



Capteurs Intelligents : Nouvelles Technologies et Nouvelles Problématiques pour la Sûreté de Fonctionnement



F. Brissaud, D. Charpentier
A. Barros, C. Bérenguer

Maîtrise des Risques et Sûreté de Fonctionnement
6-10 Octobre 2008, Avignon



INERIS

Plan

- **Introduction**
- **Nouvelles Technologies...**
 - 1. Des « Capteurs intelligents » ?
 - 2. Nouvelles fonctionnalités
- **... et Nouvelles Problématiques pour la Sûreté de Fonctionnement**
 - 3. Les capteurs intelligents sont-ils sûrs de fonctionnement ?
 - 4. Vers une modélisation adaptée
 - 5. Premières analyses et quelques résultats
- **Conclusion**

Introduction

- **Les capteurs et les mesures de maîtrise des risques**
 - éléments clef de nombreuses barrières techniques de sécurité
 - doivent être évalués en sécurité fonctionnelle
- **L'observation des phénomènes dangereux**
 - moyens techniques : acquisition des données physiques
 - moyens mathématiques : obtention des informations recherchées
- **Évolution des technologies**
 - 1980's : développement des MEMs et de l'*intelligence embarquée*
- **Les capteurs devenus « intelligents »**
 - combinent acquisition des données et leurs traitements internes
 - intègrent de nouvelles fonctionnalités
- ***Comment tirer partie de ces technologies ?***

