

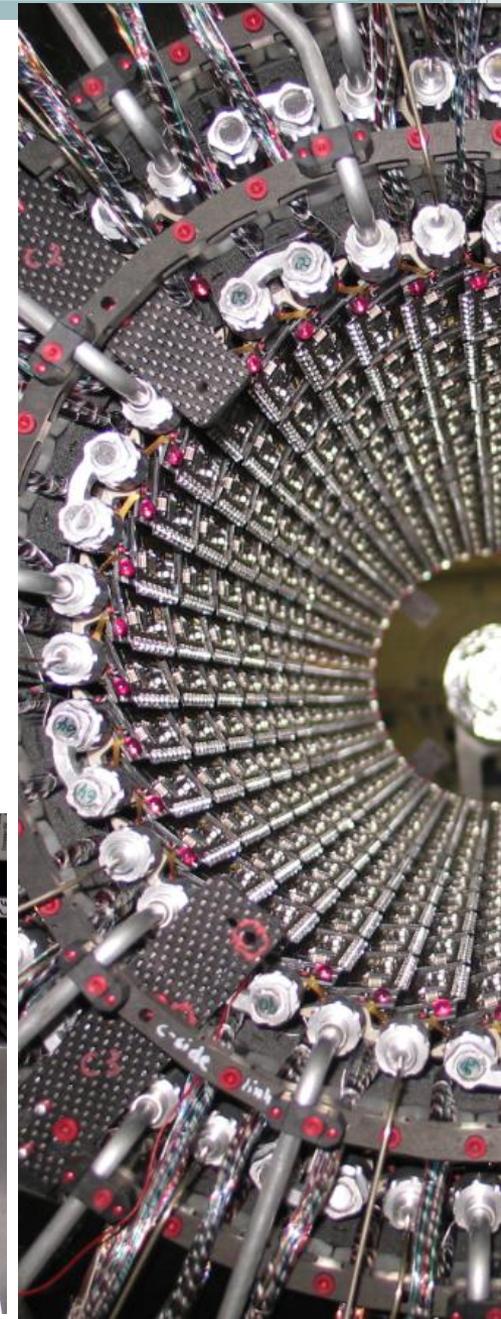
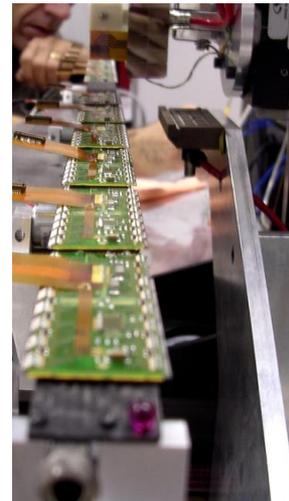
# “Module loading” au travers des expériences ATLAS Pixel, ATLAS IBL et ImXgam

Eric Vigeolas CPPM

*Intégration des détecteurs semi-conducteurs dans nos expériences de physique. LAL le 12 Juin 2014*

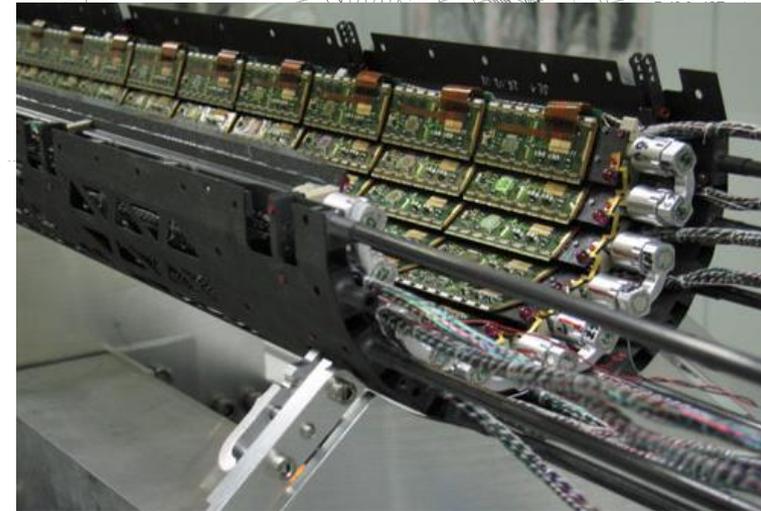
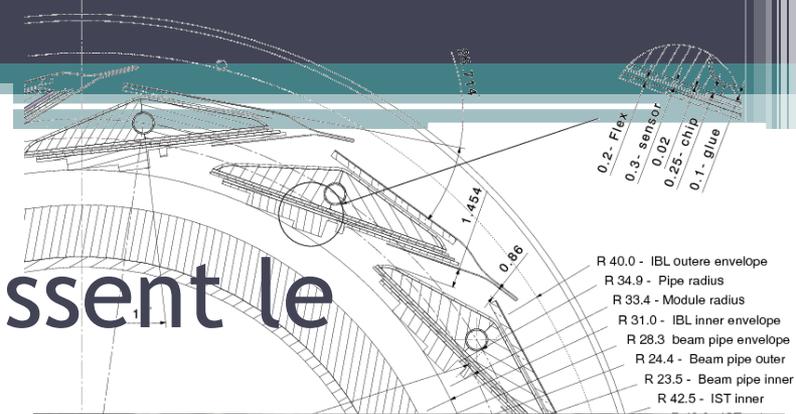
# Avant propos

- Depuis près de 20 ans le CPPM a participé à la production et l'intégration de détecteurs à pixels hybrides pour le LEP (DELPHI), le LHC (ATLAS PIXEL ET IBL) et l'imagerie (ImXPAD)
- Cette présentation donnera un bref aperçu des différentes techniques utilisées et des résultats obtenus
- Ce que nous appelons communément « Module Loading » regroupe un ensemble d'activités complexes comme les tests et caractérisations électriques des modules qui ne seront pas exposées ici



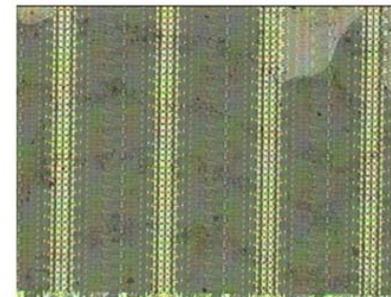
# Les contraintes qui régissent le montage des modules

