

Une plate forme de réseau de capteurs sans fil modulaire et robuste à énergie efficiente dédiée aux applications environnementales : des sondes aux décisions

Kun Mean Hou, Hongling Shi, Xunxing Diao, Liu Xing, Yibo Chen, Tian Bin, Zhou Peng, Jian-Jin Li, Christophe de Vault et Philippe Vaslin
LIMOS UMR 6158 CNRS, Université Blaise Pascal
Clermont Ferrand, France
kun-mean.hou@isima.fr

Plan

- ✓ Introduction :
 - Motivations et contributions
 - Les principaux composants d'un RCSF : matériel et logiciel
 - L'état de l'art des RCSF : scalaire et multimédia
- ✓ Présentation de la plate forme SMIR hybride, robuste, modulaire et multicoeur : des sondes aux décisions
- ✓ Conclusion et perspectives

Introduction

- Population mondiale : 9 ou 10 milliards en 2050 [1]
 - Améliorer le rendement et la qualité, et diminuer le coût de la production > moins de pesticides, d'engrais chimiques, d'eau et d'intervention humaine > développement durable
 - Différentes recherches : sélection variétale, agriculture de précision (Precision Agriculture is a way to ***“apply the right treatment in the right place at the right time”*** (Gebbers and Adamchuk, 2010) ...
 - Mieux connaître **les causalités et les interrelations entre la plante, le sol et le climat** (température, humidité de l'air et du sol, NPK, luminosité, P_H etc.),
 - Détecter la présence des maladies et des insectes nuisibles

Les pratiques actuelles

- État de la pratique de l'agriculture de précision actuelle est basée sur la détection des données environnementales.
Deux techniques :
 - Télédétection : satellite, drone ...
 - Courte portée et de contact : Data Logger, RCSF ...
- Les différentes techniques appliquées :
 - Agriculture à circulation raisonnée (FCT 'Farming Controlled Traffic')
 - VRT 'Variable Rate Technology'
- Comment faire pour que cette nouvelle technologie soit adoptée par les agriculteurs ?
 - Faible coût (47%) et facile à utiliser (27%)¹.

Journée TERATEC 24 Juin 2015 - Ecole

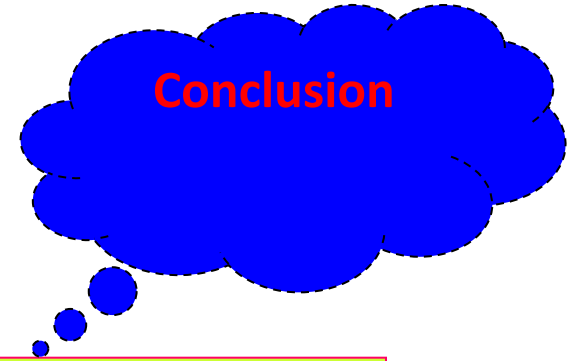
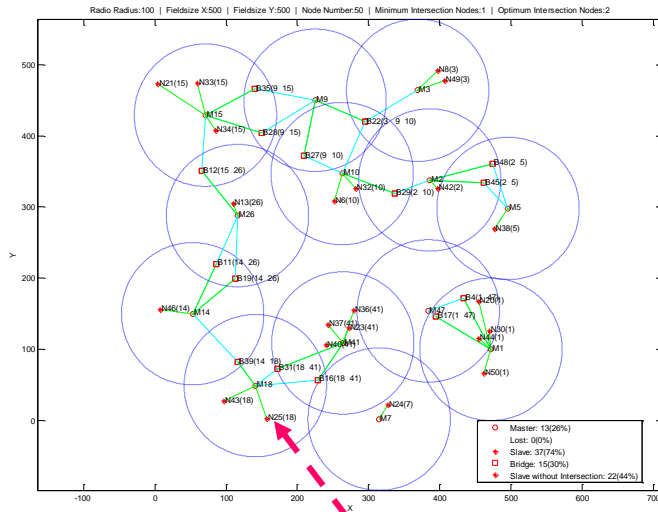
Polytechnique

1: Precision agriculture: An opportunity for EU Farmer – Potential Support with the CAP 2014-2020

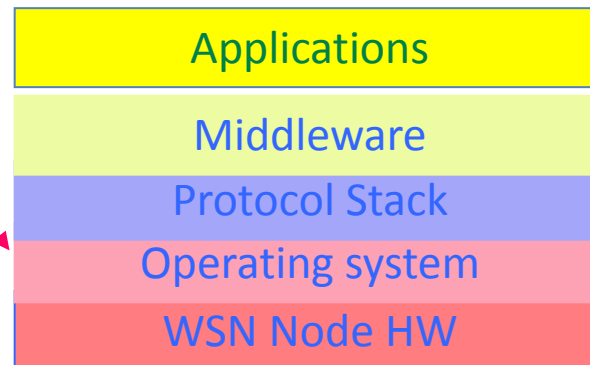
Motivations and contributions

- RCSF : Faible coût, flexible et facile d'utilisation, robuste
- Plate forme (logiciel et matériel), qui permet de collecter des données environnementales (scalaire et multimédia) et de les envoyer au serveur local ou distant à traiter pour une prise de décision : Surveillance en temps réel à grande échelle et des outils de prise de décision (même condition que dans un laboratoire)