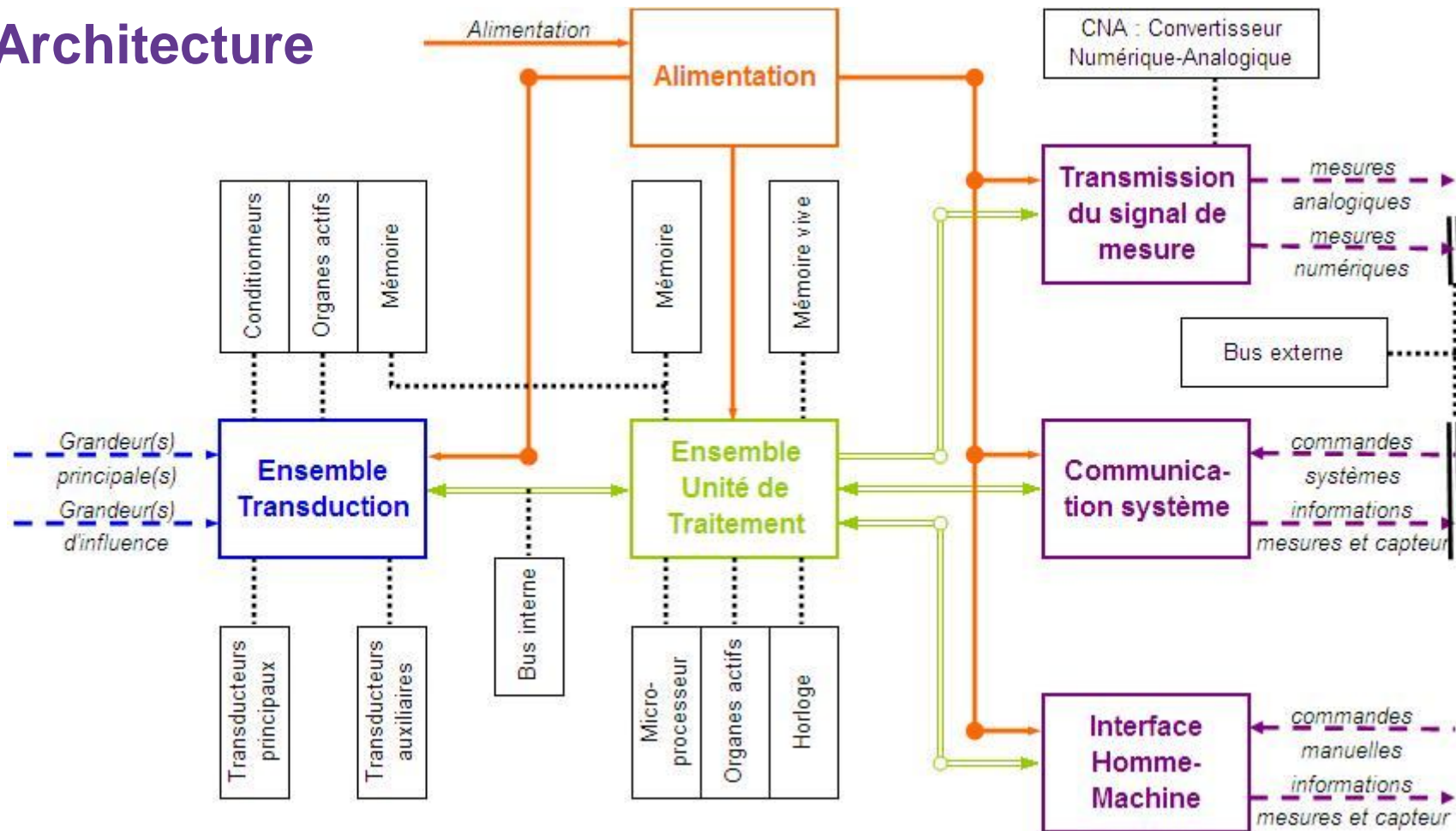
INERIS

1. Des « Capteurs intelligents » ?

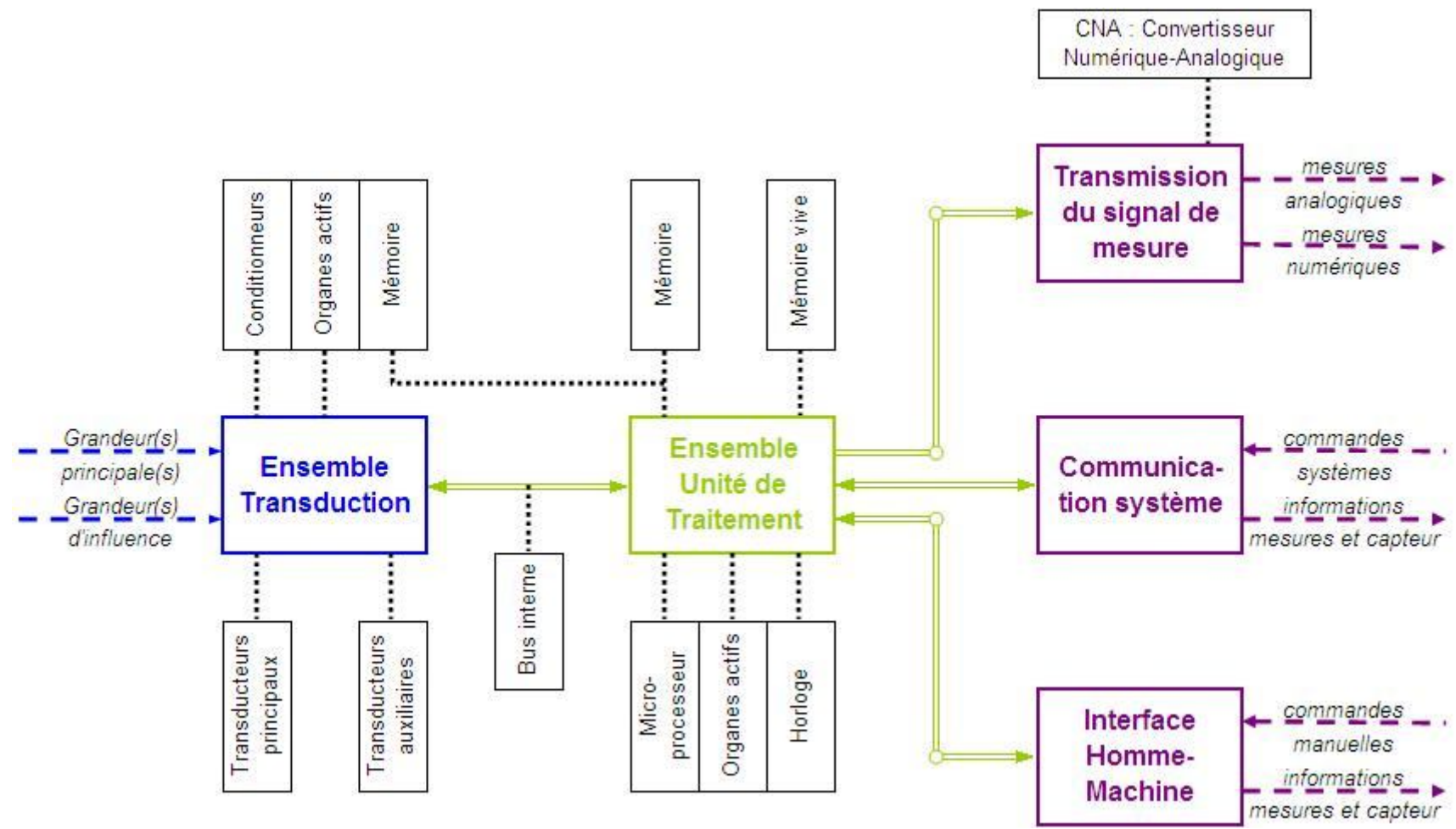
- Quelques abus de langage...
 - le mot *capteur* désigne en réalité un ensemble constitué de
 - **capteurs** qui transforment une grandeur physique observée en une grandeur utilisable (e.g. température → intensité électrique)
 - **conditionneurs, transmetteurs de signaux, alimentation...**
 - le mot *intelligent* fait référence aux nouvelles fonctionnalités
- Qu'est-ce qui définit un *capteur intelligent* ?
 - présence d'un **microprocesseur embarqué**
 - effectuer localement des traitements et des calculs
 - modifier son comportement interne
 - capacité de **communication bidirectionnelle** [NF 60770-3]
 - reçoit des commandes extérieures
 - envoie des mesures et des informations de statut

