alciom

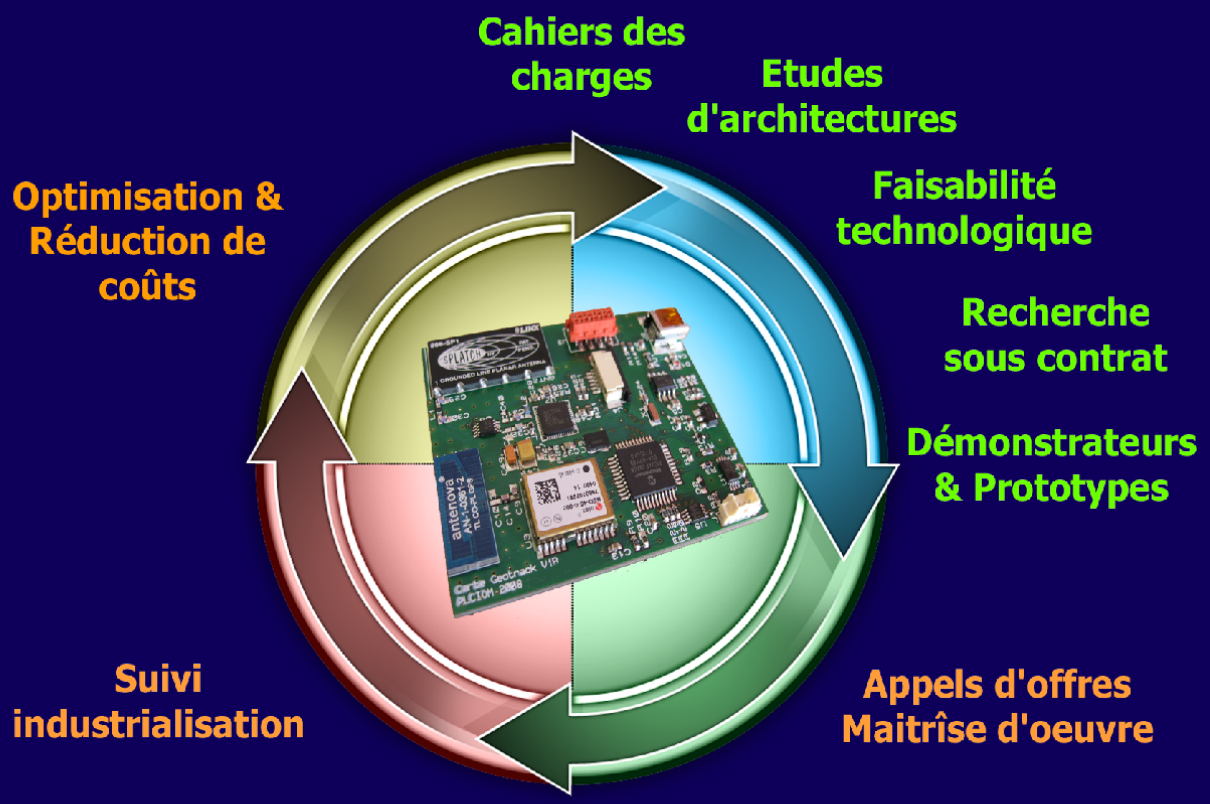
Journée Innovation 1er Juin 2017
Internet des Objets - Des concepts à la pratique

Méthodologie de conception électronique d'un objet connecté

Etude d'architecture amont, proof of concept, choix technologiques, optimisation énergétique, industrialisation, marquage CE

Alciom
En bref…

Conseil, R&D sous contrat, étude amont et développement clé en main

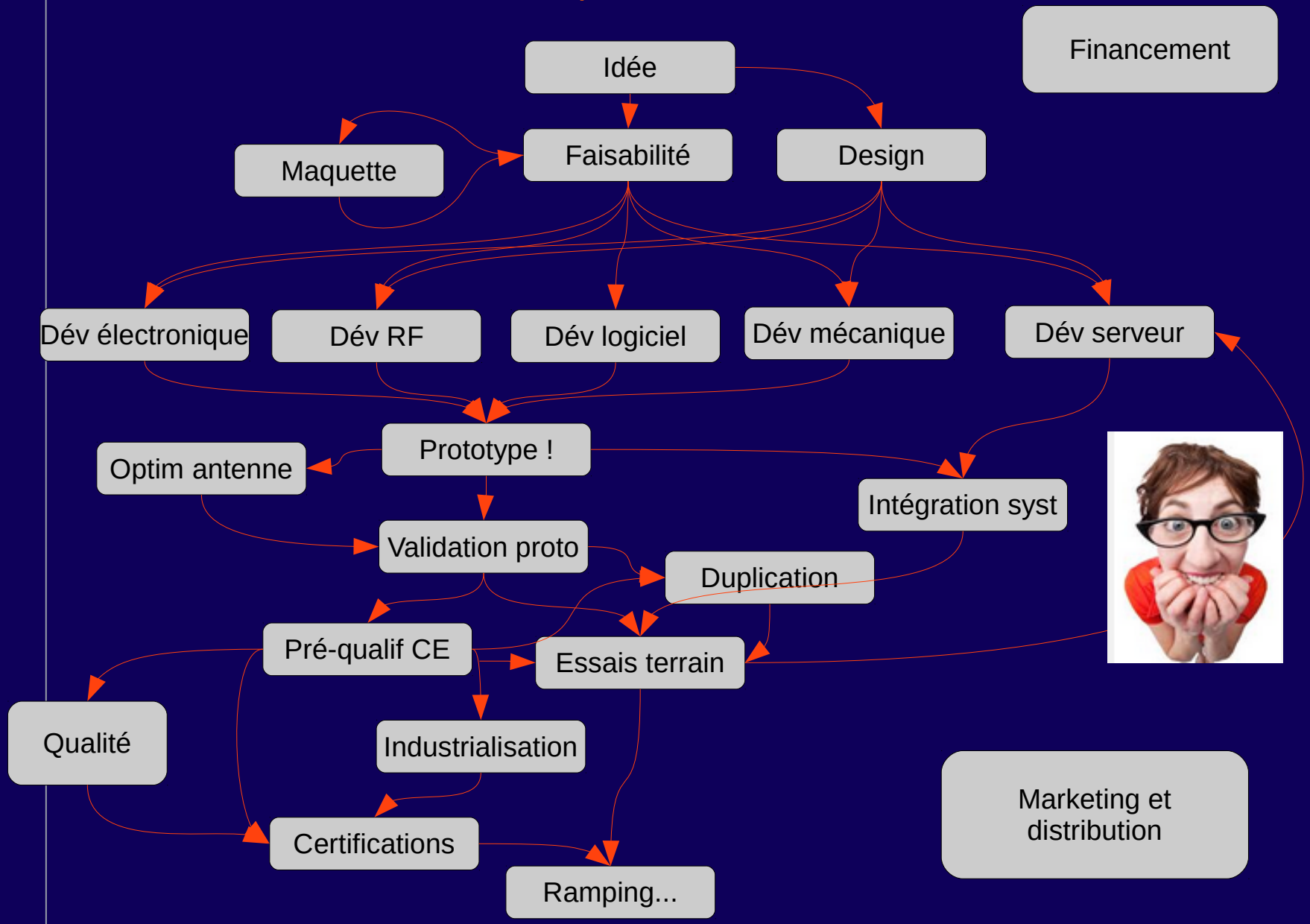


Spécialistes des signaux mixtes
Labellisés SRC, accrédités Crédit Impôt Recherche, experts Captronic
150 clients depuis 2003, 60% PME & startups
6 ingénieurs & experts, CA 1500 K€, Viroflay (92) & Toulouse (31)

© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Conception électronique d'un objet connecté

De manière très schématique...