- Objet couteux et fragiles exigeant **une procédure et des outillages fiables**
- La granularité des détecteurs (1456 modules répartis sur 112 échelles pour pixel, 280 modules répartis sur 14 échelles pour IBL, 56 modules répartis sur 8 barrettes pour le dernier projet CdTe en imagerie ) exige **la possibilité de remplacer des modules** pour assurer la maintenance en cours de montage
- Des détecteurs souvent composés de plusieurs circuits de lecture sur un capteur **exigeant l'absence de colle ou pate thermique entre deux chips** (afin d'éviter l'augmentation des capacités parasites entre les pixels)
- **Une grande précision de montage** requise pour minimiser les espaces morts, respecter les « overlaps » et les enveloppes d'assemblage
- **Une grande précision de mesure de la position** dans l'espace des modules; souvent avec des techniques sans contact

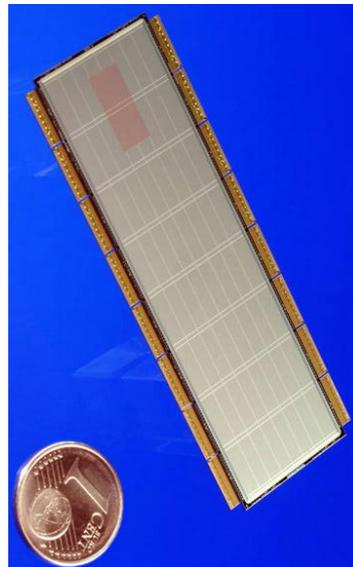
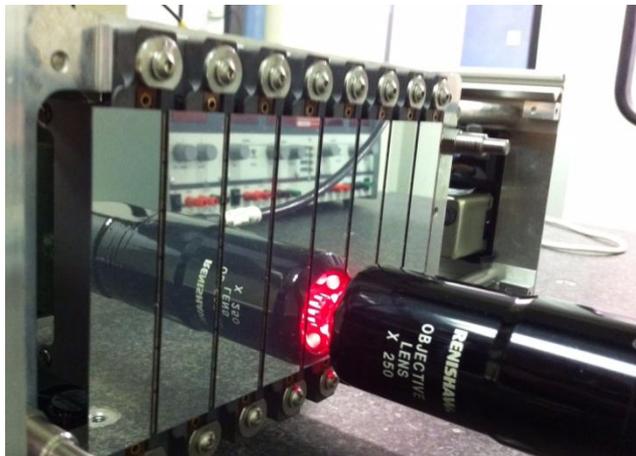
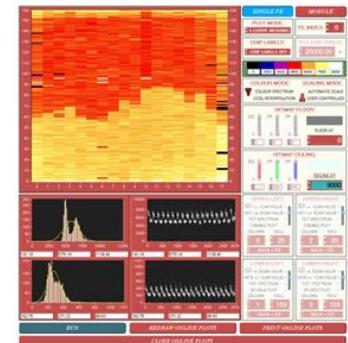


Easy to see where the glue entered in the single chip assembly: **large threshold changes**

Glue enters as expected (~3-4 mm)

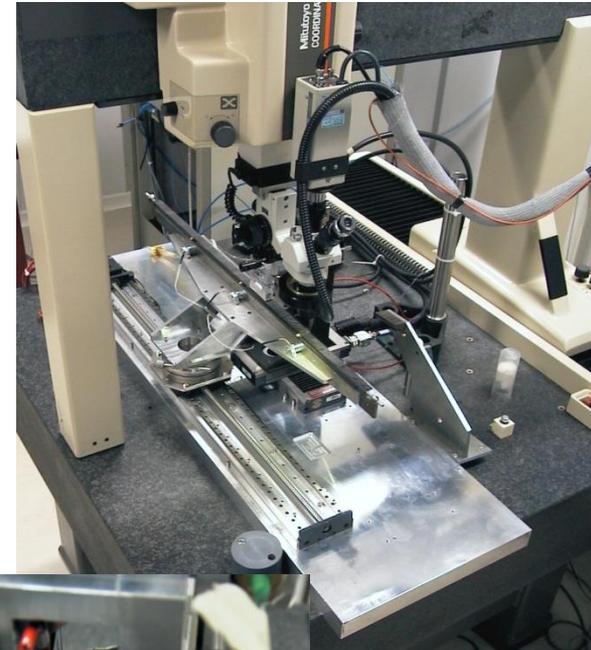


↑ EoC logic is here ↓



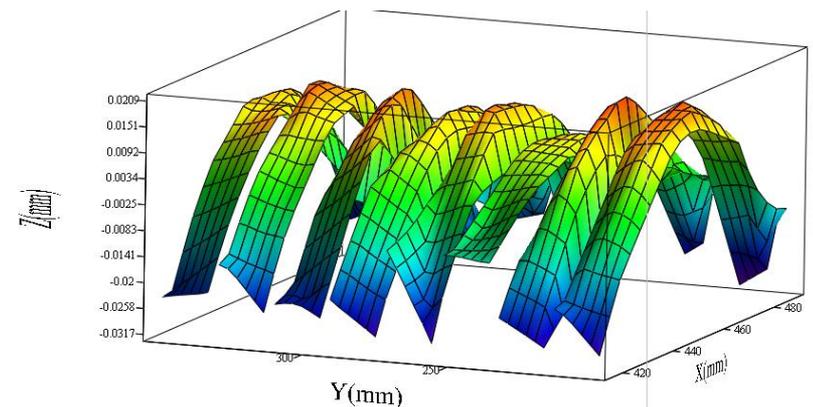
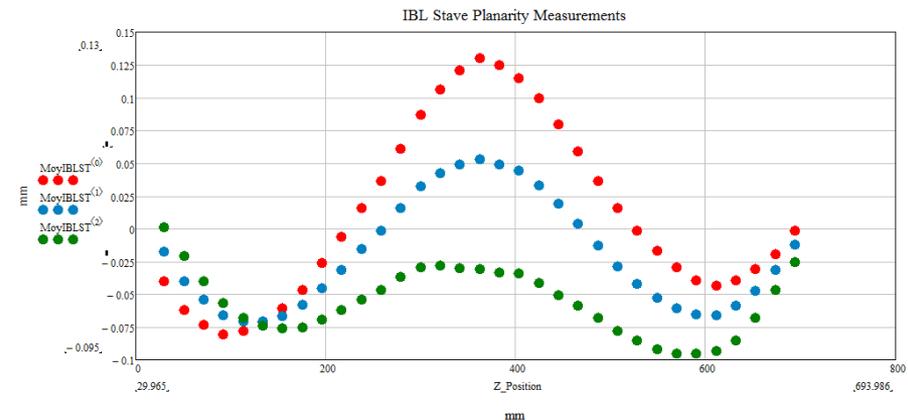
# Choix d'un montage semi automatique Pour Atlas Pixel

