

# Adaptation protocolaire des réseaux sans-fil pour les applications industrielles temps réel

Nicolas SALLES

Directeur de thèse : Thierry DIVOUX

Co-encadrant : Nicolas KROMMENACKER

Nancy-Université  
 Université  
Henri Poincaré

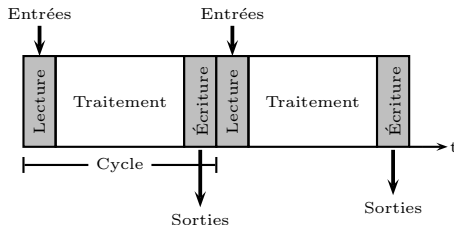


Journée des doctorants 1A,  
DFD Automatique, École doctorale IAEM  
Jeudi 11 octobre 2007

# Problématique

## Problème

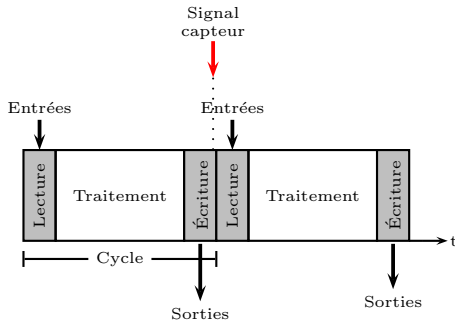
L'utilisation de réseaux sans fil en milieu industriel nécessite le respect des caractéristiques des communications industrielles.



# Problématique

## Problème

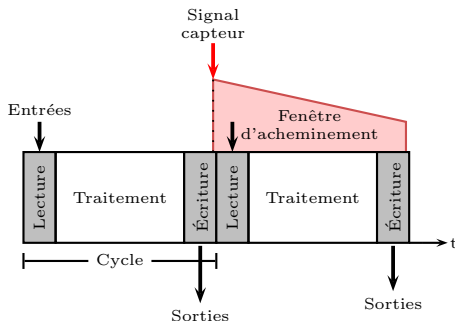
L'utilisation de réseaux sans fil en milieu industriel nécessite le respect des caractéristiques des communications industrielles.



# Problématique

## Problème

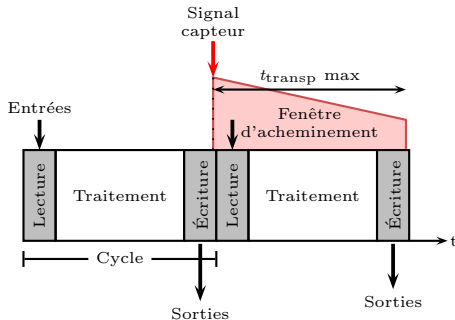
L'utilisation de réseaux sans fil en milieu industriel nécessite le respect des caractéristiques des communications industrielles.



# Problématique

## Problème

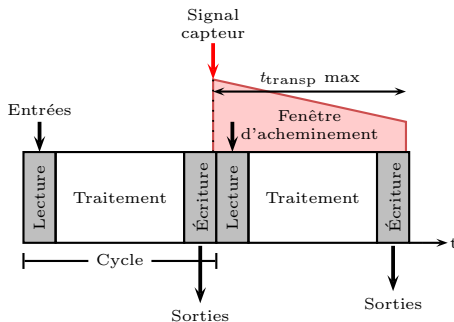
L'utilisation de réseaux sans fil en milieu industriel nécessite le respect des caractéristiques des communications industrielles.



# Problématique

## Problème

L'utilisation de réseaux sans fil en milieu industriel nécessite le respect des caractéristiques des communications industrielles.



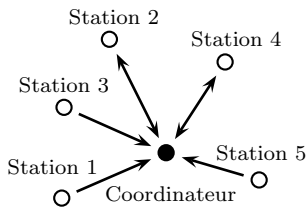
## Objectif

Proposer des adaptations validant les contraintes industrielles.

# Positionnement

- CRAN
  - ➔ Groupe : Systèmes de Production Ambiants (SYMPA)
    - ➔ Équipe-Projet : Systèmes Contrôlés en Réseau (SCR)
- National
  - ➔ Ye-Qiong SONG, LORIA, Nancy-Université
  - ➔ Michel MISSON, LIMOS, Clermont-Ferrand
  - ➔ Thierry VAL, ICARE, Toulouse
- International
  - ➔ Lucia LO BELLO, Université de Catania, 
    - Bluetooth, IEEE 802.15.1, multimédia
  - ➔ Jelena MIŠIĆ, Université de Manitoba, 
    - IEEE 802.15.4, analyse probabilistes de performances
  - ➔ Jürgen JASPERNEITE, Université de Lemgo, 
    - WiFi, IEEE 802.11e, réseaux industriels
  - ➔ Giuseppe BIANCHI, Université de Roma Tor Vergata, 
    - WiFi, IEEE 802.11e, qualité de service

## Travaux réalisés (1/2)



Station	Émission	Réception	Période
n°1	1 octet	-	40 ms
n°2	8 octet	-	40 ms
n°2	-	16 octets	100 ms
n°3	4 octets	-	60 ms
n°4	8 octets	4 octets	60 ms
n°5	16 octets	-	100 ms

## Analyse de performances du standard IEEE 802.15.4

$$16 - \sum_i \left[ Data_{GTS_i} \times \frac{16}{SD} \right] \geq \left[ (Balise + minCAP) \times \frac{16}{SD} \right]$$

⇒ Délai garanti :

- ➔ sans acquittement :  $SD = 30,72$  ms ✓
- ➔ avec acquittements :  $SD = 61,44$  ms ✗






## Travaux réalisés (2/2)

### Participation au projet européen DYNAMITE (2006→2009)

Ce projet intégré s'intéresse à la maintenance prédictive des milieux de production.

