

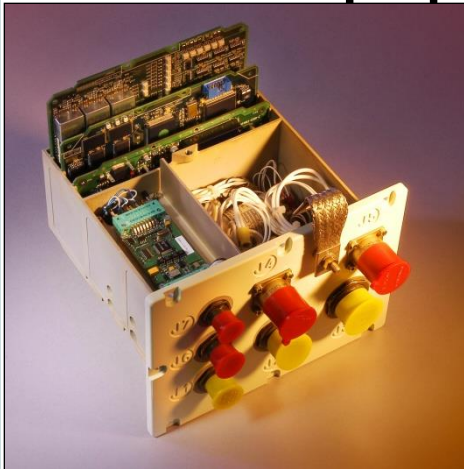
Objets communicants portés : Vers une autonomie acceptable

Renaud BRIAND

Guillaume Terrasson, Alvaro Llaría, Valérie Dupé



- Directeur R&D d'Aquitaine Electronique
PME de Pau (160 pers.)
Equipementier aéronautique



Equipements Electroniques



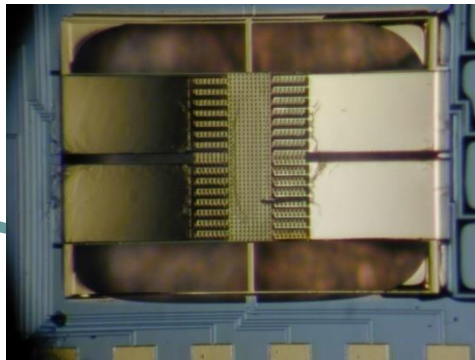
Faisceaux Electriques



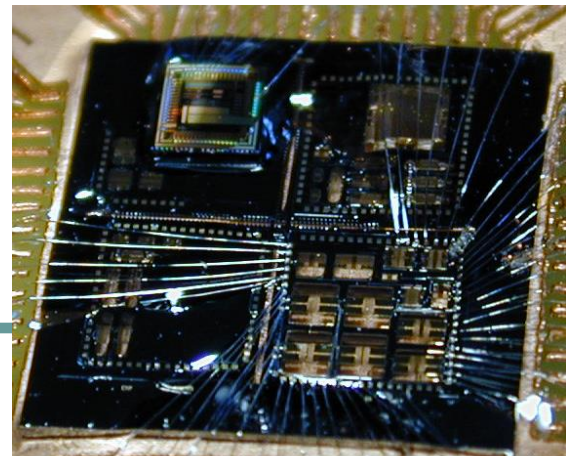
Outillages de tests

+ Smart sensors
pour turbine hélicoptère

- Enseignant-Chercheur à l'ESTIA
 - Ecole Supérieure des Technologies Industrielles Avancées
 - Ecole consulaire (CCI Bayonne-Pays Basque)
- ESTIA-Recherche
 - Activité de recherche sur la conception de microcapteurs autonomes

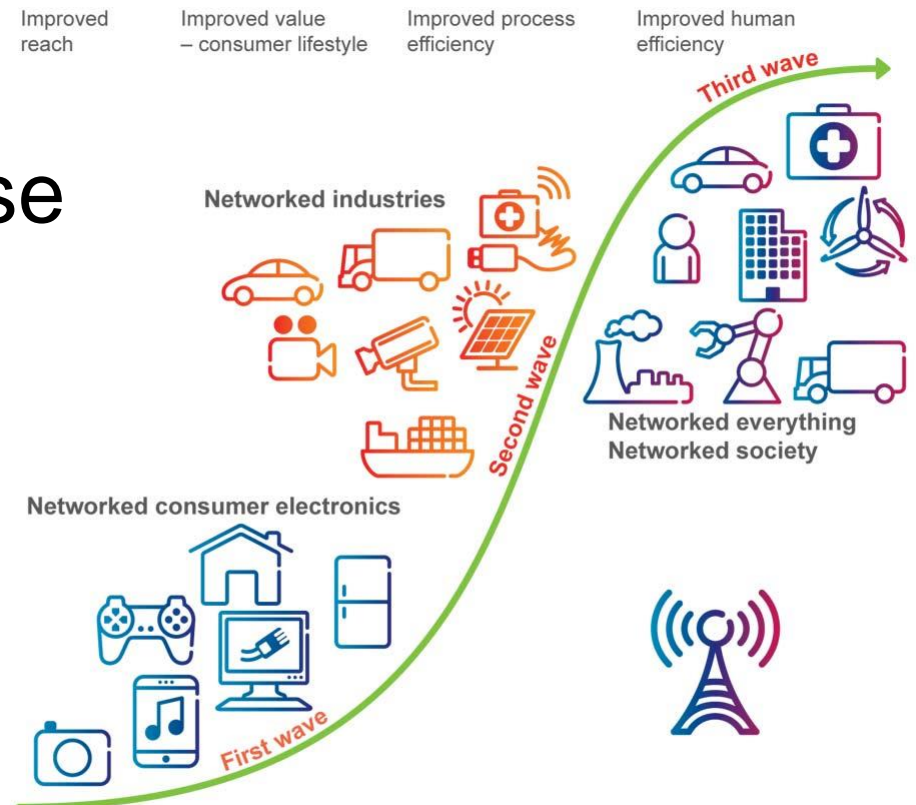


Renaud BRIAND



Objets connectés

- Les objets communicants sont aujourd'hui devenus incontournables
- Leur nombre dépasse celui des personnes depuis 2008
- 50 Milliards d'objets connectés en 2020



