

Comment ajuster en temps-réel la consommation énergétique d'un objet connecté à partir de l'expérience utilisateur ?



# EXPÉRIENCE UTILISATEUR?

# Expérience Utilisateur ?

L'**expérience utilisateur** est un terme [...] qui tente de qualifier le résultat (bénéfice) et le ressenti de l'utilisateur (expérience) lors d'une manipulation (utilisation provisoire ou récurrente) d'un objet fonctionnel ou d'une interface homme-machine (via une interface utilisateur) de manière heuristique par un ensemble de facteurs.

Source Wikipedia

# Expérience Utilisateur: Critères Techniques

- Réactivité
  - Latence
  - Performance
- Ressenti
  - Taille/poids du produit
  - Température du produit
- Expérience utilisateur constante

Plus de MIPS  
Système de Com complexes



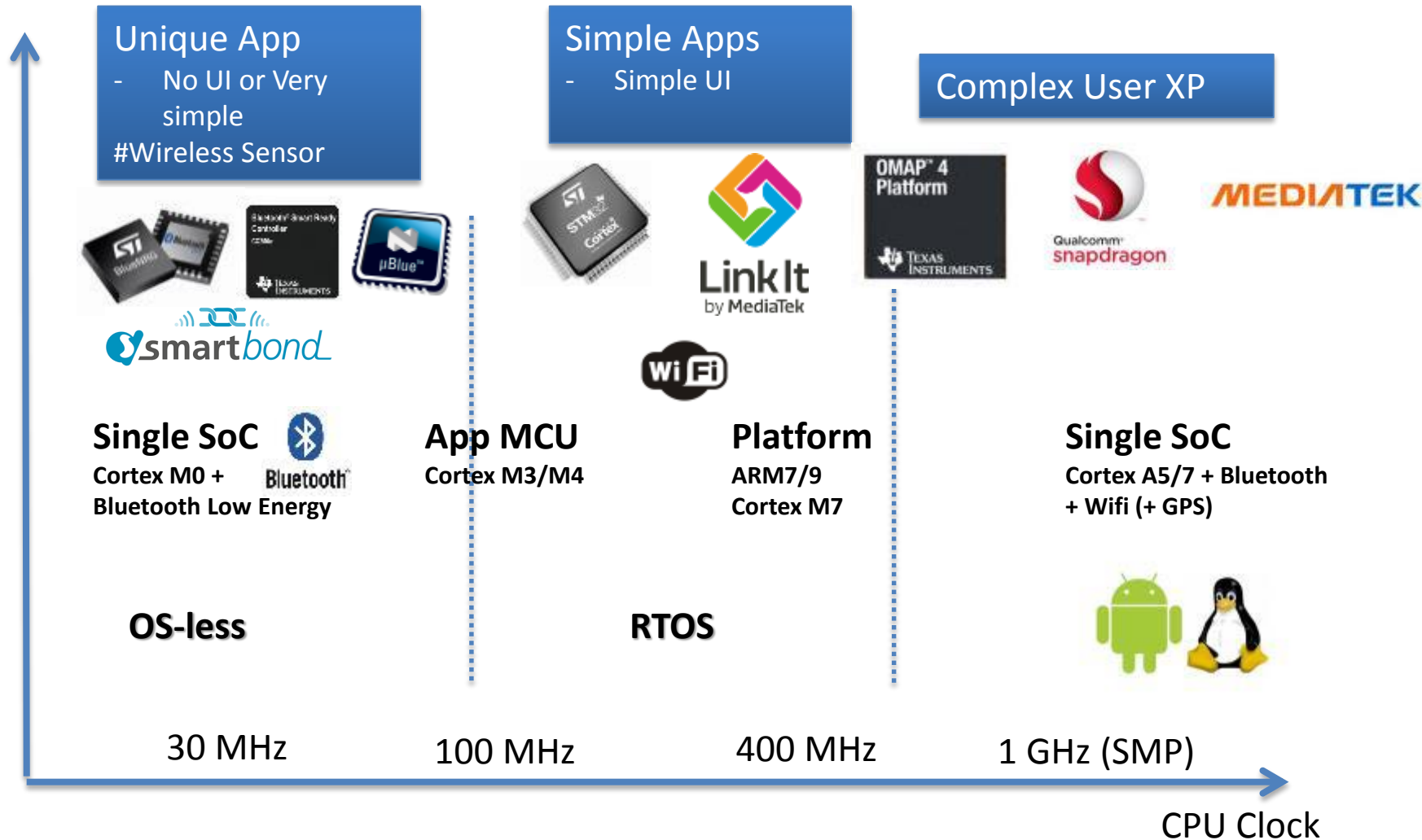
**Conflit**

Petite Batterie  
Dissipation/Consommation réduite

# OBJETS CONNECTÉS?

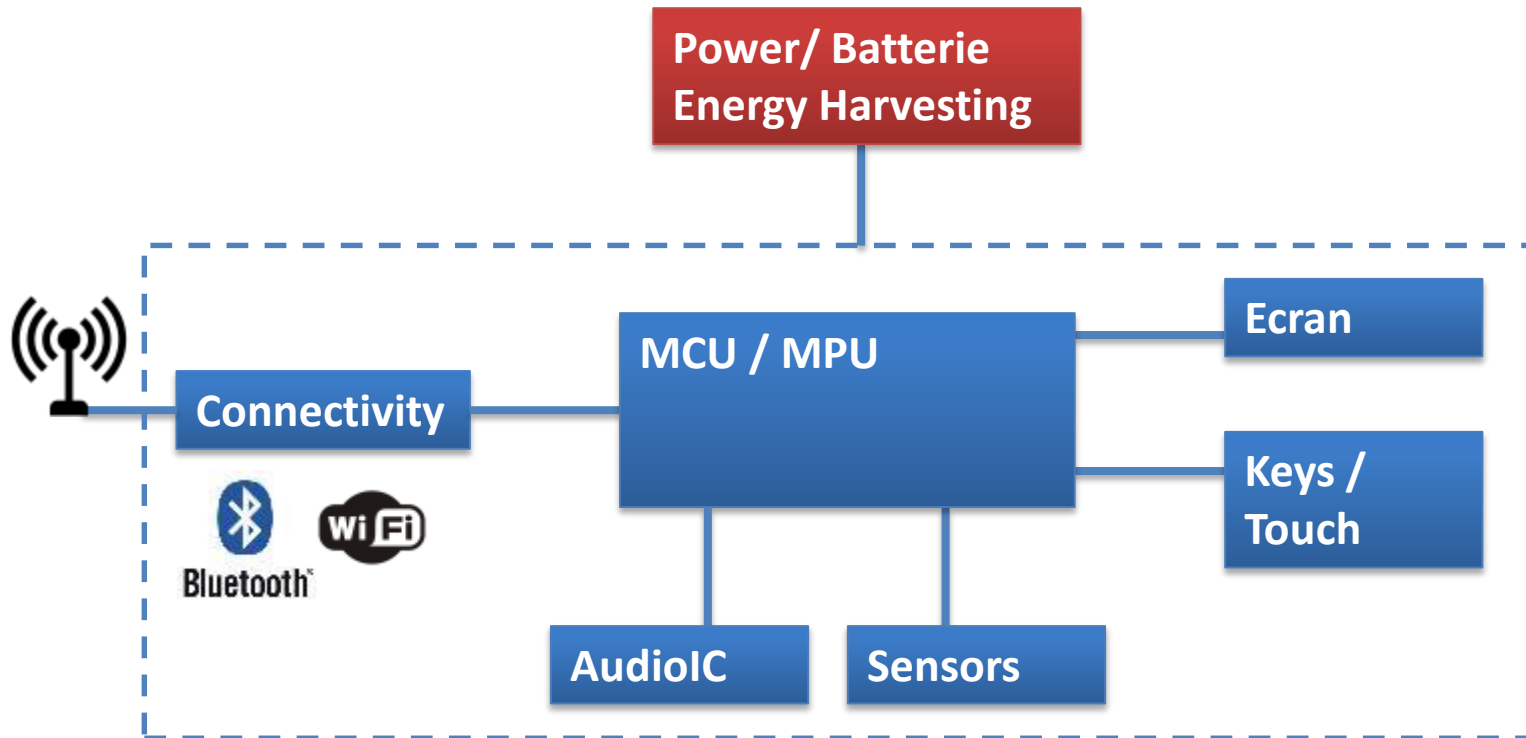
# Objets Connectés Plateformes

Des plateformes très hétérogènes.



