



ETAT DE L'ART

Evolution des technologies des systèmes d'acquisition et de traitement dans l'embarqué

EP – 10/2018 – v1.0

Réf du document : DT_PPT_EP_EtatArt_v1.0_20181018

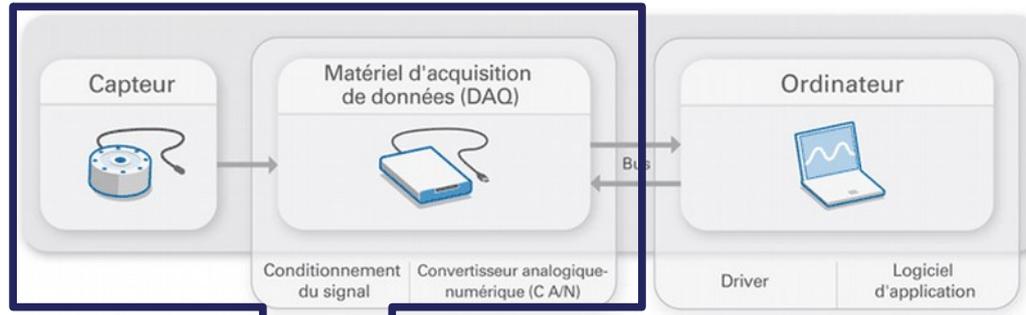
Le CRT CRESITT est soutenu par :



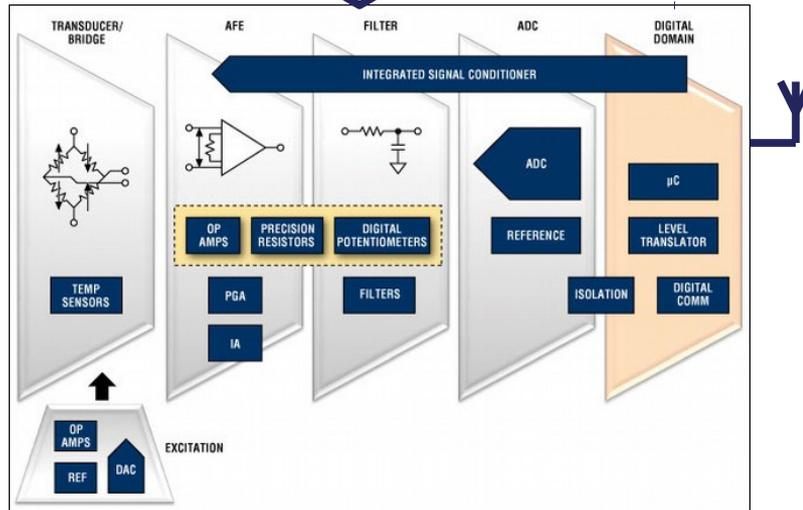
L'action de diffusion technologique est cofinancée par l'Union européenne.
L'Europe s'engage en région Centre-Val de Loire avec le Fonds européen de développement régional.



- Introduction : Chaîne de mesure
- Technologies des capteurs
- Choix entre...
 - Traitement embarqué: Outils et architectures dédiées
 - Envoi des données : Protocoles
- Compromis:
 - consommation,
 - temps réel,
 - synchronisation des données
- Conclusion