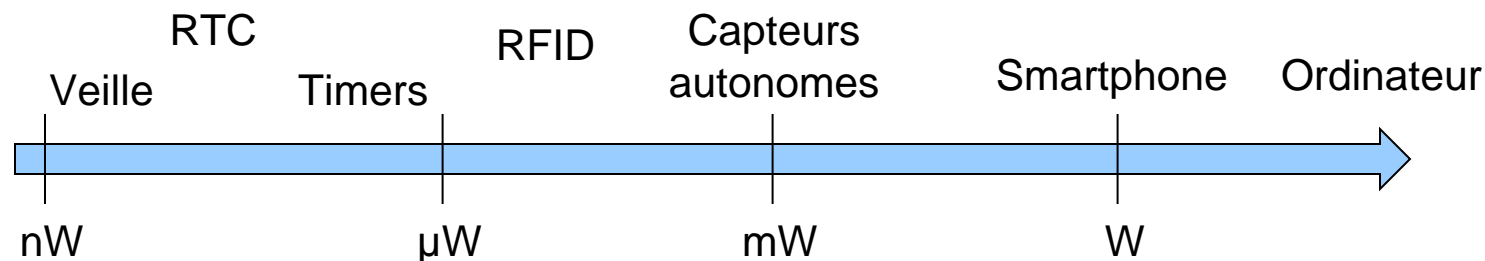
Ericsson.com

Objets connectés



graphism.fr

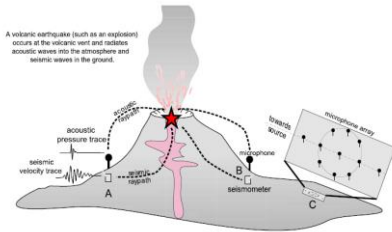
- Objets hétérogènes connectés
 - Des applications innombrables
 - Très différentes les unes des autres
 - Avec des caractéristiques parfois contradictoires
 - Des besoins différents
 - Smartphone, capteur autonome



Objets connectés

- **Caractéristiques communes**
 - Intelligence
 - Communication
 - Energie
 - Connectivité
- **Mais critères fortement dépendants de l'application**

Les réseaux de capteurs



Surveillance de volcan,
[Werner-Allen et al.,
2005]

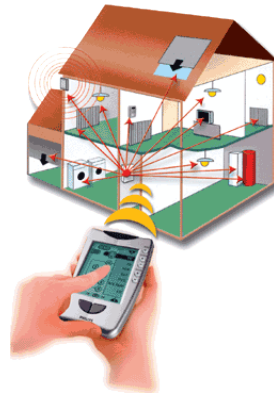


Suivi d'animaux,
Université de Floride

**Surveillance
d'environnement**

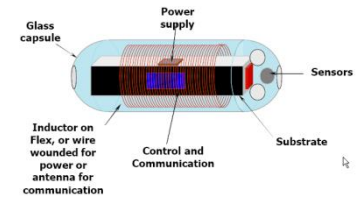


[Honeywell, 2005]



maison-et-domotique.com

**Bâtiment et
applications
domotiques**



Pilule intelligente,
Université de l'Ohio



**Implant auditif, Institut CiS
d'analyse microsensorielle**

Médical

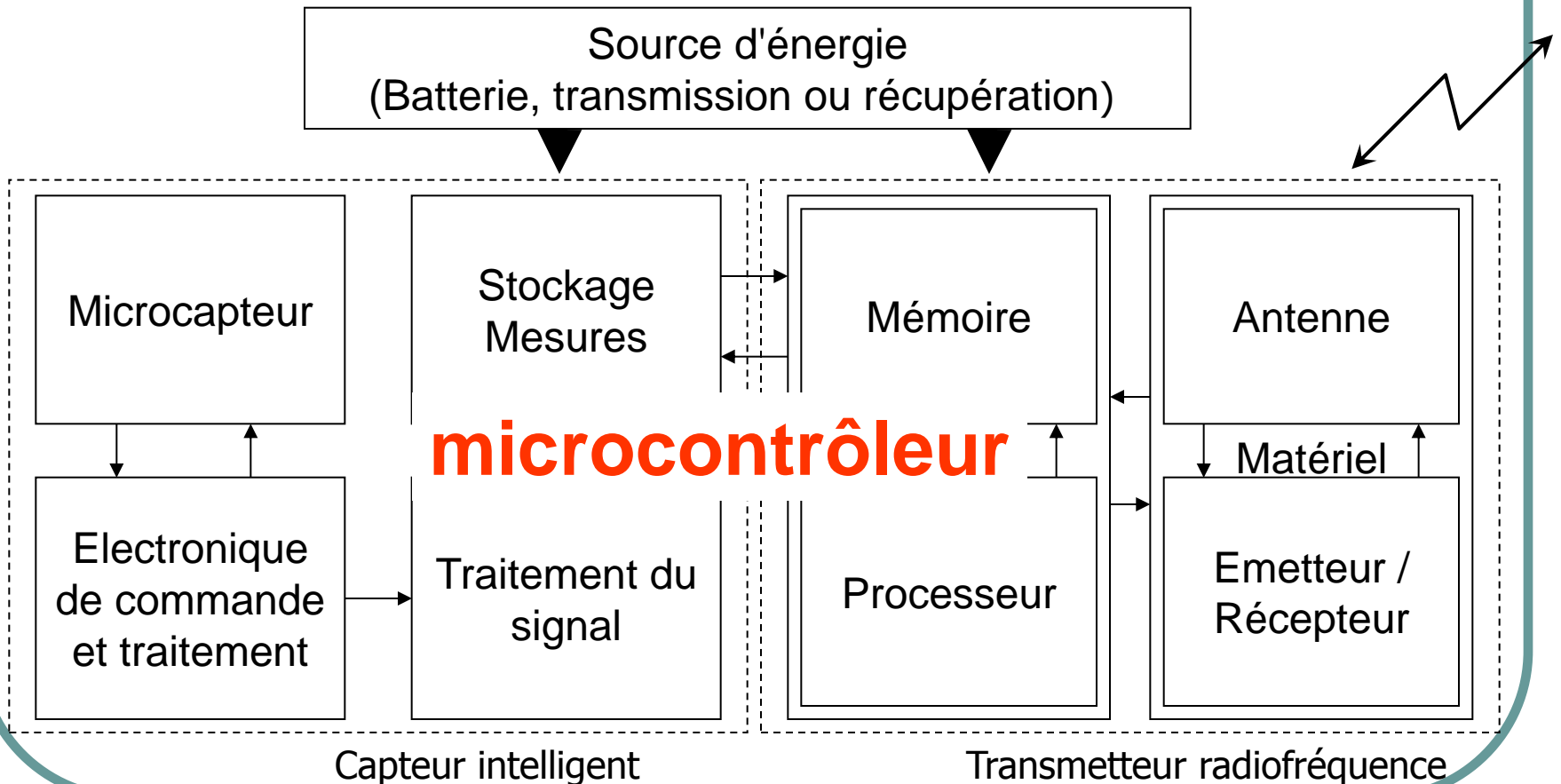
Les réseaux de capteurs

- Problématique de consommation et de miniaturisation
 - Durée de vie des nœuds → Autonomie
 - Transmission périodique ou sur événement
 - Unidirectionnelle ou bidirectionnelle
 - Topologie du réseau
 - Distance maximale entre les éléments
 - Nombre de nœuds
 - Mobilité

