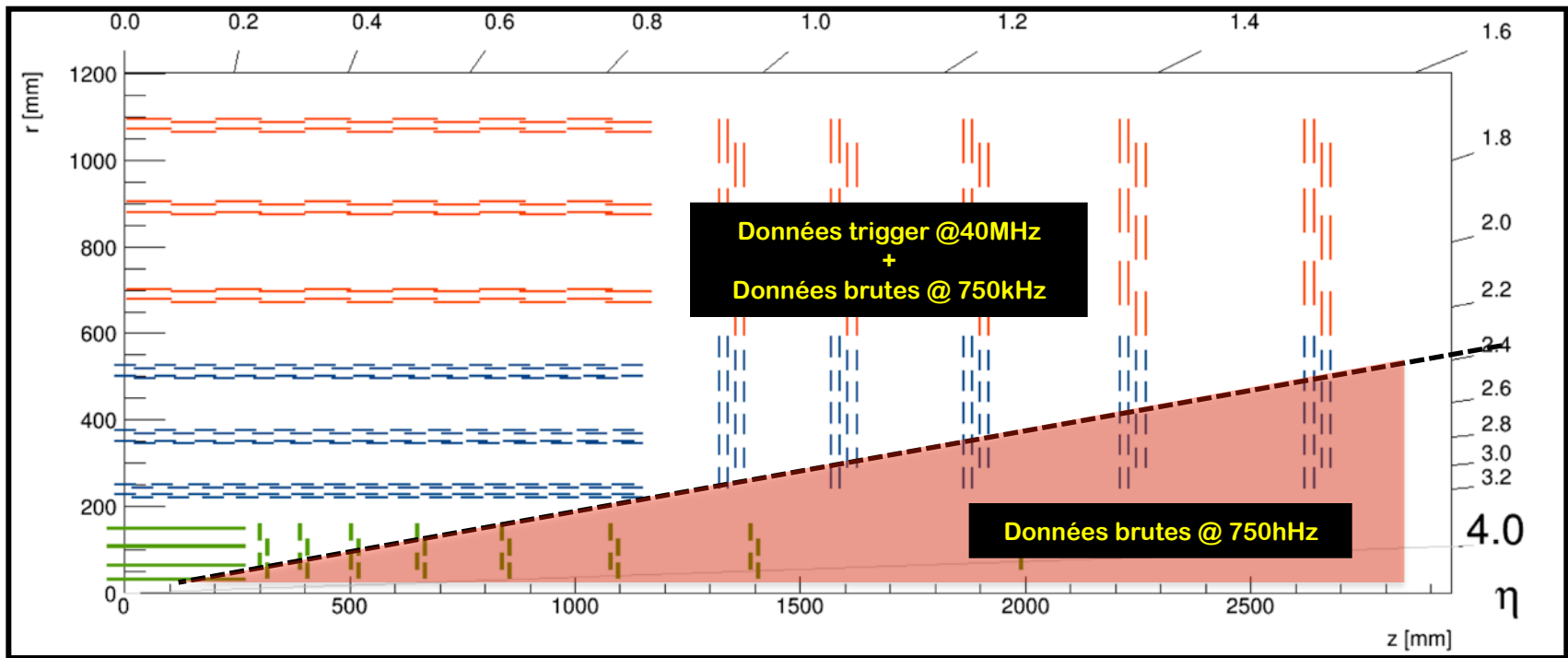


1. Principe
2. Statut du projet
3. Futur proche et moins proche

*L.Caponetto, G.Galbit, B. Nodari, S.Scarfi, S.Viret
IPN Lyon, CERN*

1. Principe
2. Statut du projet
3. Futur proche et moins proche

→ Le futur détecteur de traces de CMS :