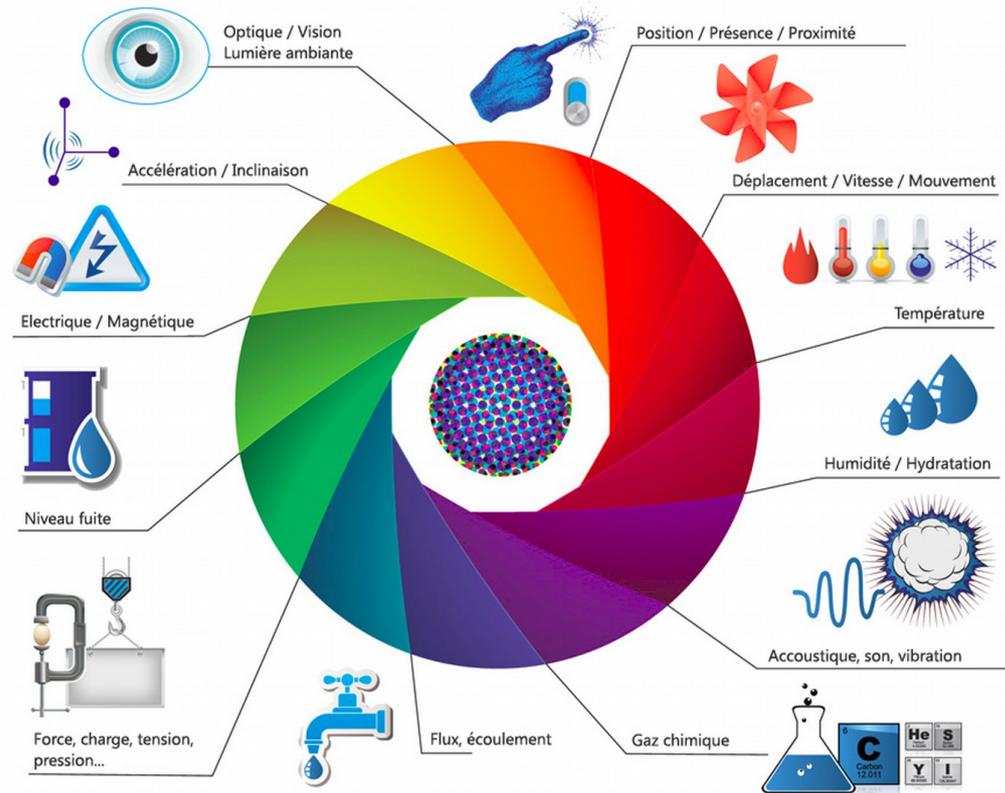


Source : National Instrument



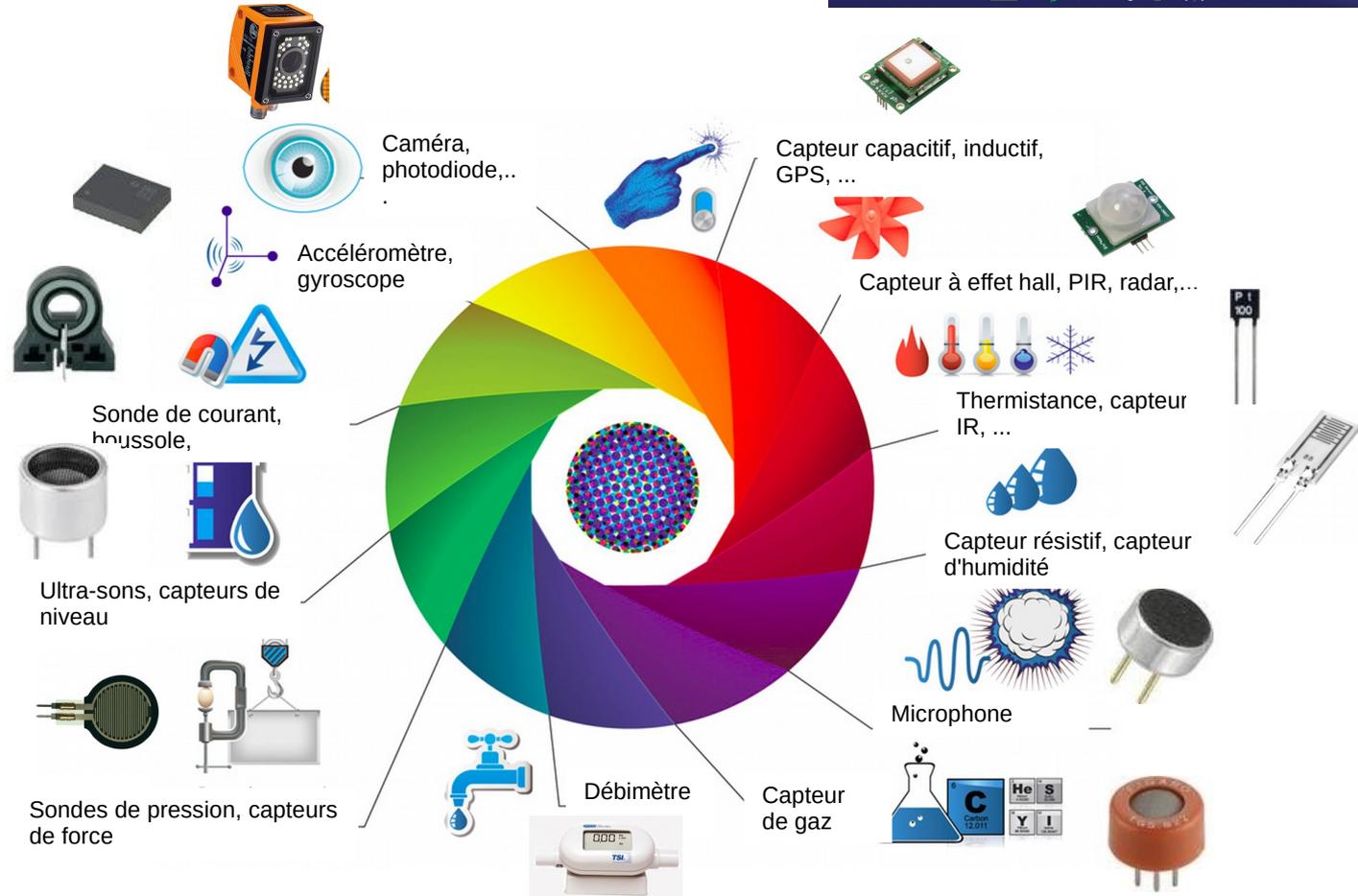
Source : Maxim Integrated

Grandeurs physiques → Mesures



Source : *Factory System*

Mesures → Capteurs





Électronique imprimée

- En référence aux techniques utilisées dans l'imprimerie pour produire des composants électroniques flexibles.
- Usages
 - Souvent utilisés pour des composants passifs (antennes, capteurs, condensateurs, ...)
 - De plus en plus de possibilités pour des composants actifs (Oleds, transistors, ...)

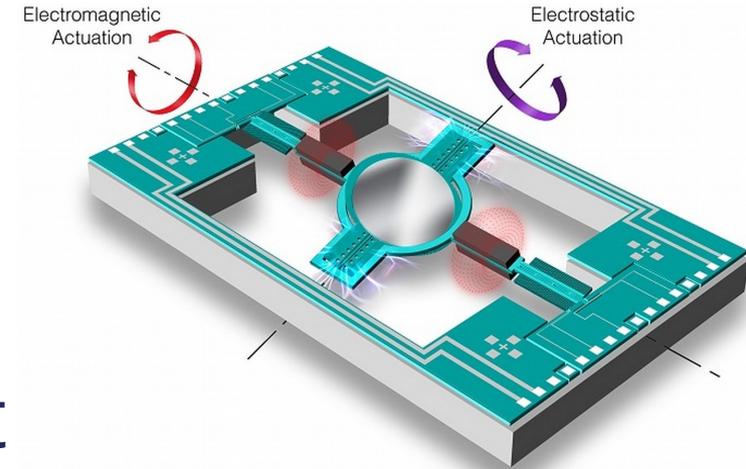


© ARKEMA/PIEZOTECH
Haut-parleurs et capteurs
piézoélectriques imprimés souples.

Sources : *Annuaire électronique imprimée AFELIM 2016*
<https://lejournal.cnrs.fr/articles/demain-lelectronique-flexible>

Des MEMS ...

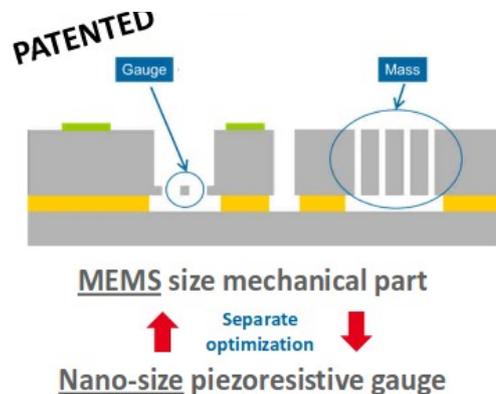
- Capteurs MEMs (Micro ElectroMechanical systems): combinaison de mécanique et électronique...
- Capteur SAW : surface acoustic wave



<http://www.memsjournal.com/2013/02/mems-base-d-optical-engine-platforms-market-and-technology-overview.html>

... aux NEMs

- Plateforme M&NEMs du CEA LETI
- Technologie SOI
- Industrialisation prochaine prévue (<https://www.minatec.org/fr/mnems-leti-bientot-a-portee-de-marches/>)



- Generic platform
- Miniaturized sensors
- Well known and **robust** piezoresistive detection
- Not sensitive to parasitics
- Very **short duty cycle** and multiplexing
- **Simple electronics** common for all the axis