© ALCIOM 2017 Reproduction interdite sans autorisation

Phase amont / Étude d'architecture
Objectifs

Objectifs

- Formalisation du cahier des charges sur le plan technique
  - Exigences fonctionnelles
  - Exigences de performance (portée, autonomie, temps de réponse, sécurité..)
  - Exigences mécaniques (encombrement max, étanchéité...)
  - Exigences normatives (pays ciblés, normes spécifiques)
- Identification des éventuels points de blocages et recherche de solutions techniques adaptées
- Etablissement d'une architecture électronique (schéma bloc)
- Bilan énergétique et dimensionnement de la source d'énergie
- Encombrement mécanique prévisionel
- Estimation du coût de revient unitaire
- Estimation de l'effort de développement nécessaire

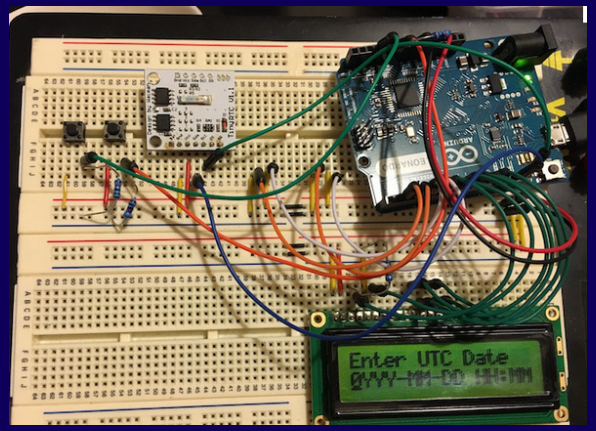
Quelques jours d'étude en amont = 100j de gagnés ?

© ALCIOM 2017 Reproduction interdite sans autorisation

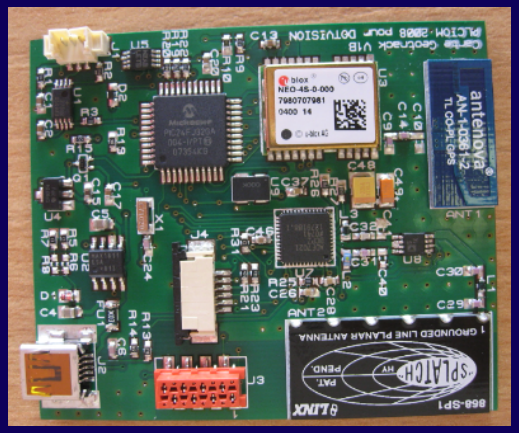
Proof of concept
Maquette vs prototype pré-industriel

Maquette ou prototype pré-industriel directement ?

- Risques purement technologiques en général faibles en IoT
- Pas de retour utilisateur concrètement possible avec une maquette
- Coût de développement = principalement le coût du logiciel



Vite...

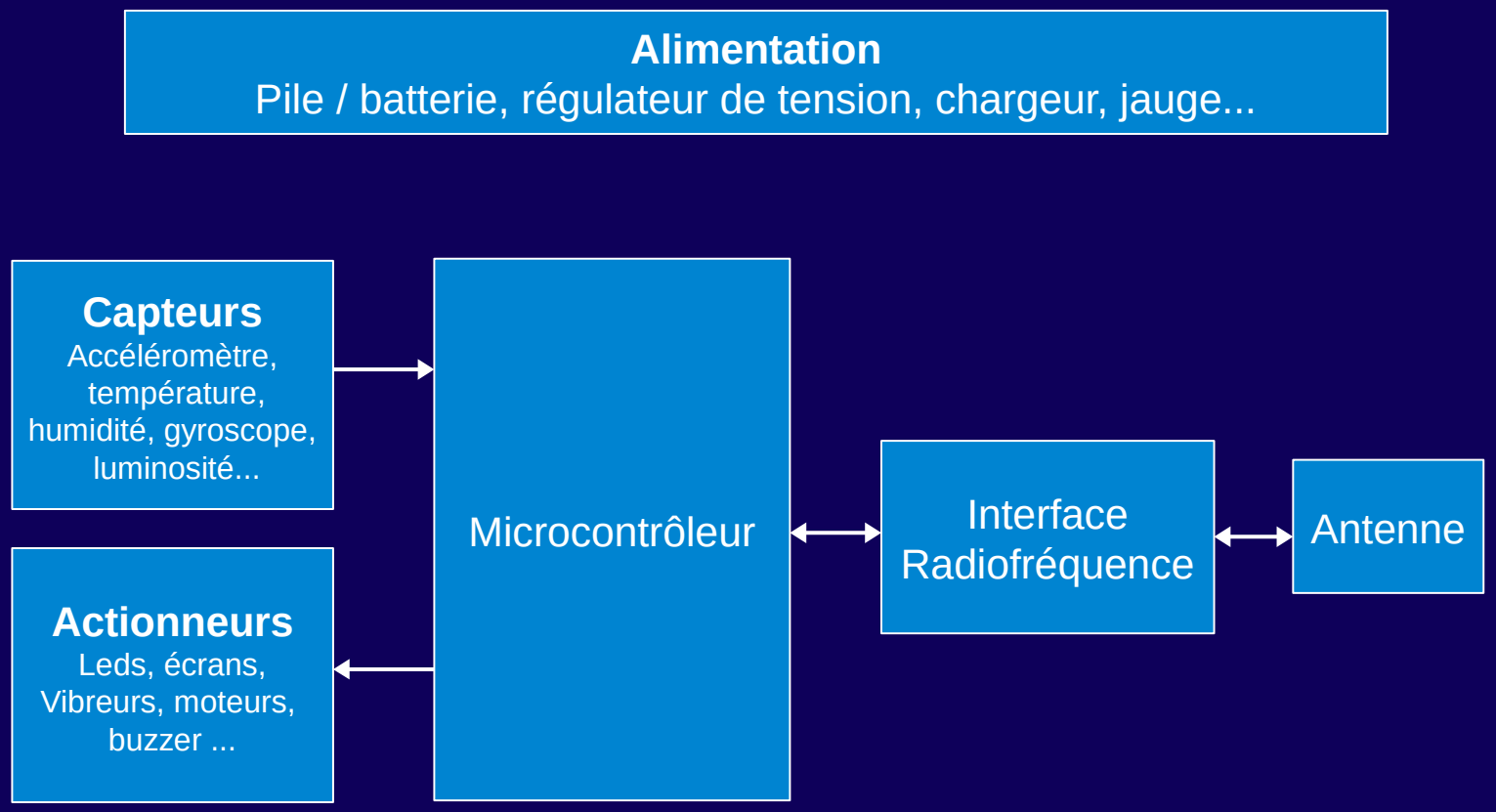


Si maquette jugée indispensable :
- La focaliser sur un point précis (ex test portée)
- Investir peu (maquette non réutilisable)

© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception

Architecture « standard » d'un objet connecté



© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Capteurs et actionneurs

Capteurs

- Ne pas chercher à réinventer la roue !
- Penser à l'intégration mécanique en particulier pour les mesures environementales (température, humidité, pression, luminosité...)
- Privilégier les composants basses consommations (courant de veille)

Features

- Wide supply voltage, 1.71 V to 3.6 V
- Independent IO supply (1.8 V) and supply voltage compatible
- Ultra-low-power mode consumption down to 2 µA

LIS3DH

FEATURES

3-axis sensing
Small, low-profile package
4 mm × 4 mm × 1.45 mm LFCSP
Low power
180 µA at V_S = 1.8 V (typical)

