

28 juin 2022

We make it *possible*

# Retours d'expérience d'intégration d'électronique flexible

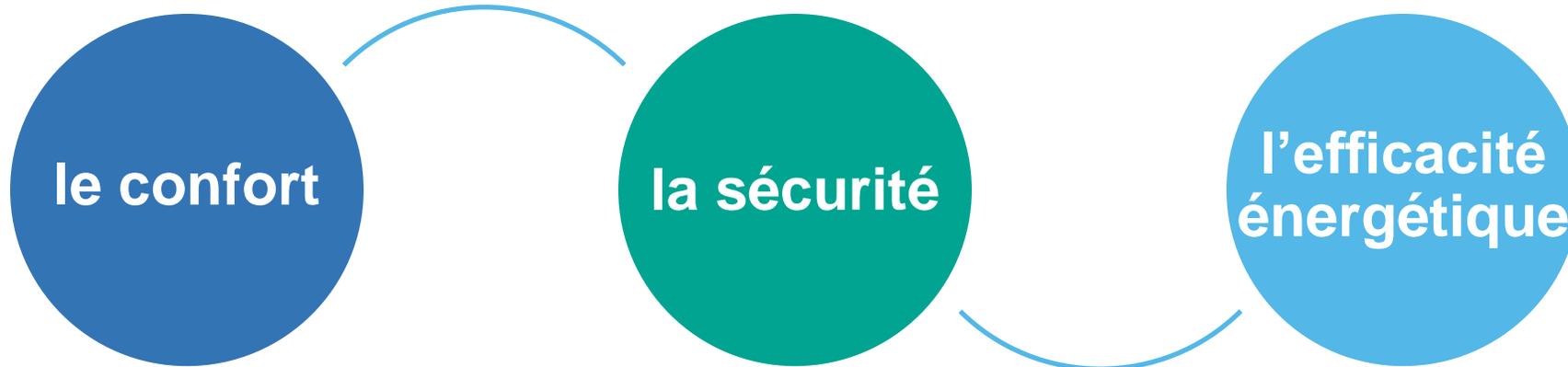
Pascal SAUTIER

HUTCHINSON SA - Centre de Recherche & Innovation  
[pascal.sautier@hutchinson.com](mailto:pascal.sautier@hutchinson.com)



# CONTRIBUER À LA MOBILITÉ DU FUTUR

avec des solutions qui améliorent



# CONFORT

## Isolation thermique et vibro-acoustique



**Couvertures thermiques**  
isolation contre le froid  
la chaleur, le bruit et  
l'incendie



**Système de contrôle actif des vibrations**  
Forte réduction des vibrations à l'intérieur de la cabine (jusqu'à -20 dB)



**Smartdamper pour l'industrie automobile**  
Neutralisation des vibrations : réduction de la consommation de carburant, du poids et des émissions



**Joint de pied de colonne de direction**  
Confort acoustique (-30 à -40 dB entre 100 et 1 000 Hz)



**Intersection pour train à grande vitesse**  
Insonorisation haute performance  
Idéal pour une utilisation intensive



# SÉCURITÉ

## Protections contre les chocs, incendies, hautes et basses températures



**Encodeurs magnétiques pour transmission**  
Approuvés pour fonctionner à des températures comprises entre -40°C et 160°C et des pics jusqu'à 180°C



**ZALTEX**  
Résistant aux chocs thermiques cryogéniques et aux températures élevées



**Safetank**  
Protection auto-obturante pour réservoir de carburant



**Insert multifonction**  
Amélioration de la sécurité des passagers, fiable dans les conditions les plus extrêmes



# EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Allègement – Gestion thermique – Capteurs



**Conduits d'air en thermoplastique composite**  
Ultralégers

**DAP et courroie élastique**  
Allège l'avant de la transmission (jusqu'à 1,1 kilogramme)



**Allègement jusqu'à 75 %**

Conduits d'air en mousse Twin Sheet



**Plastiques structurels et composites**  
Allègement de 45 %  
Confort acoustique



Encapsulation

Compact et personnalisé  
**Raccords rapides, avec capteurs, des conduites de refroidissement**