Les principaux composants d'un noeud de RCSF



↔ Simulator



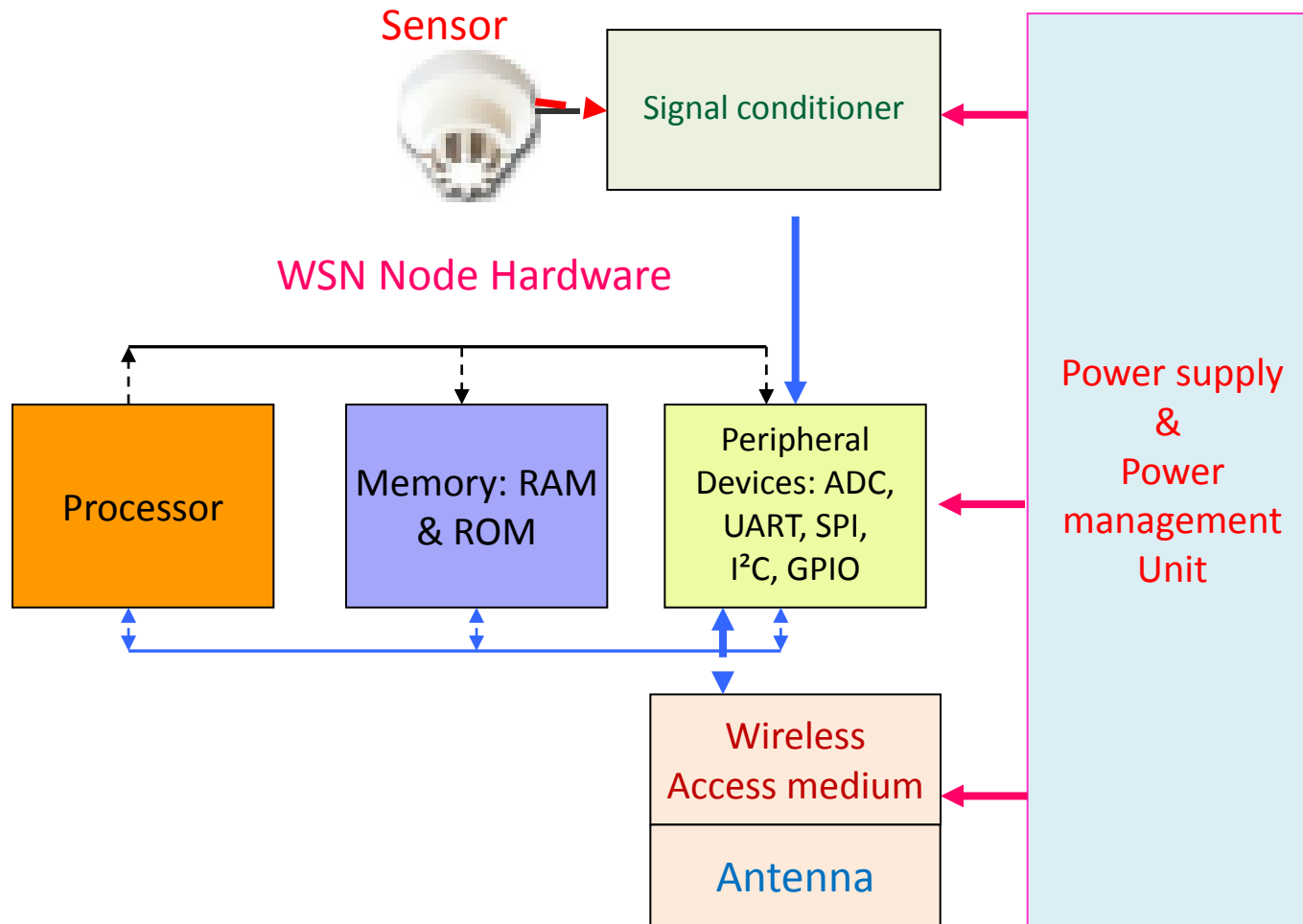
L'état de l'art

- Trois types de RCSF :
 - RCSF scalaire 'WSN: Wireless Sensor Network'
 - RCSF multimédia 'WMSN: Wireless Multimedia Sensor Network'
 - Hybride : scalaire et multimédia

Noeud de RCSF vs. PC

Item	WSN node	PC	Ratio(PC/WSN node)
Computation power Size	<100MIPS <1CM3	20 GIPS	~1000
RAM EEPROM	<16KO <128KO	>4 GO ~1000GO	~250 000 ~10 000000
Network bandwidth	25 KBPS	54 MBPS	~2000
Power consumption	<100μW	100W	~1000000
Cost	<10€ in 5 years <1€ in 10 years	>300€	30 - 300
Lifetime	10years (2 AA battery)	<24h	
Maintain	No	Yes	