ADXL330

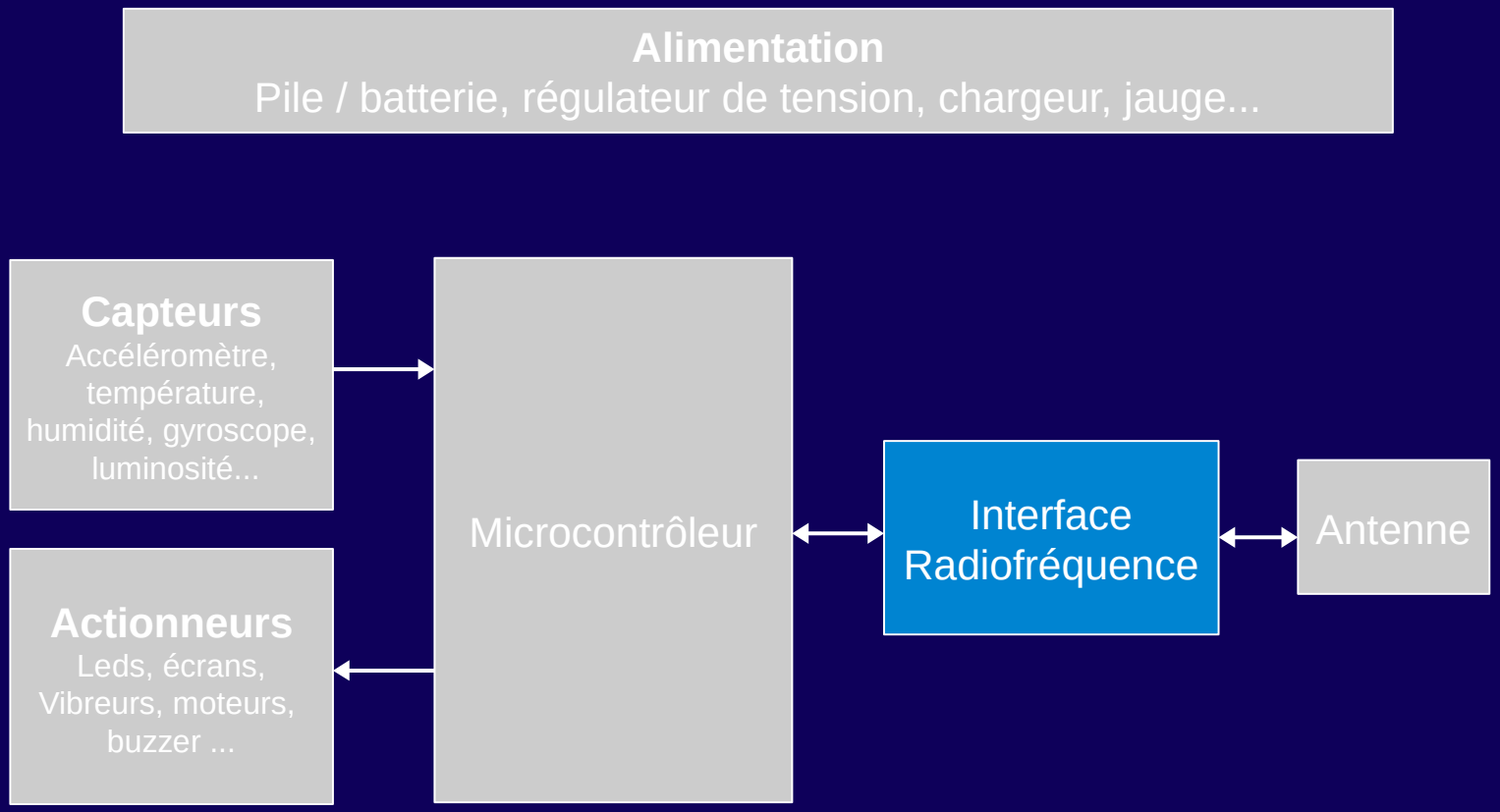
Actionneurs

- Penser très tôt à l'intégration mécanique dans le boitier
- Attention à l'impact énergétique et au coût de revient
  - Prévoir des modes de veilles pour les écrans et les leds
  - Déporter l'affichage si possible (sur le smartphone par exemple)

© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception

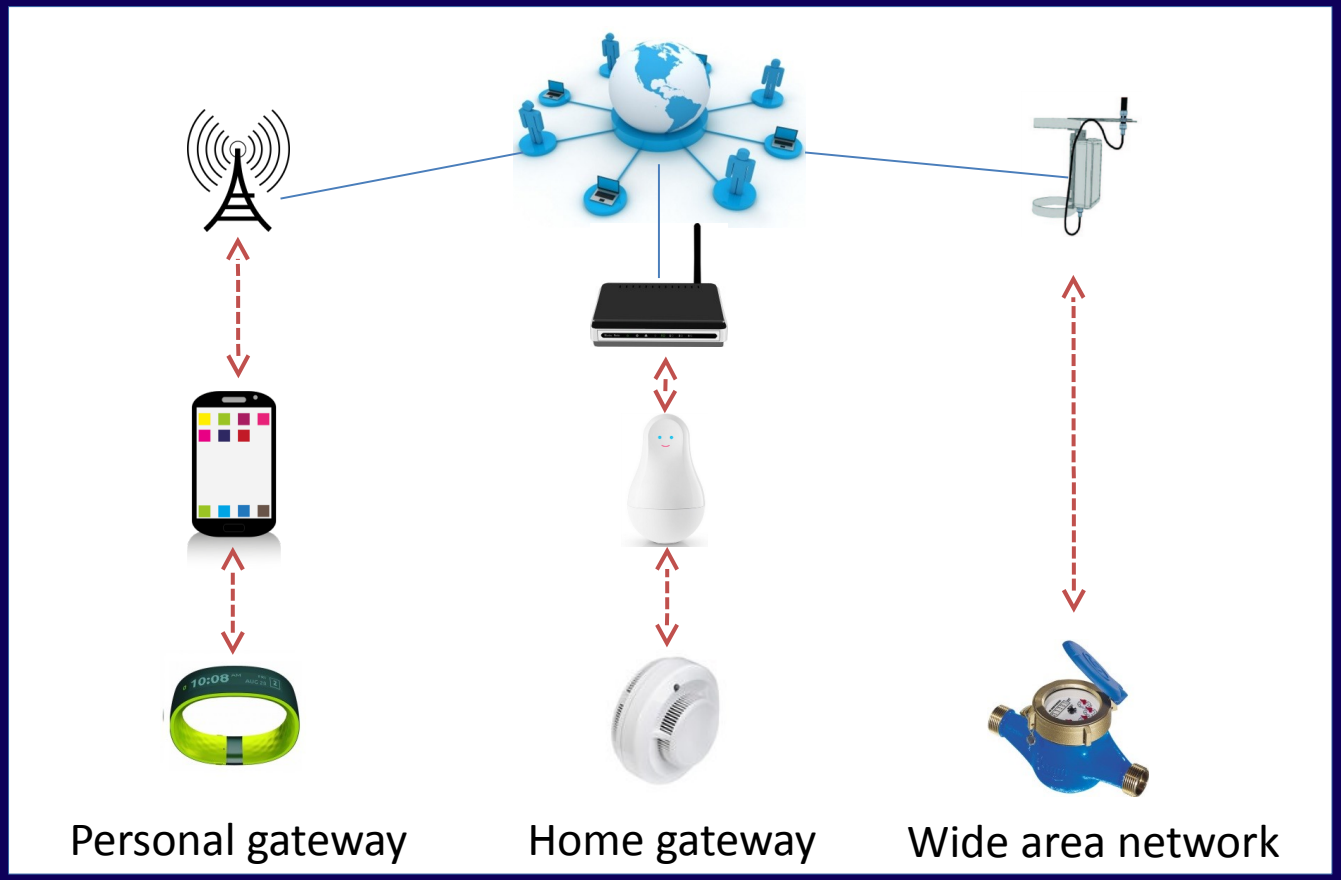
Architecture « standard » d'un objet connecté



© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Interface Radiofréquence

Trois approches pour connecter un objet à Internet



Bluetooth, BLE, Wifi

6lowPan, Zigbee, Thread...

GSM, SigFox, LoRaWan, NB-IoT...