Spécifications de l'application

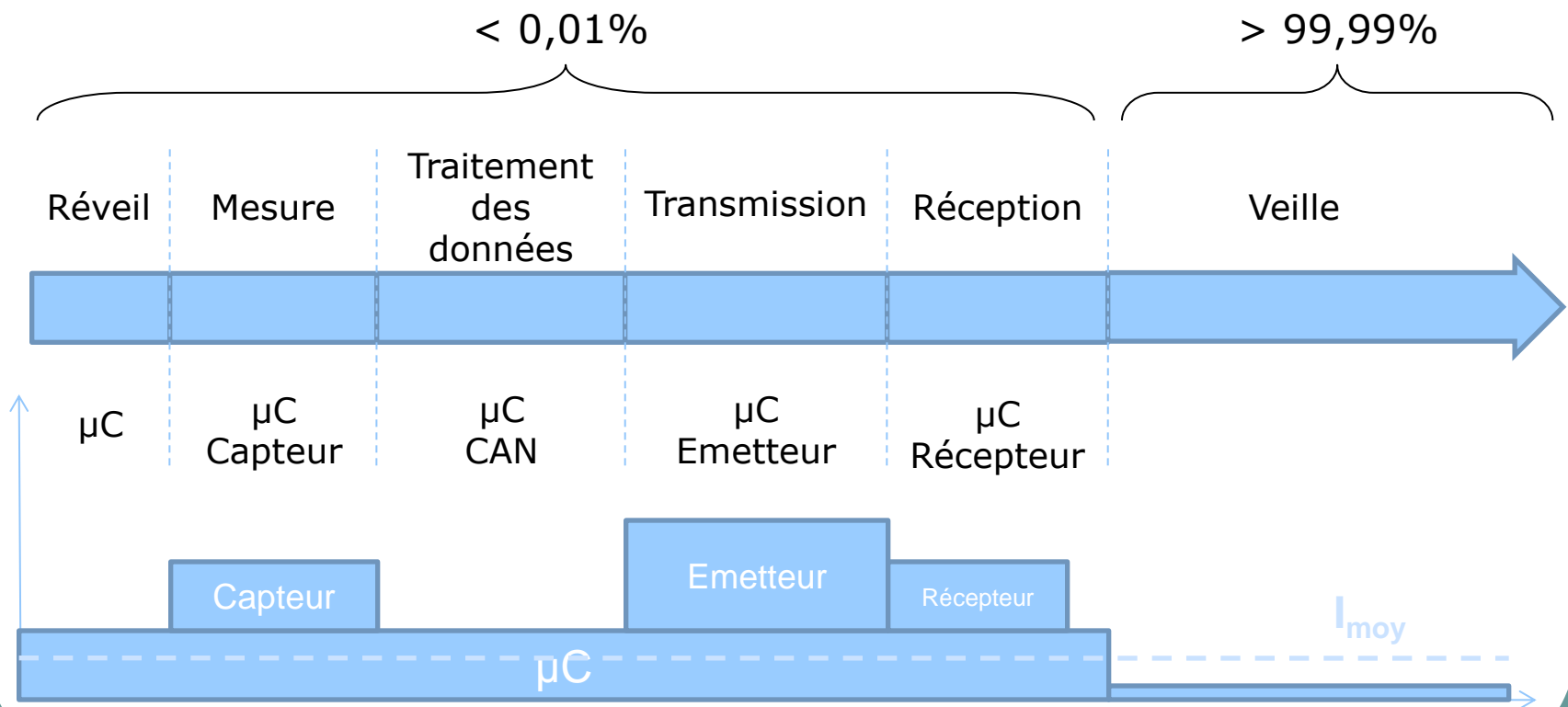
Les réseaux de capteurs

- Le microcapteur autonome



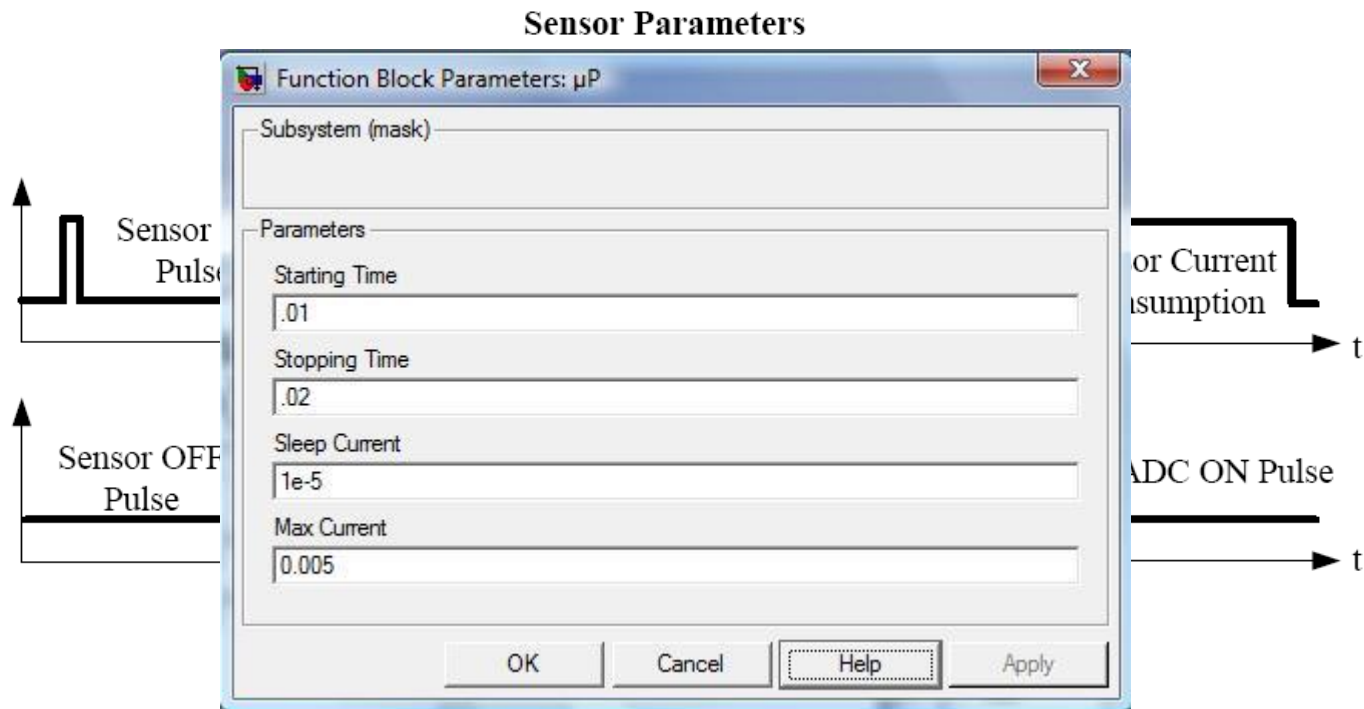
Modélisation de la consommation

- Séquencement du fonctionnement