- Intégration des modules répartie sur trois sites (Wuppertal, Gênes, Marseille)
- Au CPPM 52 échelles seront assemblées ce qui représente 676 modules
- Un outillage disposant des 6 degrés de liberté dont 4 motorisés a été conçu pour répondre à plusieurs missions:
  - L'automatisation permettant d'augmenter la répétabilité et en conséquence la fiabilité du processus → de mémoire aucun module cassé pendant l'assemblage les seules erreurs effectuées étaient pendant les phases manuelles
  - Disposant des 6 degrés de liberté cet outil s'est avéré fort utile pendant la phase R&D ou la géométrie des modules et des structures changeaient régulièrement
  - Les staves (20x800 mm) ainsi que les modules (28x70 mm) possèdent des défauts géométriques qu'il était possible de compenser avec le robot d'assemblage
  - Les modules disposant de 16 FEI le dépôt de colle c'est avéré simplifié par l'automatisation
- L'outillage était monté directement sous une MMT pour contrôler et corriger les positions d'assemblage
- Cet outillage c'est avéré fort utile car il a été utilisé pendant les 5 années suivant l'installation de pixel pour le montage des modules XPIX pour l'imagerie médicale



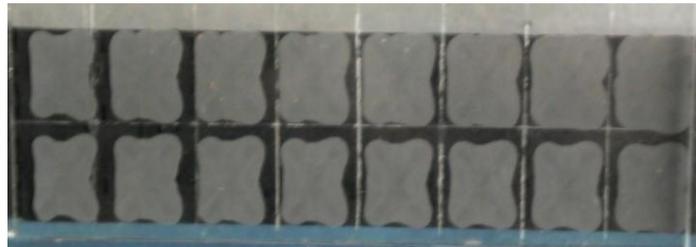
# Choix d'un montage semi automatique Pour Atlas Pixel

- Intégration des modules répartie sur trois sites (Wuppertal, Gênes, Marseille)
- Au CPPM 45 échelles seront assemblées ce qui représente 585 modules
- Un outillage disposant des 6 degrés de liberté dont 4 motorisés à été conçu pour répondre a plusieurs missions:
  - L'automatisation permettant d'augmenter la répétabilité et en conséquence la fiabilité du processus → de mémoire aucun module cassé pendant l'assemblage les seules erreurs effectuées étaient pendant les phases manuelles
  - Disposant des 6 degrés de liberté cet outil s'est avéré fort utile pendant la phase R&D ou la géométrie des modules et des structures changeaient régulièrement
  - Les staves (20x1200 mm) ainsi que les modules (28x70 mm) possèdent des défauts géométriques qu'il était possible de compenser avec le robot d'assemblage
  - Les modules disposant de 16 FEI le dépôt de colle c'est avéré simplifié par l'automatisation
- L'outillage était monté directement sous une MMT pour contrôler et corriger les positions d'assemblage
- Cet outillage c'est avéré fort utile car il a été utilisé pendant les 5 années suivant l'installation de pixel pour le montage des modules XPIX pour l'imagerie médicale

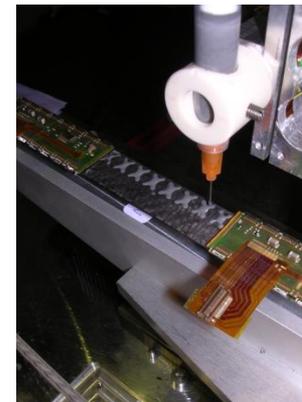
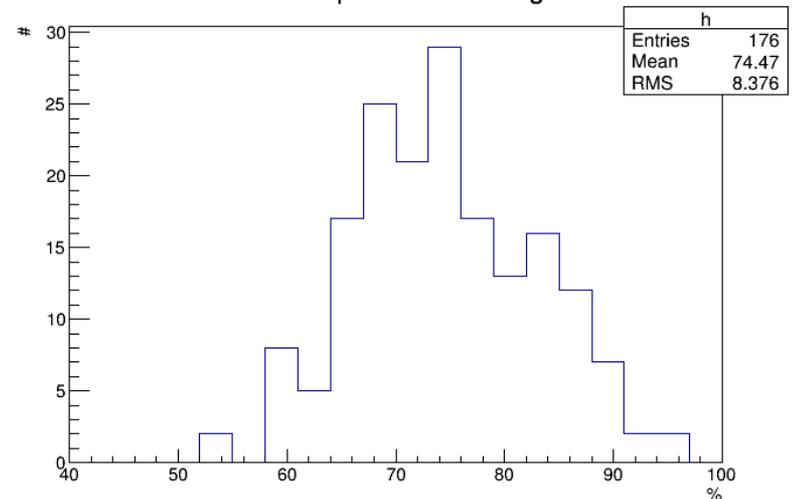


# Choix d'un montage semi automatique Pour Atlas Pixel

- Intégration des modules répartie sur trois sites (Wuppertal, Gênes, Marseille)
- Au CPPM 45 échelles seront assemblées ce qui représente 585 modules
- Un outillage disposant des 6 degrés de liberté dont 4 motorisés a été conçu pour répondre à plusieurs missions:
  - L'automatisation permettant d'augmenter la répétabilité et en conséquence la fiabilité du processus → de mémoire aucun module cassé pendant l'assemblage les seules erreurs effectuées étaient pendant les phases manuelles
  - Disposant des 6 degrés de liberté cet outil s'est avéré fort utile pendant la phase R&D où la géométrie des modules et des structures changeaient régulièrement
  - Les staves (20x1200 mm) ainsi que les modules (28x70 mm) possèdent des défauts géométriques qu'il était possible de compenser avec le robot d'assemblage
  - Les modules disposant de 16 FEI le dépôt de colle c'est avéré simplifié par l'automatisation
- L'outillage était monté directement sous une MMT pour contrôler et corriger les positions d'assemblage
- Cet outillage c'est avéré fort utile car il a été utilisé pendant les 5 années suivant l'installation de pixel pour le montage des modules XPIX pour l'imagerie médicale