**QUE FAUT IL OPTIMISER?**

# Objet Connecté vue système

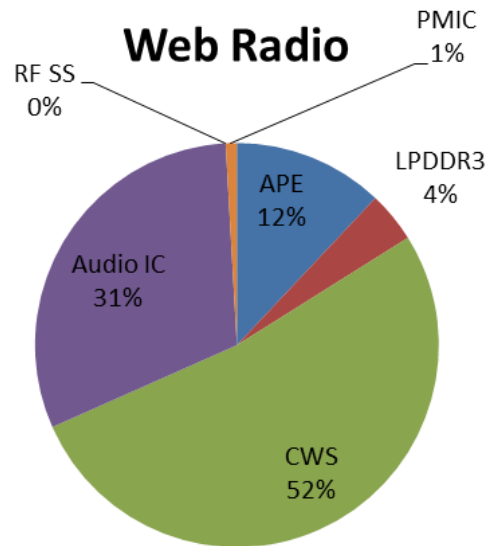




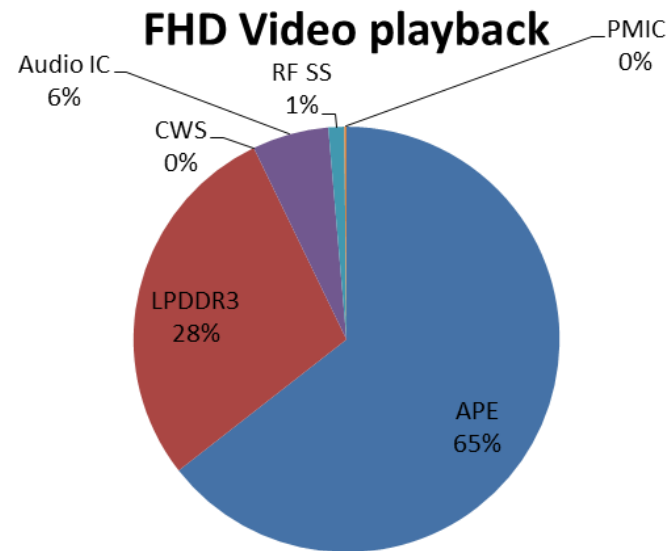
# Objet connecté cas d'utilisation

Suivant les cas d'utilisation, les sous-systèmes à optimiser varient.

Exemples pour des glass:



Dans ce cas le Wifi (CWS) est à optimiser en premier.

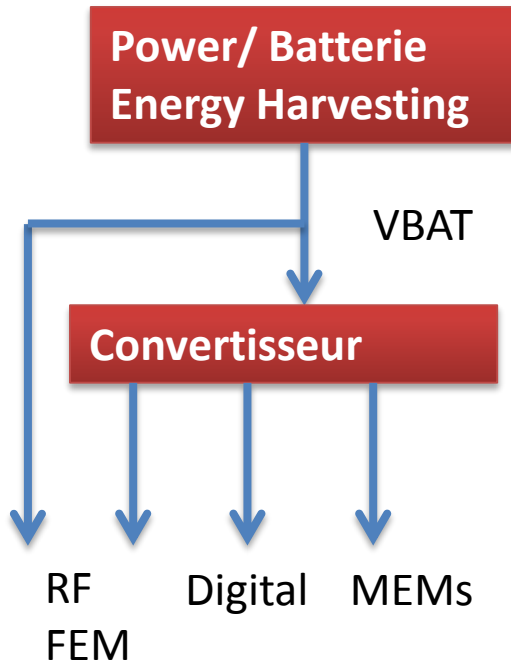


(backlight non pris en compte)  
Dans ce cas l'APE et la LDDR sont à optimiser.