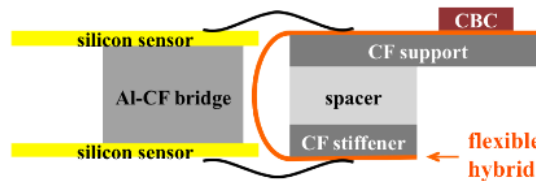
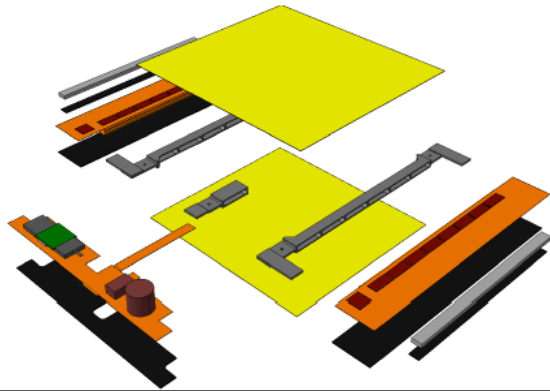


→ Dans le détecteur actuel, seules les données brutes sont extraites à une fréquence de 100kHz.

→ Dans le futur détecteur 2 types de données devront être extraits: **trigger à 40MHz**, et **brutes jusqu'à 750kHz**. Pour parvenir à cela, **une électronique de lecture entièrement nouvelle doit être développée**.

1. Principe
2. Statut du projet
3. Futur proche et moins proche

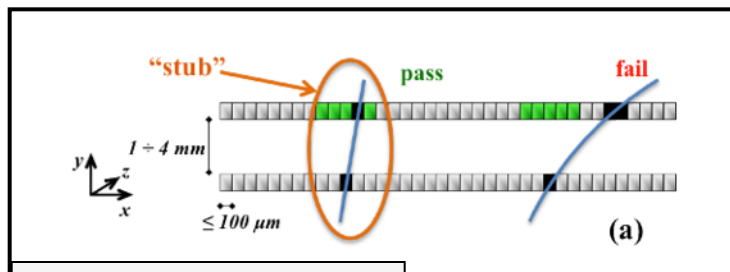
→ Le p_T -module, où comment extraire des informations du trajectographe à 40MHz?



Vue éclatée d'un p_T module strips/strips (2S)

→ Les modules sont constitués de 2 couches de silicium séparées de qqes mm.

→ Pour réduire la quantité de signal à extraire, on reconstruit seulement les coïncidences entre clusters correspondant à une trace de p_T élevé (**stub**).