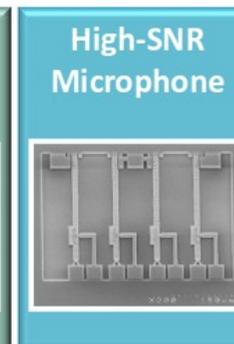
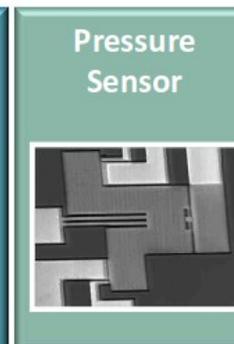
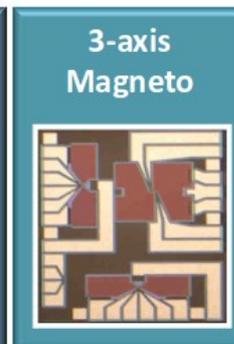
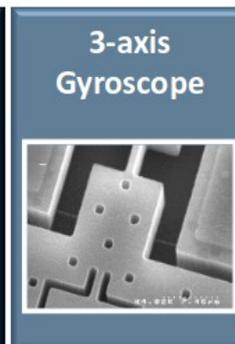
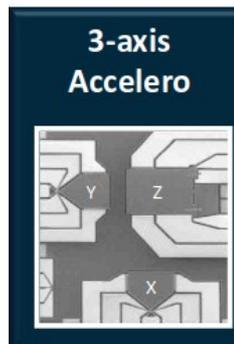


Image:

http://soiconsortium.eu/wp-content/uploads/2016/01/SOI_Consortium-Jan_2016-MEMS_-at_heart_of_MtM-CEA_public.pdf



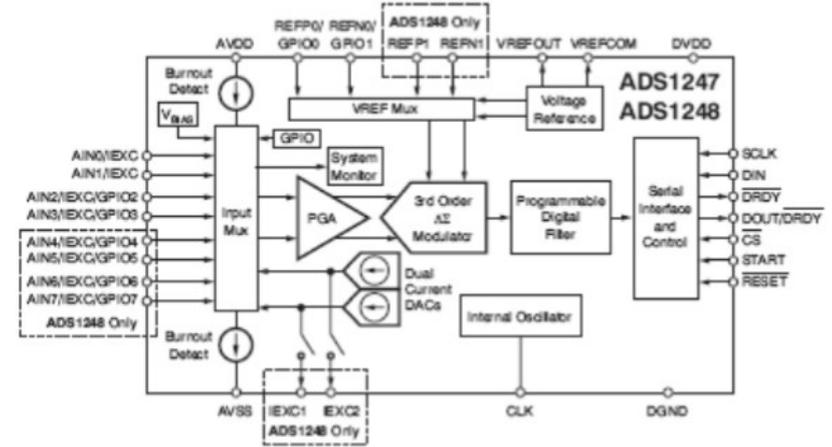
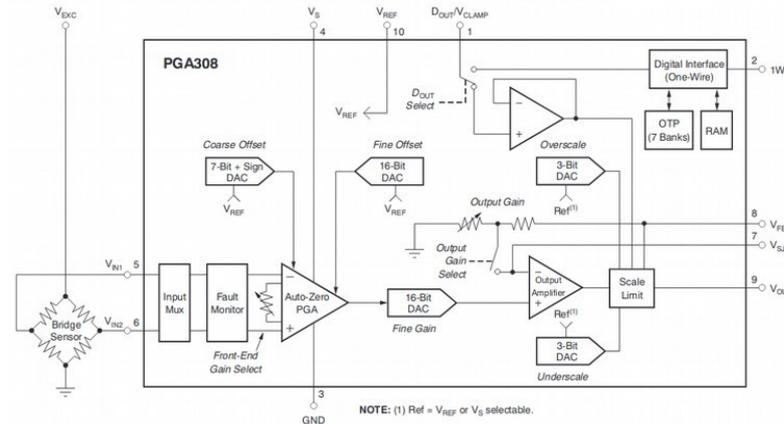
- ***En savoir plus sur les capteurs, les nouveaux matériaux ?***
 - ➔ Dossiers de veille téléchargeables sur <http://www.cresitt.com/veille-technologique-2/> :
 - Veille technologique « Métrologie et instrumentation environnementale 2015 »
 - Veille technologique « Électronique et nouveaux matériaux 2017 »
 - ➔ Présentations des Séminaires de 2015 et 2016 : <http://www.cresitt.com/seminaires/>



- Signaux délivrés par les capteurs
 - Capteurs « actifs » : à effet piézoélectrique, d'induction électromagnétique, photoélectrique, Hall, ...
 - Génération d'une tension, d'une charge ou d'un courant
 - Capteurs passifs
 - Impédance variable → « conditionnement » nécessaire (montage potentiométrique, ponts, amplification)

- Amplification et numérisation
 - ➔ Solutions discrètes :
 - Pont de Wheatstone,
 - Montages avec AOP
 - ➔ Solutions de circuits intégrés

Source : TI, PGA308 datasheet



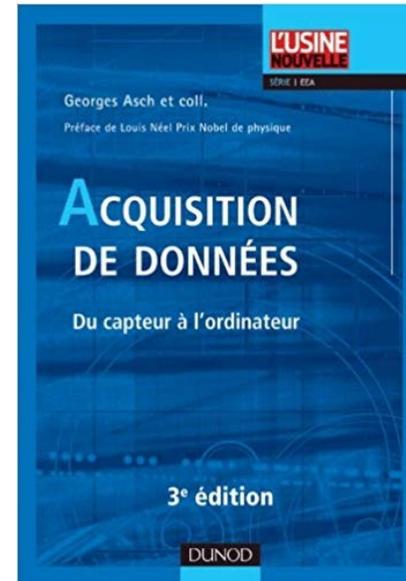
Source : TI, ADS1247 datasheet



- Avantages du CI:
 - Plus compact, prend moins d'espace sur le circuit imprimé
 - Programmable
 - Optimisé (consommation, bruit, performances)
- Inconvénients :
 - Moins flexible / adaptable
 - Dépendance du fournisseur



- En savoir plus sur les différents capteurs et leurs conditionnements, livres en prêts disponibles au CRESITT :



- Traitement du signal
 - Voir présentation de PRISME

**TRAITEMENT
EMBARQUÉ**



- Outils logiciels
- Architectures



**ENVOI DES
DONNÉES**



- Protocoles de communication



- DSP
- FPGA
- ASIC
- Microcontrôleurs, microprocesseurs
- Hybrides :
 - Micro avec accélérateurs / parties câblées
 - Analogique / logique / microcontrôleurs (PSoc)
 - FPGA avec microcontrôleurs et MAC câblés

