnexion (matage/dématage) des connecteurs doit être respecté
- Les séquences de vecteurs tests seront fournies



Exemple de banc de test :



## 5. SPI SLC Mapping Table (IB Application v4.6)

### Global Variables

Adresse	+0x00	+0x02	+0x04	+0x06	+0x08	+0x0A	+0x0C	+0x0E
0x0000	MS	MS	KEY	KEY	RS	RS	SRST	SRST
0x0010	TEMP	TEMP	SN	SN	ID_FPM	ID_FPM	ID_IB	ID_IB
0x0020	SC	SC	CT	CT	AutoC	AutoC	OFFST	OFFST
0x0030	VSL	VSL	SWV	SWV	SI2C	SI2C		
0x0040	DIS	DIS	LSC	LSC	LIC	LIC	LCV	LCV
0x0050	INP	INP	INM	INM	I2CS	I2CS		

		<b>MST-CAM / NectarCAM</b>	<b>Ref. : XXXXX</b> <b>Ed. : 0</b> <b>Rev. : 0</b> <b>Date: 28/05/2025</b>
		<i>Critères d'acceptation du FPM</i> - Banc de Test FPM	



Page : 9/10

### Per Channel Variables (CH0 to CH6)

Adresse	+0x00	+0x02	+0x04	+0x06	+0x08	+0x0A	+0x0C	+0x0E
0x0060	CS0	CS0	SW0	SW0	ID_DU0	ID_DU0	CT0	CT0
0x0070	VS0	VS0	CC0	CC0	VM0	VM0	CM0	CM0
0x0080	CS1	CS1	SW1	SW1	ID_DU1	ID_DU1	CT1	CT1
0x0090	VS1	VS1	CC1	CC1	VM1	VM1	CM1	CM1
0x00A0	CS2	CS2	SW2	SW2	ID_DU2	ID_DU2	CT2	CT2
0x00B0	VS2	VS2	CC2	CC2	VM2	VM2	CM2	CM2
0x00C0	CS3	CS3	SW3	SW3	ID_DU3	ID_DU3	CT3	CT3
0x00D0	VS3	VS3	CC3	CC3	VM3	VM3	CM3	CM3
0x00E0	CS4	CS4	SW4	SW4	ID_DU4	ID_DU4	CT4	CT4
0x00F0	VS4	VS4	CC4	CC4	VM4	VM4	CM4	CM4
0x0100	CS5	CS5	SW5	SW5	ID_DU5	ID_DU5	CT5	CT5
0x0110	VS5	VS5	CC5	CC5	VM5	VM5	CM5	CM5
0x0120	CS6	CS6	SW6	SW6	ID_DU6	ID_DU6	CT6	CT6
0x0130	VS6	VS6	CC6	CC6	VM6	VM6	CM6	CM6

### Extended Channel Variables (VT, VC, HVm, SC)

Adresse	+0x00	+0x02	+0x04	+0x06	+0x08	+0x0A	+0x0C	+0x0E
0x0150	VT0	VT0	VC0	VC0	HVm0	HVm0	SC0	SC0
0x0160	VT1	VT1	VC1	VC1	HVm1	HVm1	SC1	SC1
0x0170	VT2	VT2	VC2	VC2	HVm2	HVm2	SC2	SC2
0x0180	VT3	VT3	VC3	VC3	HVm3	HVm3	SC3	SC3
0x01A0	VT4	VT4	VC4	VC4	HVm4	HVm4	SC4	SC4
0x01B0	VT5	VT5	VC5	VC5	HVm5	HVm5	SC5	SC5
0x01C0	VT6	VT6	VC6	VC5	HVm6	HVm6	SC6	SC6

		<b>MST-CAM / NectarCAM</b> <i>Critères d'acceptation du FPM</i> - Banc de Test FPM	<b>Ref. : XXXXX</b> <b>Ed. : 0</b> <b>Rev. : 0</b> <b>Date: 28/05/2025      Page : 10/10</b>
---	---	--	---