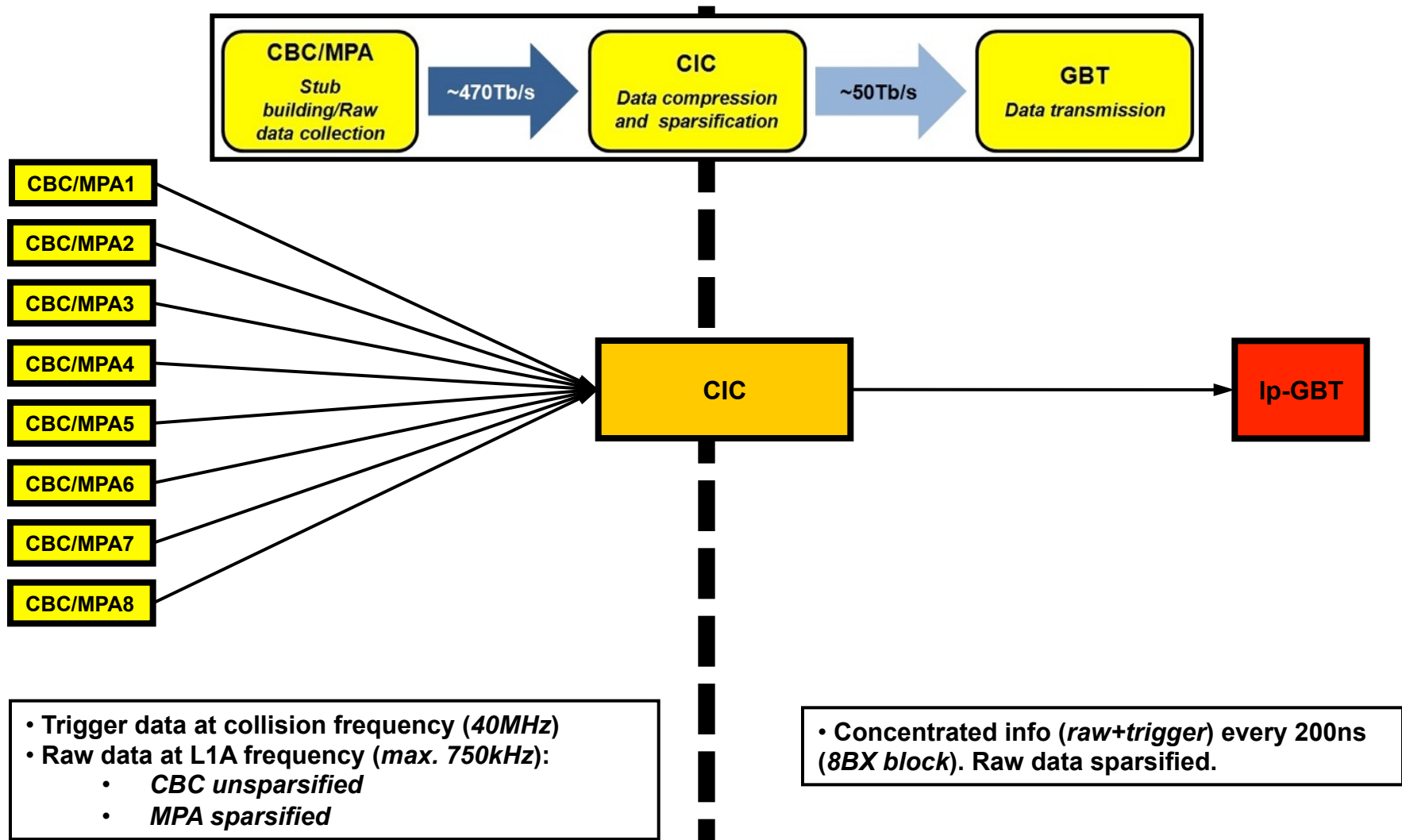
Stub: principe

→ Pour un p_T minimal de 2GeV/c , le taux de réduction est d'environ 10. Suffisant pour sortir les infos.

→ Tout est fait au niveau du module. Implications importantes sur la mécanique, l'électronique,...

1. Principe
2. Statut du projet
3. Futur proche et moins proche

→ Le protocole d'extraction des données du futur tracker au niveau frontend:



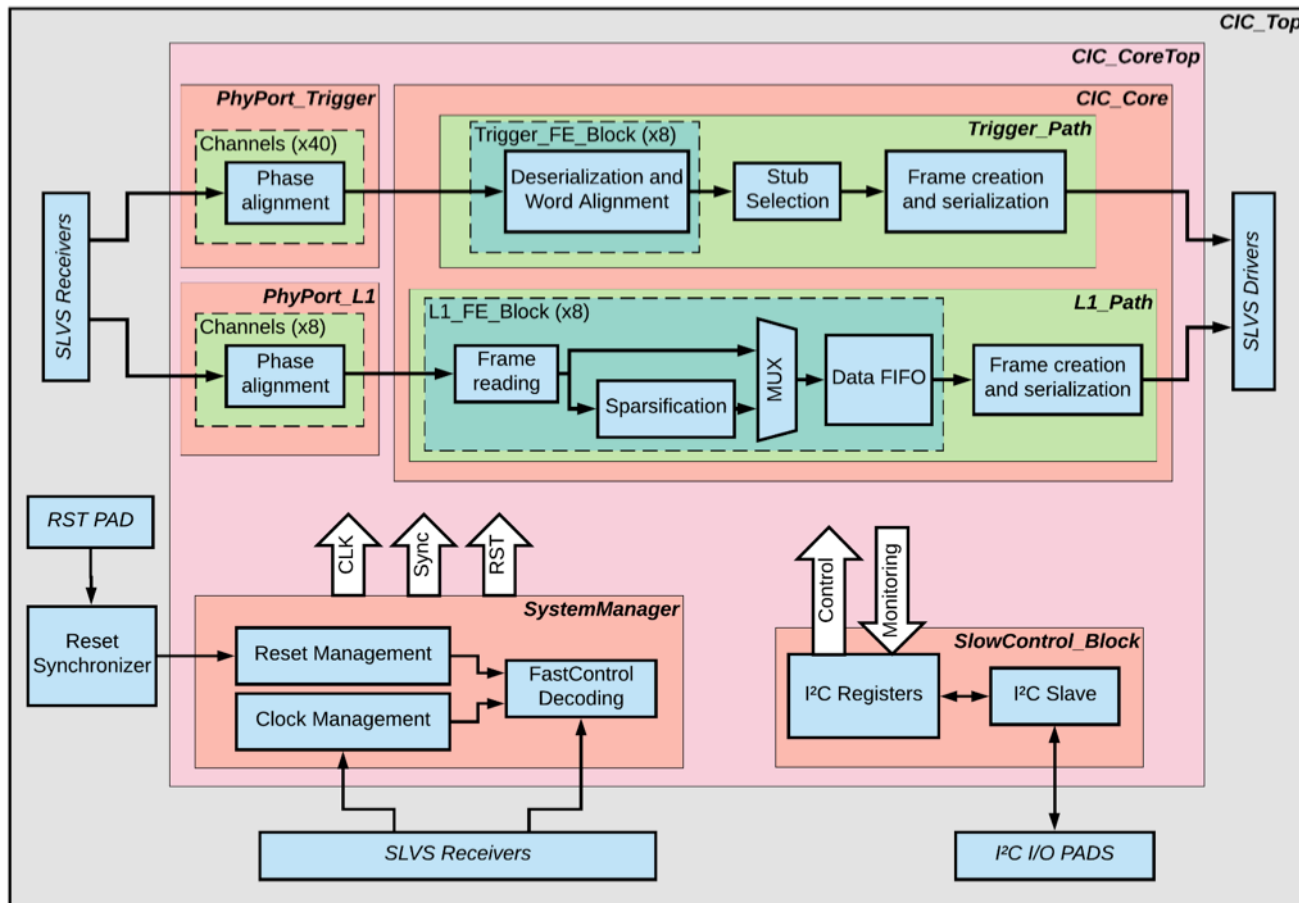
→ Le cahier des charges du concentrateur:

- Le CIC doit recevoir les données de 2 types d'ASICs différents (*MPA/CBC*) et doit fonctionner sur 2 hybrides différents
- **Technologie TSMC 65nm**
- Design digital-on-top, basé sur les cellules standard (*mis à part un bloc analogique en entrée*)
- 48 lignes à 320Mbps en entrée (*2 formats différents*)
- 7 lignes à 320/640Mbps en sortie, dans un format unique
- Le coeur de l'ASIC doit pouvoir fonctionner à 2 tensions différentes: **1.0V** (*PS*) et **1.2V** (*2S*)
- **Design résistant aux radiations (*disponible seulement sur le CIC2*)**
- Corrige les problèmes potentiels des autres ASICs (*on arrive en dernier...*)

1. Principe
2. Statut du projet
3. Futur proche et moins proche

→ Modèle:

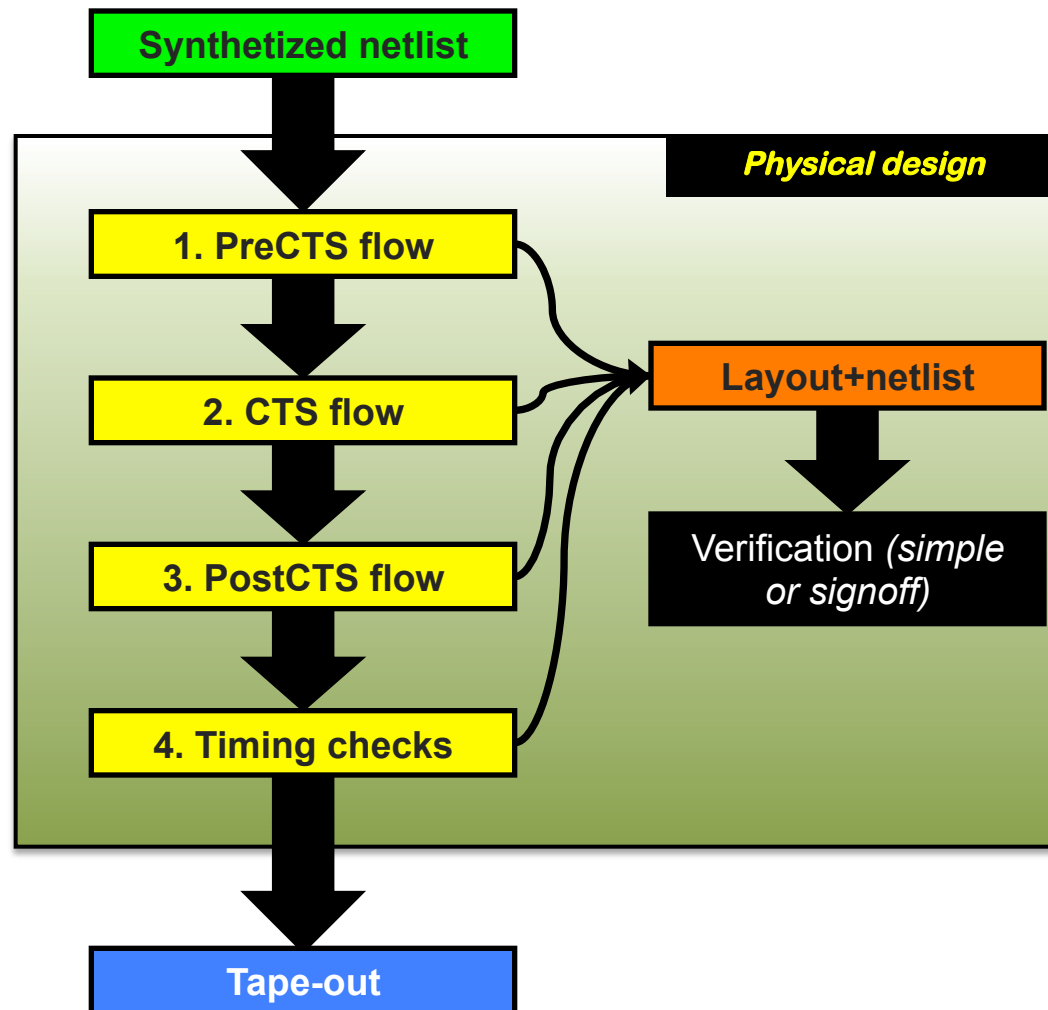
→ Le modèle a été entièrement revisité en 2017 afin de répondre correctement au cahier des charges



→ Modèle:

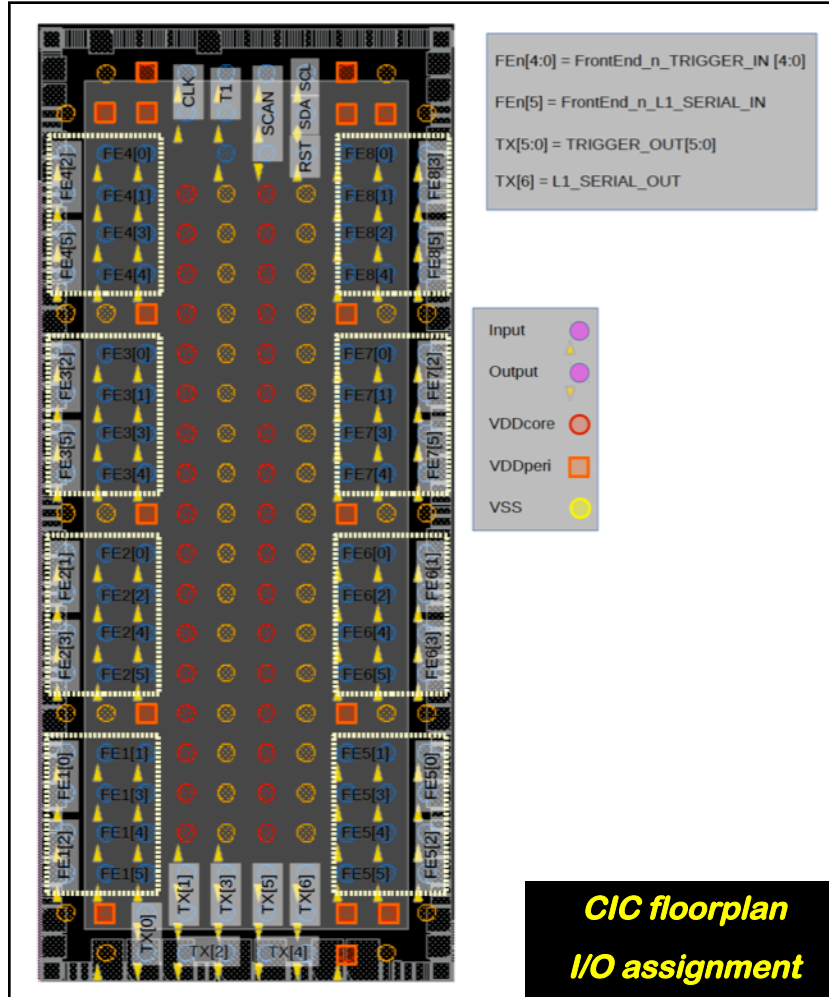
- Le projet a été présenté en détails au cours d'une **revue de design externe en Décembre 2017**. Cette revue a permis de valider le modèle développé en 2017, mais a mis en évidence des imprécisions dans la définition des interfaces (*communication entre les ASICs, procédures de démarrage et de calibration,...*)
 - Les six derniers mois ont été consacrés à la prise en compte de ces problèmes dans le modèle du CIC (*les autres ASICs étant déjà réalisés, le CIC est le seul point où ils peuvent être encore réglés*). Cela a induit un retard sur le projet, mais il est important de signaler que ce retard n'est pas intrinsèque au CIC.
- La majeure partie de ces modifications a été effectuée, on peut désormais considérer que le modèle est terminé (*sauf si le cahier des charges change à nouveau....*)

→ Design physique



- Le processus de design du CIC est une suite d'étapes précisément définies (*flot de conception*)
- A chaque étape est produite une **netlist** qui est validée via un banc de test dédié.
- Le but du jeu est d'obtenir un design respectant les contraintes temporelles du chip.
- Processus **long** (pour le CIC la chaîne complète correspond à 1.5 jour de temps de calcul) et **itératif** (modifications).

→ Design physique



- Les différentes étapes du flot ont été implémentées.
- Le modèle final a été testé jusqu'à l'avant dernière phase (*post-CTS*). Pas de problèmes majeurs jusqu'à présent, c'est plutôt encourageant.
- La finalisation du processus dépend de la réalisation des jalons suivants:
 - Disponibilité de protections ESD pour le CIC (fournies par le CERN)
 - Validation du routage de l'hybride de front-end des modules PS (CERN)

→ Développement du CIC1 et du CIC2

→ L'objectif actuel est une fonderie en Juillet 2018 et une caractérisation pour la fin de l'année.

