



# Perspectives en R&D pour la RFID et les Cartes à Puce Sans Contact

François VACHERAND

[francois.vacherand@cea.fr](mailto:francois.vacherand@cea.fr)

# Plan

---



□ Les RFID et Cartes à Puce Sans Contact

□ Perspectives en R&D

# RFID Etiquettes

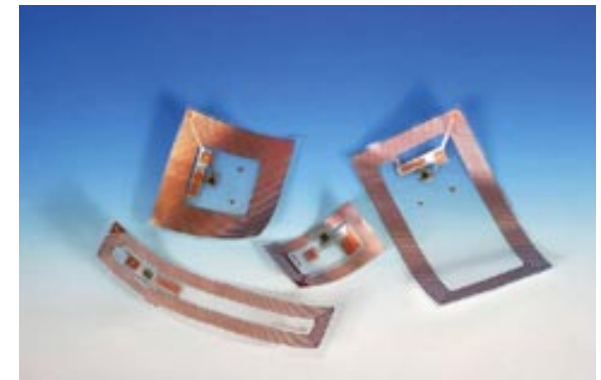
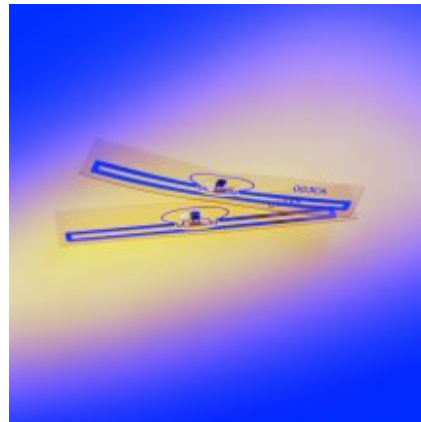
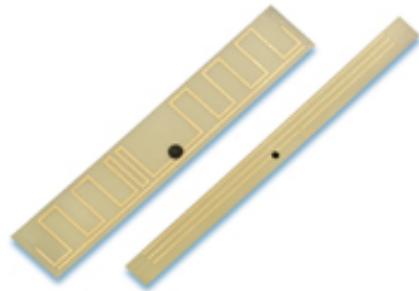
cea



Une étiquette RFID:

- ❑ Un circuit intégré
- ❑ Une antenne
- ❑ Un packaging

UHF



Deux éléments clés:

- ❑ Un lecteur avec antenne
- ❑ Une ou plusieurs étiquettes

BF

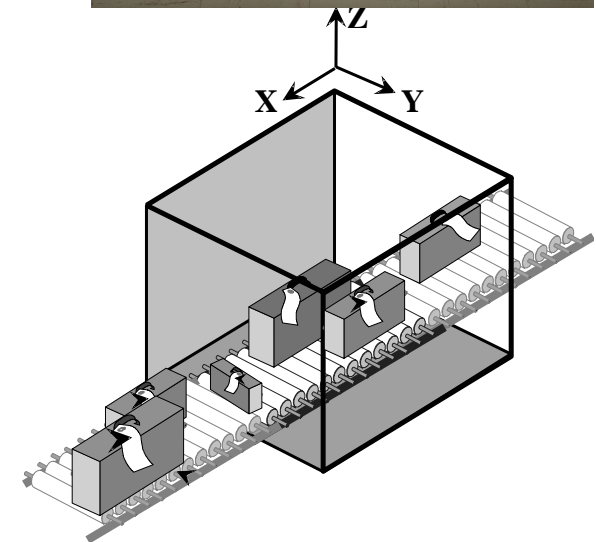
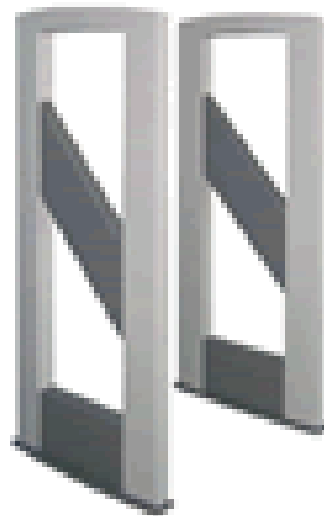
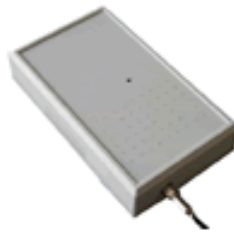
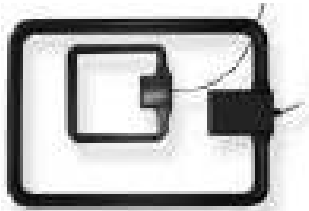


# RFID Lecteurs et portiques

cea

Deux types d'antennes:

- Simple (manuel)
- Portique (automatique)