Source eSoftThings

# **TECHNIQUES D'OPTIMISATION**

# Optimiser le « power tree »



La tension batterie est très variable:

- # 3,7 V pour Li-ION
- # 1,5 V pour une pile AA
- # 3V pour une coin battery

L'étage de conversion peut être:

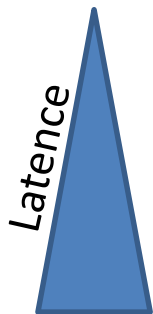
Technologie	Rendement	Impact
LDO	$= V_{out}/V_{in}$	- Faible BOM et encombrement
DCDC (buck) ( $V_{in} < V_{out}$ )	85 % ~ 95 %	- Encombrement - Cout (x2 ou 3)
DCDC (boost) ( $V_{out} > V_{in}$ )	70 % ~ 90 %	- Encombrement - Cout (x2 ou 3)

**Le rendement doit être optimisé pour les cas d'utilisation principaux.**

# Optimisation d'énergie d'un MCU/MPU

L'énergie consommée par un système semi-conducteur numérique est régie par:

$$P = \alpha_1 \text{ Consommation Statique (Leakage)} + \alpha_2 \text{ Consommation Dynamique (CfV}^2) + \alpha_3 \text{ Consommation Analogique (E/S, PLL...)}$$