- Cet objectif dépend fortement des contraintes extérieures mentionnées précédemment, contraintes qui ont déjà engendré d'important retards sur le projet. Mais jusqu'ici tout va bien...
- Une fois le modèle du CIC1 terminé, les modifications nécessaires pour le CIC2 (**triplication**) seront implémentées. Ce travail se fera en parallèle avec la caractérisation du CIC1, afin d'avoir une transition rapide (**~1an**) entre CIC1 et CIC2.
- **Le CIC2 pourra être considéré comme un ASIC de préproduction**, et être utilisé pour le développement et le test des premiers modules. Le CIC1 également (*même pinout*) mais dans une moindre mesure (*pas de testbeam possible*)

→ Production du CIC

- L'ASIC final sera produit en technologie TSMC65, et sera billé (*flip-chip*)
- **Tester une production de chip de ce type est complexe**, et la procédure n'est pas encore clairement définie. Le CERN ayant les mêmes contraintes, nous allons nous baser sur le protocole qu'ils mettront en place.
- Le coût de cette phase est donc difficile à évaluer, mais nous pouvons anticiper le besoin d'un ou deux AI pour prendre part à la campagne de validation des 30000 CICs.

→ **Dans tous les cas ce projet doit être terminé en 2022.**

→ Besoins physiques

- Je vais continuer à encadrer ce projet, à plein temps jusqu'à la réalisation du CIC2 (*fin 2019*).
- A partir de là il y aura besoin d'un encadrement moins important (*0.5FTE suffiront*), que je continuerais à assurer en parallèle de mon activité post-CMS. **Dans tout les cas, je m'engage à ne pas quitter ce projet tant qu'il ne sera pas livré.**
- C'est un projet très technique, mais un post doc physicien serait très utile (*entre 2019 et 2021*) pour participer aux test de caractérisation de l'ASIC (*tests en faisceau, tests de base, ...*)

→ Aspects budgétaires

→ Ces chiffres sont encore préliminaires, surtout les aspects non-core (*procedure de test des ASICs finals pas encore définie*)

Institut	WBS	2018			2019			2020			2021			2022			Total par categorie			
		Non CORE	CDD	CORE	Non CORE	CDD	CORE	Non CORE	CDD	CORE	Non CORE	CDD	CORE	Non CORE	CDD	CORE	Non CORE	CDD	CORE k€	CORE kCHF
IPNL		45,0	0,0	0,0	15,0	0,0	180,0	15,0	38,2	1090,0	15,0	76,3	10,0	10,0	38,2	10,0	100,0	152,7	1290,0	1573,8
Design of first CIC proto	2.1.2.7	10,0																	0,0	0,0
First CIC proto validation	2.1.2.9	25,0			5,0														0,0	0,0
CIC final proto design	2.1.2.10						150,0												150,0	183,0
CIC final proto validation	2.1.2.12						20,0			15,0									35,0	42,7
CIC/MPA/SSA wafer UBM and dicing, CIC testing	2.1.2.16								38,2	1050,0		76,3			38,2				1050,0	1281,0
CIC test line at IPNL							10,0			25,0			10,0			10,0			55,0	67,1
Missions		10,0			10,0			15,0			15,0			10,0					0,0	0,0

→ **Beaucoup de dépenses CORE d'ici à 2020.**

- Le projet CIC commence enfin à sortir la tête de l'eau, grâce au **travail remarquable des ingénieurs de l'IPNL depuis 2017.**
- Les retards actuels ne sont pas imputables à des problèmes internes, mais plutôt dus à des modifications tardives du cahier des charges de l'ASIC et à la non-disponibilité d'informations nécessaires à la réalisation du chip
- Compte-tenu de la pression importante exercée sur le projet pour la réalisation du CIC1, il est assez complexe de se projeter au-delà (*production et validation*) pour le moment, d'où la relative imprécision de nos demandes.