# Systeme d'identification sans contact (RFID)



## □ Couplage inductif

- Champ Magnétique ( Champ proche )
- 125 kHz ou 13,56 MHz
- Antenne = Bobine

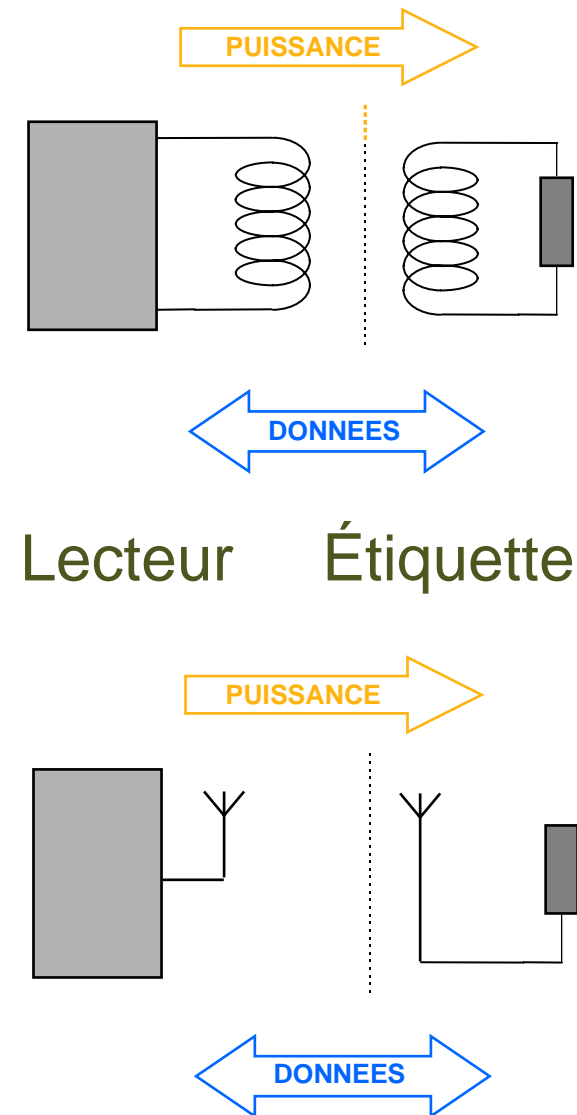
Sans Contact : 2 fonctions de base

1- Transfert de puissance

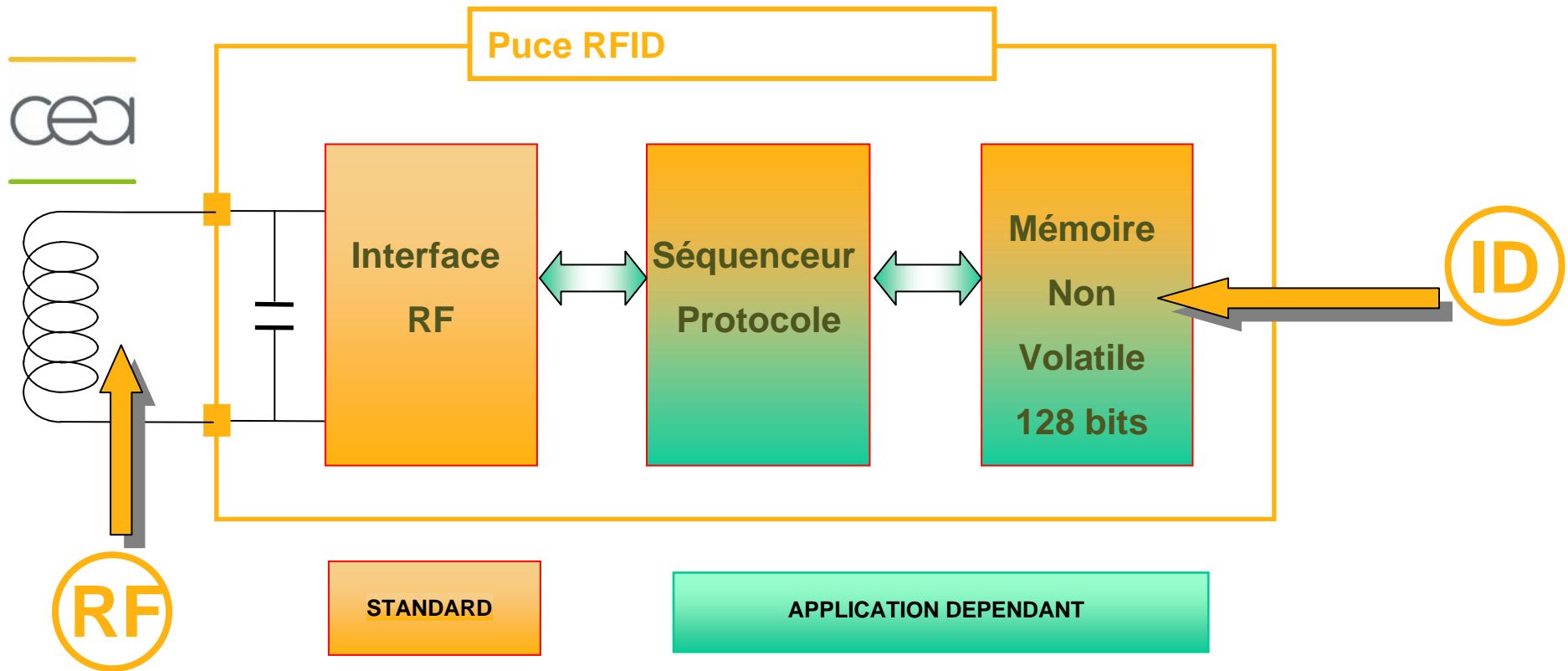
2- Transfert de données bi-directionnel

## □ Couplage électrique

- Champ électrique ( Champ lointain )
- 860-950 MHz ou 2,45 GHz
- Antenne = Conducteur filaire



# Technologie RFID



- **Étiquettes passives: pas d'énergie à bord (sinon actives)**
- **Fréquences: BF ou UHF → Antennes bobines ou filaires**
- **Mémoire non volatile: lecture seule, une écriture puis lectures multiples, ...**
- **Identifiant unique ! : code à barres ou URL**

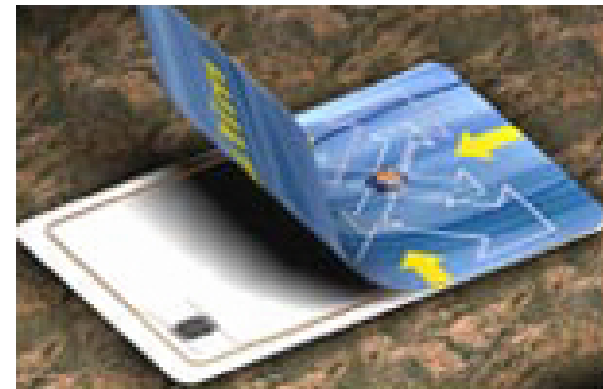
# Systeme carte à puce sans contact

cea



Une carte à puce:

- Un circuit intégré (puce)
- Une antenne
- Un packaging

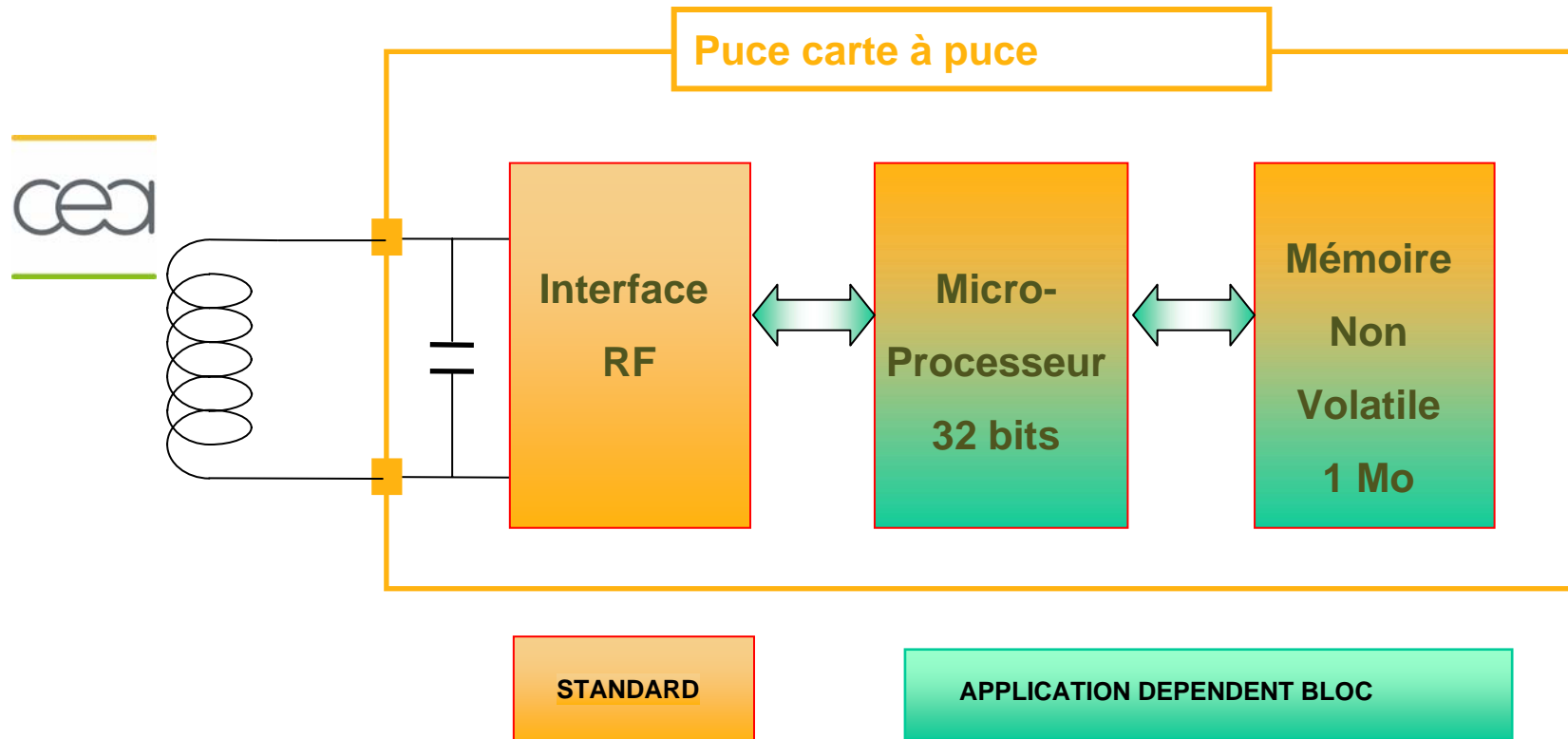


Deux éléments clés:

- Un lecteur avec antenne
- Une ou plusieurs cartes



# Technologie carte à puce sans contact

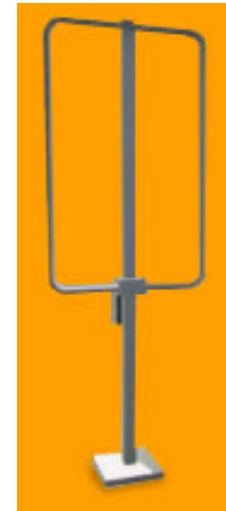


## Différences avec RFID:

- ❑  $\mu$ P  $\rightarrow$  plus grande capacité de traitement (cryptographie)
- ❑ Taille mémoire bien plus importante  $\gg$  1 Mo
- ❑ Multi-applications (ex: banque et transport)
- ❑ Consommation plus importante  $\rightarrow$  distance de lecture plus réduite

# Cartes à puce: Applications et marchés

ceci



- Banque, porte-monnaie
- Transport
- Contrôle d'accès
- Santé
- Loisirs (TV à péage)



# Perspectives en RFID et Cartes à Puce SC

---



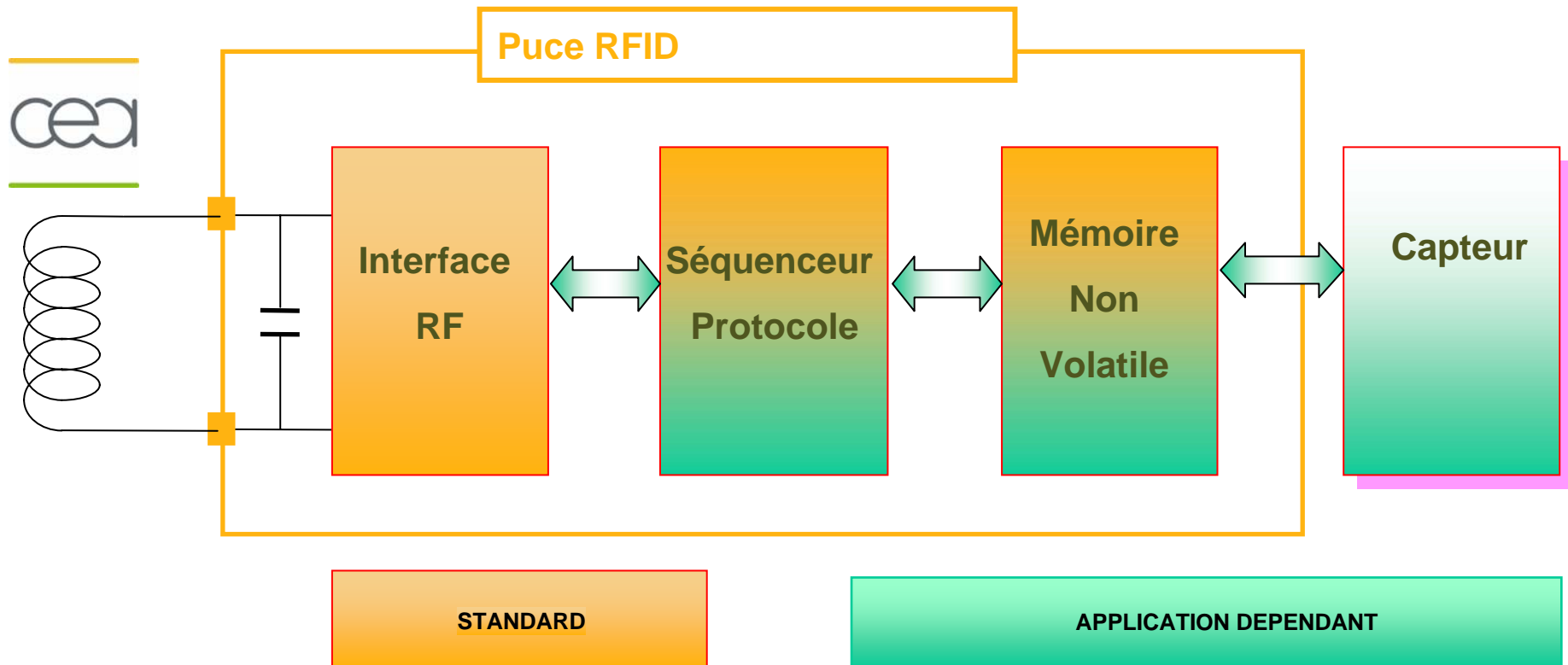
## □ Amélioration des performances

- Débit données
- Antennes
- Techno. Semicon.
- Protocoles
- Cryptographie
- Mémoire non volatile
- Micro-Capteurs
- Conversion A/N
- Afficheur
- Batterie intégrée
- Batterie souple

## □ Nouveaux procédés de fabrication

- Electronique organique
- Impression grand surface

# Évolution RFID: Traçabilité d'une grandeur physique



- Étiquettes actives (source d'énergie pour fonction mesure)
- Acquisition et stockage mémoire entre deux passages devant un lecteur
- Capteurs internes ou externes (T°, P, choc, GPS, ....)