L'architecture générique d'un nœud de RCSF

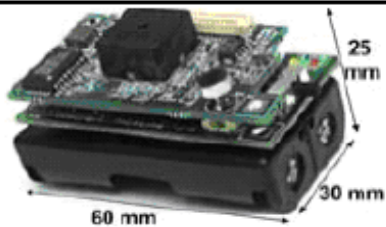
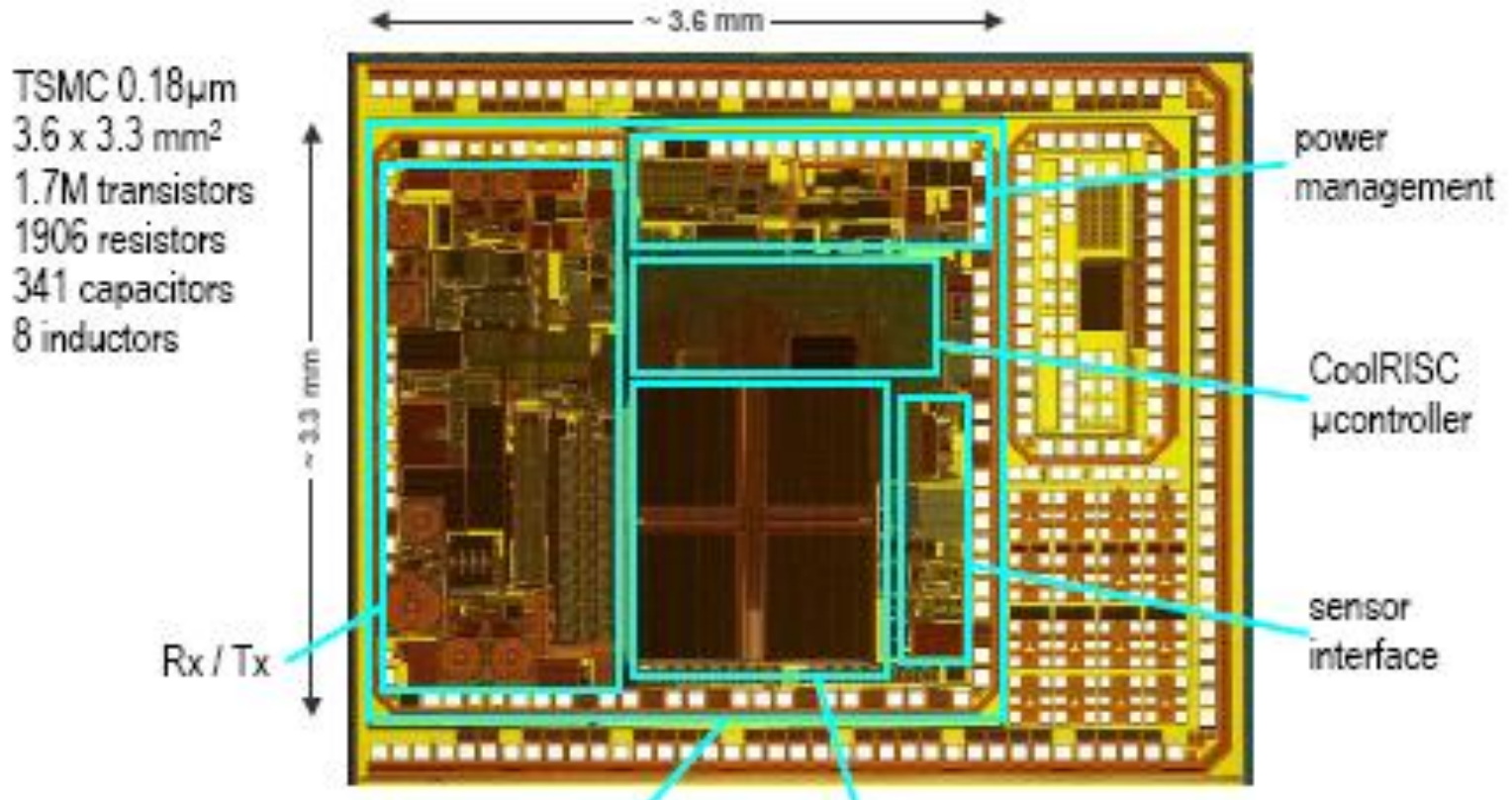


L'état de l'art de RCSF scalaire

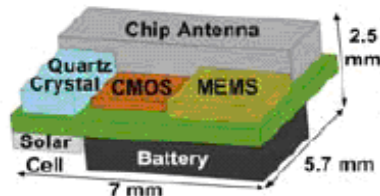
- iLive, μ Node, BTnode, TinyNode, EYES, Mica, TmoteSky ... : nœud simple (température, luminosité etc.)
- Tendance :
 - Processeur RISC 32-bits microcontrôleur (Cortex M0/M3)
 - IEEE802.15.4 standard
 - Tx/Rx < 15mA
 - Portée (<200m).
- Défis :
 - Robustesse, durée de vie
 - Sécurité (skipjack, context-aware short key)



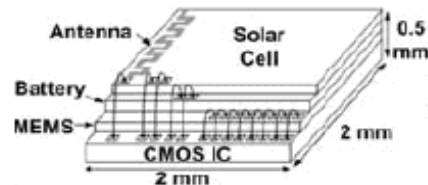
The WiseNET™ Chip – A True SoC



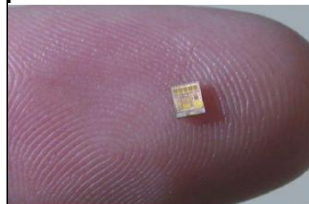
- Mote: CrossBow
- Integration : Low
- Power : highest
- Volume: 45 cm³