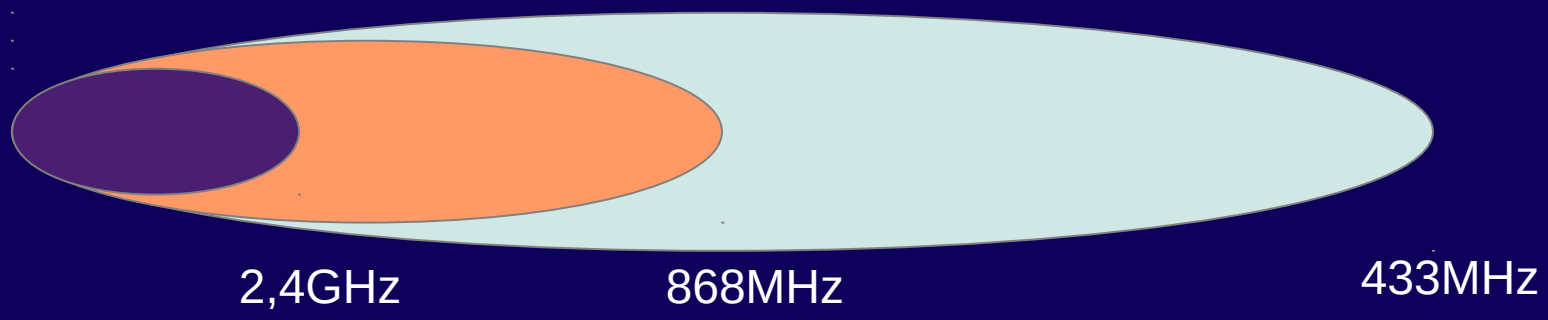
© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Interface Radiofréquence

Choix de conception d'une liaison radio « custom »

- Fréquence

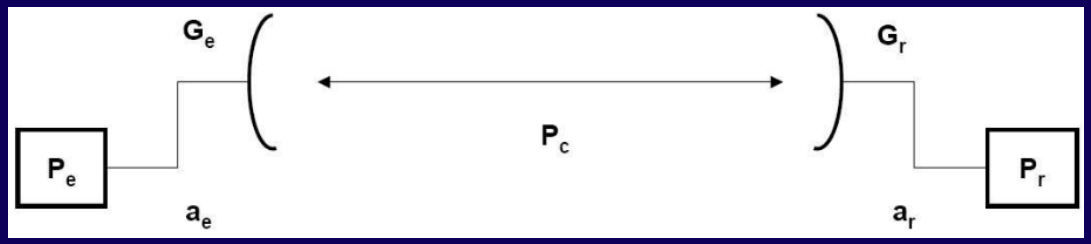
  Utilisation de bande libre: 169Mhz, 433Mhz, 868Mhz ou 2,4Ghz



- Débit

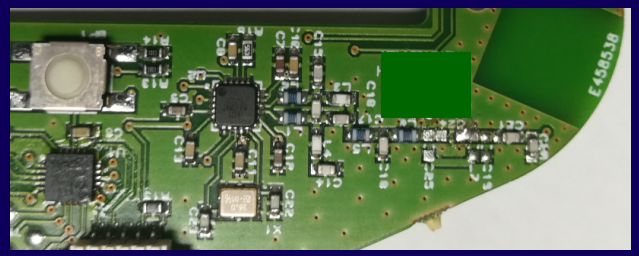
  Plus le débit binaire augmente, plus la portée théorique diminue

Établir un bilan de liaison prévisionnel !

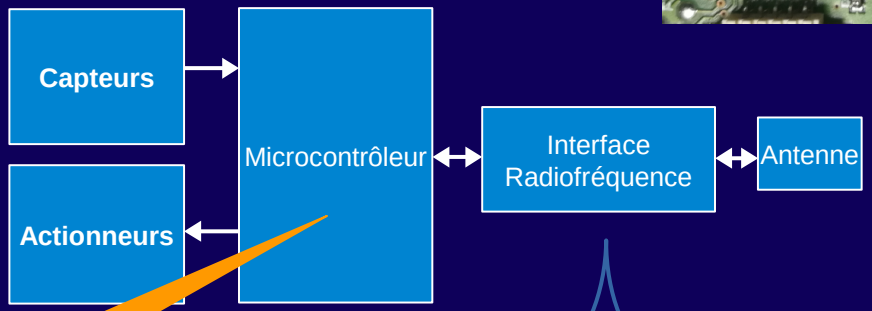


© ALCIOM 2017 Reproduction interdite sans autorisation

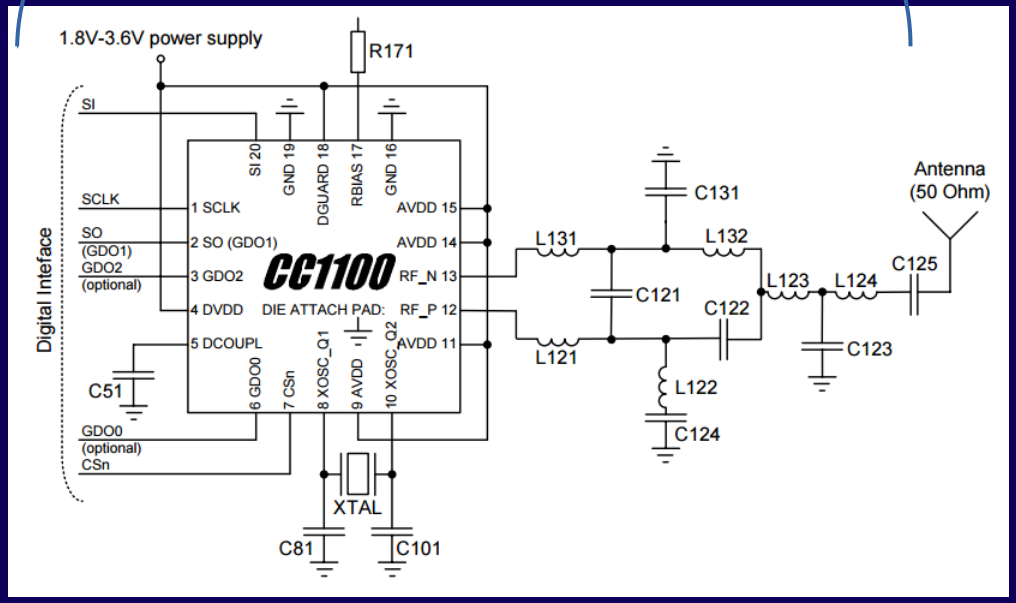
Choix de conception
Interface Radiofréquence



- Approche circuit intégré dédié:



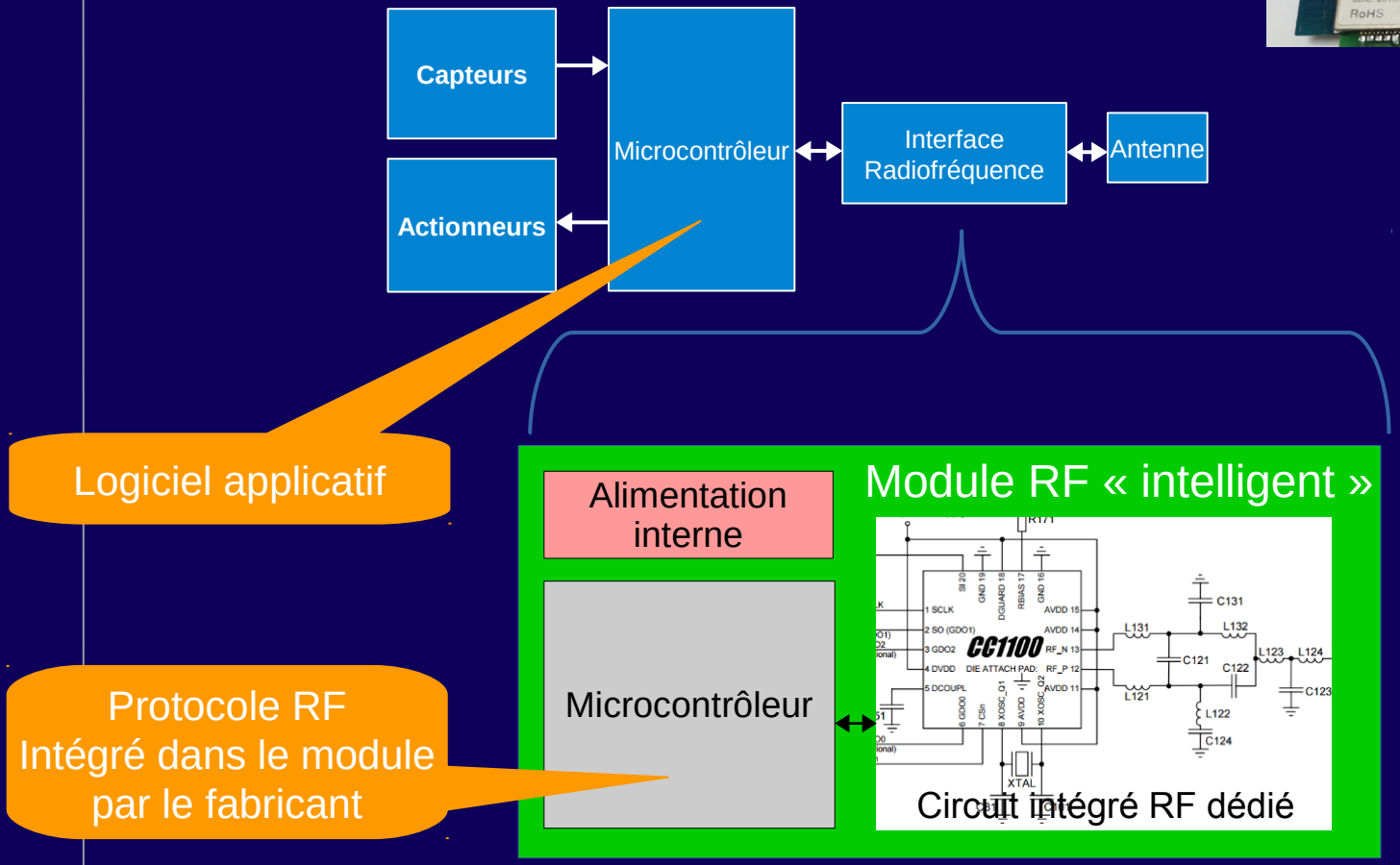
Logiciel applicatif
+
Protocole RF



© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Interface Radiofréquence

Approche module "intelligent":

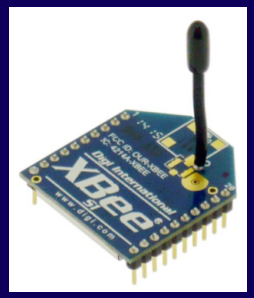


© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Interface Radiofréquence

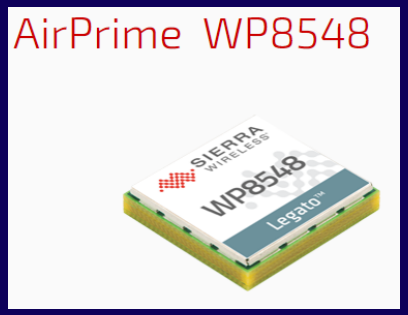
Exemple de module Radiofréquence:

Module 868Mhz



Module Zigbee 2,4Ghz

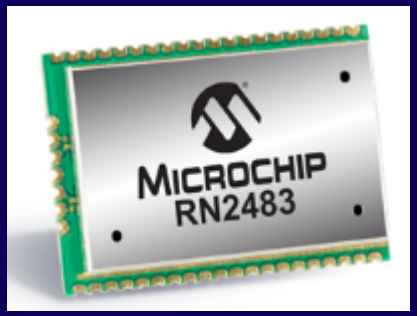
Module BLE



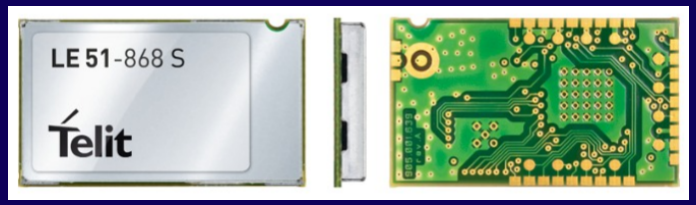
Module cellulaire 3G

Module Wifi

Module Wifi



Module LoraWan



Module SigFox

© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Interface Radiofréquence

Utilisation d'un circuit dédié

Coût unitaire plus faible

Flexibilité du design matériel

Flexibilité pour développement du protocole (protocole spécifiques possibles)

Pérennité industrielle, car solution non dépendante d'une tierce partie

Développement logiciel plus important (protocole radio à intégrer)

Compétences RF nécessaires pour le développement électronique

Time-to-market plus long (design plus complexe, validation, etc)

Utilisation d'un module

Pas de compétences RF nécessaires pour le développement (sauf antenne)

Développement logiciel réduit à l'applicatif

Time-to-market réduit

Coût unitaire plus élevé:
3 à 10€ de plus par produit

Risque accru de pérennité industrielle (dépendant du fabricants de modules)

Flexibilité d'intégration réduite

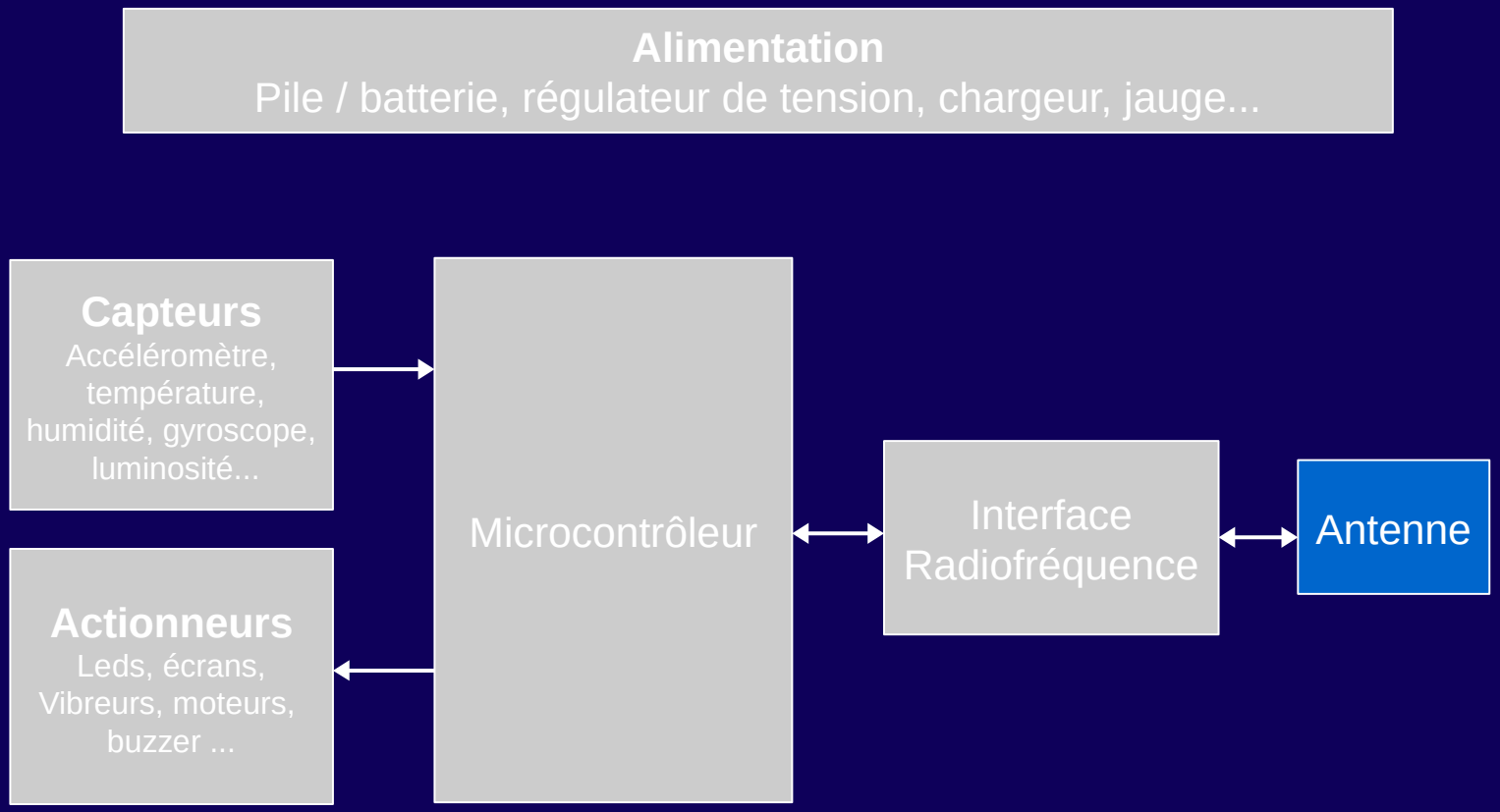
Meilleur choix pour les projets où les quantités visées sont largement supérieures à 1-2K