# Évolution : Antennes

□ Deux axes pour applications spécifiques

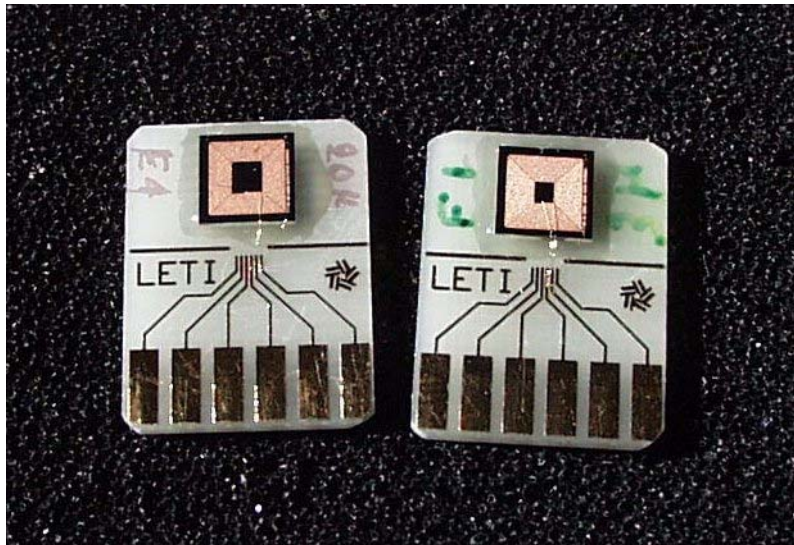


Micro bobines  
(Cu 10 $\mu$ m)

- qlq mm<sup>2</sup>
- 25 turns
- Q > 30

Antenne 3D >>1M3

- Champ homogène
- Champ tournant
- Convoyeur



“Coil on Chip”



Portique 3D

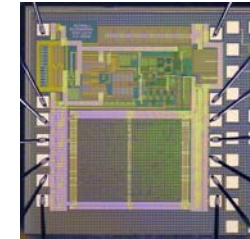
# Évolution : Interface RF

## Air Interface RF à 13.56 MHz



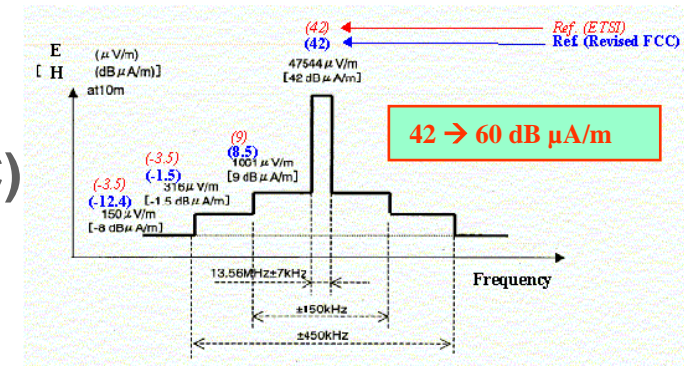
### Longue distance (RFID BF)

- distance > 1m – volume > qlq m<sup>3</sup>
- débit adaptatif #20kb/s



### Distance moyenne : Hauts débits (SC)

- 212, 424 & 848 kbits/s



### Distance moyenne : Très hauts débits (SC)

- Supérieur à 1 Mbits/s : 1.2 , 1.7, ...
- Proposition ISO

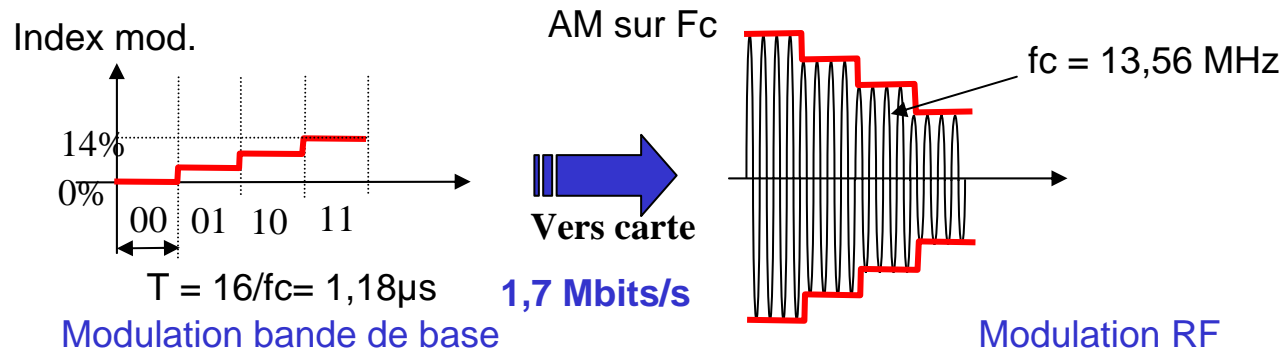


# Évolution : Interface RF

- Du PCD (lecteur) vers PICC (carte)



## Modulation d'amplitude multi niveaux sur porteuse



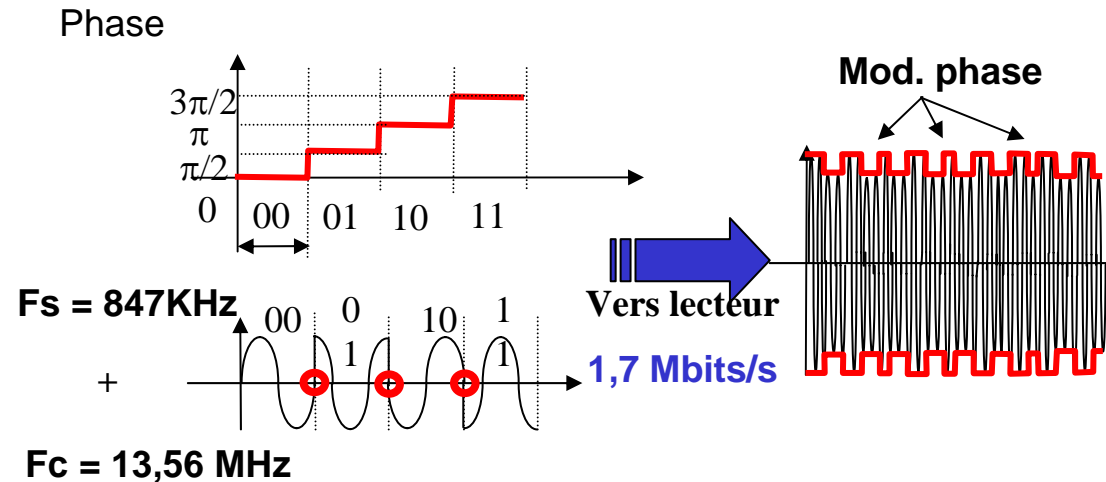
	2 levels : $2^1$	4 levels : $2^2$	8 levels : $2^3$	16 levels: $2^4$
$T = 128 / f_c$ (9,4 $\mu s$ )	106 kbits/s	212 kbits/s	318 kbits/s	424 kbits/s
$T = 64 / f_c$ (4,72 $\mu s$ )	212 kbits/s	424 kbits/s	636 kbits/s	848 kbits/s
$T = 32 / f_c$ (2,36 $\mu s$ )	424 kbits/s	848 kbits/s	1271 kbits/s	1695 kbits/s
$T = 16 / f_c$ (1,18 $\mu s$ )	848 kbits/s	1695 kbits/s	2542 kbits/s	3390 kbits/s

# Évolution : Interface RF

- Du PICC (carte) vers PCD (lecteur)