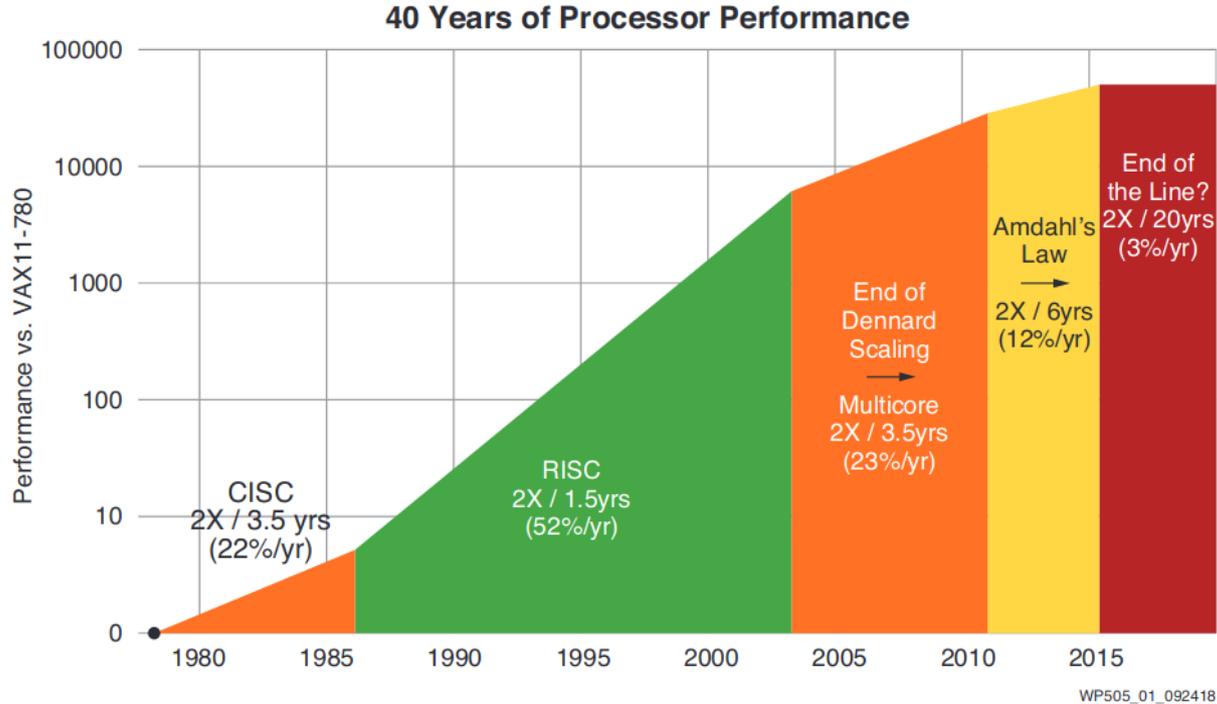
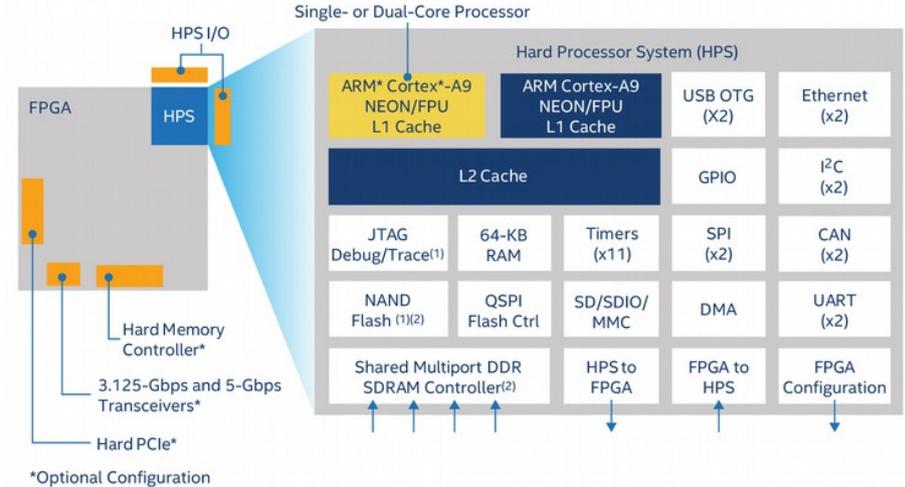
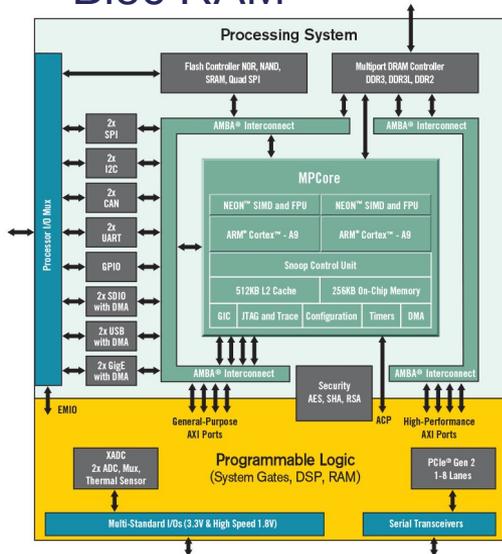


Figure 1: Processor Performance vs. Time

Source : XILINX, White paper WP505 (v1.0) October 2, 2018

- FPGA / Architectures hybrides :
 - logique programmable
 - émetteurs récepteurs jusqu'à 5Gb/s
 - Hard Processor System à base d'ARM A9
 - Coprocessor NEON SIMD / FPU
 - Blocs DSP
 - Bloc RAM

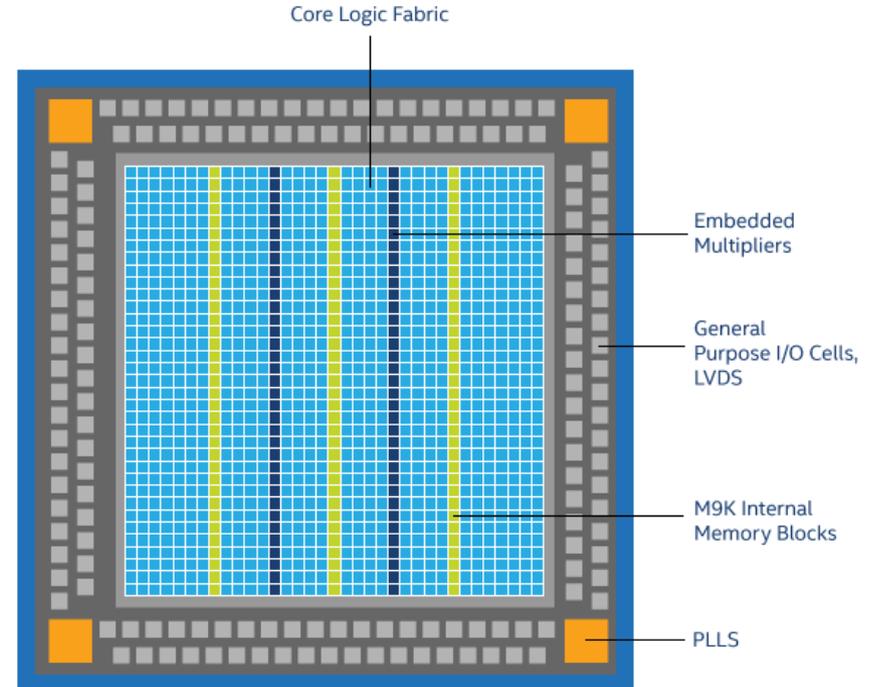


*FPGA 28 nm Cyclone® V Altera/Intel
Entre 55 et 185\$*

*Xilinx ZYNQ 7000
Low cost 50€ à 140€
Middle range 180€ à 2300€*



- FPGA / Architectures hybrides :
 - Exemple :
 - FPGA Cyclone® 10 Intel
 - Multiplieur 18x18 câblé
 - Processeur NIOS II
 - Entre 13 et 20\$