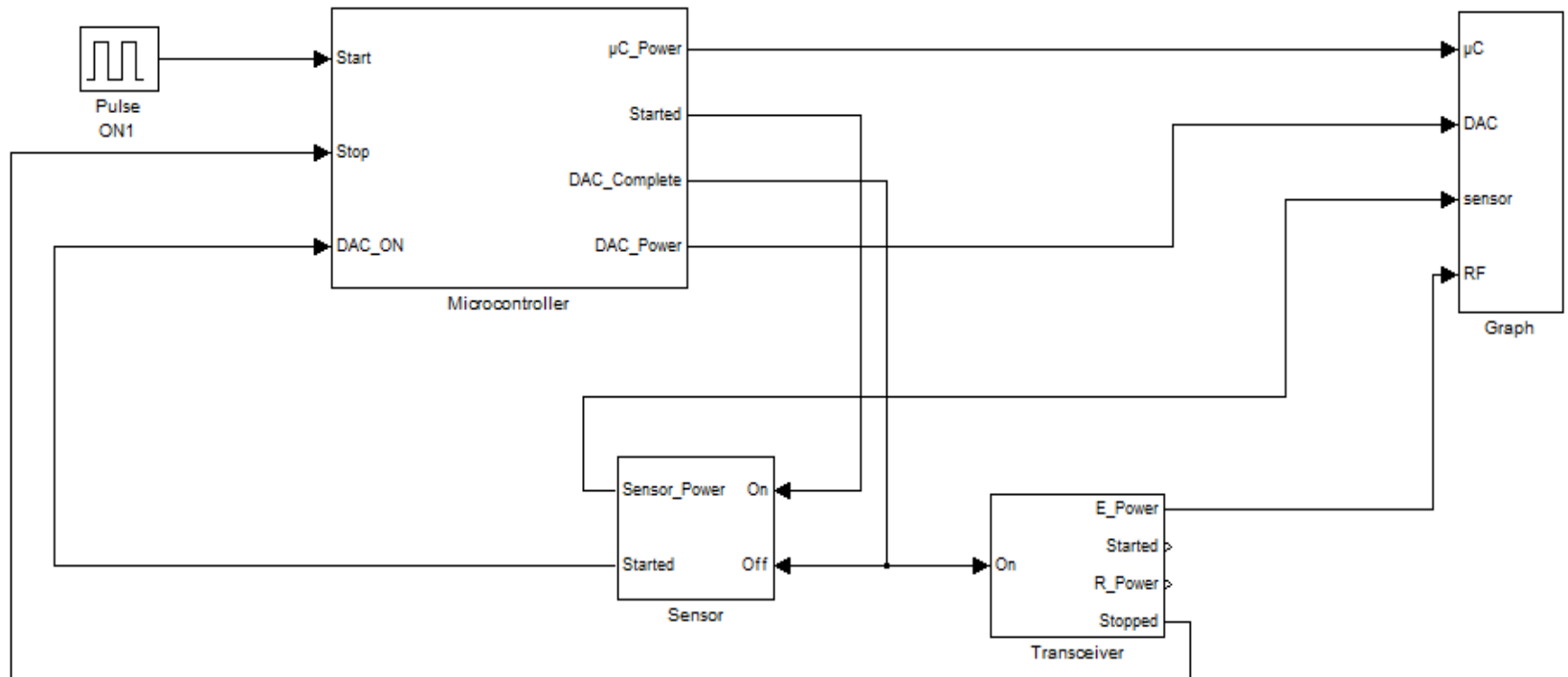
Modélisation de la consommation

- Modélisation simple des éléments
 - Exemple : le capteur

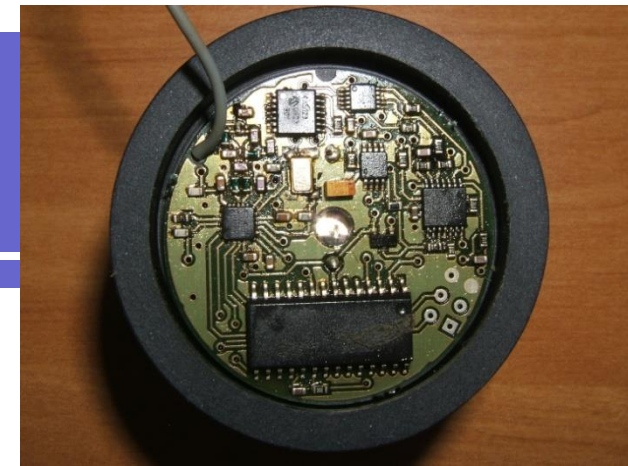


Aide à la conception

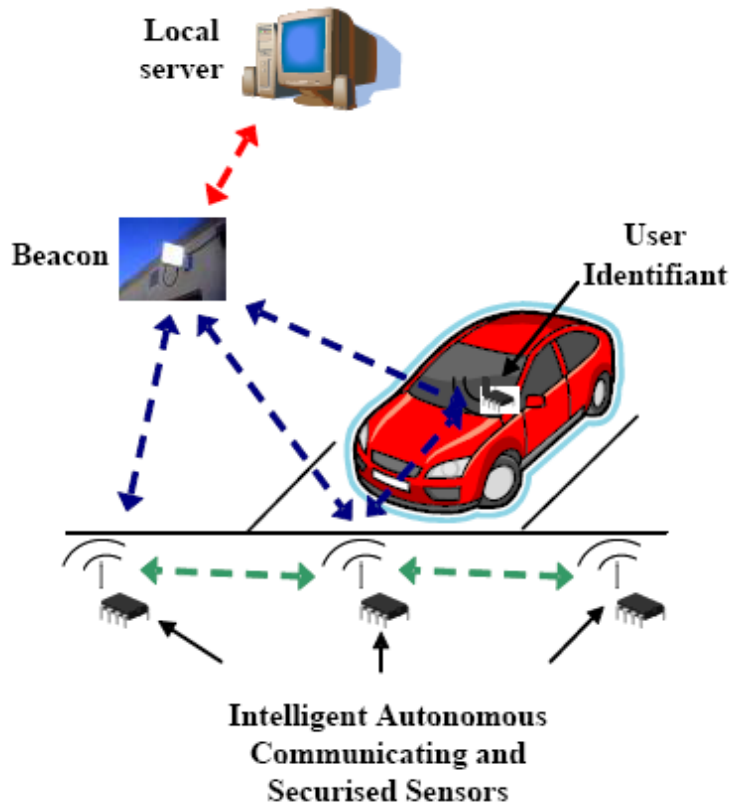