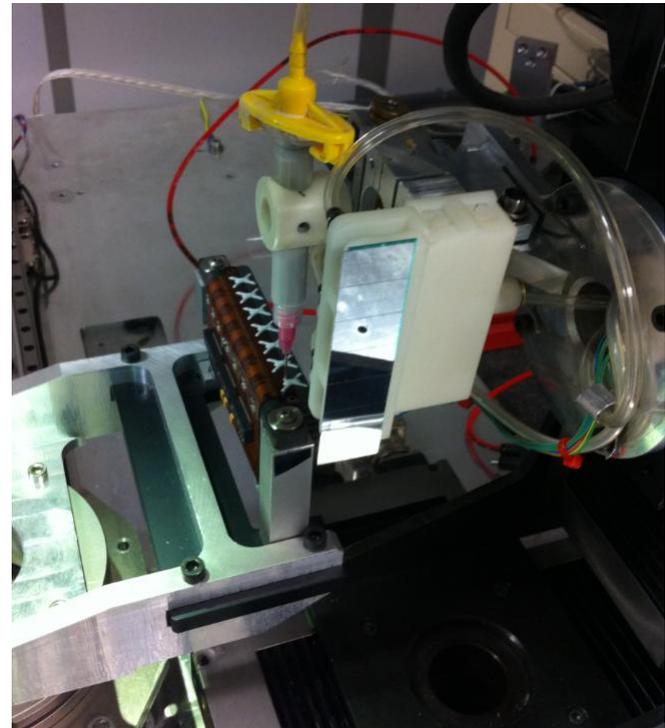


Glue Chip's Area Coverage



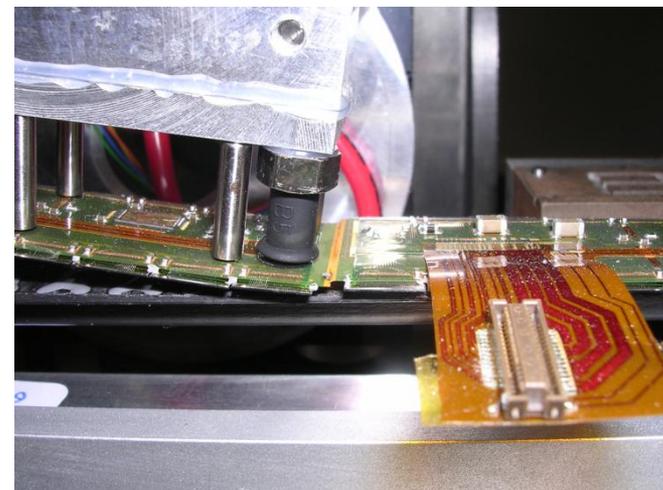
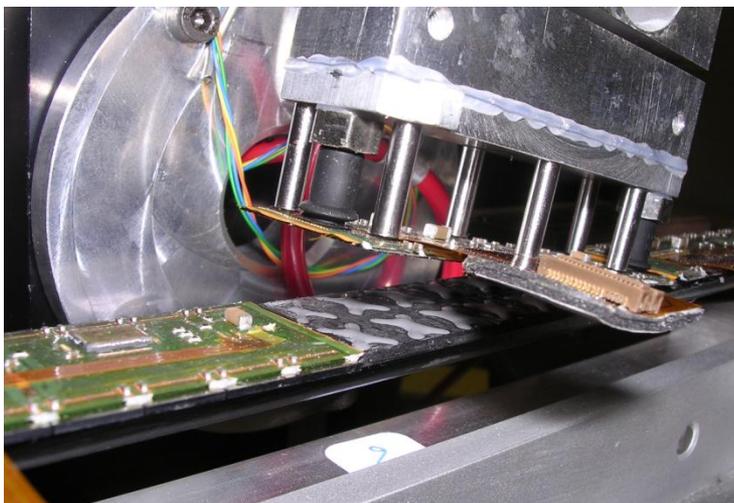
# Choix d'un montage semi automatique Pour Atlas Pixel

- Intégration des modules répartie sur trois sites (Wuppertal, Gênes, Marseille)
- Au CPPM 45 échelles seront assemblées ce qui représente 585 modules
- Un outillage disposant des 6 degrés de liberté dont 4 motorisés a été conçu pour répondre à plusieurs missions:
  - L'automatisation permettant d'augmenter la répétabilité et en conséquence la fiabilité du processus → de mémoire aucun module cassé pendant l'assemblage les seules erreurs effectuées étaient pendant les phases manuelles
  - Disposant des 6 degrés de liberté cet outil s'est avéré fort utile pendant la phase R&D ou la géométrie des modules et des structures changeaient régulièrement
  - Les staves (20x1200 mm) ainsi que les modules (28x70 mm) possèdent des défauts géométriques qu'il était possible de compenser avec le robot d'assemblage
  - Les modules disposant de 16 FEI le dépôt de colle c'est avéré simplifié par l'automatisation
- L'outillage était monté directement sous une MMT pour contrôler et corriger les positions d'assemblage
- Cet outillage c'est avéré fort utile car il a été utilisé pendant les 5 années suivant l'installation de pixel pour le montage des modules XPIX pour l'imagerie médicale