## Modulation multiphase sur sous-porteuse

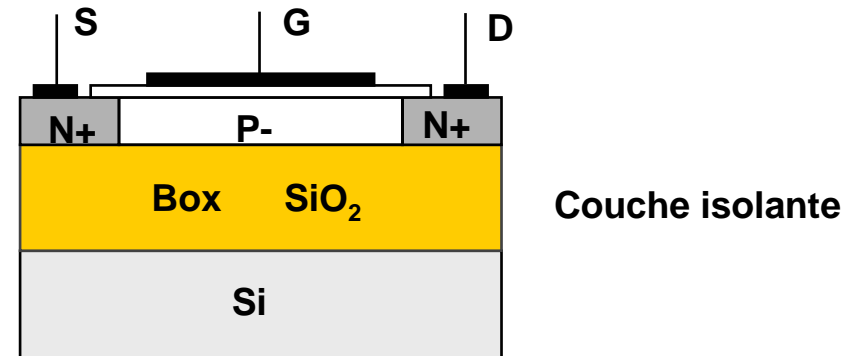
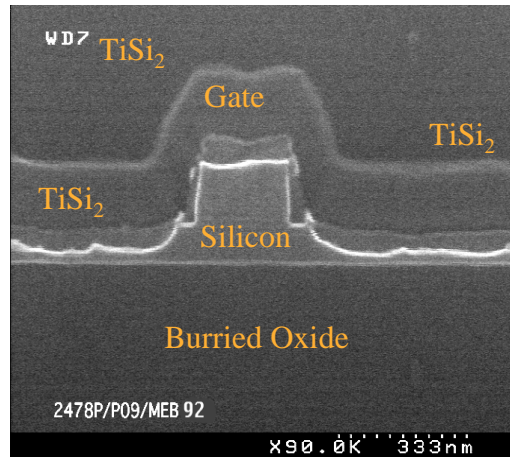


	$2 \phi : 2^1 (180^\circ)$	$4 \phi : 2^2 (90^\circ)$	$8 \phi : 2^3 (45^\circ)$	$16 \phi : 2^4 (23^\circ)$
$f_s = 848 \text{ kHz}$				
$T = 2T_s$ (2,36 $\mu\text{s}$ )	424 kbits/s	848 kbits/s	1271 kbits/s	1695 kbits/s
$T = T_s$ (1,18 $\mu\text{s}$ )	848 kbits/s	1695 kbits/s	2543 kbits/s	3390 kbits/s
$f_s = 1,7 \text{ MHz}$				
$T = 2T_s$ (1,18 $\mu\text{s}$ )	848 kbits/s	1695 kbits/s	2542 kbits/s	3390 kbits/s
$T = 1T_s$ (0,59 $\mu\text{s}$ )	1695 kbits/s	3390 kbits/s	5085 kbits/s	6780 kbits/s

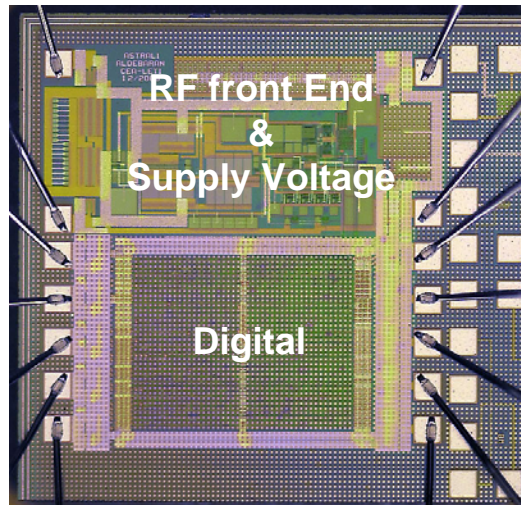
# Évolution : Technologie microélectronique

## □ Silicium Sur Isolant : SOI

cea



RFID  
SOI chip



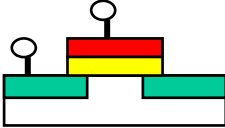
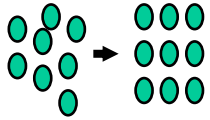
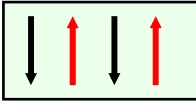

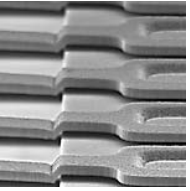
- Très basse consommation
- Très basse tension
- Fréquence élevée
- Très bonne isolation
- Résistant aux radiations

# Évolution : Technologie microélectronique

## Mémoires non volatiles

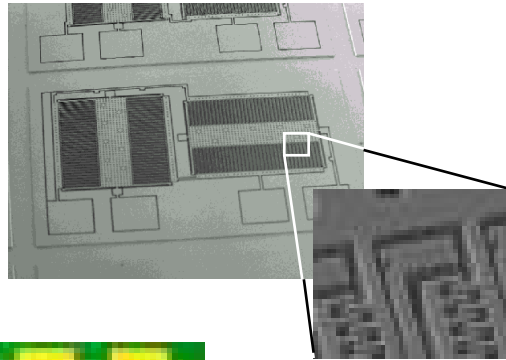


- Écriture et effacement rapides
- Basse consommation
- Grande taille
- Pas d'effet d'histoire

DIELECTRIQUE	Chgt. de PHASE	MAGNETIQUE	POLYMERES	MEMS
				
Flash – NOR NAND F-RAM ; SET	PC-RAM	M-RAM	Moléculaire	Bistable Mécanique

# Évolution : Micro-Capteurs – MEMS - Packaging

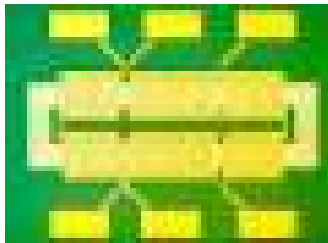
cea



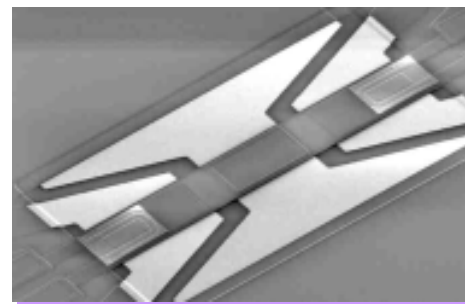
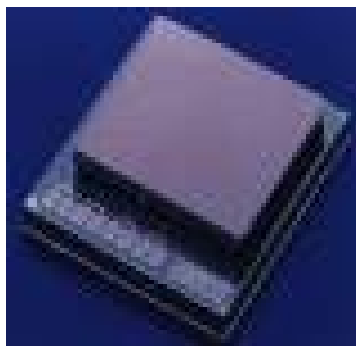
- Accéléromètre
- Gyromètre
- Magnétomètre
- Pression



Artechnique



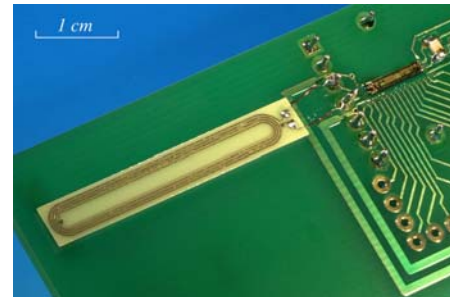
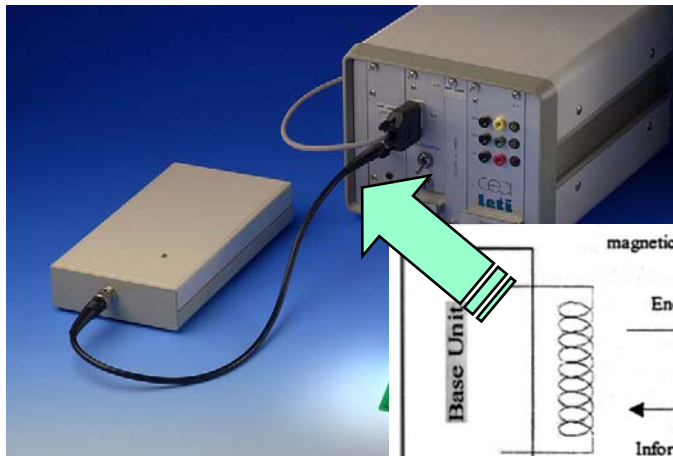
- Micro-packaging