- Modélisation du séquençement



Aide à la conception



● Projet de gestion de parking

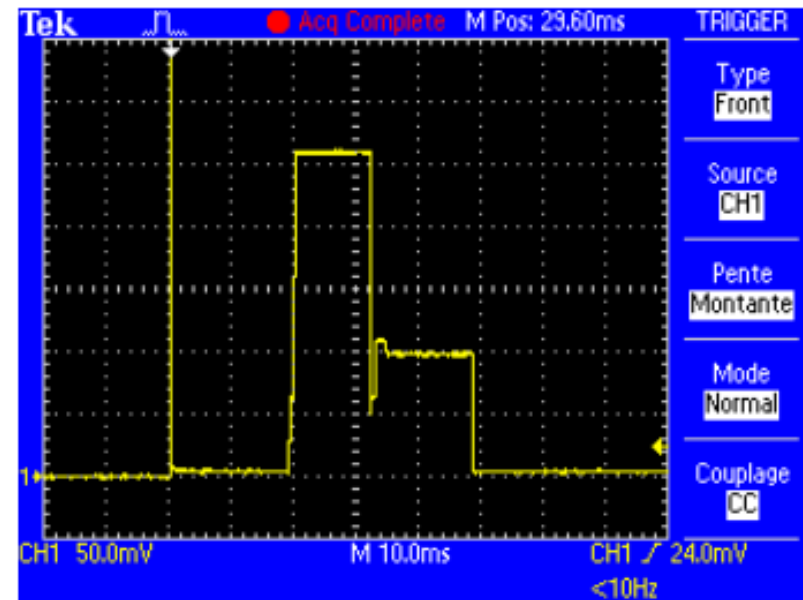
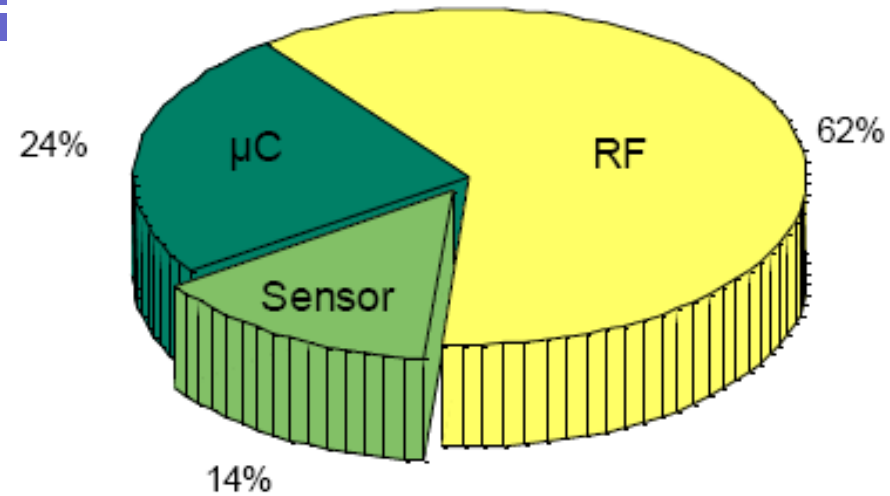
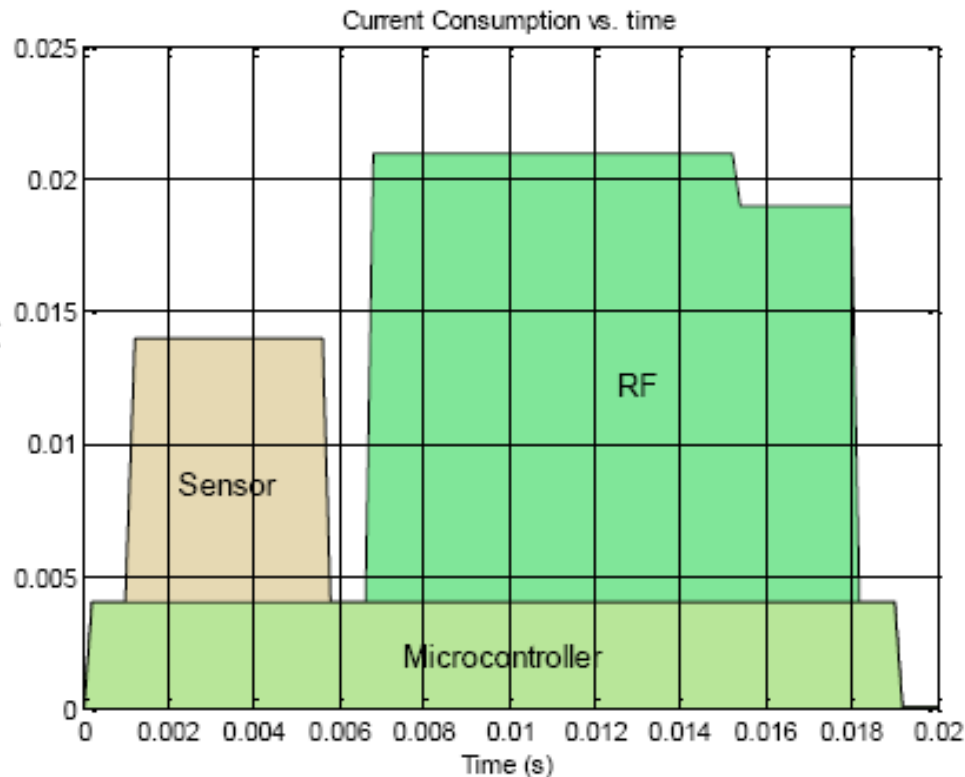