Meilleur choix pour les projets de niche (faible volume) et délais très courts

© ALCIOM 2017 Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception

Architecture « standard » d'un objet connecté

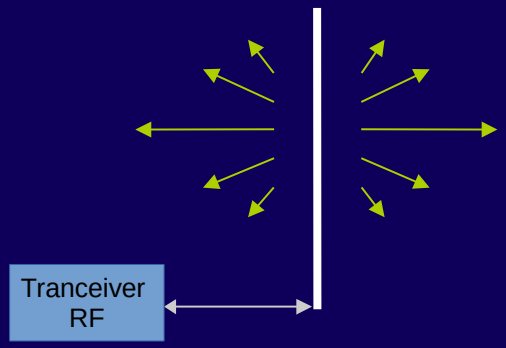


© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Antenne

Quelques rappels…

- Antenne = interface électrique/électromagnétique
- Par nature bidirectionnelle
- Performances impactées par l'environnement proche
- Dimensions proportionnelles à la fréquence



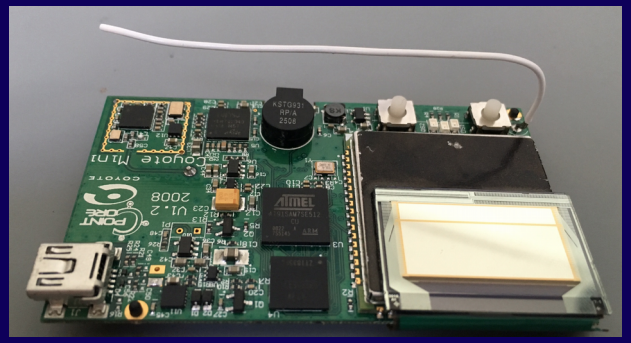
Exemple:
433Mhz = 17 cm
868Mhz = 8,5cm
2,4Ghz = 3 cm

© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Antenne

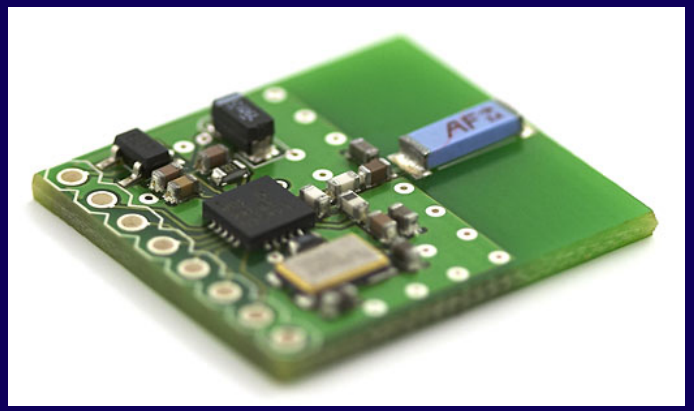
Les différents types d'antennes pour l'IoT

Antenne externe



Antenne filaire

Antenne filaire imprimée



Antenne céramique

© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Antenne

Influence de l'environnement sur les performances de l'antenne

- Impédance de l'antenne en fonction de l'environnement, surtout si objet compact
- Toujours prévoir un réseau de composant pour compenser l'effet du boitier
- Effectuer l'adaptation d'antenne dans les conditions d'utilisation finale

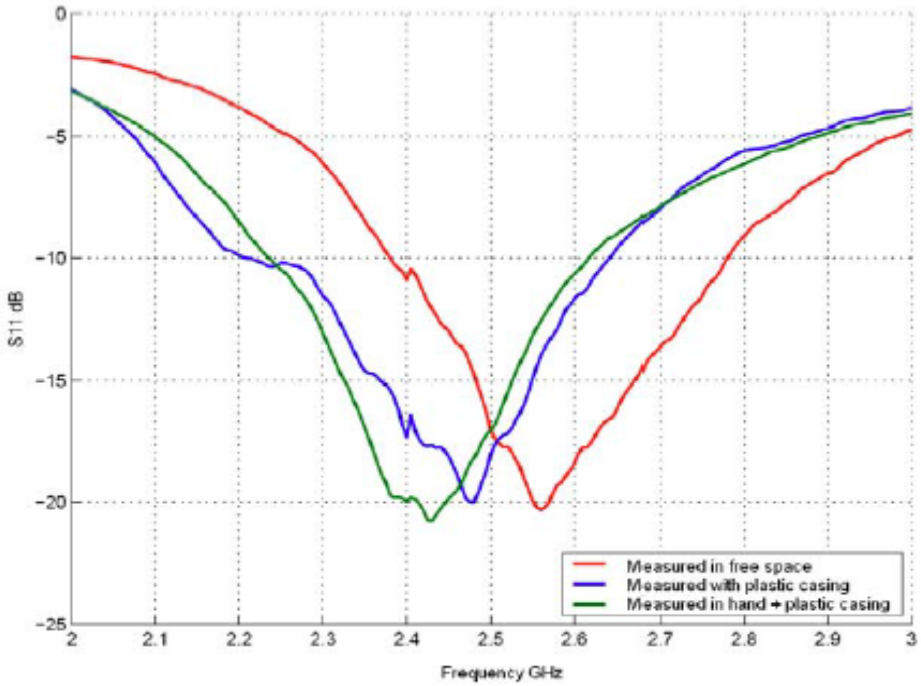


Figure 16. Measurement of Return Loss

© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Antenne

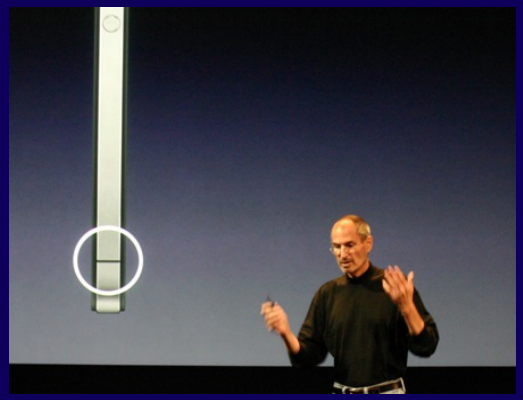
Exemple d'échec.... rattrapé

Antennagate is finally, officially, sort of over now.

iPhone 4 owners will be rewarded $15 cash or a suitable case following a ruling in a class-action lawsuit against Apple, CNET reports.