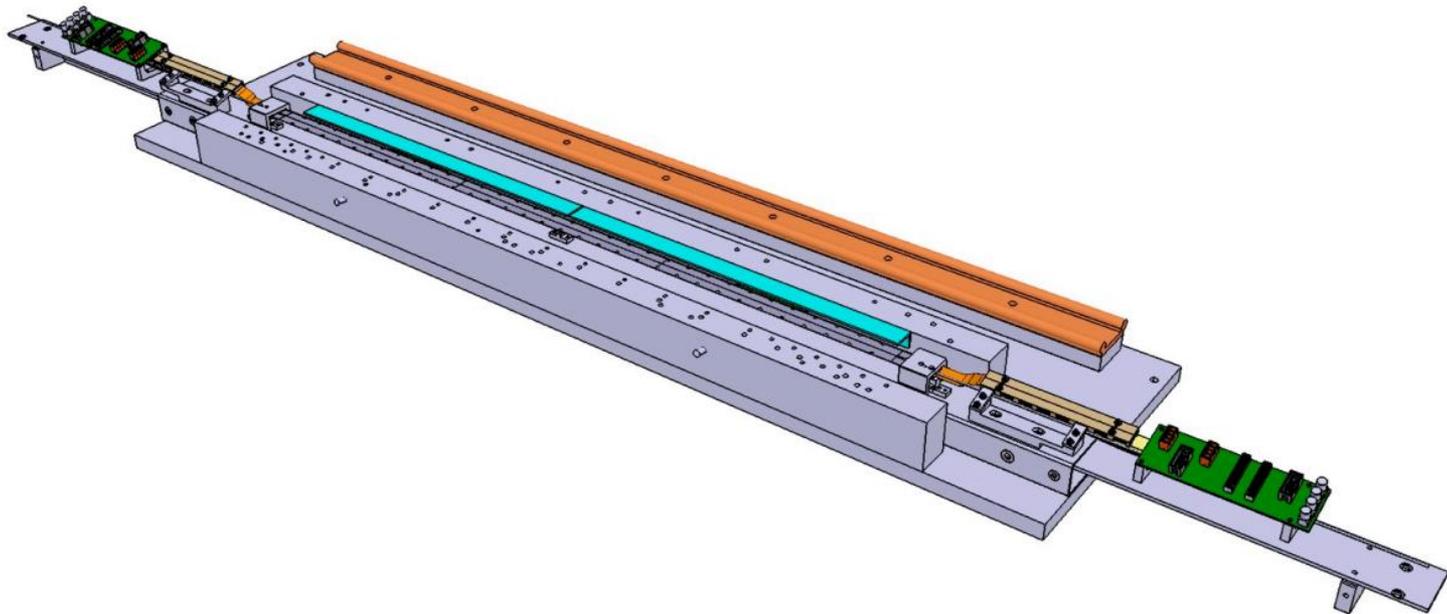
# Automatisation bénéfique pour la réparation des staves

- Parmi les trois sites d'assemblage seul le CPPM a développé la capacité de remplacer des modules sur les staves ce qui c'est avéré utile sur 10% du détecteur.

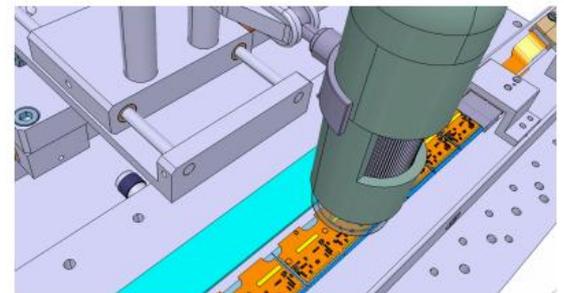
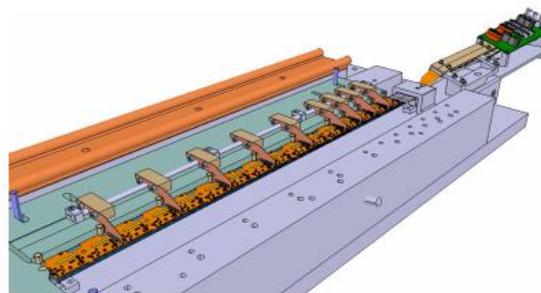
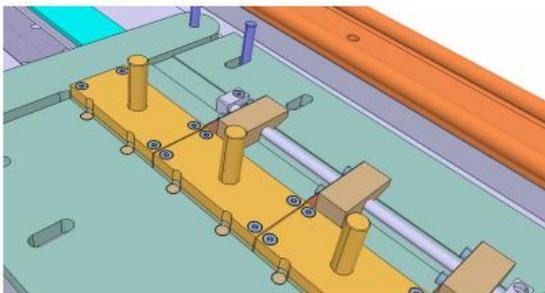
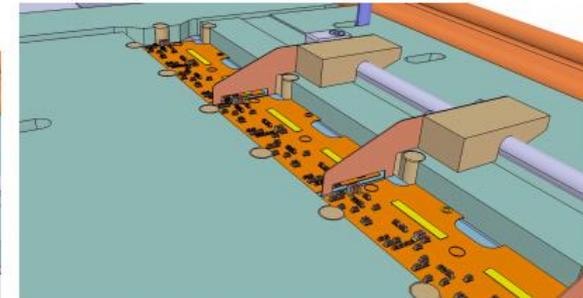
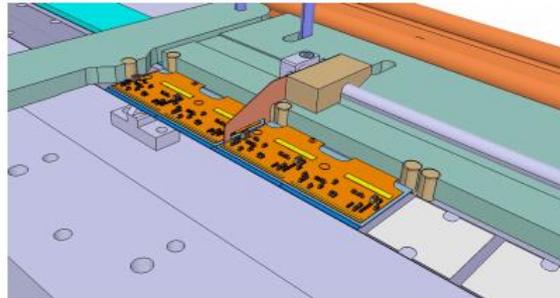
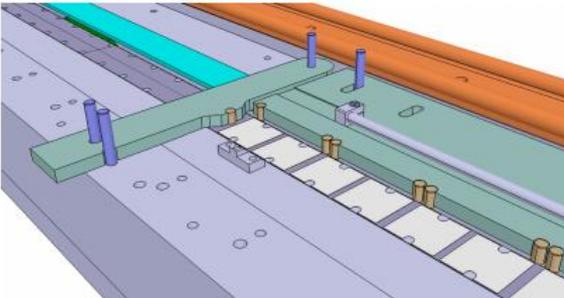
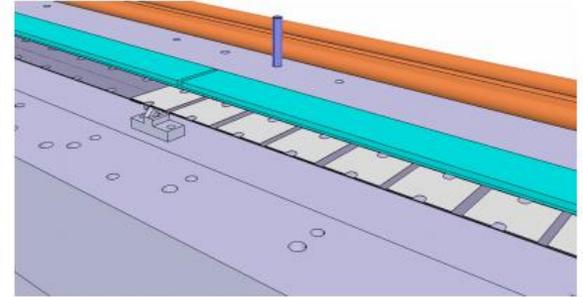
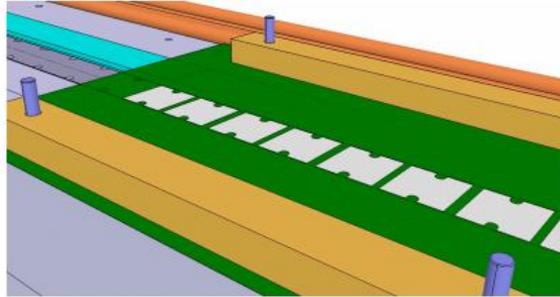
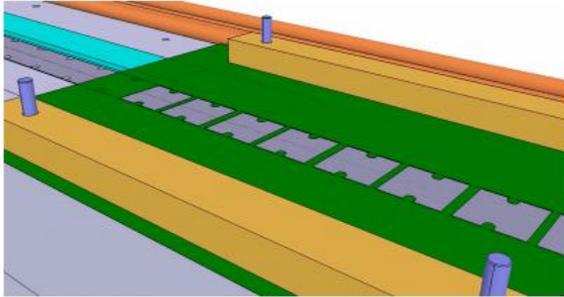