- Mote: Michigan Uni Prototype
- Integration : Medium
- Power : Lowest
- Volume: few cm³



- Mote: Pico-Mote, Uni of Berkeley
- Integration : high
- Power : Low
- Volume: few mm³



Speck (2003)

Logiciel de base : Système d'exploitation et protocole de communication

- L'état de l'art :
 - Événementiel : TinyOS, Contiki
 - Multitâche : RETOS, tKernel, ScmRTOS (RTOS), MANTIS, AmbientRT etc.
 - Hybride : Contiki (not native), HEROS (native).
- ZigBee PRO, 6LoWPAN et RPL (IoT)
- Intergiciel : CoAP (nano serveur http)
- Empreinte mémoire totale < 64 K-octets

L'état de l'art de RCSF multimédia

Platform	Processor	Memory		Camera & Resolution	Radio	Power consumption
		RAM	Flash			
Cyclops [106]	8-bit ATME1 ATmega128L MCU + CPLD	64 KB	512 KB	Agilent compact CIF CMOS ADCM-1700 128x128 @ 10fps	Interfaced with Mica2 or Micaz IEEE 802.15.4	110 mW – 0.76 mW
Imote2 + Cam [102] [103]	32-bit PXA271 XScale processor (Imote2)	256 KB (Imote2)	32 MB (Imote2)	IMB400 camera OmniVision OV7649 640x480@30 fps	Integrated CC2420 IEEE 802.15.4	322 mW - 1.8 mW
FireFly Mosaic [107]	60MHz 32-bit LPC2106 ARM7TDMI MCU	64 KB	128 KB	CMUCam3 352x288 @ 50 fps	Interfaced with FireFly mote IEEE 802.15.4	572.3 mW – 0.29 mW
eCam [105]	OV 528 serial-bridge controller JPEG compression only	4 KB (Eco)	-	CoMedia C328-7640 (includes OV7640) 640x480 @ 30 fps	Interfaced with Eco wireless mote nRF24E1 radio RF 2.4 GHz 1Mbps	70 mA at 3.3V
MeshEye [110]	55 MHz 32-bit ARM7TDMI based on ATME1 AT91SAM7S	64 KB	256 KB	Agilent ADNS-3060 30x30 Agilent ADCM-2700 640x480 @ 10 fps	Integrated CC2420 IEEE 802.15.4	175.9 mW – 1.78 mW
Panoptes [100]	400 MHz 32-bit PXA255 XScale CPU (Stargate)	64 MB (Stargate)	32 MB (Stargate)	Logitech 3000 USB Camera 160x120 @ 30 fps 640x480 @ 13 fps	PCMCIA IEEE 802.11 wireless card	5.3 W – 58 mW
Wica [108]	84 MHz Xetal II SIMD + 8051 ATME1 MCU	1.79 MB + 128 KB DPRAM	64 KB	VGA color camera 640x480 @ 30 fps	Aquis Grain ZigBee IEEE 802.15.4	600 mW max
MicrelEye [15]	8-bit ATME1 FPSLIC (includes 40kG FPGA)	36 KB + 1 MB external SRAM	-	Omnivision OV7640 320x240 @ 15 fps	LMX9820A Bluetooth 230.4 Kbps	500 mW max
WiSN [104]	48 MHz 32-bit ARM7TDMI based on ATME1 AT91SAM7S	64 KB	256 KB	Agilent ADCM-1670 352x288 @ 15 fps Agilent ADNS-3060 30x30 @ 100 fps	Integrated CC2420 IEEE 802.15.4	110 mA – 3 mA at 3.3V
CITRIC [95]	624 MHz 32-bit Intel XScale PXA270 CPU	64 MB	16 MB	Omnivision OV9655 1280x1024 @ 15 fps 640x480 @ 30 fps	Interfaced with Tmote Sky mote IEEE 802.15.4	1 W max
Fox + Cam [14]	100 MHz LX416 Fox board	16 MB	4 MB	Labtec Webcam bro QuickCam Zoom 640x480	USB Bluetooth IEEE 802.15 100 m	1.5 W at 5 V
XYZ + Cam [102]	58MHz 32-bit ARM7TDMI based on OKI ML67Q5002 (XYZ)	32 KB (XYZ)	256 KB + 2 MB on board (XYZ)	Omnivision OV7649 640x480 320x240 @ 4.1 fps	Integrated CC2420 IEEE 802.15.4 (XYZ)	238.6 mW – 2.2 mW

L'état de l'art de RCSF multimédia

- Taux de pannes importants pour les applications en extérieur
- Durée de vie très courte (< 1mois)
- IEEE802.15.4 : Bande passante limitée pour les transferts d'images > Wi-Fi
- Algorithme de traitement d'images dédié : détection des maladies et de la présence d'insectes nuisibles