# NOUS TRANSPOSONS NOS SOLUTIONS INNOVANTES SUR QUATRE MARCHÉS

## 5 expertises

**SYSTÈMES  
ANTI-  
VIBRATOIRES  
ET DE  
TRANSMISSION**

**SYSTÈMES  
D'ÉTANCHÉITÉ  
DE LA  
CARROSSERIE**

**SYSTÈMES  
D'ÉTANCHÉITÉ  
DE PRÉCISION**

**SYSTÈMES DE  
MANAGEMENT  
DES FLUIDES**

**MATÉRIAUX  
ET  
STRUCTURES**

## Déployées sur 4 marchés

**Automobile**



**Aerospace**



**Défense**



**Industrie**



# NOS SITES EN FRANCE



- Usines (27)
- Bureaux (4)

# Retour d'expérience d'intégration d'électronique flexible – Hutchinson/CRI

## Globalement:

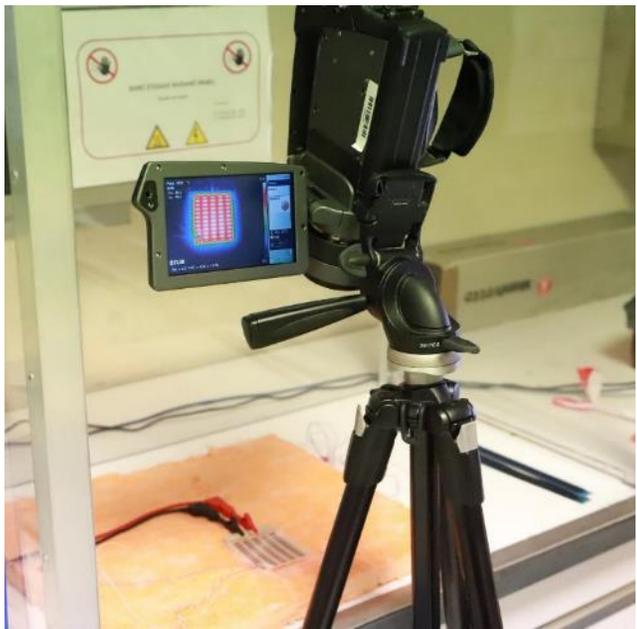
- **Identifier des partenaires pour démarrer:**
  - Connaissance et maîtrise des **procédés** (de dépôt) et des **matériaux** (substrats, encres...)
  - Compétences en **conception et réalisation d'électronique** souple, flexible ou imprimée pour identifier les solutions en fonction de spécifications de l'application, du besoin:
    - Tenue en température
    - Recherche de propriétés fonctionnelles d'allongement, de flexibilité
    - Intégration dans un produit: collage, adhésion, tenue à l'environnement...
    - Tenue en fatigue et endurance
  - ...



# Electronique sur support flexible: fonction chauffage (radiant panel)

Technologie: Dépôt par sérigraphie de polymère à effet de coefficient de température positif (CTP) sur un substrat souple.

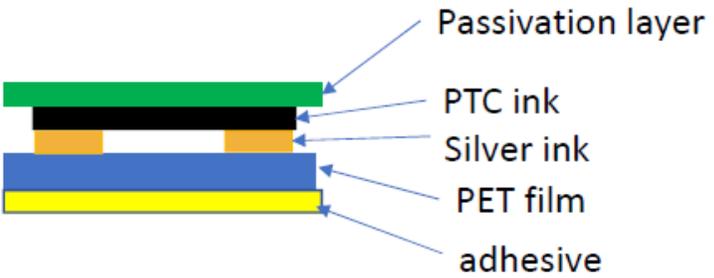
- Éléments adaptables à une forme 2.5D (projetable)
- Éléments très fin et légers
- Grande latitude de design (géométrie, puissance de chauffe)