# Choix d'un assemblage manuel sur IBL

- faible nombre de staves à assembler (14 contre 112 pour Pixel)
- modules ne disposant qu'au maximum deux FEI → dépôt de colle plus aisé
- Délais de R&D beaucoup plus courts

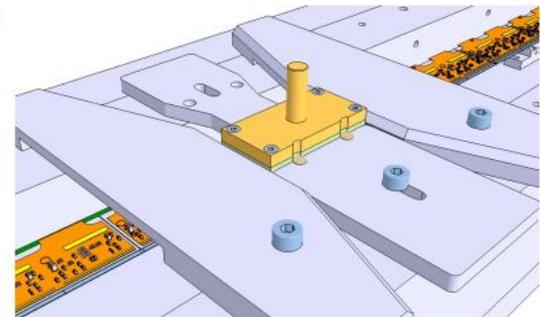
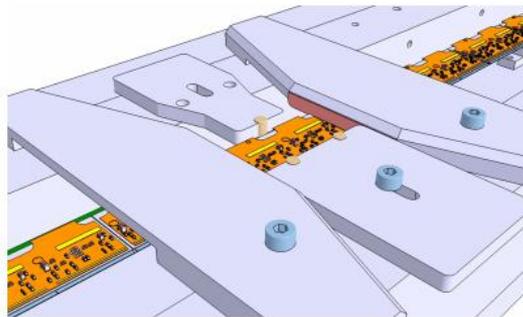
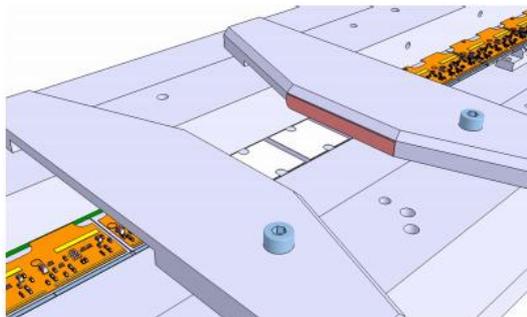
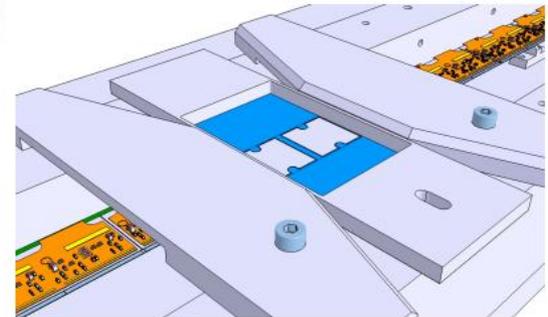
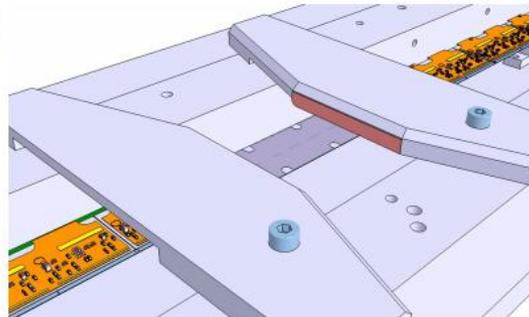
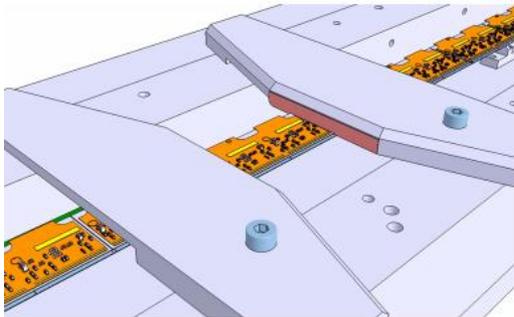