- Micro-commutateur

# Sans contact: suivi d'une grandeur physique

## Implant médical de mesure de pression intra-pulmonaire



Artechnique

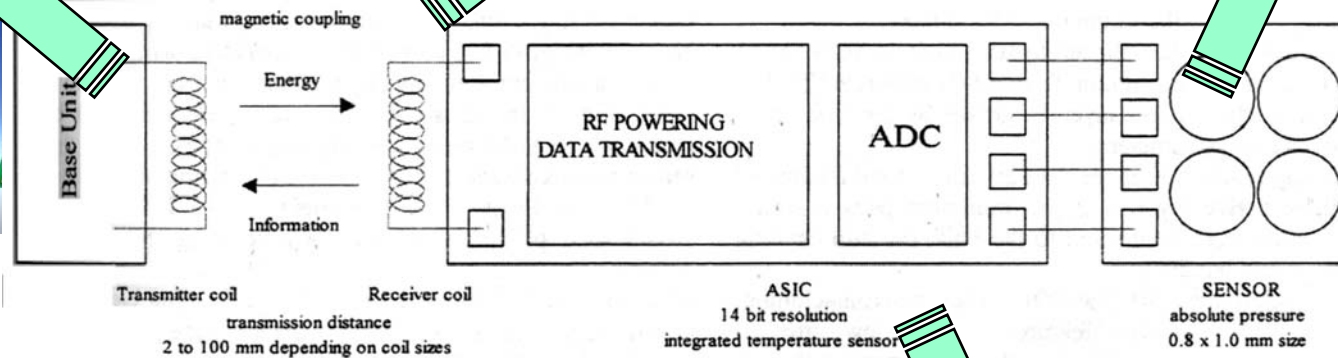
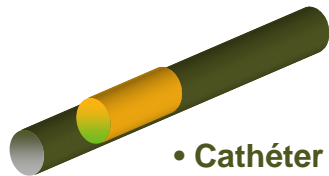
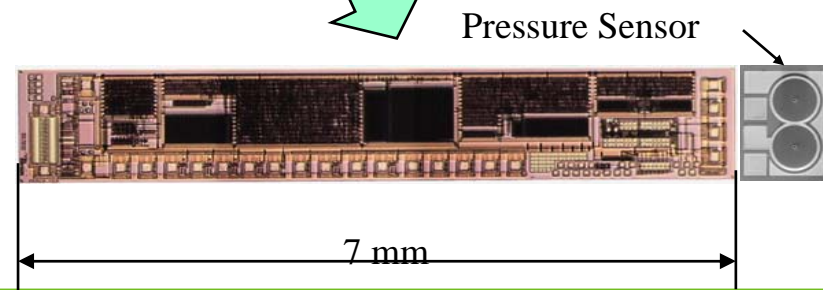


Fig. 1 : Scheme of the Wireless In-Vivo Pressure Micros



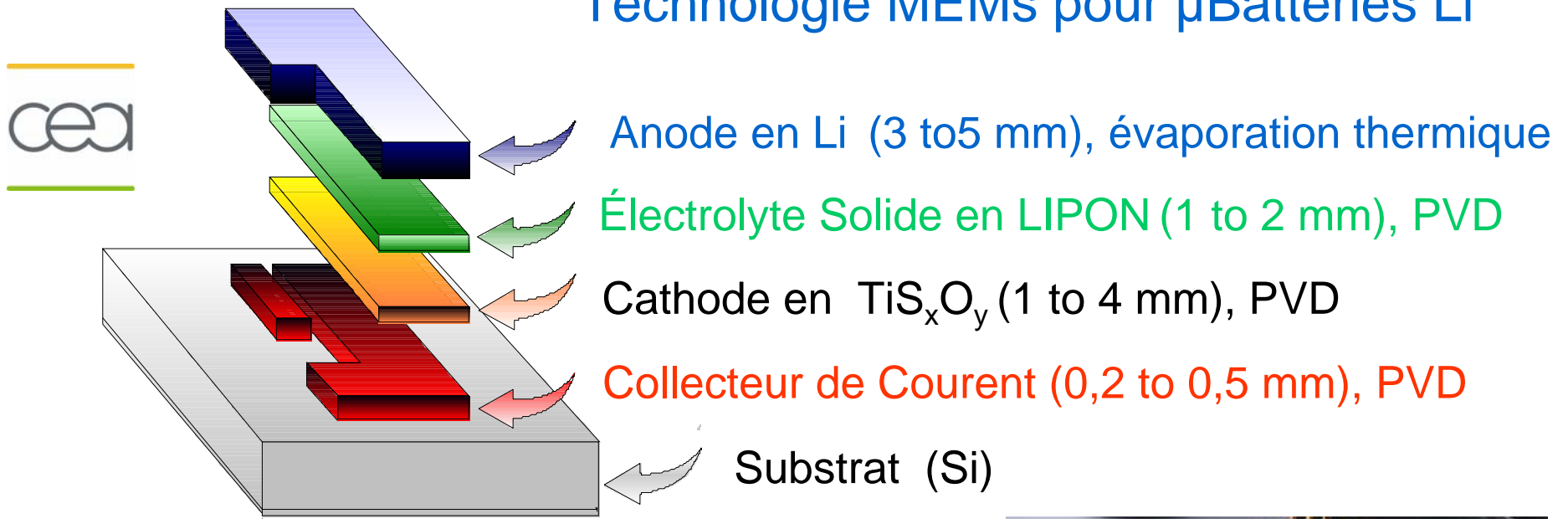
• Cathéter 1,5 mm + micro-module

- $f_c = 200\text{Hz}$ ,  $\Sigma\Delta$  14 bits
- Capteur capacitif de pression
- Antenne miniaturisée