The lawsuit said Apple hid the iPhone 4's antenna problems from customers in marketing materials and other promotional items.

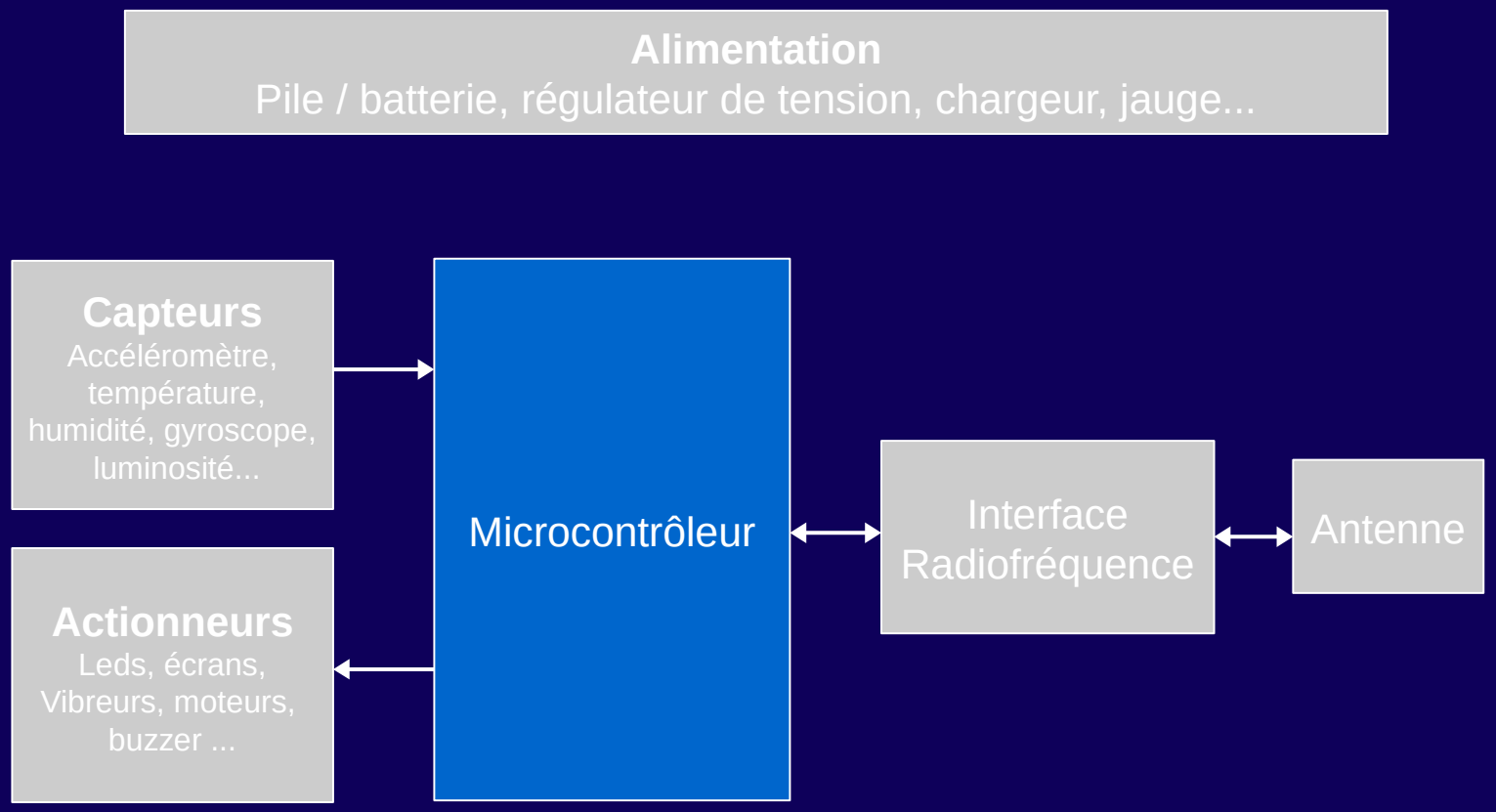
Antennagate cost Apple 20% of sales



© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception

Architecture « standard » d'un objet connecté



© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Microcontroleur

Quel type de microcontrolleur ?

- Estimer les ressources de calcul et de mémoire nécessaires:
  Gestion du protocole RF? Traitement du signal? FFT? cryptographie?
- Nb Entrées/sorties, bus de communication, packages, coût...

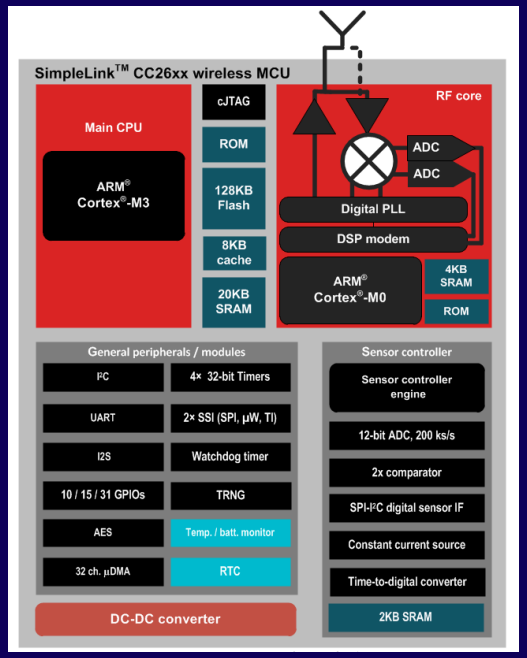
ARM (Cortex M0) le plus souvent
mais architecture 8 ou 16 bits à ne pas négliger...

Composant intégré SoC (MCU + RF) de plus en plus répandus

<u>Exemple CC2650 de Texas</u>

- Cortex M3
- Interface BLE
- Multiples I/O et bus de communication
- Régulateur de tension

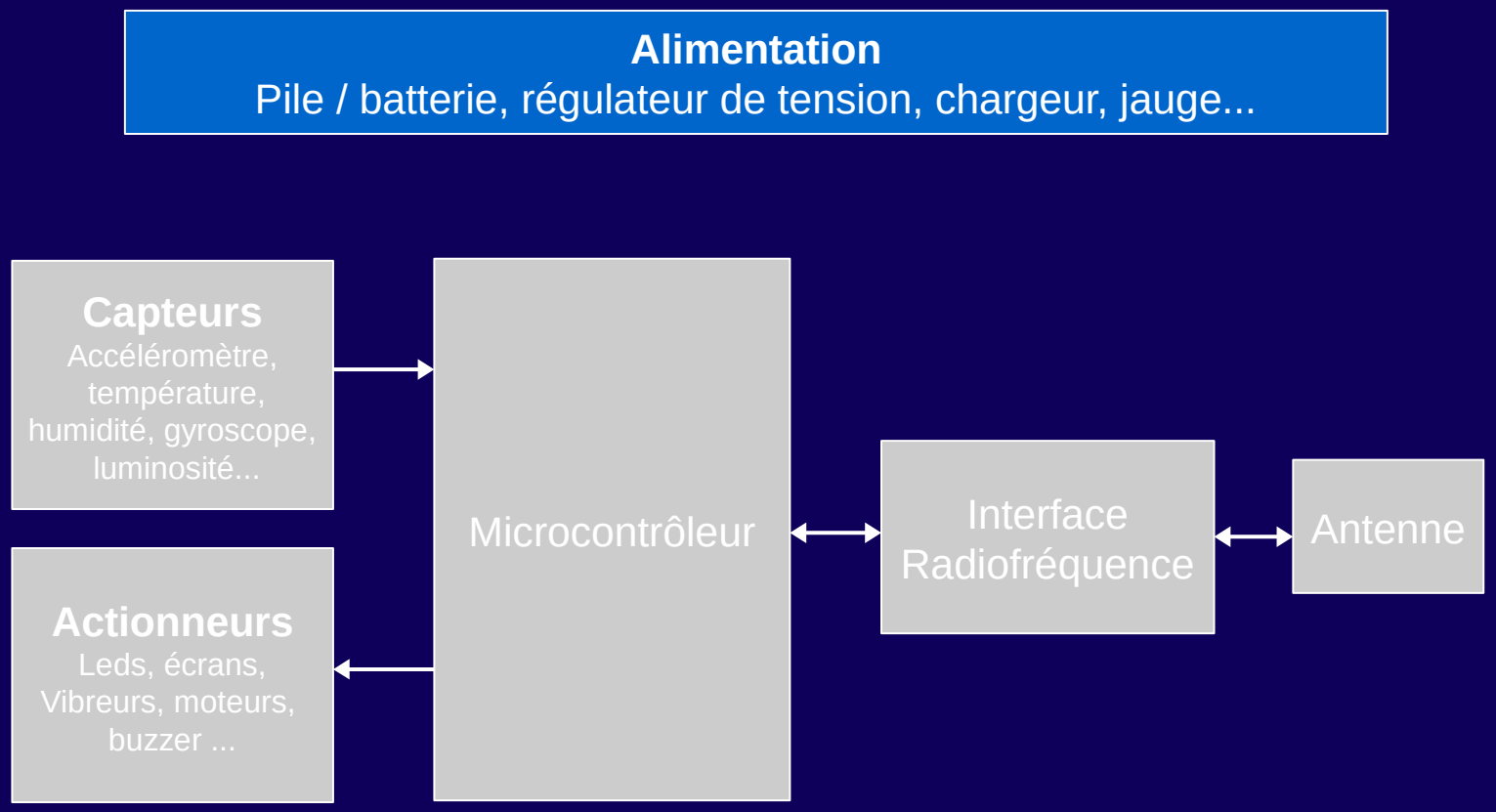
...dans un boitier QFN32 de 4mm x 4mm !



© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception

Architecture « standard » d'un objet connecté

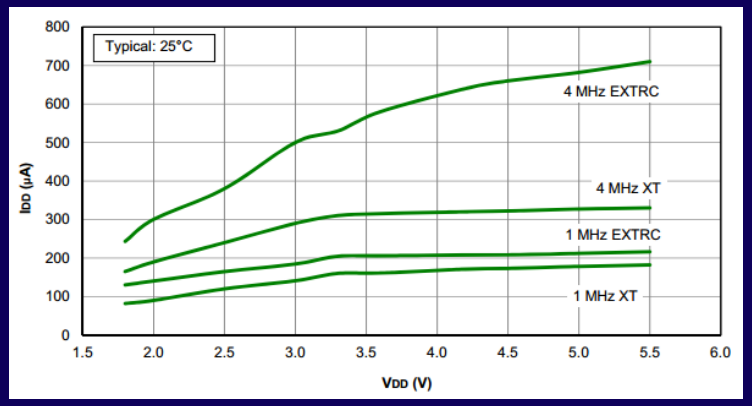


© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Pistes d'optimisation energétique:

Réduction de la consommation instantanée des composants

- Réduire la tension d'alimentation d'un composant actif réduit sa consommation dans tous les modes (actif ou veille)
- Réduire la fréquence de travail du microcontroleur



0.1	TBD	µA	2.0	WDT, BOR, Comparators T1OSC disabled
0.5	TBD	µA	3.0	
0.75	TBD	µA	5.0	
0.6	TBD	µA	2.0	WDT Current
1.8	TBD	µA	3.0	
8.4	TBD	µA	5.0	

Comment?

- Toujours chercher à utiliser la tension minimale
- Tension batterie primaire la plus faible possible
- Ajout de régulateurs linéaires économes (ex MCP1700 : 1,6µA typ)
- Ou convertisseurs DC/DC faibles pertes ?

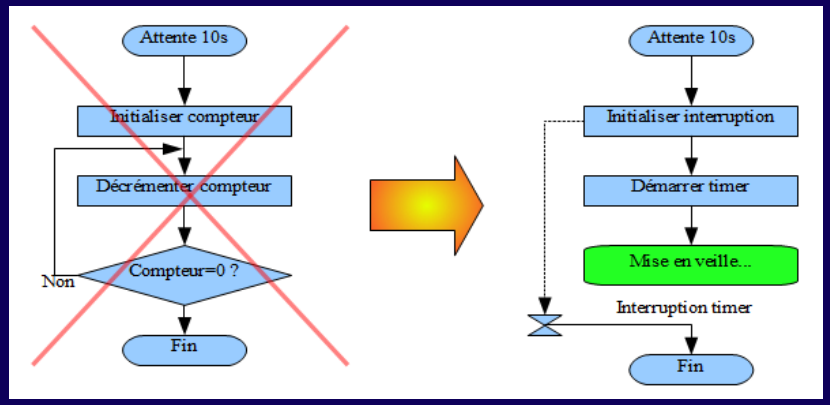
© ALCIOM 2017 Reproduction interdite sans autorisation

Choix de conception
Pistes d'optimisation énergétique:

Optimiser les courants de veille

- Optimiser le choix des composants passifs (condensateurs à faible pertes, resistance de pull-up/pull-down...)
- Eviter de garder une led ou un ecran actif en veille (clignotement si besoin...)
- Couper les alimentations des composants non utilisés en veille (ou à minima utiliser les modes power-down).

Bannir les attentes et temporisations actives



Réduction de la puissance d'emission RF et/ou augmentation du debit pour transmettre moins longtemps

- Possible si le bilan de liaison est bon...

© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

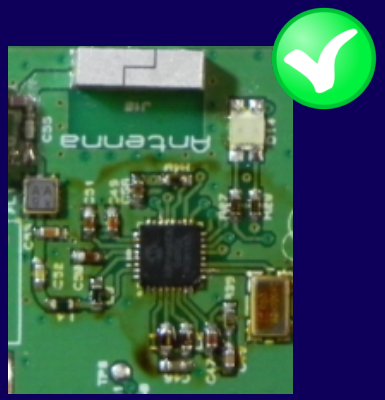
Industrialisation
Retours d'expérience

Identifier un partenaire industriel adapté

- Idéalement faire produire les prototypes par l'industriel qui sera en charge de la production de masse
- Impliquer si possible l'industriel dans les phases de conceptions
- Privilégier les solutions impliquant un mimimum d'intervention humaine
- Anticiper les moyens de tests en production

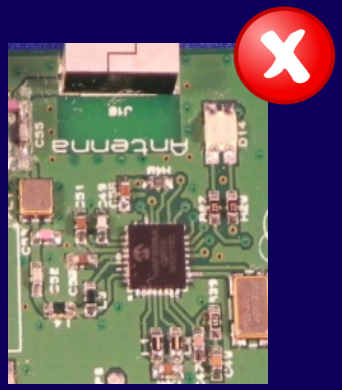
Attention aux optimisations de BOM

- Bien spécifier les composants critiques !



Proto

« 1,8pF Johanson High Q 251R14S1R8BV4T NPO »



Production

« 1,8pF »

© ALCIOM 2017 | Reproduction interdite sans autorisation

Certifications
Marquage CE ?

- En toute rigueur, tests de conformité CE à réaliser intégralement avant la première mise sur le marché...

  ...y compris pour les essais pilotes et friendly users

- Tests à prévoir pour un objet connecté:

Compatibilité ElectroMagnétique Perturbations rayonnées Immunité	Sécurité électrique
Efficacité du spectre radio	Tests DAS (SAR) Si puissance d'émission >50mW

- Se rapprocher le plus tot possible d'un organisme de certification (LCIE, Emitech) pour identifier les tests à réaliser.

- Ne pas oublier les certifications specifiques (Bluetooth, SigFox, LoRaWan...)

© ALCIOM 2017 Reproduction interdite sans autorisation

alciom

www.alciom.com