DVS

Power Gating



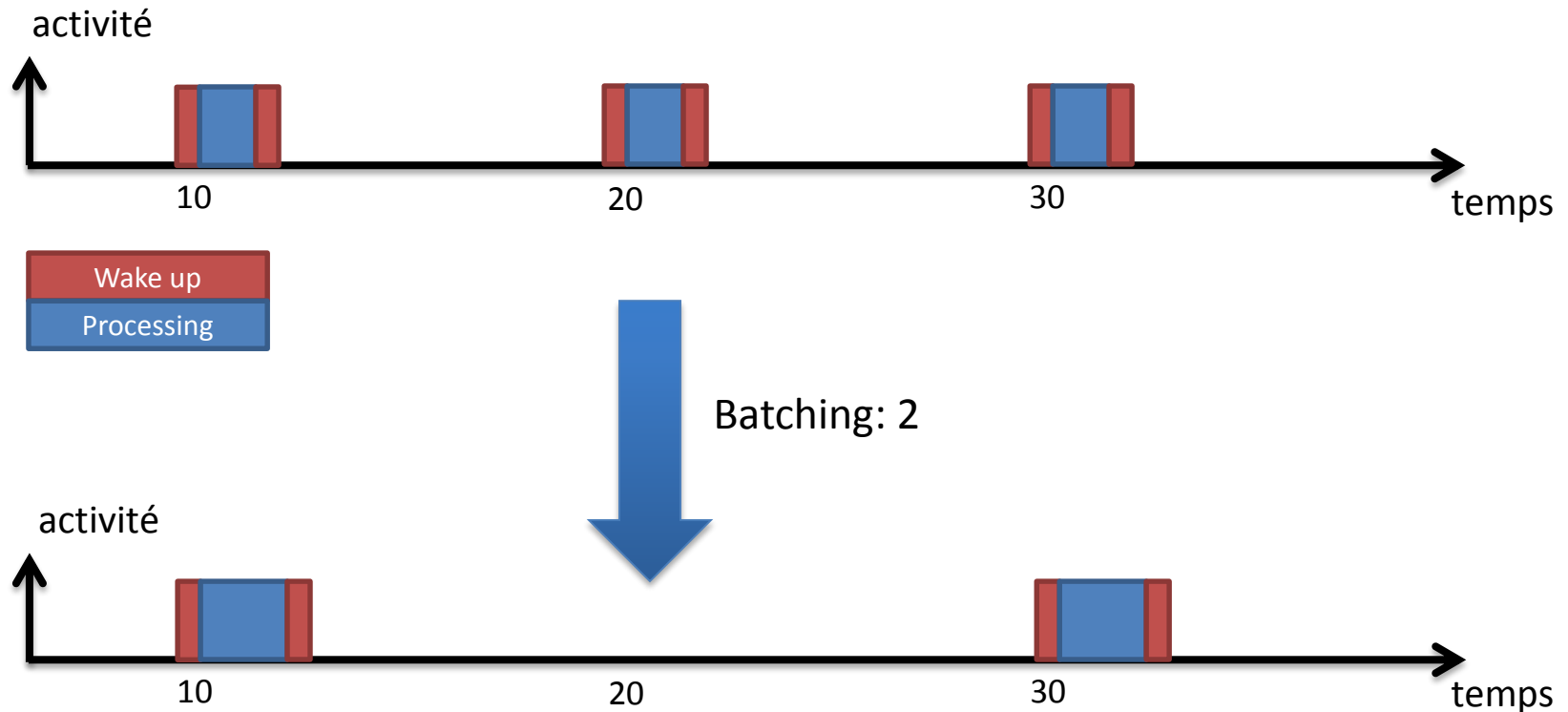
Clock Gating

D(V)FS

AVS



# Batching/Buffering vs Latence



**Gain d'énergie sur les temps de  
wake up mais augmentation de la  
latence**

# Optimisation Connectivité

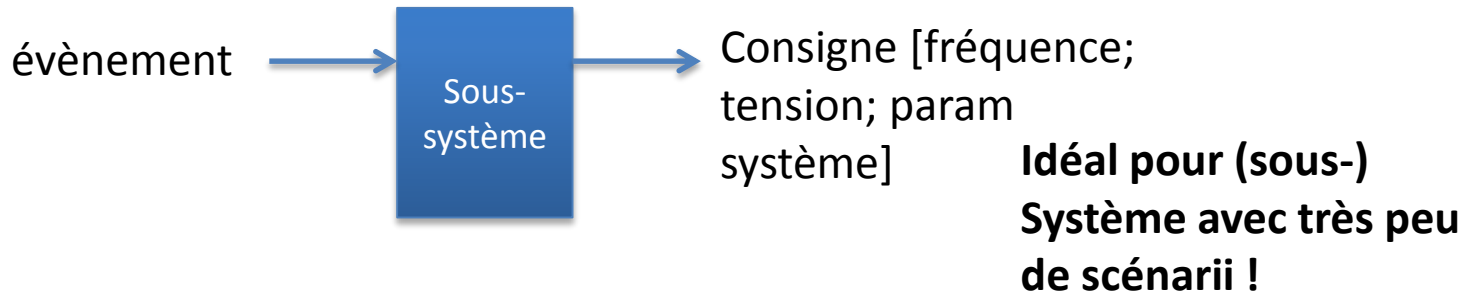
- Exemple: Power saving WLAN 802.11 abgn/ac

Cas d'optimisation	Impact sur la latence des packets	Consommation
Station ne s'endort pas	Aucun	59 mA @ 3.7 V
Station s'endort entre les beacons	Max 100 ms	1,2 mA @ 3,7V
Station s'endort pendant 3 beacons	Max 300 ms	0,4 mA @ 3,7V
Station s'endort pendant 2s	Max 2s	< 150 $\mu$ A @ 3,7V

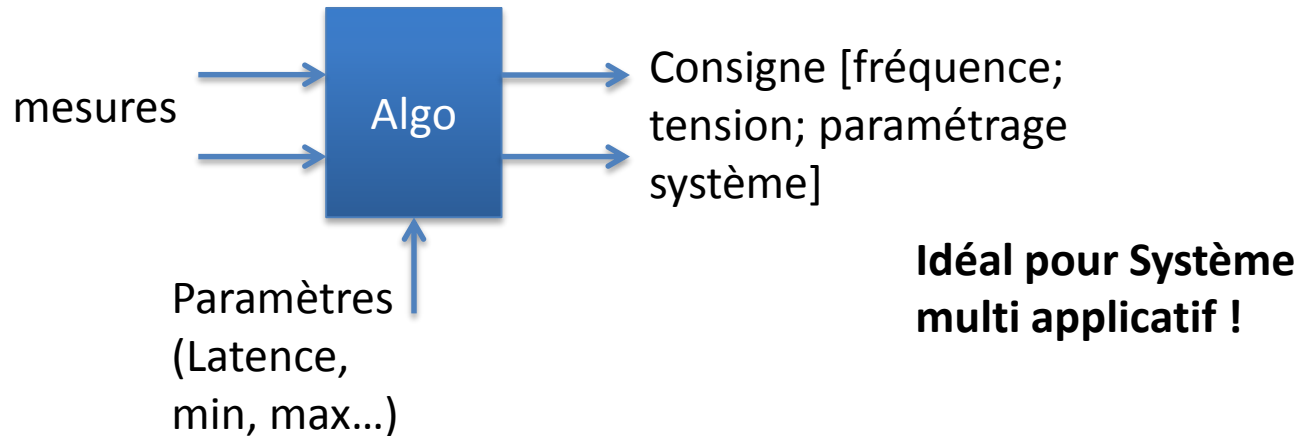
# CONTRÔLE DE L'OPTIMISATION

# Détermination de la consigne

- Contrôle Statique



- Algo de Décision





# Entrées des Algorithmes de décision

- statistiques systèmes

Charge du (sous-)système  
Niveau de Charge  
Type d'Application (Benchmark)