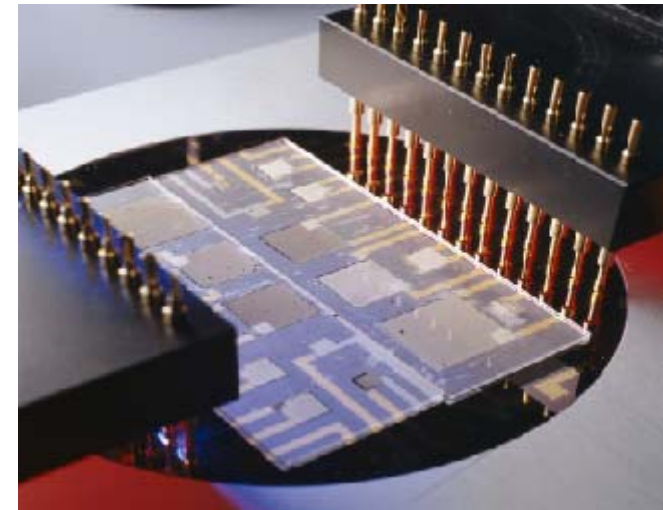


# Évolution : Micro Batterie Embarquée

## Technologie MEMs pour $\mu$ Batteries Li



## Prototype de $\mu$ batterie sur silicium

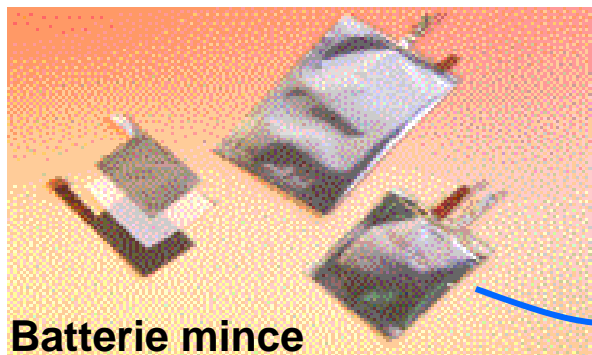


# Évolution : Batterie Plate

## □ Gestion énergie pour porte-monnaie

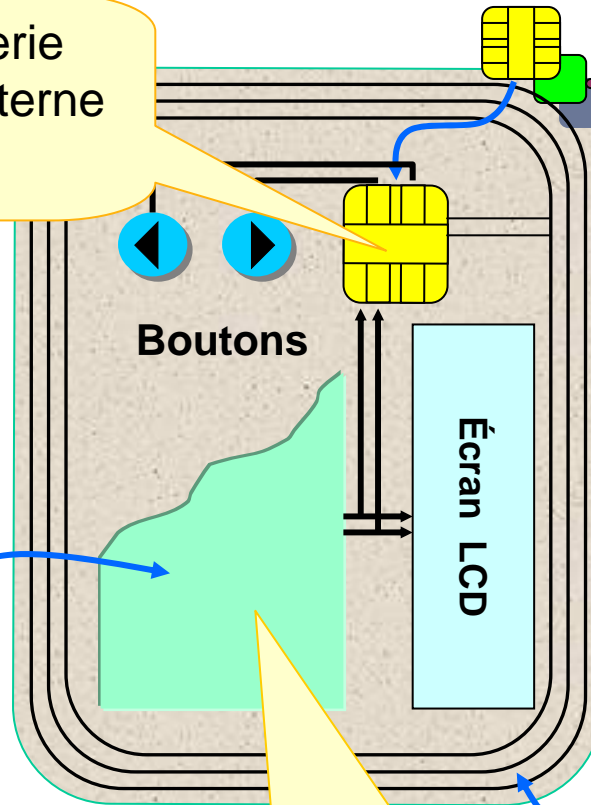


- Recharge  $\mu$ -Batterie
- Batterie Mince Externe
  - Sans contact



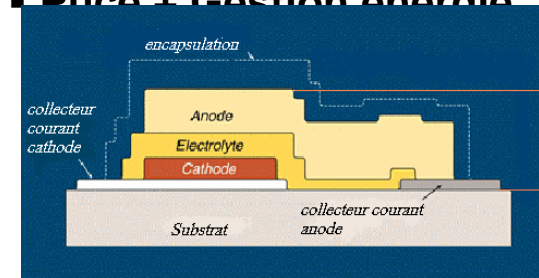
Batterie mince

- Épaisseur < 0.4mm
- Tension > 2Volts
- Taille 2.2 x 2.9 cm<sup>2</sup>
- Flexible
- Rechargeable < 3 mn
- Énergie 20 mAh



- Recharge Batterie Mince
- Sans contact

- Micro-Batterie dans la puc
- Puce + Gestion énergie



$\mu$ -batterie intégrée

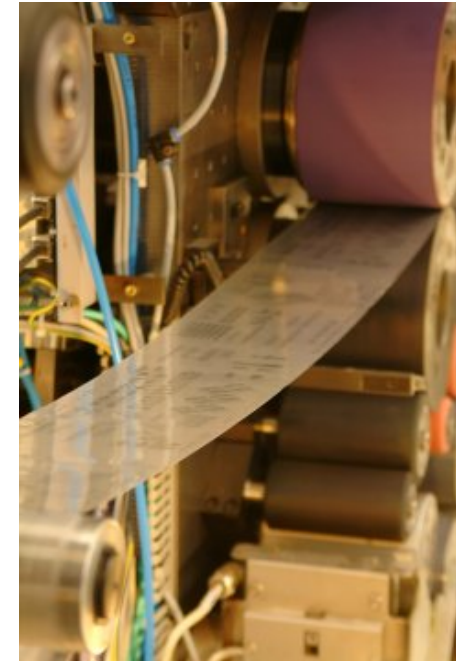
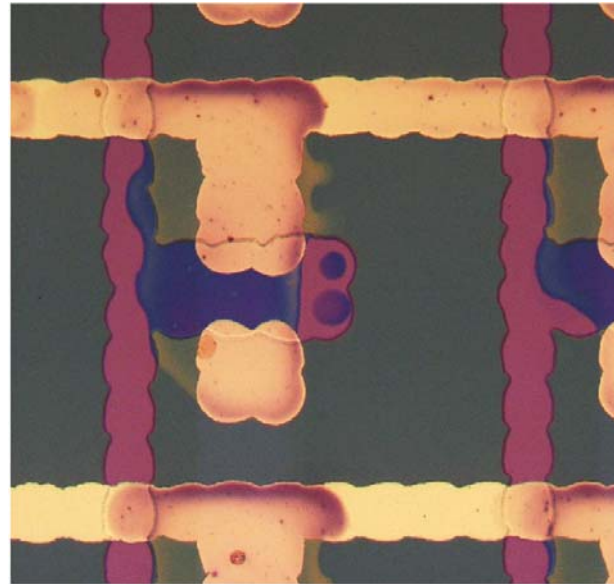
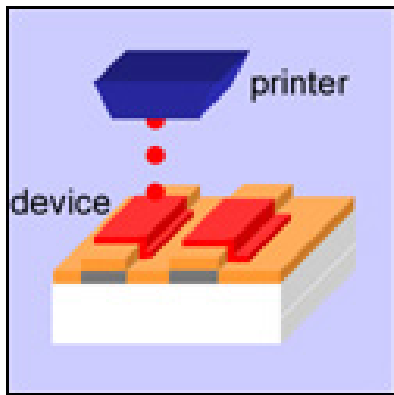