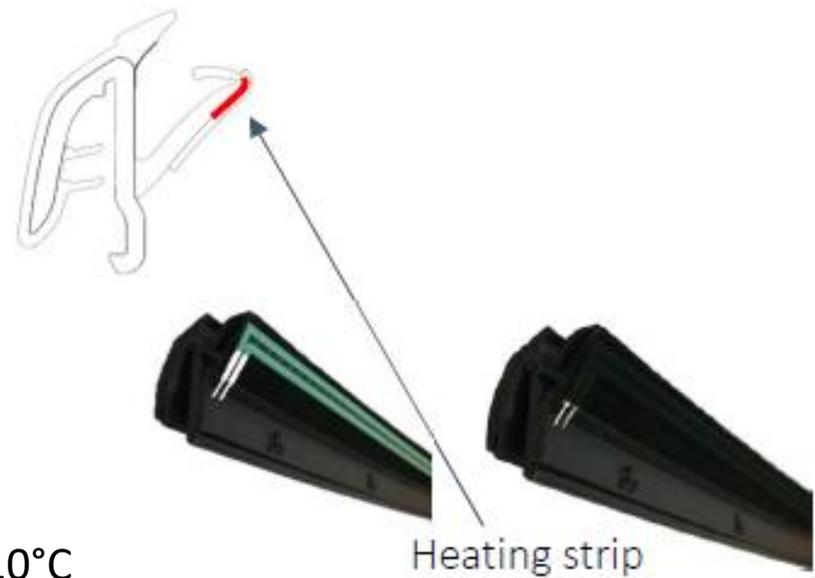
Limitations:

- Températures de régulation de 40°C à 120°C. Besoin de températures plus faibles de 20 à 30 °C pour le confort thermique.
- Vieillessement du polymère à valider

# Electronique sur support flexible: fonction dégivrage



- S'intègre dans le produit existant: compacité compatible
- Répond au besoin fonctionnel (encre PTC): dégivrage en moins d'une minute à -10°C
- Point dur: Grande longueur à gérer (fonction séparée en 2 parties avec alimentation au milieu de chacune)



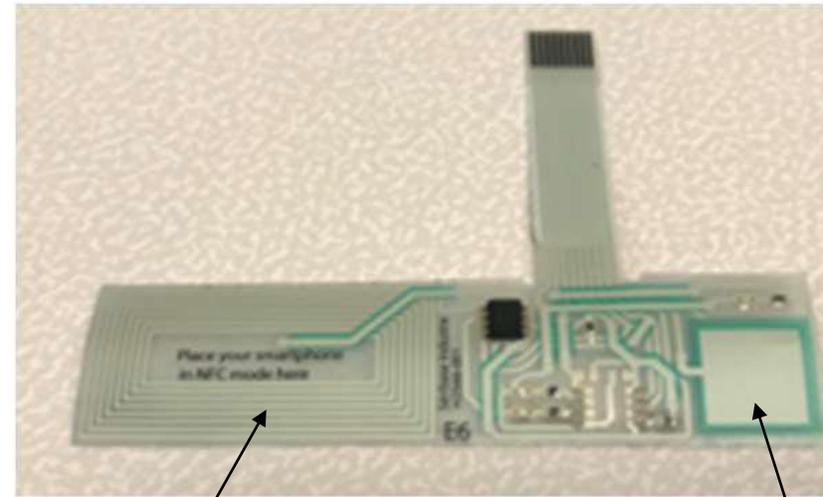
## Electronique sur support flexible: fonction ouverture portière automobile

Objectif: Intégrer dans un lécheur un système d'ouverture de porte (antenne NFC + bouton capacitif)

- Réalisation d'une étiquette contenant l'antenne NFC et le bouton capacitif (collaboration: Seribase)
- Réalisation de l'électronique de contrôle (collaboration: Cresitt)

Spécifications:

- Contraintes géométriques
- Dispositif flexible
- Système déporté par rapport à la serrure
- Plage de température  $-40^{\circ}\text{C} + 85^{\circ}\text{C}$
- Insensible à l'humidité
- Résistant jet haute pression
- Claquement de porte
- Le système sera alimenté par une batterie