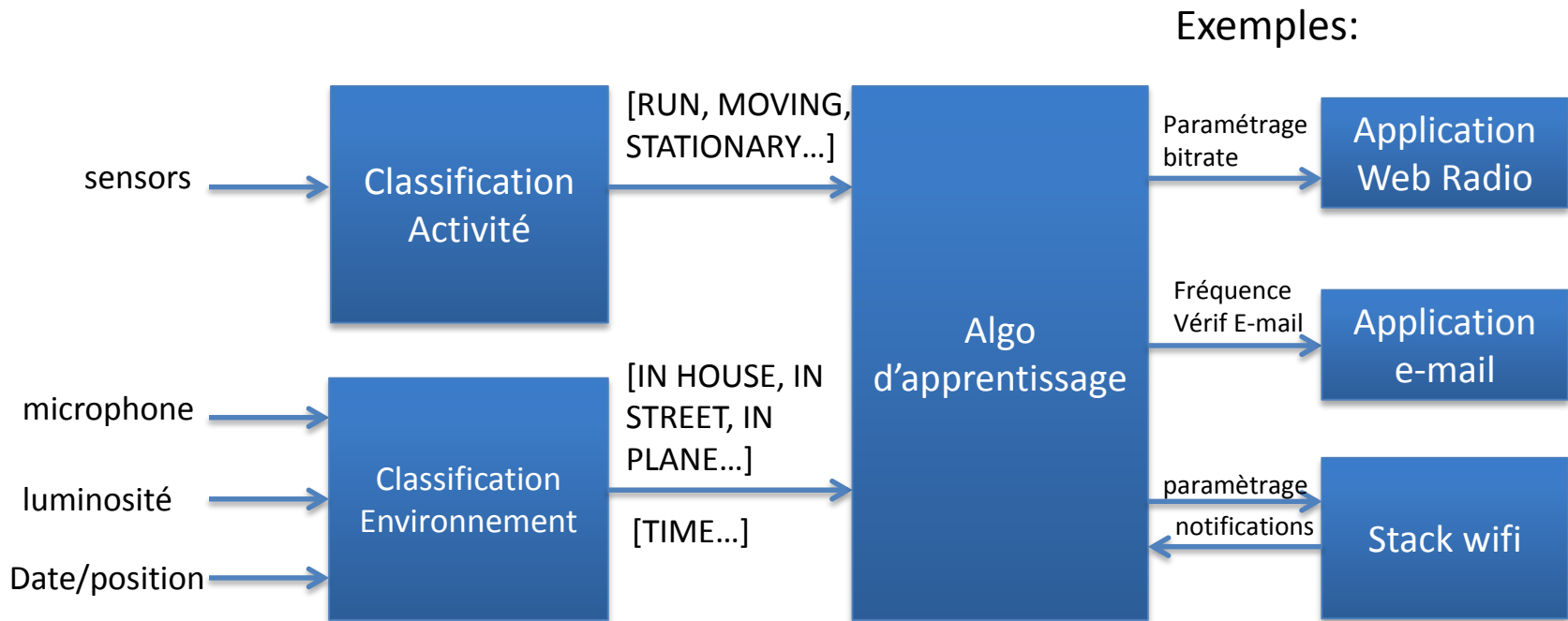
- statistiques environnementales

Température  
Luminosité

- statistiques utilisateur

Activité  
Algorithme d'apprentissage

# Algorithmes « context aware »



L'algorithme doit être optimal pour le couple latence / consommation électrique.

# Conclusion

- L'approche système est la clef d'une conception optimale de la consommation.
- Les algos d'optimisations utilisent des informations internes ou externes au système afin de modéliser le comportement de l'utilisateur et d'optimiser le couple expérience/consommation.

“The opportunities in developing markets are tremendous, but sometimes very different -- power and cost are more key than product sophistication.”

Source Erica Kochi (EE Times)

# eSoftThings | Technologies for People