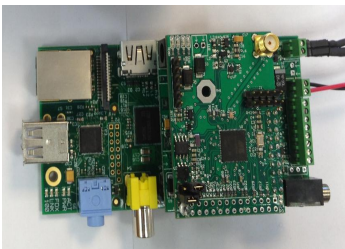
Hybride : scalaire et multimédia

- Les avantages et inconvénients d'un système scalaire :
 - Faible consommation énergétique et coût
 - Ne permet pas de répondre aux besoins de toutes les applications
- Les avantages et inconvénients d'un système multimédia :
 - Consomme plus de ressource (énergie et bande passante) et plus coûteux
 - Permet de compléter les fonctionnalités manquantes des noeuds de RCSF scalaire
- Le nœud de RCSF hybride permet de tirer profit des deux systèmes : MiLive

La plate forme SMIR : Des sondes aux décisions

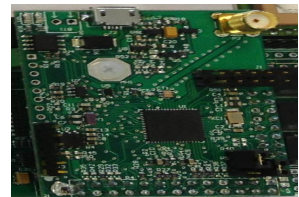


SIS

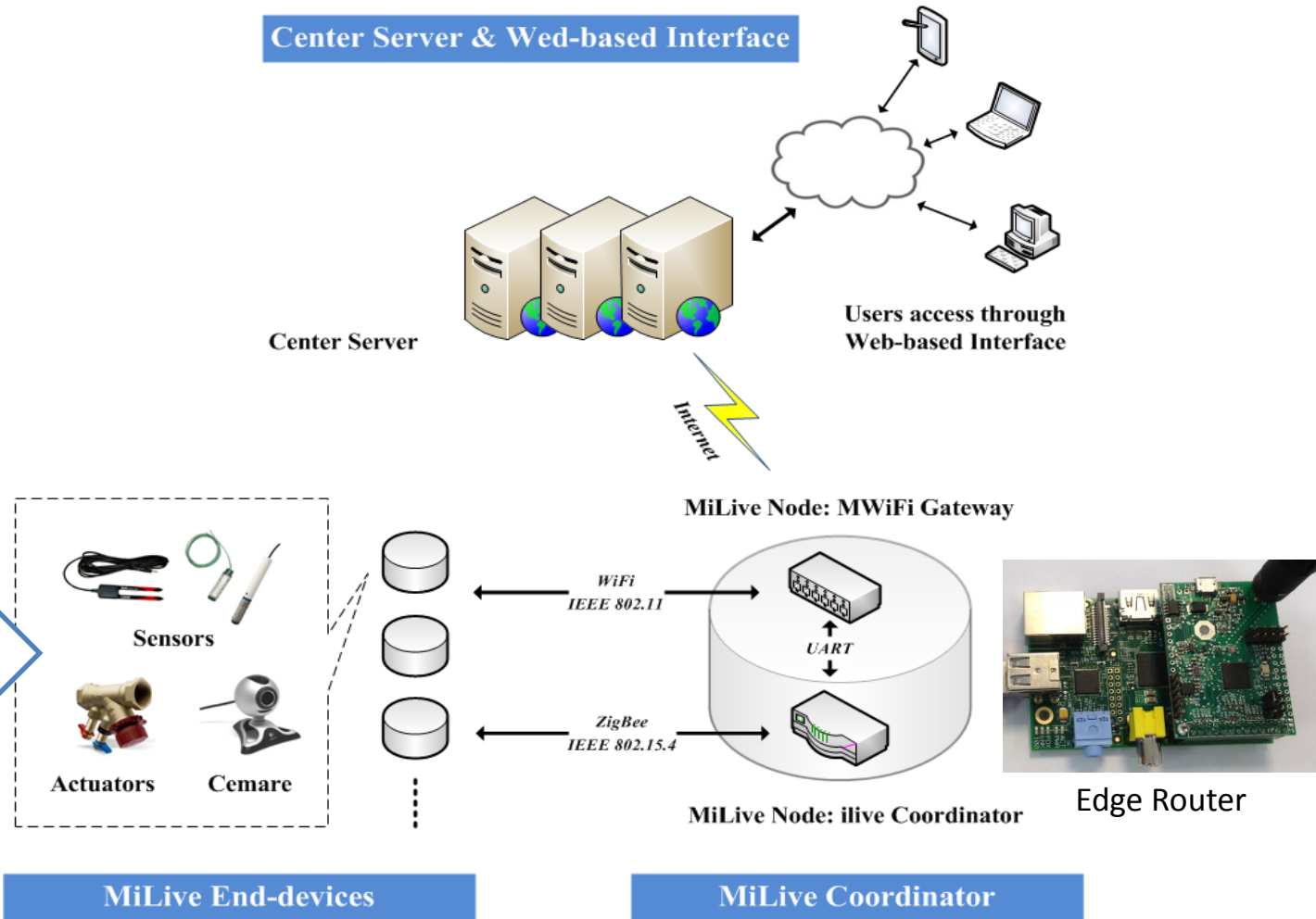


MiLive RevB

Sensor Board

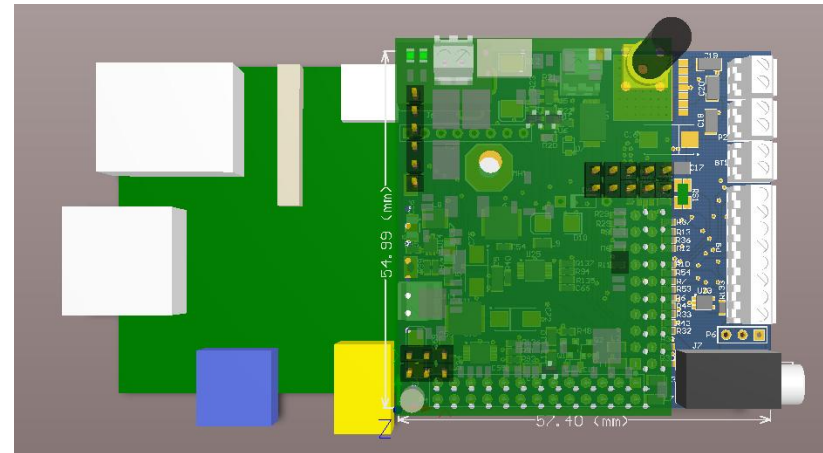


IWotCore



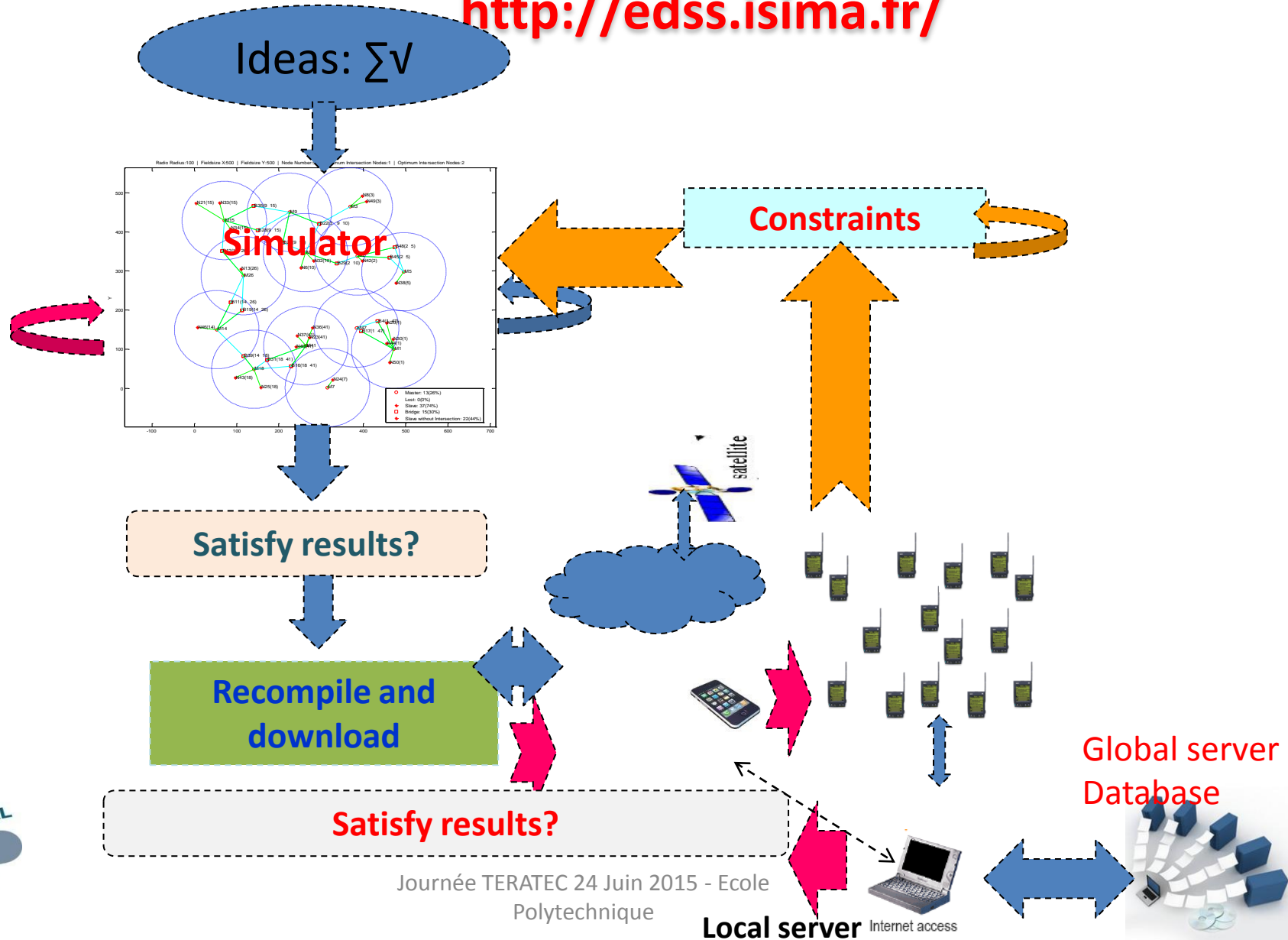
RCSF hybride : scalaire et multimédia

- A base des cartes IWoTCore et Raspberry Pi
- Interface de panneau solaire et batterie rechargeable
- 4 sondes Watermark
- 1 sonde Decagon
- 2 sondes de température (sol et air)
- 1 sonde de luminosité
- 1 port 10/100 Ethernet
- IEEE802.15.4
- 2 ports USB 2.0 : WiFi, CAMERA



Plateforme SMIR : Démonstration

<http://edss.isima.fr/sites/smir/site> et
<http://edss.isima.fr/>



Conclusion et perspectives

- ✓ La plate forme SMIR est robuste et modulaire :
 - ✓ Testée en extérieur depuis 2011
 - ✓ En collaboration avec l'IRSTEA : Déployée à Montoldre depuis 2013
- ✓ Nouvelles avancées :
 - ✓ Encore plus robuste > Recouvrements de certaines pannes
- ✓ Couplage entre le RCSF et le HPC pour la sélection variétale ...