Antenne NFC

Bouton capacitif

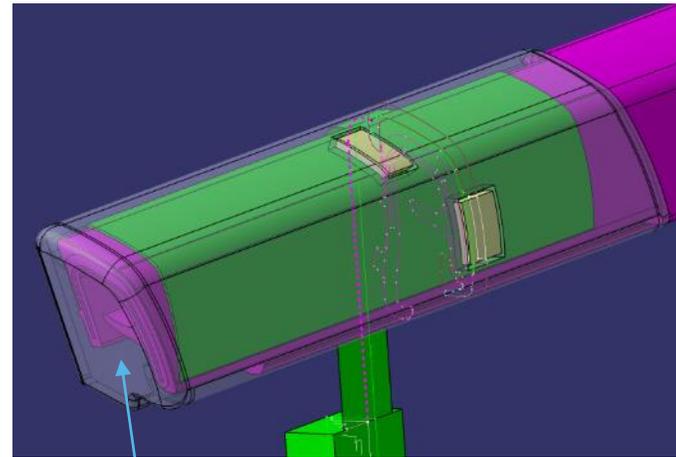
## Electronique sur support flexible: fonction ouverture portière automobile

### Conclusion:

- Circuit souple sur PET adapté à l'application
- Ajout d'un capot plastique pour protection électronique (vérification portée NFC et compatibilité avec dépôt aspect chromé)



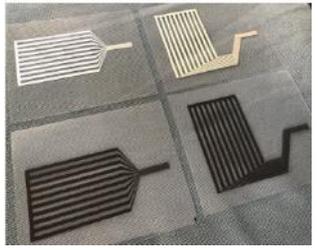
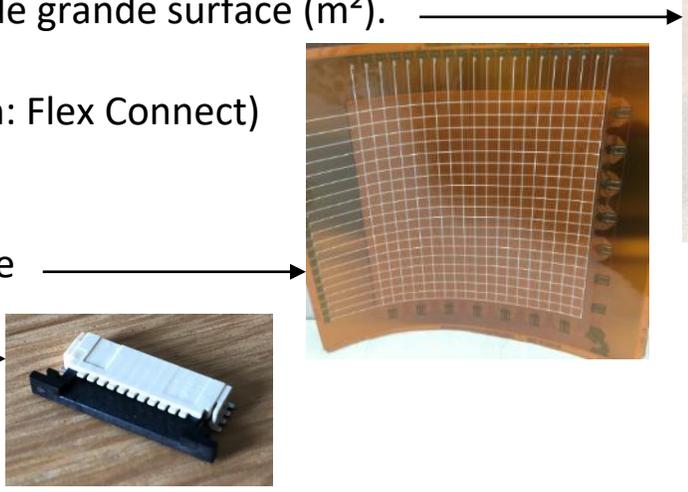
Ouverture avec Smartphone (NFC)



Capot de protection

# Electronique sur support souple: capteur distribué

- Objectif: Ajouter un circuit électrique souple sur une structure complexe de grande surface (m<sup>2</sup>).
- Technologie retenue: pistes cuivre imprimées sur polyimide (collaboration: Flex Connect)
- Points durs et limites:
  - Dimension de l'électronique souple limitée aux machines de découpe (1 mètre maximum)
  - Connexion électrique limitée aux connecteurs de nappe
- Autres technologies testées:
  - Dépôt encre conductrice sur substrat élastomère (type mousse cellulaire): trop poreux
  - Dépôt encre carbone sur substrat Polycarbonate: trop résistif, encre argent nécessaire
    - Problèmes:
      - Tenue encre conductrice selon géométries 2.5D (Epaisseur/largeur de piste)
      - Densité de pistes (isolement mini de 0.5mm entre pistes)

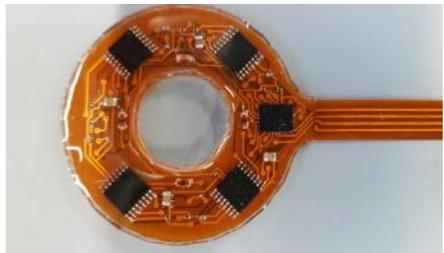


# Electronique sur support flexible: capteur surmoulé

Objectif: Intégrer dans une pièce caoutchouc/métal un capteur spécifique compatible avec le procédé de fabrication et les conditions d'utilisation

Spécifications:

Capteurs, circuits imprimés et composants électroniques doivent supporter des températures jusqu'à **180° C** pendant au moins **10 minutes** (à une heure), des pressions de **200 bars** (à 500 bars) pendant la phase de moulage, et de fortes contraintes de compression en cours d'utilisation

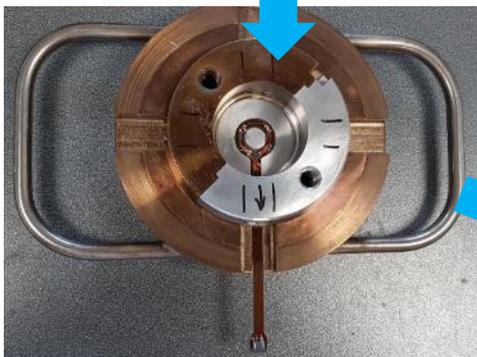
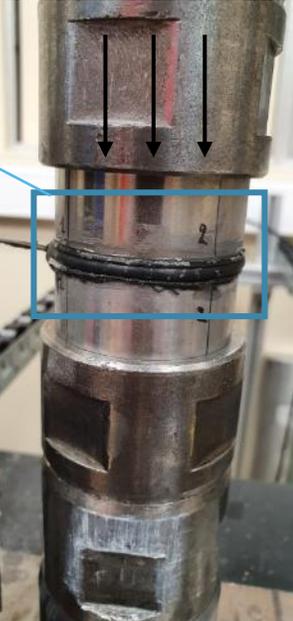


Circuit sur substrat polyimide



Moulage compression caoutchouc

Compression sous 20 kN (@1,5mm)



Circuit positionné sur armature dans un moule



+ Ebauche caoutchouc

10 minutes @ 180°C / 230 bars

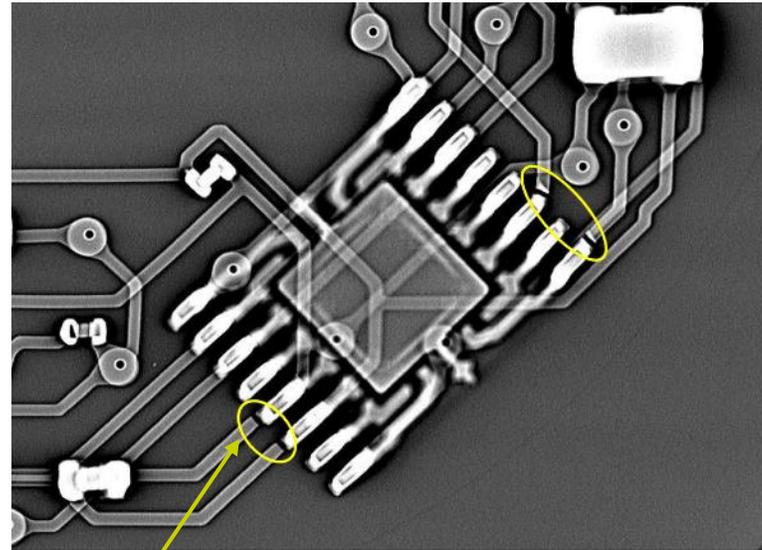
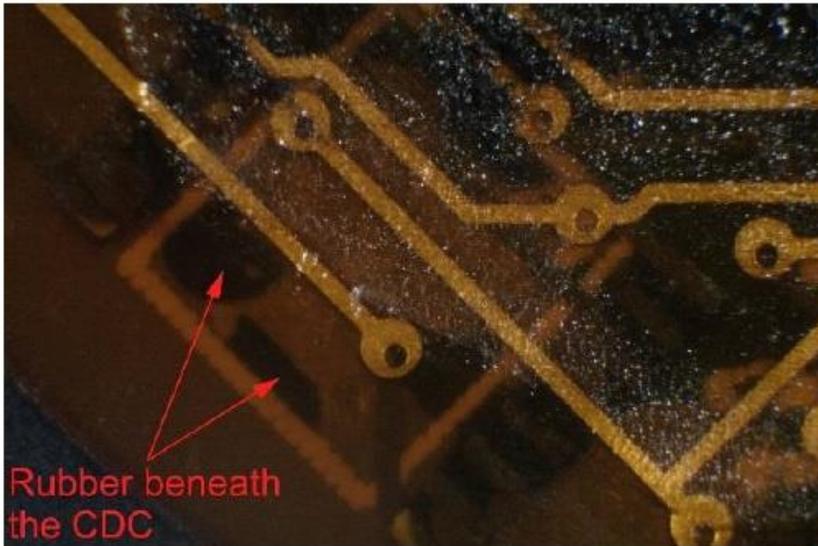