Parameters	Value
Bits to transmit ($N_{\text{bits_trans}}$)	200 bits
Bits to receive ($N_{\text{bits_rec}}$)	50 bits
Measure periodicity (T_{cycle})	30s
Autonomy	> 8 years

Node element	I_{on} (mA)	I_{off} (μA)	t_{on} (ms)	$t_{\text{wake-up}}$ (ms)
Magnetic sensor HMC105	10	1	2	3
Microcontroller PIC16F @ 20MHz	4	1	18	1
TR1000	Transmitter	12	6.7	0.02
	Receiver	4.8	1.7	0.01
CC1100	Transmitter	17	6.7	1
	Receiver	15	1.7	0.5

Aide à la conception

● Simulation Matlab



Aide à la conception

Notre outil

- Point de départ : spécifications de l'application
- Simulations de différentes configurations
 - Pour le choix des éléments du nœud
 - Pour le choix du séquençement optimal
- Simulations de différents scénarios
 - Pour le choix de la communication
 - Evaluation du protocole le plus adapté
- Graphe de répartition des consommations
 - Evaluation des éléments à optimiser

Aide à la conception

Exemple d'utilisation

- Fréquence microcontrôleur

$f_{\mu C}$	$I_{\mu C}$	$T_{on} (ms)$	$P_{on} (mW)$	$P_{off} (\mu W)$
31kHz	84 μ A	1725	0.537	31.63
4MHz	2.9mA	256.57	11.31	31.42
8MHz	5.1mA	250.7	18.61	31.42
48MHz	22.7mA	245.958	76.73	31.42

- Débit de transmission

$F \nearrow \rightarrow I \nearrow$ mais $T_{ON} \searrow \rightarrow I \searrow$
 \rightarrow Compromis sur la consommation