**Universités :** Manchester , Sunderland , Växjö , UHP 

**Entreprises :** Zenon SA , Prisma Electronics , Wyselec ,  
Volvo Technology AB , Fiat Research Center ,  
Goratu SA 

C'est un projet réalisé conjointement par deux équipes du CRAN : PRODEMAS (SURFDIAG) et SCR (SYMPA).

➔ *Développement de solutions techniques dans le WP8 consacré aux communications sans fil.*

# Publications

## Conférences

- Analyse de performances de la période sans contention de IEEE 802.15.4 pour des applications industrielles temps réel. Dans *École d'été Temps Réel*, Septembre 2007.
- Performance Analysis of IEEE 802.15.4 Contention Free Period through Real-Time Industrial Maintenance Applications. 22nd IAR Workshop. [soumis](#)

## Délivrables

- D8.2, Development and experimentation of techniques to support new technical challenges in wireless communication, DYNAMITE, FP6.

# Perspectives

- ➔ Confronter différents protocoles de réseaux sans fil aux contraintes industrielles (usine, ...) et techniques (avionique, ...)
- ➔ Évaluation de performances
- ➔ Applications critiques : contrôle/commande
- ➔ Proposer une caractérisation des réseaux sans fil en fonction des besoins industriels (SIL, délais, disponibilité, ...).
- ➔ Plateforme expérimentale

# Merci de votre attention

**ÉCOLE DOCTORALE IAEM LORRAINE**

**Adaptation protocolaire des réseaux sans-fil  
pour les applications industrielles temps réel**

Nicolas SALLES : nicolas.salles@cran.univ-nancy.fr  
 Directeur de thèse : Thierry DUBOIS  
 Co-encadrant de thèse : Nicolas KROMMENACKER



Nancy-Université



CRAN

### Objectifs

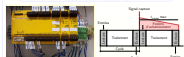
D'ici plus en plus d'entreprises utilisent des réseaux sans fil en milieu industriel. Toutefois, les contraintes temps réel caractéristiques des communications industrielles ne sont pas forcément satisfaites par les réseaux actuels. Cette thèse a pour objet de proposer des adaptations validant ces contraintes.

### Problématique

Les réseaux sans fil sont utilisés depuis plusieurs années dans le domaine de la bureautique. Les technologies sans fil sont soumises à des perturbations comme les pertes de messages, les délais de transmission.

Si l'évolution des débits a permis d'en limiter l'impact sur l'utilisateur, le monde industriel, quant à lui, requiert des garanties plus importantes pour la transmission de données.

### Automate industriel



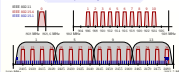
### Les réseaux sans fil

- ☐ Avantages :
  - réponse à une attente d'industriels
  - réduction des coûts
  - installation et maintenance de l'architecture flexible
  - nouveaux services (flexibilité, mobilité, ubiquité, systèmes embarqués, ...)
  - effort de standardisation
- ☐ Inconvénients :
  - interférences
  - performances (bande passante, délais de transmission, nombre de périphériques, ...)

### Technologies existantes

	WiFi	Bluetooth	ZigBee
Standard IEEE	802.11a/b/g	802.15.1	802.15.4
Vitesse de transfert	11-54 Mbps	1-3 Mbps	250 Kbps
Type de réseau	WLAN	WPAN	WPAN
Portée	100-1000 m	10-100 m	10-100 m
Nombre de nœuds	200	255	255
Taille mémoire	1 Mo	256 Ko	8-64 Ko
Autonomie	Heures	Jours	Années

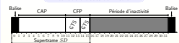
### Fréquences / Canaux



### Analyse du standard IEEE 802.15.4

N'oubliez pas que [1] porte sur la capacité de la période sans contention, CSF, à garantir un trafic réseau constant par le temps en milieu industriel contrôlé.

### Méthode d'accès au médium



### Cas d'étude



$$16 - \frac{1}{2} \left( \text{DataRate} \times \frac{SD}{327} \right) \geq \left( \text{Buffer} + \text{minCAP} \right) \times \frac{SD}{327}$$

☐ Délai garanti :

- sans acquittement :  $SD = 33,72 \text{ ms}$
- avec acquittements :  $SD = 61,44 \text{ ms}$

### Conclusion / Perspectives

- ☐ Les réseaux sans fil sont, dans une certaine mesure, déjà utilisés en milieu industriel mais ne peuvent être réellement employés que dans des applications non critiques (Maintenance, ...).
- ☐ Propositions d'adaptation des réseaux existants
- ☐ Étude d'autres protocoles de réseaux sans fil
  - Wireless USB
  - Wireless HART
  - ISA SP100
- ☐ Utilisation pour le contrôle-commande

### Références

[1] Nicolas Salles et Nicolas Krommenacker. Analyse de performances de la période sans contention de IEEE 802.15.4 pour des applications industrielles temps réel. Dans *École d'été Temps Réel*, Septembre 2007.