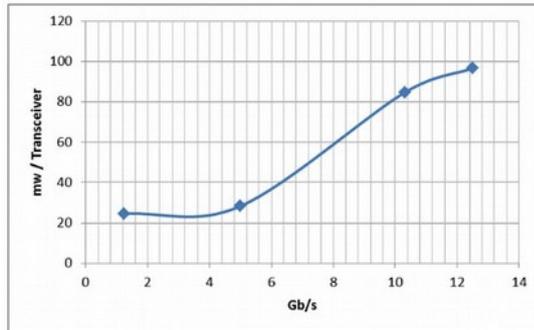
Source :

<https://www.intel.com/content/www/us/en/products/programmable/fpga/cyclone-10/lp/features.html>

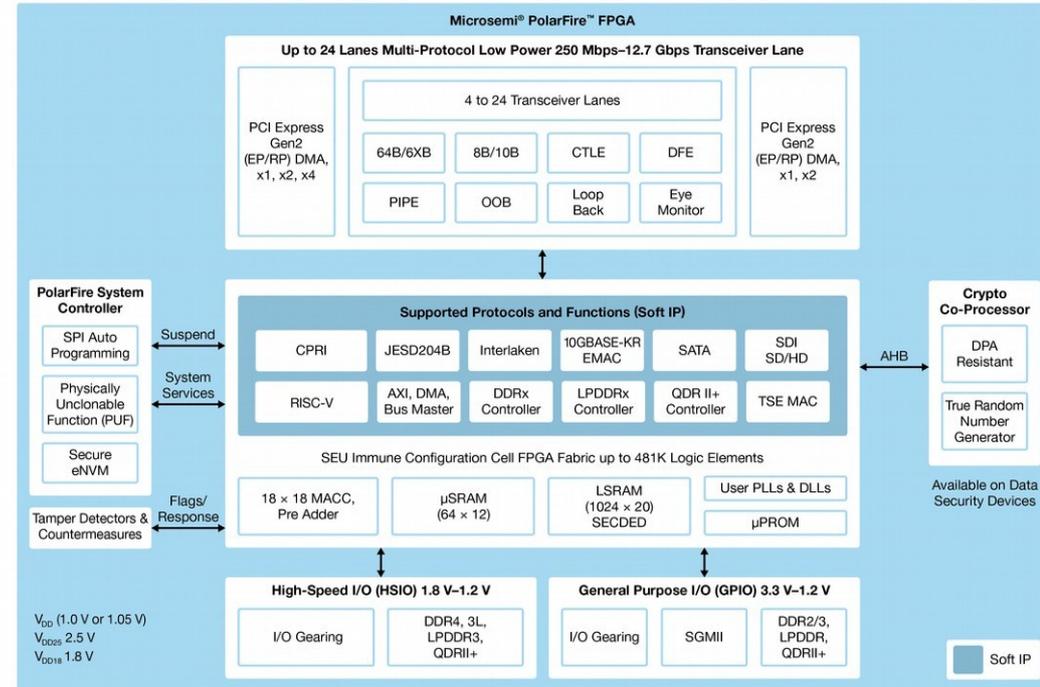


- FPGA / DSP / Archi hybrides :
- Exemples : FPGAs de Micro-semi / Microchip
 - SmartFusion 2 (entre 20 et 50€)
 - PolarFire (~300€) : co processeur crypto, transceiver 12,7Gb/s

Figure 10 • Transceiver Power versus Data Rate



Source : www.microsemi.com

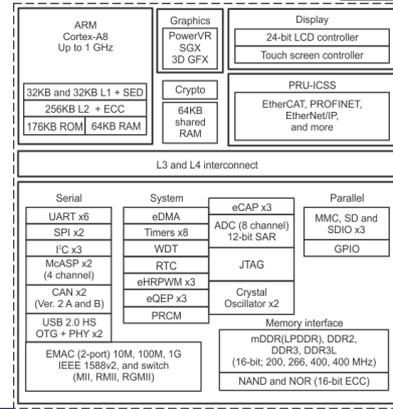
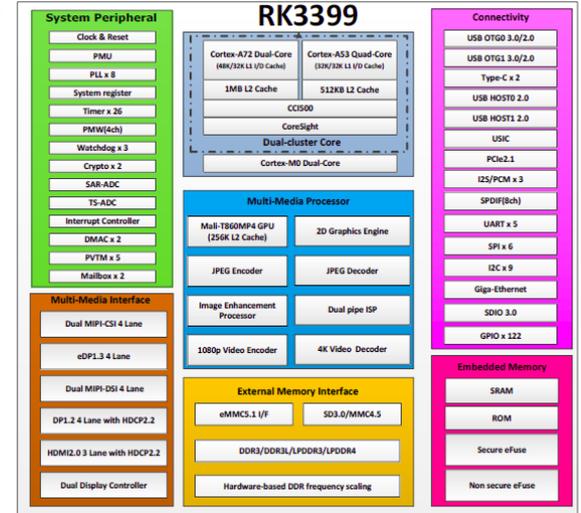