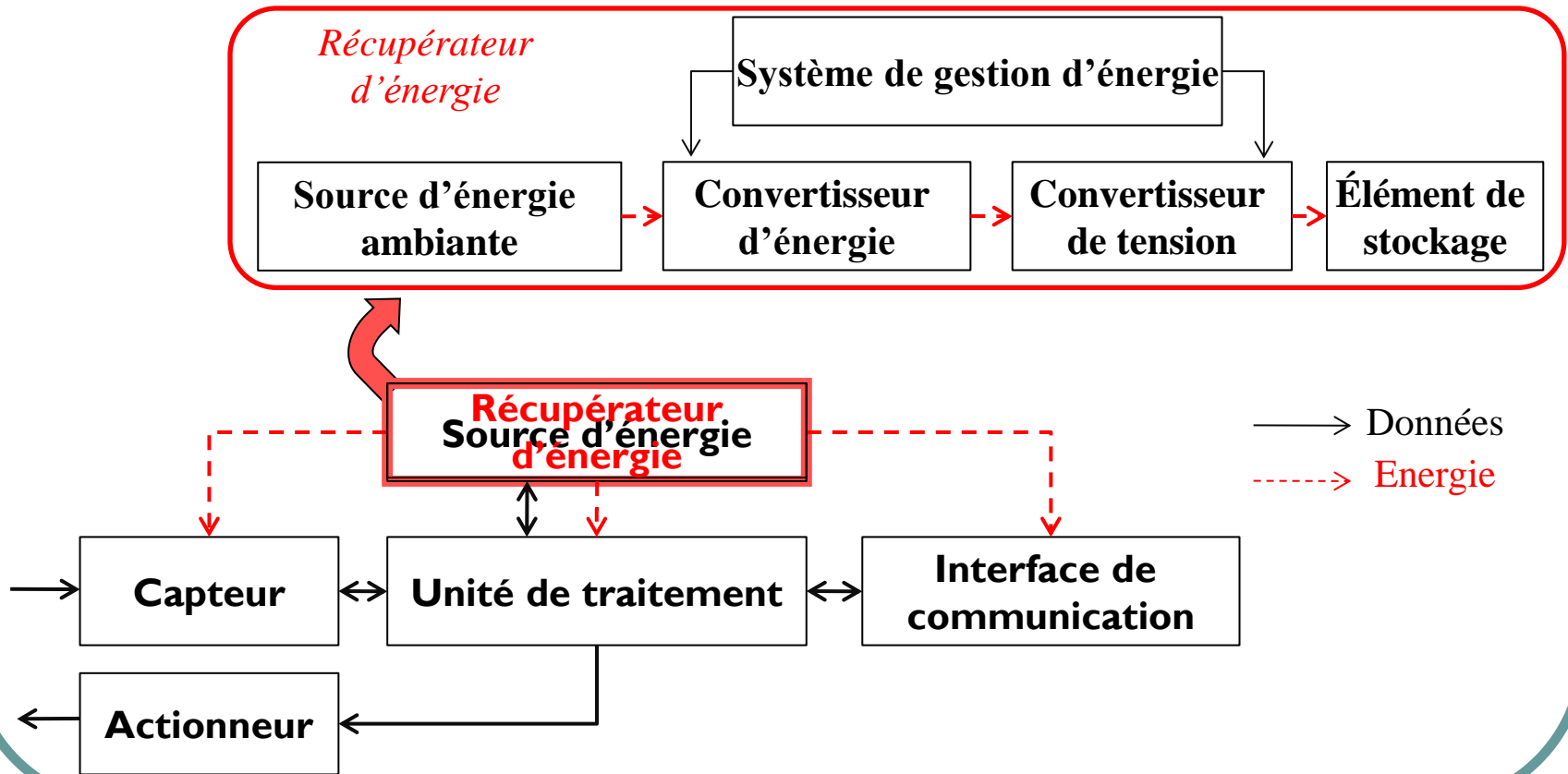
Réseau de capteurs

- Objets autonomes en énergie
 - Utilisation de batteries ou piles
 - Problématique environnementale
- Alternative: récupération d'énergie
 - Utilisation de l'environnement proche
 - Théoriquement illimitée dans le temps
 - Dépendant de l'application
 - Différents types de sources d'énergie potentielles
 - Solaire, mécanique, thermique, électromagnétique, chimique, ...