Eprouvette moulée

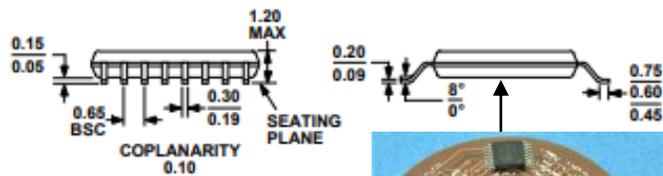
# Electronique sur support flexible: capteur surmoulé

## Problèmes rencontrés:

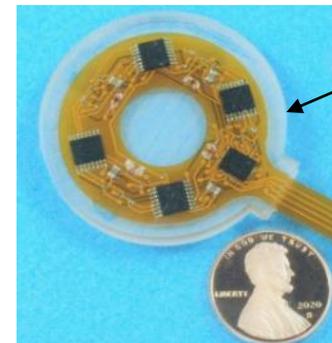
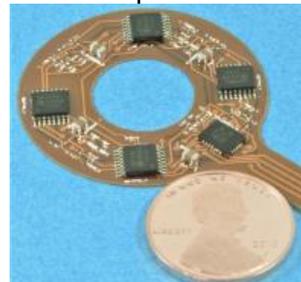
- Infiltration de caoutchouc (sous certains composants) à l'origine de faux contacts
- Protection souple (silicone) sous le PCB à l'origine de rupture de connectique



Rupture connection (Radio / rayon-X)



Infiltrations

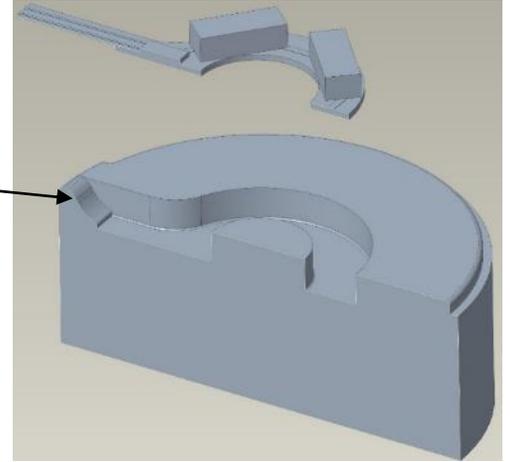


Protection Silicone

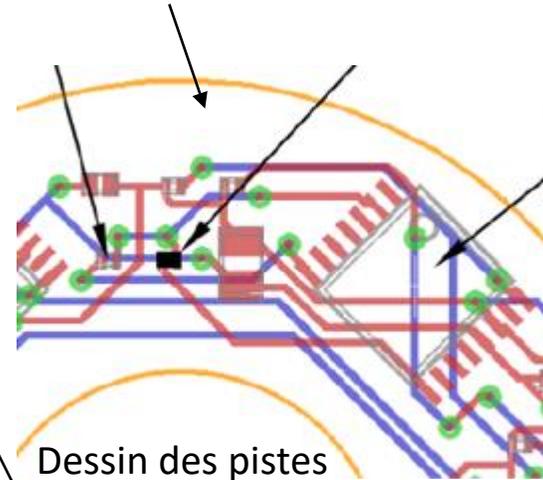
# Electronique sur support flexible: capteur surmoulé