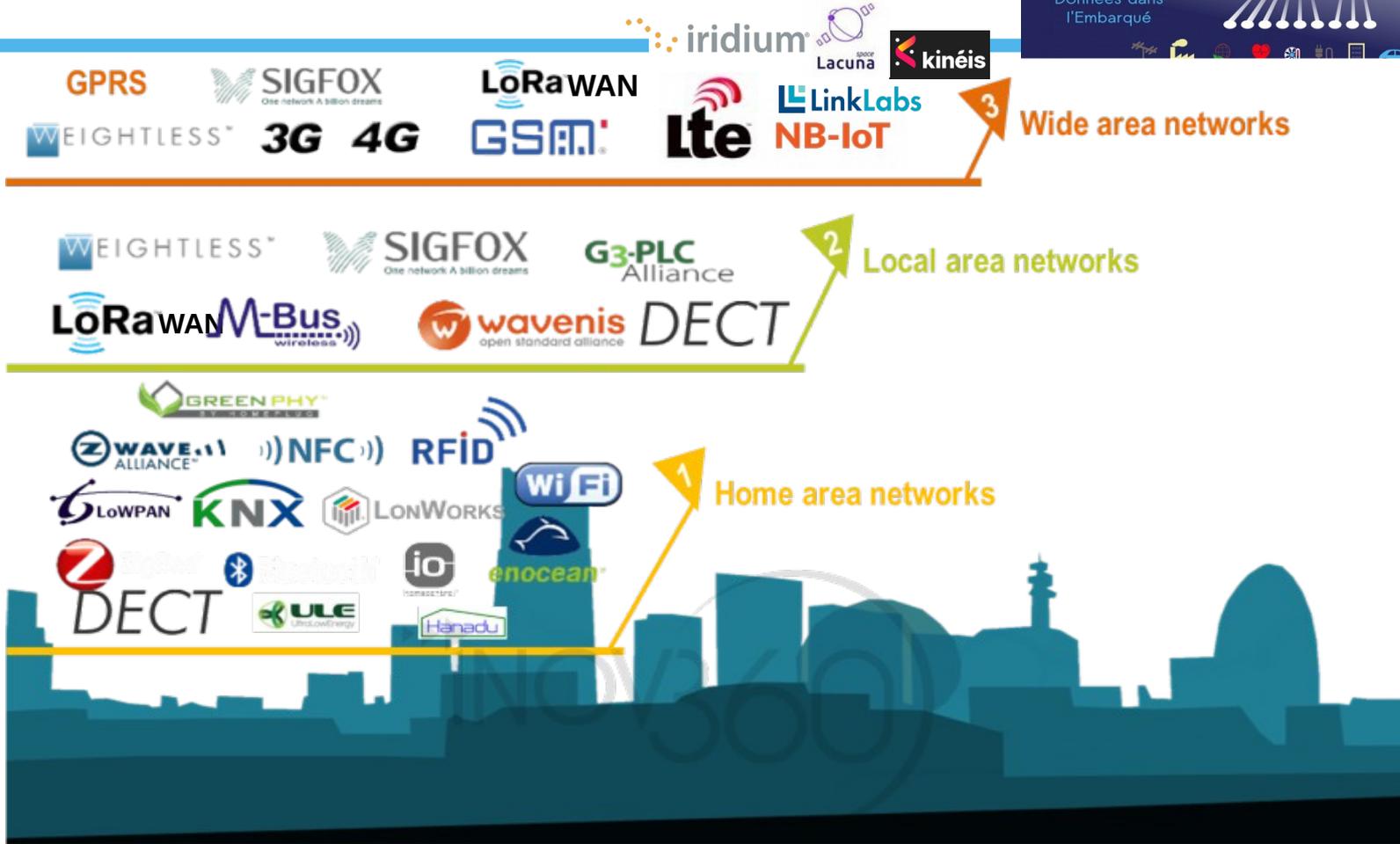


- RK3399 Pro avec Co-processeur neuronal chez RockShip (2 CORTEX A72, 4 CORTEX A53, + GPU)
- Micro avec co-proc ou DSP intégrés : accélérateur graphique, video , ... (QualComm, NXP, TI, Renesas, Broadcom...)

Source : *ELECTRONIQUES N°76 Septembre 2018*

Note : *SITARA AM3358 de TI ARM*
Sur cartes BEAGLEBONE plateforme Linux
(formation CRESITT)





Source : <http://www.inov360.com/blog/reseaux-sim-less-le-nouvel-eldorado-du-m2m-et-de-linternet-des-objets-2/>



Critères de choix



Distance



Fréquence des envois



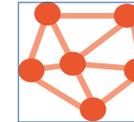
Quantité de donnée



Bande passante



Autonomie



Topologie réseau



Réactivité / Fiabilité



Bi-directionnel



Sécurité



Coût



Cadre normatif

Name of Standard	Weightless		Range	2.5- 5km
	-W	-N		
Frequency Band	TV whitespace (400-800 MHz)	Sub-GHz ISM	End Node Transmit Power	100 mW
Channel Width	5MHz	Ultra narrow band (200Hz)	Packet Size	~100 -~1000 bytes typical
Range	5km (urban)	3km (urban)	Uplink Data Rate	~200kbps
End Node Transmit Power	17 dBm 50mW	17 dBm	Downlink Data Rate	~200kbps
Packet Size	10 byte min.	Up to 20 bytes		
Uplink Data Rate	1 kbps to 10 Mbps	100bps		
Downlink Data Rate	1 kbps to 10 Mbps	No downlink		

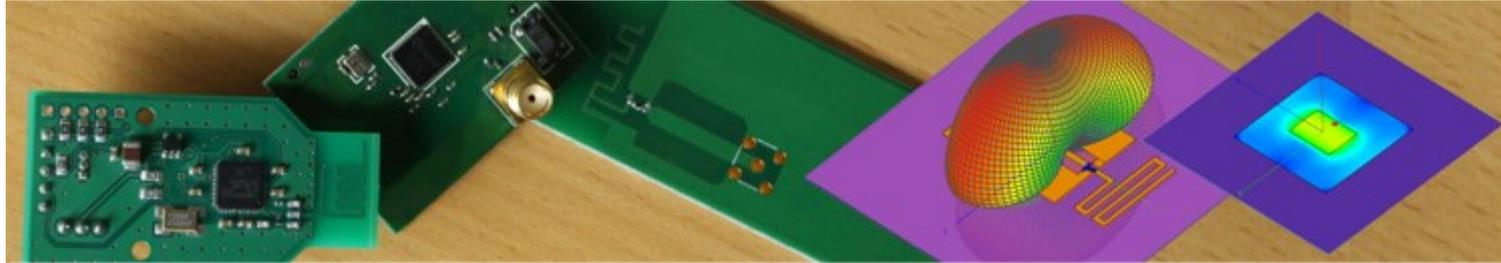
LTE-M^N



Protocol	Ingenu RPMA	nWave
8, 915 MHz w/SRD	2.4 GHz ISM	Sub-GHz ISM
or 200 KHz	1 MHz (40 channels available)	Ultra narrow band
- 5 km	>500 km LoS	10km (urban), 20-30km (rural)
Power on FCC/ETSI regulations	to 20 dBm 100mW	25-100 mW
max / packet	Flexible (6 bytes to 10 kbytes)	12 byte header, 2-20 byte payload
55.55 kbps or 667 kb/s	AP aggregates to 624 kbps per Sector (Assumes 8 channel Access Point)	100 bps
55.55 kbps or 667 kb/s	AP aggregates to 156 kbps per Sector (Assumes 8 channel Access Point)	--