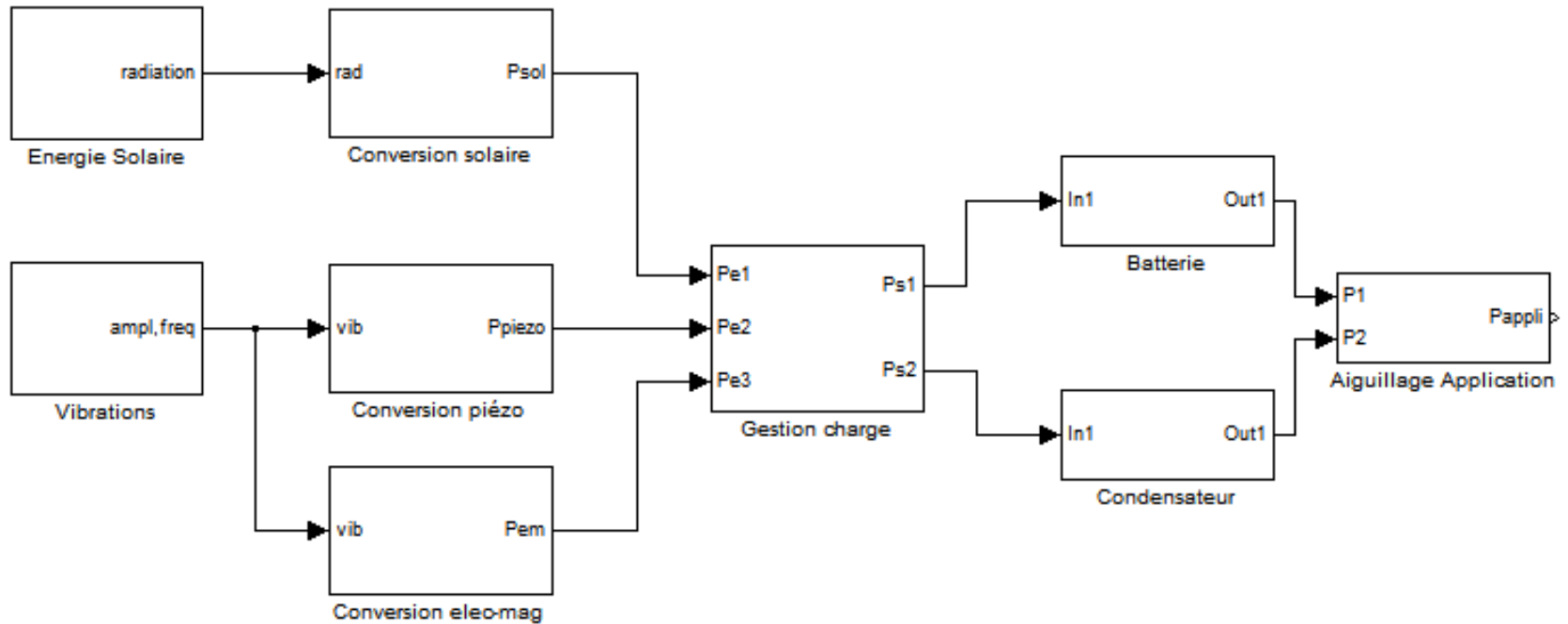
Récupération d'énergie

- Architecture du noeud



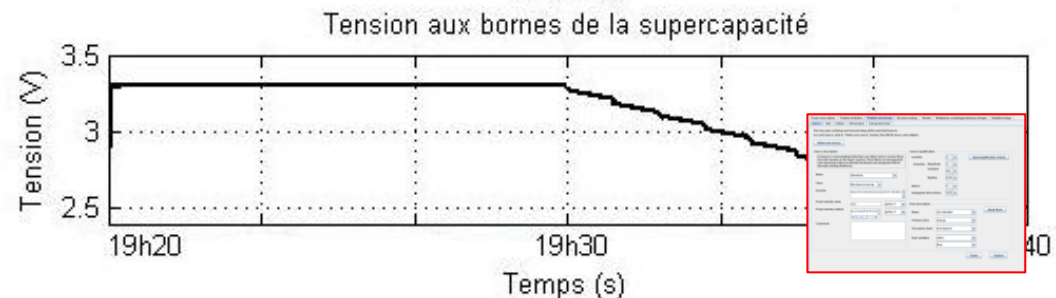
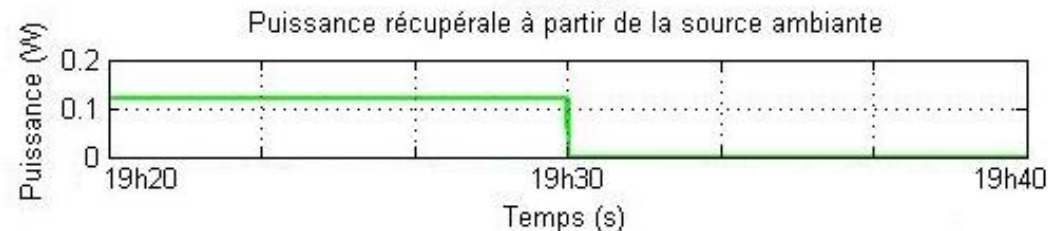
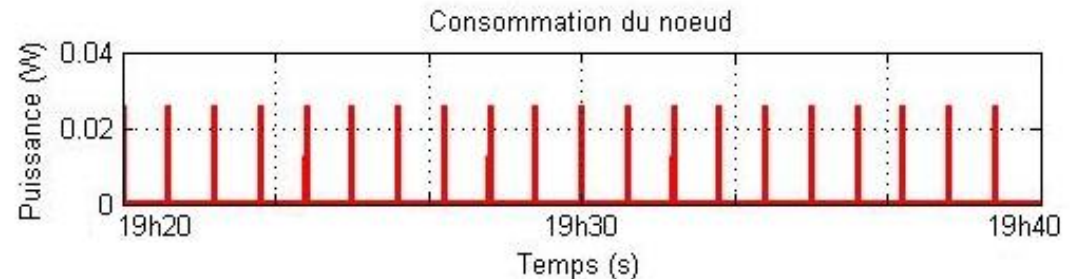
Modélisation de la récupération

- Modélisation de l'énergie embarquée



Modélisation de la récupération

- Pré-dimensionnement
 - Résultats avec le solaire
 - Éléments considérés
 - Panneau photovoltaïque
 - Convertisseur DC/DC
 - Autonomie du nœud
 - 7 ans (batterie)

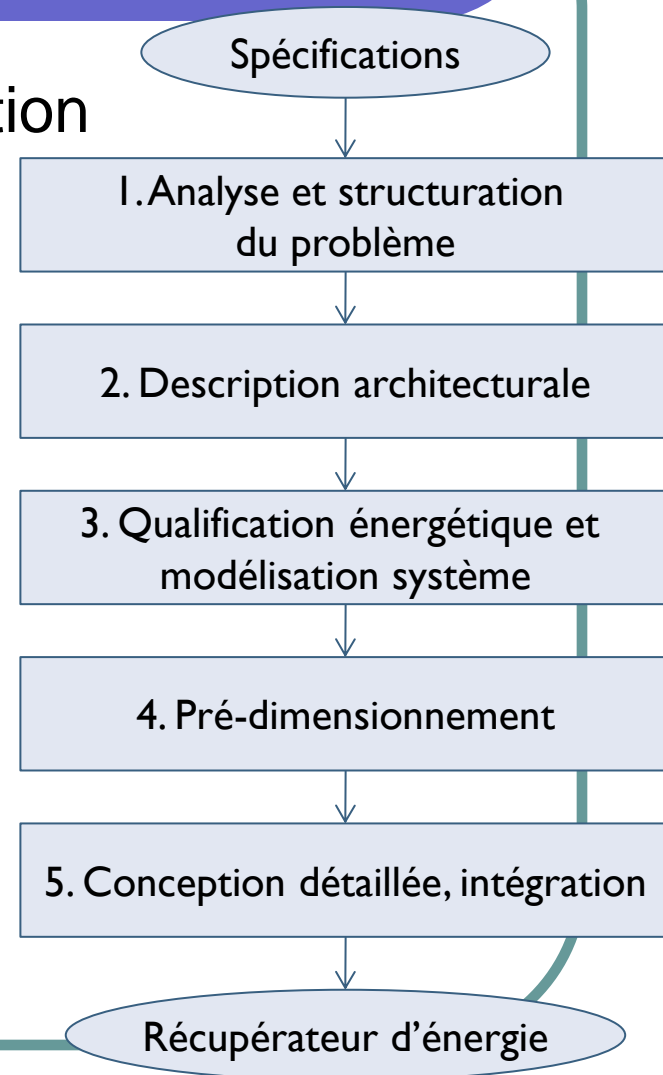


Conception d'objets autonomes

- Conception spécifique
 - Liée à l'application
 - Conception pluridisciplinaire
 - Mécanique, Électronique, Énergétique
 - Technologies en pleine expansion
 - Choix des composants difficile
- ➔ Besoin d'outil d'aide au choix de la source

Conception d'objets autonomes

- Modélisation du problème de conception
 - Décomposition fonctionnelle
 - Identification des sources
- Décomposition physique
 - Caractérisation des flux et des effets
- Qualification des sources
 - Choix de l'architecture
- Pré-dimensionnement
 - Représentation physique du récupérateur d'énergie
 - Amélioration des performances



Conclusion

- Modélisation et simulation des éléments composant un capteur autonome
- Evaluation de la consommation
- Récupération d'énergie
- Outils d'aide aux choix de conception
- Développements
 - Gestion d'un parc de stationnement
 - Architecture de communication pour le bâtiment
 - Surveillance de feux de forêts
 - Réseau de capteurs pour le MAD des patients

Conclusion

- La conception d'objets communicants réellement autonomes est complexe
 - Chaque application est un cas particulier
 - Nécessité d'outils pour le concepteur
- Outil orienté « Application » et ouvert
 - Aide aux choix de conception
 - Optimisation
 - Nombreuses évolutions envisagées