Perspectives

- ✓ Nous continuons à améliorer notre technologie de base 'core technology' : OS, protocole de communication, intergiciel et outil de développement
- ✓ Nous cherchons des partenariats de recherche :
 - Projets de collaboration : ANR, FUI, H2020 etc.

Acknowledgments:

This work has been sponsored by the French government research program "Investissements d'avenir" through the IMobS3 Laboratory of Excellence (ANR-10-LABX-16-01), the European Union through the program Regional competitiveness and employment 2007-2013 (ERDF–Auvergne region), and the Auvergne region.



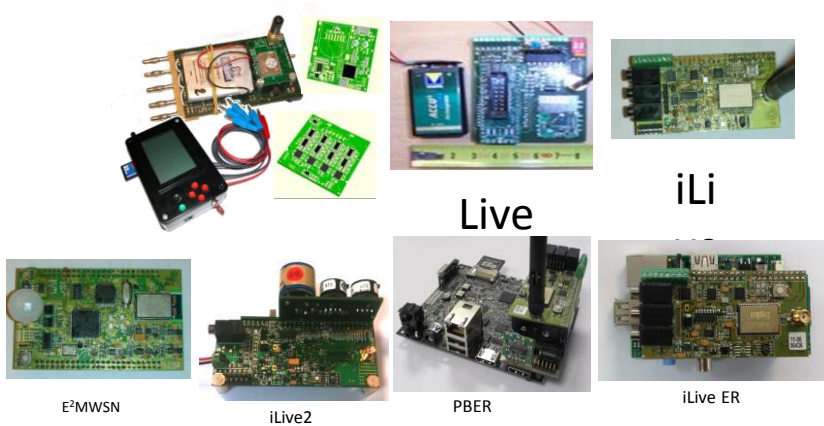
Journée TERATEC 24 juin 2015 - Ecole Polytechnique
Merci de votre attention

Références

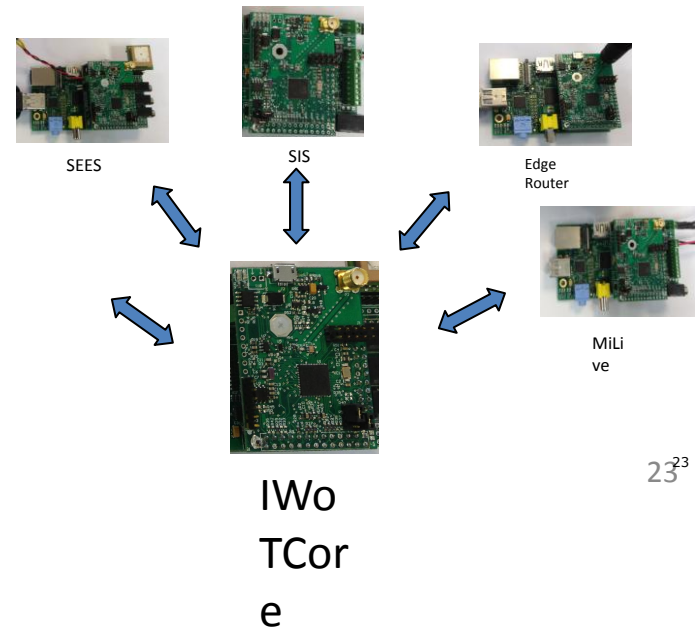
- 1- Precision Agriculture: An opportunity for EU Farmer – potential support with the CAP 2014-2020, Agriculture and rural development, EU Parliament
- 2- Atif Sharif, Vidyasagar Potdar, Elizabeth Chang, Wireless Multimedia Sensor Network Technology: A Survey Digital Ecosystems and Business Intelligence Institute, Curtin University of Technology, Perth, Western Australia.
- 3-Hong-Ling SHI, Kun Mean HOU, Xunxing Diao, Xing LIU, Jian-Jin LI, Christophe de VAULX, “A Robust Multi-core Multi-support and Modular Wireless Multimedia Sensor Network: MiLive”. Les données pour l'agriculture et l'environnement : Du capteur à l'indicateur (ECOTECHS'2013), Oct. 2013.
- 4-Hong-Ling SHI, Kun Mean HOU, Xunxing Diao, Xing LIU, Jian-Jin Li, Christophe de VAULX, “A Wireless Multimedia Sensor Network Platform for Environmental Event Detection Dedicated to Precision Agriculture”. International France-China Workshop, NICST'2013, 18-20 September 2013, Clermont-Ferrand, France (ISBN: 978-2-9544948-0-7, EAN: 9782954494807).
- 5-K. Dang, H. Sun, J. P. Chanet, J. Garcia-Vidal, J. M. Barcelo-Ordinas, H.L. Shi and K.M. Hou, “Wireless Multimedia Sensor Network for plant disease detections”.
- 6- Xing Liu, Kun Mean Hou, Christophe de Vaulx, Hongling Shi and Khalid El Gholami, MIROS: A Hybrid Real-Time Energy-Efficient Operating System for the Resource-Constrained Wireless Sensor Nodes, Sensors 2014, 14(9), <http://www.mdpi.com/1424-8220/14/9/17621>.
- 7-Yibo CHEN, Jean-Pierre CHANET, and Kun Mean HOU, “RPL Routing Protocol a Case Study: Precision Agriculture”. First China-France Workshop on Future Computing Technology (CF-WoFUCT 2012), Harbin, China.
- 8- Xunxing Diao , Kun Mean Hou , HongLing Shi and Zuoqin Hu, A New Wireless Smart Irrigation System (SIS) For Precision Agriculture, Ecotech'2013, Montoldre en Allier, France.
- 9- Daniel Tessier, Les sols dans l'environnement et pour la production agricole, Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Directeur de recherche honoraire de l'Institut National de la Recherche Agronomique, daniel.tessier@wanadoo.fr