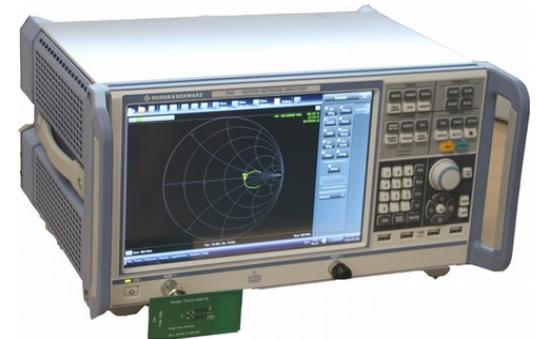
Source:

<https://www.edn.com/design/systems-design/4440343/Low-power-wide-area-networking-alternatives-for-the-LoT>



OUTILS disponibles au CRESITT

- Simulations d'antennes (FEKO d'ALTAIR)
- Adaptation d'antennes (2 VNA)
- Mesures d'antennes et diagrammes de rayonnement



FORMATIONS

15 Novembre : Choix et adaptation d'antenne



Compétences en design et mesures d'antennes du CRESITT
+ Compétences en mécanique et fabrication additive (métal) du CETIM CVL
= Réalisation d'un POC d'antenne spécifique

- Conçue en simulation avec le logiciel FEKO (ALTAIR) au CRESITT
 - Fabriquée avec les moyens du CETIM CVL
 - Qualifiée par des mesures en chambre au CRESITT

**CONSOMMATION
ÉNERGÉTIQUE**



COMPROMIS

**TEMPS
RÉEL**

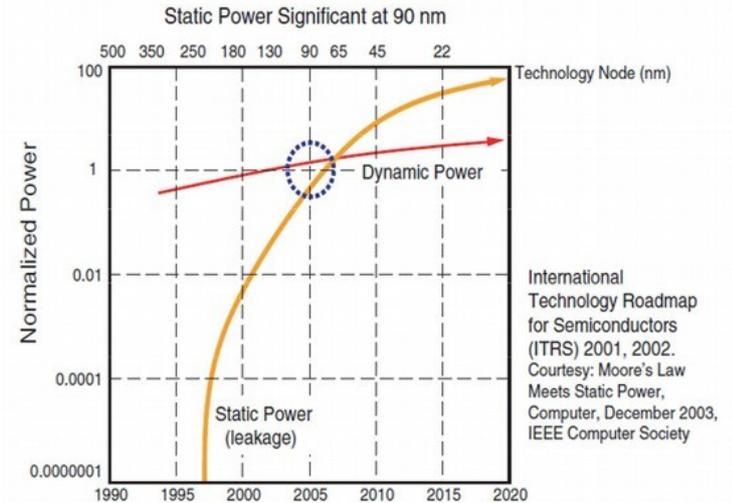


**SYNCHRONISATION
DES MESURES**



Éléments de consommation énergétique :

- Consommation des circuits = statique (courants de fuite, dépend de la techno du circuit) + dynamique (dépend de l'activité)



↳ ÉVOLUTION DE LA PUISSANCE STATIQUE ET DYNAMIQUE EN FONCTION DE LA TECHNOLOGIE

[15]

Source : Wissem Benali. Modélisation et optimisation de la consommation énergétique d'un système de communication Wi-Fi. Electronique. Ecole nationale supérieure Mines-Télécom Atlantique, 2017. Français. <NNT: 2017IMTA0041>. <tel-01781321>. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01781321/document>

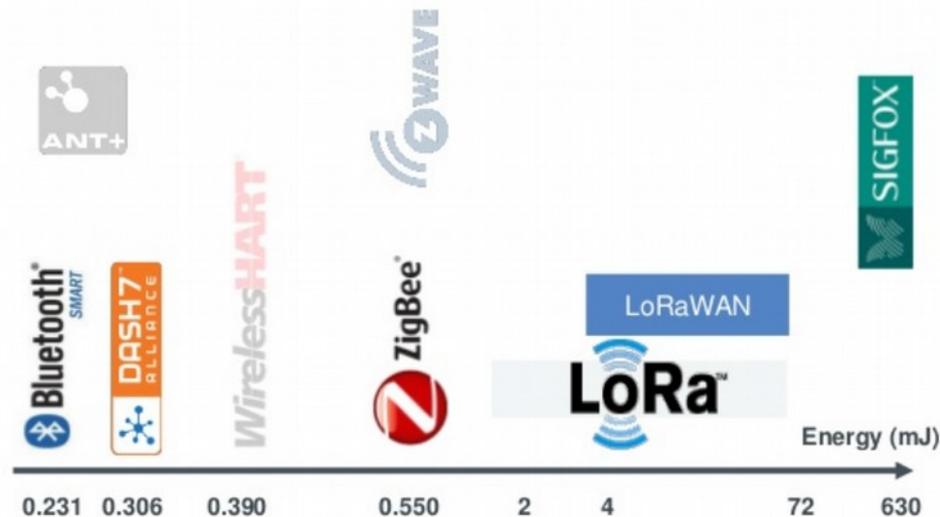
Bluetooth:

3,6V, courant consommé ~30mA
(moyenne TX à +2dBm / RX) =>
~110mW ; échanges sur 2 slots = 1,25
ms (transfert de 28 octets utiles) => on
est bien de l'ordre de 0,2 mJ

SigFox :

3,6V ; 54mA à +14dBm =>
~200mW ; temps de transmission :
~2s => de l'ordre de 500mJ pour 12
octets transmis