## Conclusion:

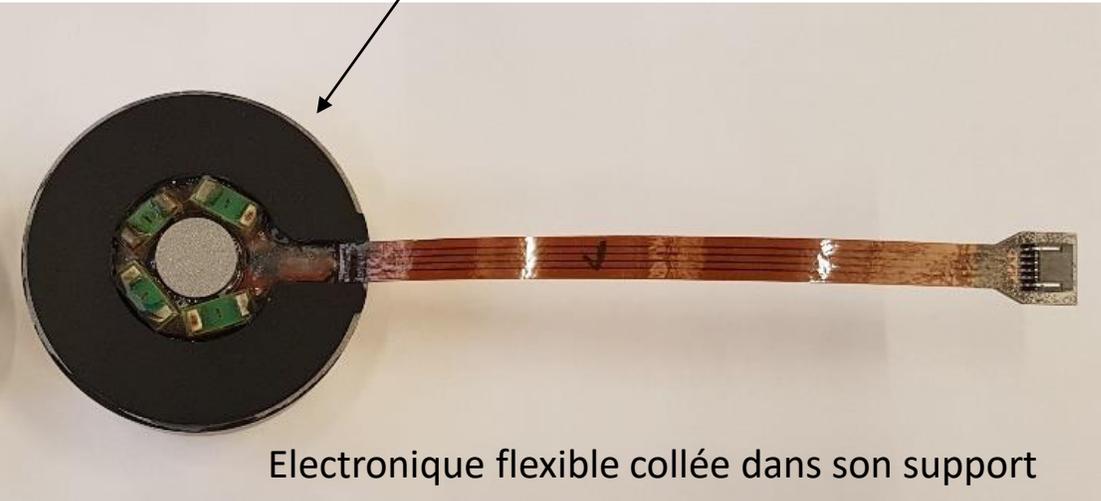
- Substrat polyimide résiste aux conditions du process (pression, température)
- Permet de s'adapter aux formes 2.5D, dans des encombrements réduits en épaisseur en particulier
- Permet des designs PCB multicouches et l'utilisation de composants standard (CMS)
- Supporte des raidisseurs locaux pour la pose de certains composants
- Compatible avec des colles et adhésifs



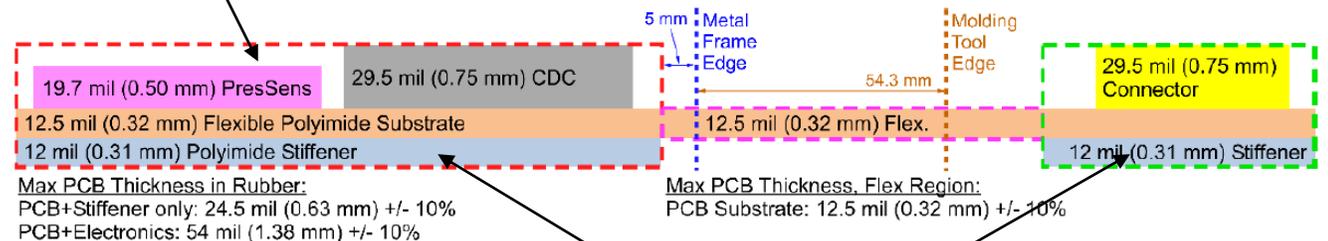
Electronique dans son support



Dessin des pistes



Electronique flexible collée dans son support



raidisseurs locaux

# Electronique sur support flexible: électrode imprimée

- Dépôt par sérigraphie d'une zone d'encre conductrice sur un joint caoutchouc:
  - Etat de propreté de la zone caoutchouc: préparation nécessaire
  - Dépôt par sérigraphie: zone plane nécessaire pendant la phase de contact
  - Propriété conductrice du caoutchouc perturbe le système: besoin d'un primaire isolant
  - Connectique: colle conductrice, pas d'accroche mécanique identifiée