# IBL Loading



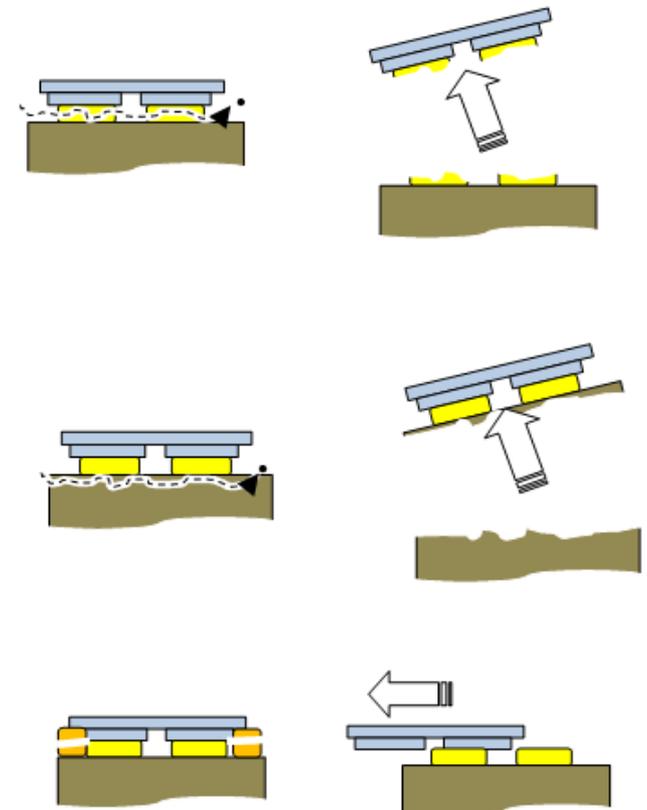
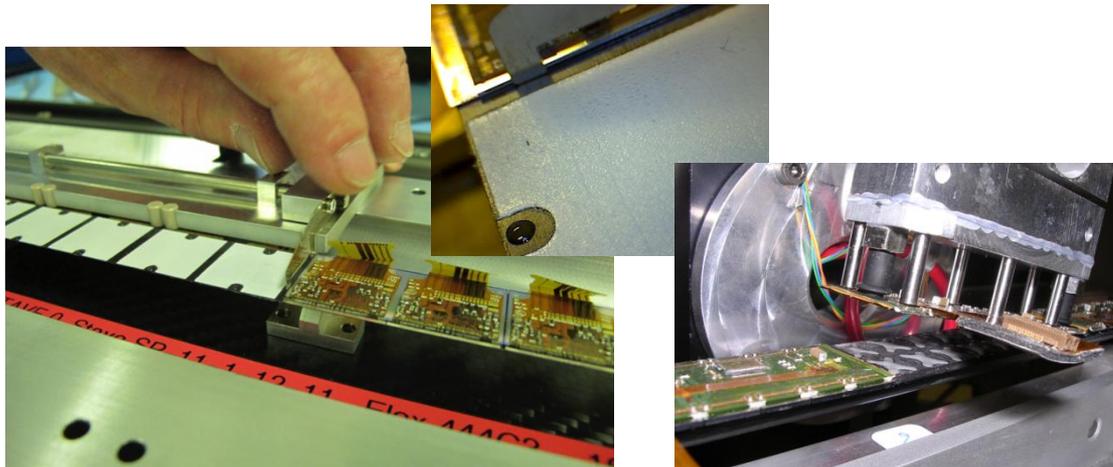
# IBL Rework

- A l'instar de pixel, une procédure de remplacement des module a du être développée
- Cette contrainte est obligatoire dans toute conception pour éviter le bricolage des réparations



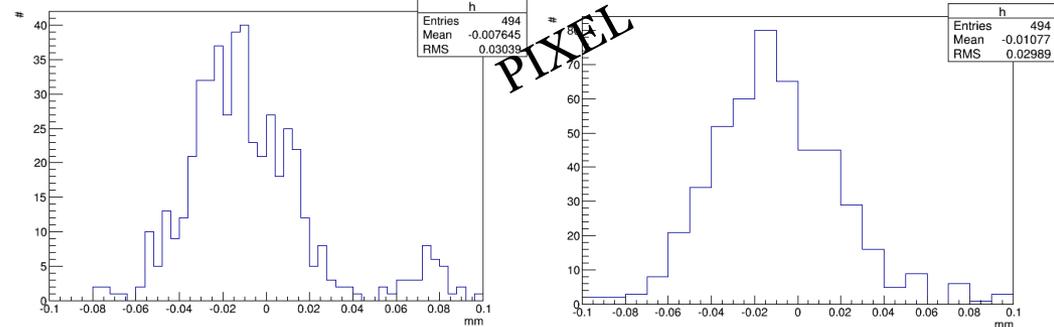
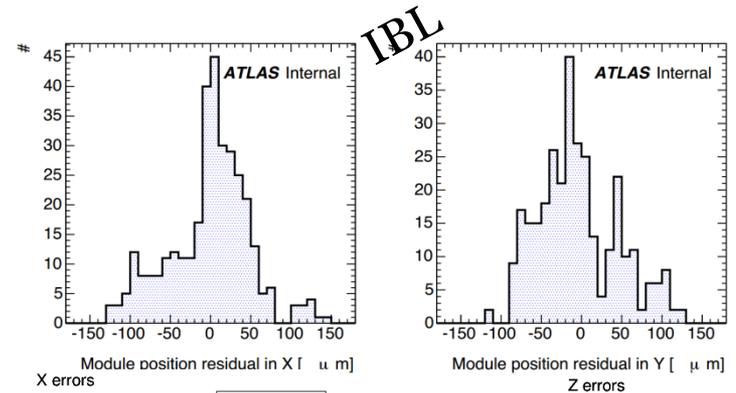
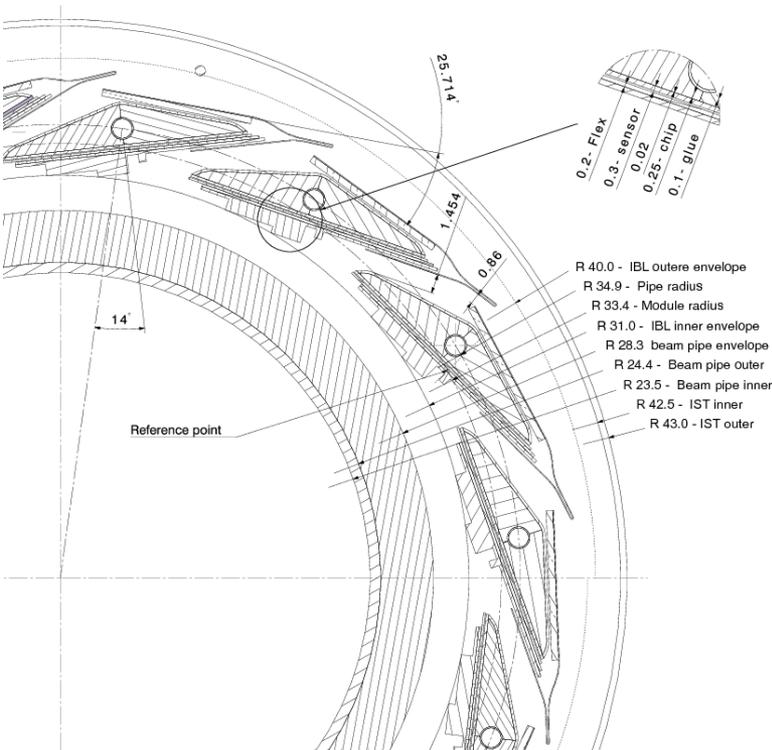
# Contrainte pour la maintenance