Plate forme SMIR hybride, robuste, modulaire et multi-cœur

- Avant 2013

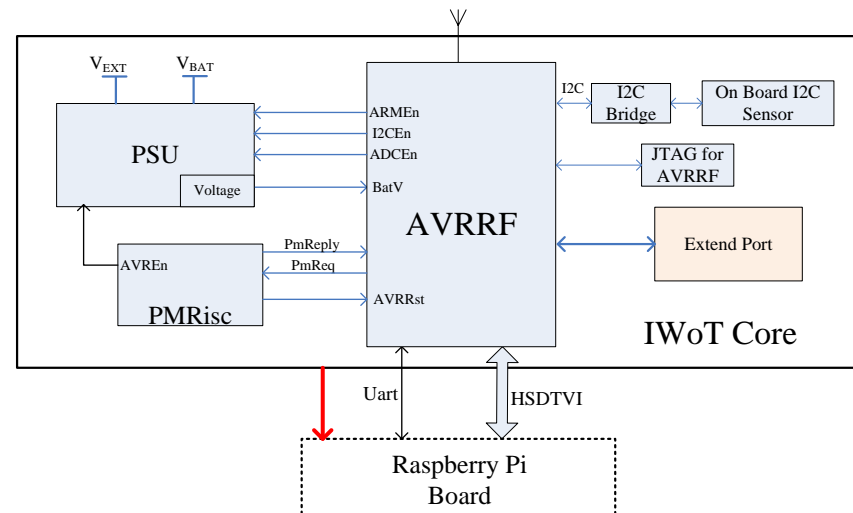
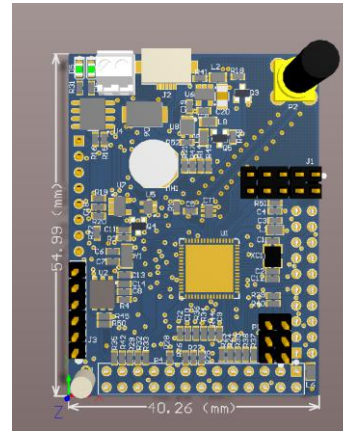


- Aujourd'hui



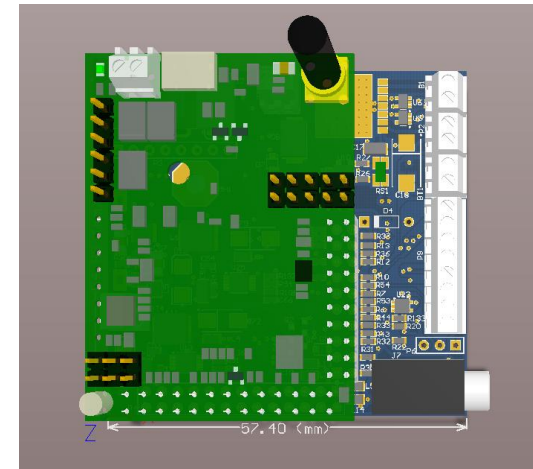
RCSF scalaire : IWoTCore

- Batteries 9-Volt Alkaline ou Lithium-ion
- 1 sonde de température de l'air
- 1 sonde de luminosité
- 1 port RS232/USB
- IEEE802.15.4
- 1 connecteur d'extension
- 1 connecteur permettant la connexion avec la carte Raspberry Pi



Systeme d'irrigation intelligent

- A base de IWoTCore
- Durée de vie (1 an)
- Robuste et fiable
- 9-Volt Alkaline
- 1 DC-9V Electro-valve
- 4 sondes Watermark
- 1 sonde Decagon
- 2 sondes de température (sol et air)
- 1 port RS232/USB
- 1 sonde de luminosité
- IEEE802.15.4.



Dimension 79mm*40mm