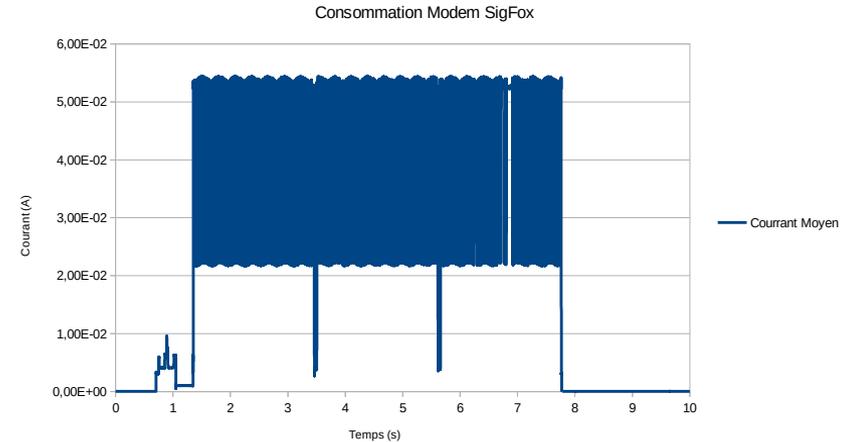
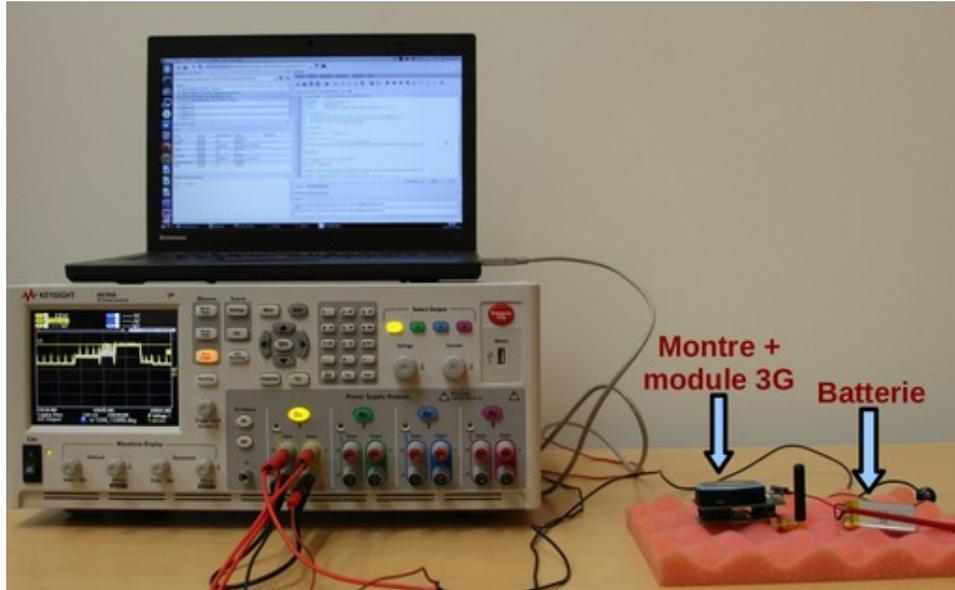
~~Energy~~
Power Consumption



Source:

<https://fr.slideshare.net/MaartenWeyn1/overview-of-low-power-wide-area-networks>

Mesures de consommation possibles au CRESITT KEYSIGHT N6705 (avec module 20W et 300W)





Temps réel :

- Suivant les contraintes, pas forcément le choix
- Prise en compte du délai des transmissions:
 - De quelques ms (Bluetooth, WiFi)
 - Dépend de l'accroche au réseau pour 4G/5G
 - A plusieurs secondes/minutes (SigFox et plus généralement limitations sur la bande 868MHz)



- Synchronisation des mesures
- Problématique : données collectées par de nombreux capteurs avec des temps de mesure, de réponse, de pré-calcul et de transmission différents
→ comment resynchroniser les datas pour pouvoir faire un traitement à posteriori pertinent ?
- Solution : timestamp , RTC, synchro par GPS , protocole Ethernet / PTP ...

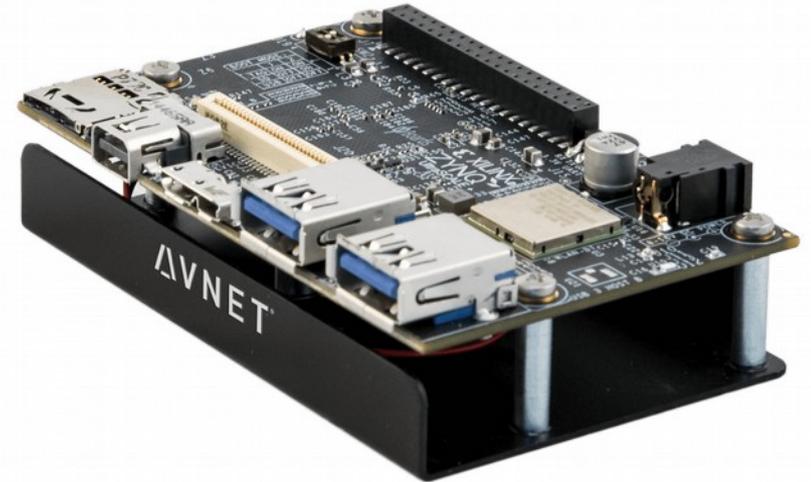


- Bien évaluer les besoins et contraintes de son projet/ application
- Prendre en compte la chaîne complète : du signal au PC

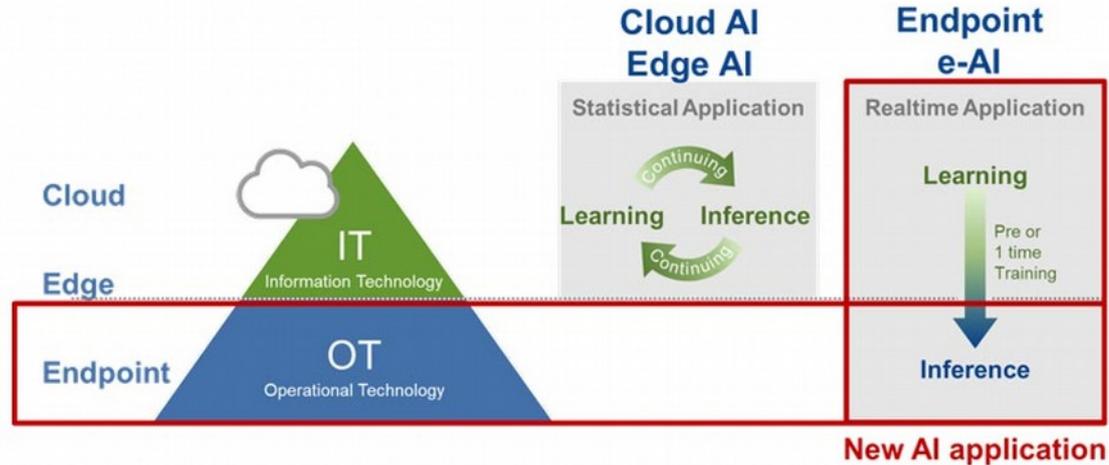
Plateforme de développement orientée IA

Exemple : Ultra96

- MPSoC Zynq UltraScale+ de Xilinx,
- architecturée autour de
 - 4 cœurs Arm Cortex-A53,
 - 2 cœurs Cortex-R5,
 - 1 GPU Arm Mali-400 MP2
 - 1 matrice de FPGA
- ~ 250 \$



http://www.lembarque.com/farnell-propose-la-carte-de-developpement-ultra96-calibree-pour-lapprentissage-automatique_007871



Source: <https://www.renesas.com/us/en/solutions/key-technology/e-ai.html>

En savoir plus sur l'IA dans l'embarqué ?

Dossier de veille bientôt disponible sur
<http://www.cresitt.com/veille-technologique-2/>



Elisabeth PATOUIILLARD

CRESITT Industrie, Lab'O, 1 avenue du Champ de Mars, CS 30019,
45074 Orléans Cedex 2

02 38 69 82 60 / 06 95 12 51 76

Elisabeth.patouillard@cresitt.com