- Que ce soit pour Pixel, IBL ou les détecteurs pour l'imagerie, il est impératif de prévoir la possibilité de remplacement des modules
- Pour les détecteur de vertex la difficulté réside dans le choix de la méthode de montage:
  - Utilisation autre que la colle impossible pour réduire la longueur de radiation
  - La colle doit être démontable sans détériorer le support
  - La colle doit résister aux radiations
  - La colle doit permettre un bon refroidissement des modules (conductivité  $> 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )



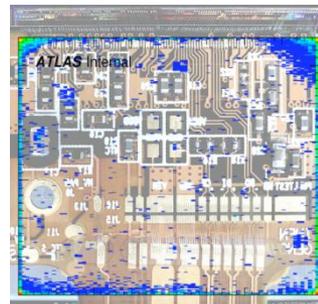
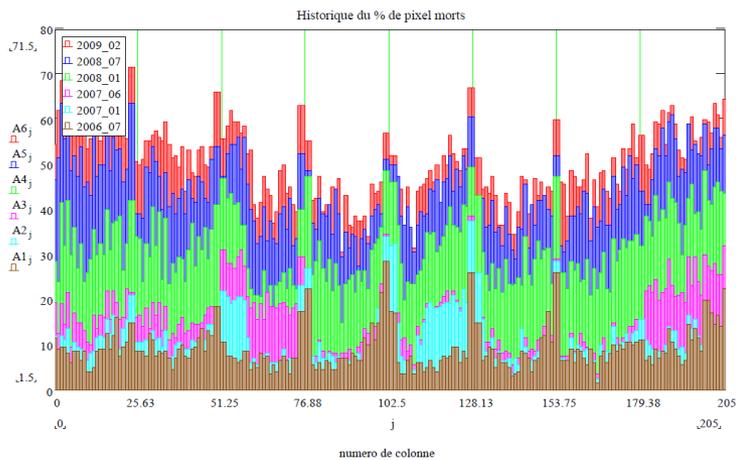
# Une question de précision

- Une grande précision de montage est nécessaire pour respecter les enveloppes, pour minimiser les zones mortes
- Une grande précision de mesure pour permettre un alignement plus simple et rapide

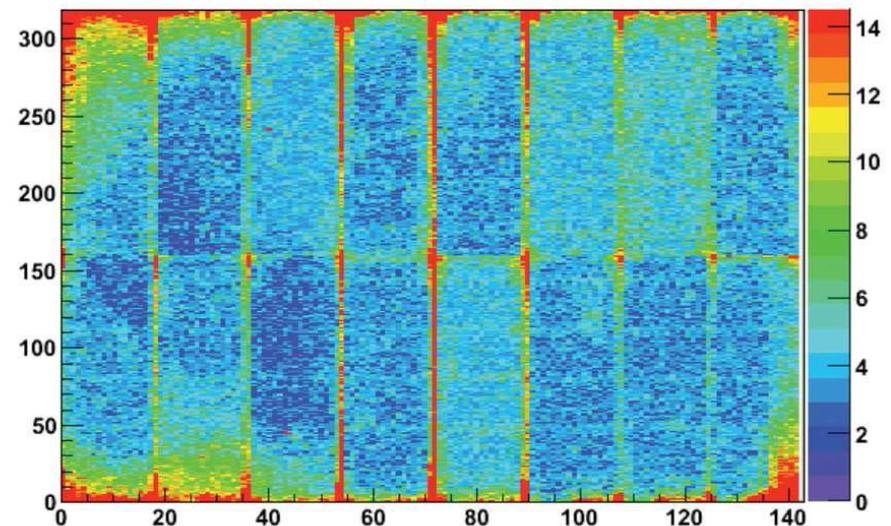


# Fragilité des bumps à suivre attentivement

- Les circuits de lecture s'amincissent de plus en plus (0.3 mm pour pixel, 0.15mm pour IBL, 0.1 mm déjà testé pour les futures expériences)
- La manipulation des modules sera de plus en plus délicate...



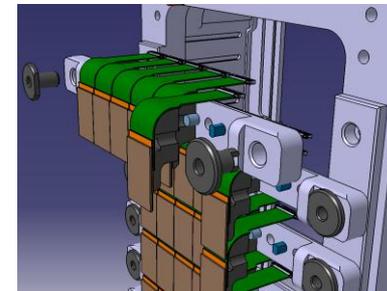
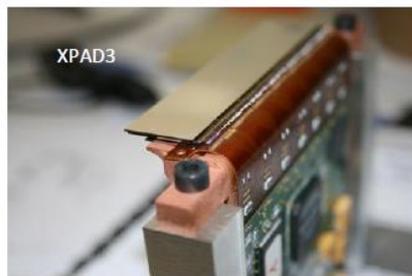
Integrated disconnected bumps for modules with less than 46080 discons and confirmed by digital



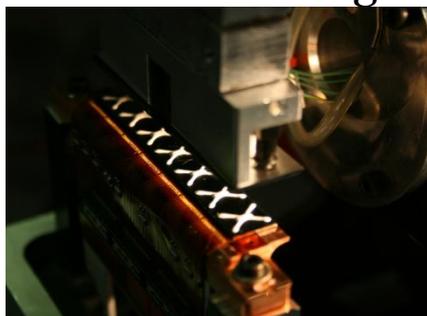
# Conclusion

des expériences en cours et à venir au CPPM

- Nous continuons à assembler des détecteurs à pixel hybrides pour les synchrotrons et l'imagerie médicale → au départ avec des capteurs Si ces modules étaient assemblés avec l'outillage pixel, maintenant en CdTe la technique IBL a été retenue
- Dans l'avenir nous souhaitons nous investir dans le « loading » pour ITK, nous retournerons vers une technologie automatisée face à la dimensions des détecteurs à assembler



Détecteurs Si montage robotisé



Détecteurs CdTe montage Manuel



**Merci pour votre attention**

# Back up