Sans contact

# Évolution : Électronique organique

## □ Électronique plastique

cea

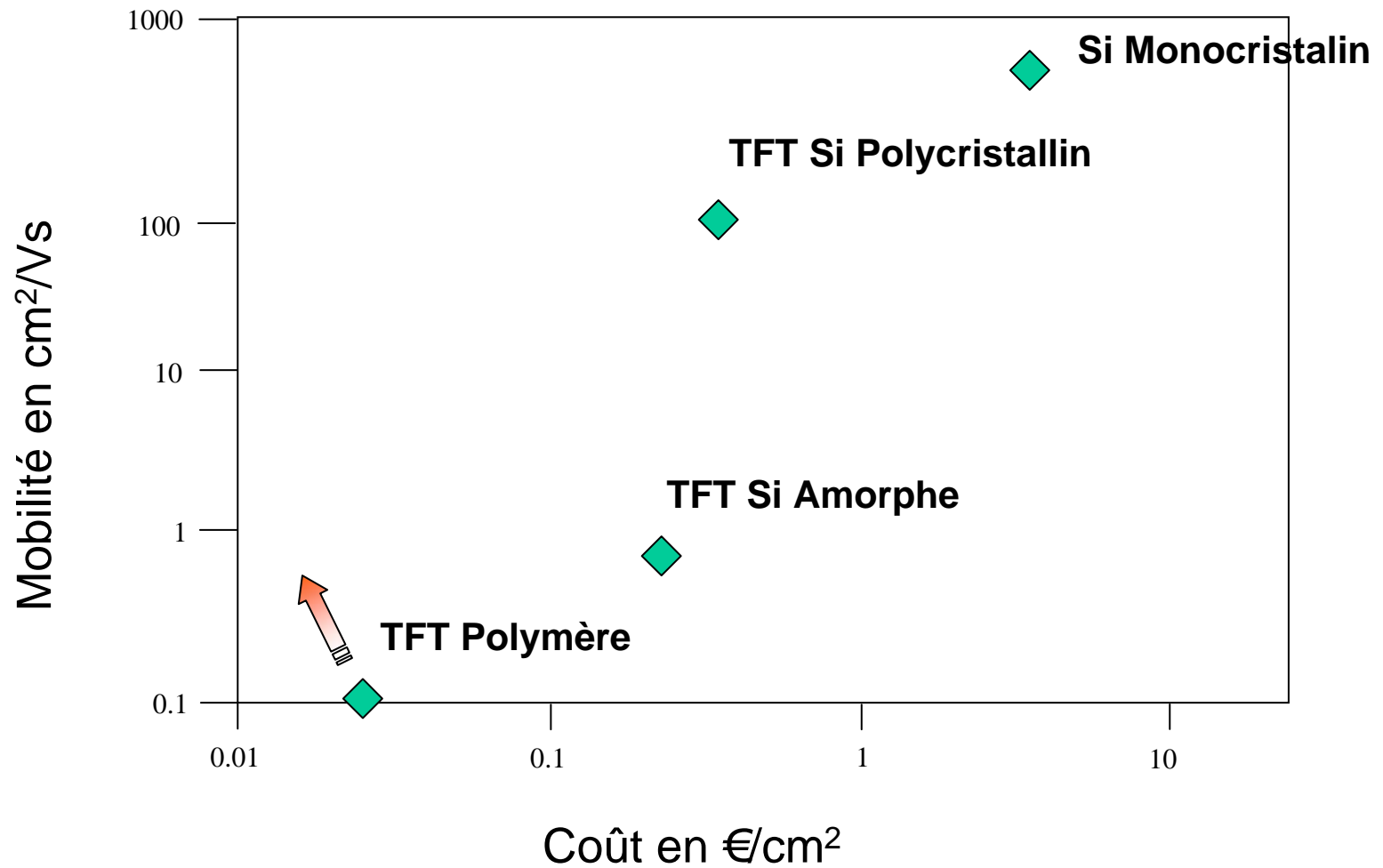


## □ Procédé d'impression rapide

- Sur rouleaux ou support souple
- Electronique organique (TFT)
- Technique jet d'encre (micro-buses)

# Évolution : Électronique organique

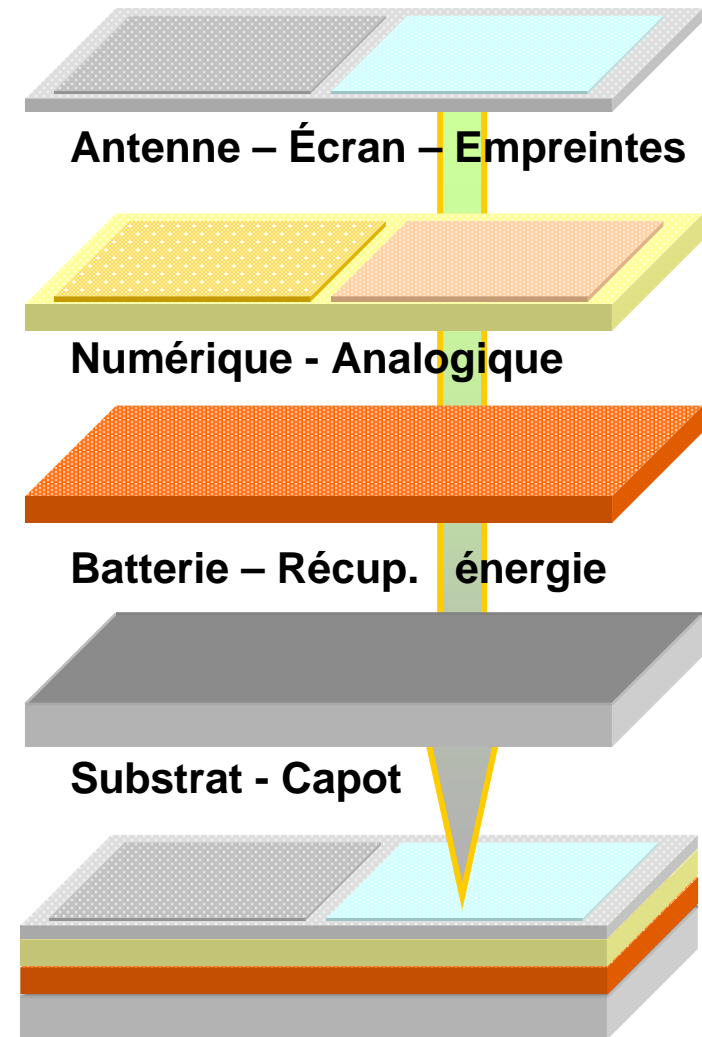
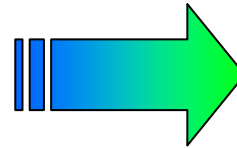
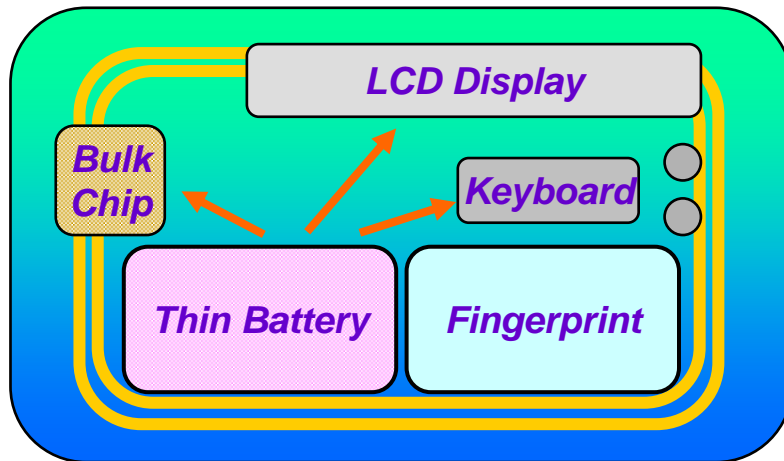
Courbe mobilité/coût par cm<sup>2</sup>



# Conclusion & Perspectives

- ❑ Fabrication bas coût
- Électronique organique
- Procédé imprimerie

cea



*Ex: Porte-monnaie*

Technologie mono Si

Technologie hybride



Technologie Couches Minces

cea