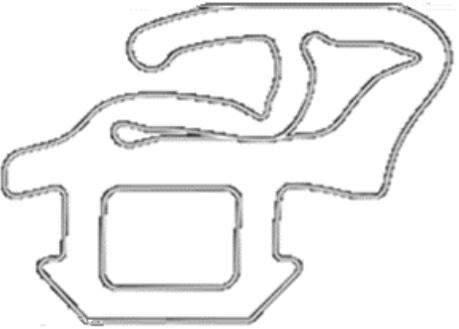


Electrode sur joint caoutchouc

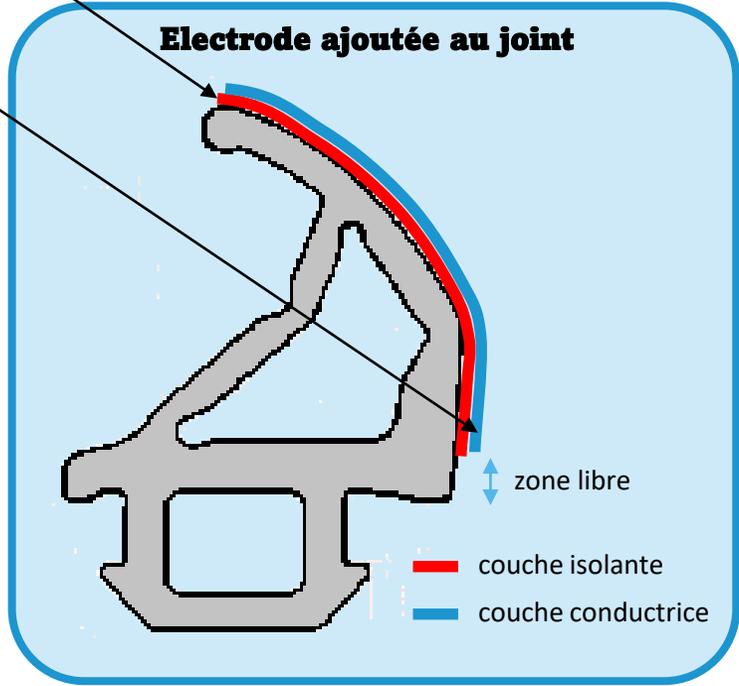


Etat libre

6mm



Etat comprimé



## Electronique imprimée: Moyens au CRI - Hutchinson

- Mise en place d'une salle « blanche » de 60m<sup>2</sup> (ISO7):

### Equipements de la salle blanche:

- Appareil de sérigraphie semi automatique
  - Imprimante jet d'encre (investissement en cours)
  - Hotte aspirante
  - Etuve
  - Chambre d'insolation
  - Profilomètre à stylet (investissement en cours)
- 
- Besoin: 1 technicien Supérieur...



# Retour d'expérience d'intégration d'électronique flexible – Hutchinson/CRI

## Conclusion

Electronique souple et flexible:

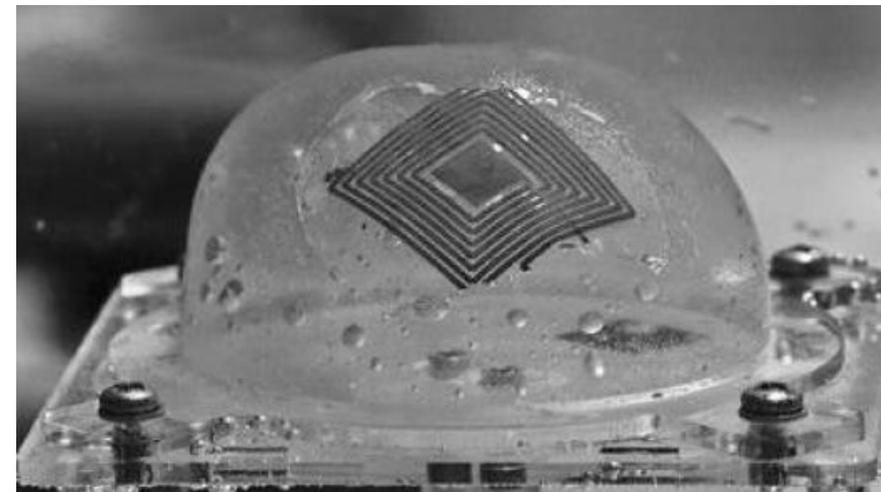
- Offre des possibilités d'intégration par des formes complexes (2.5D) dans un encombrement réduit
- Liberté de conception (multicouche, composants CMS...)

Difficultés:

- Souple ne signifie pas aussi élastique qu'un caoutchouc
- La connectique

Futur:

- Des capteurs imprimés déformables, sans fil (techno NFC, Tag RFID ...)



Source: ETH Zurich (Pr Vörös)



HUTCHINSON®