1. Des « Capteurs intelligents » ?

- Architecture

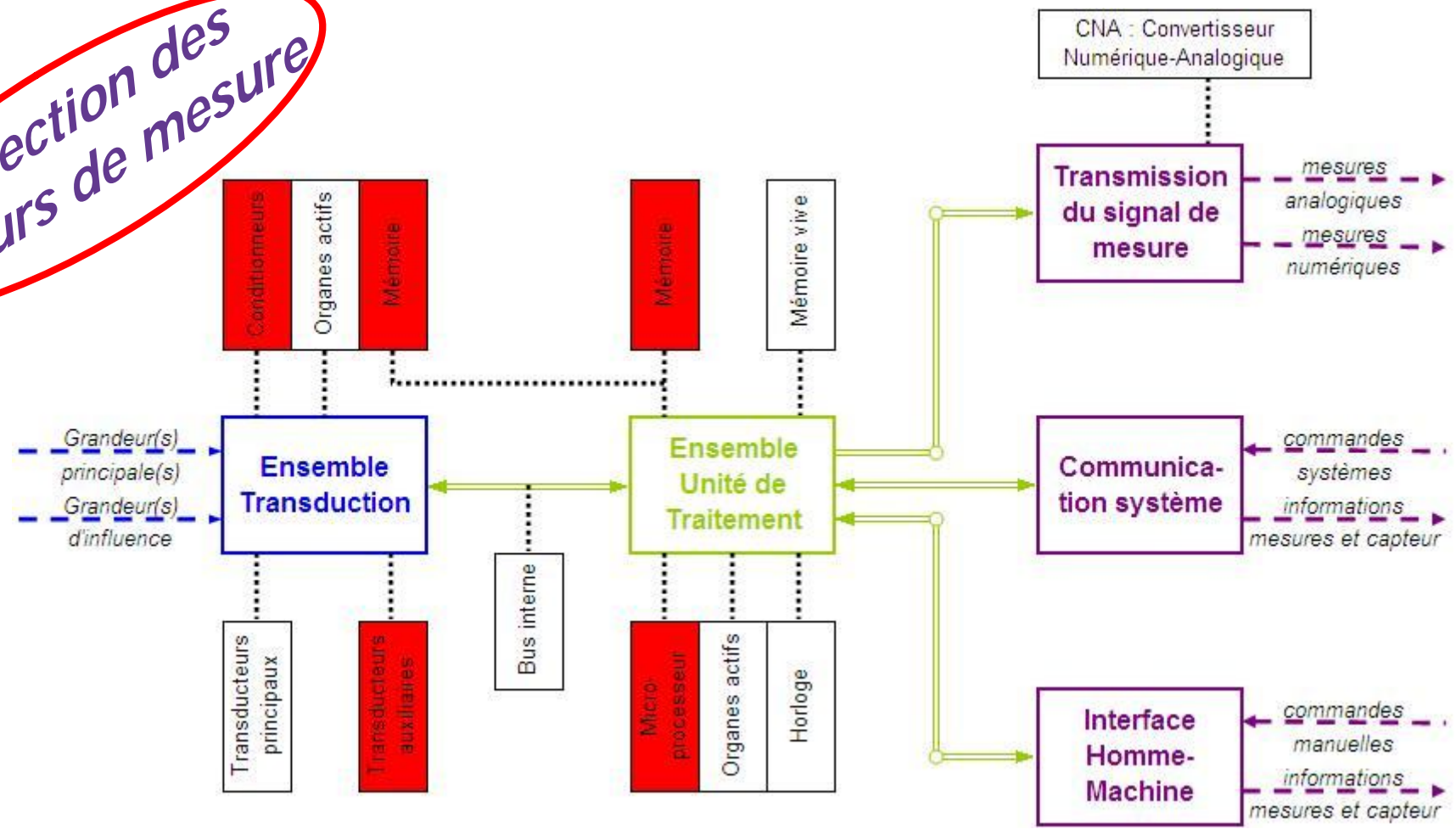


2. Nouvelles fonctionnalités



2. Nouvelles fonctionnalités

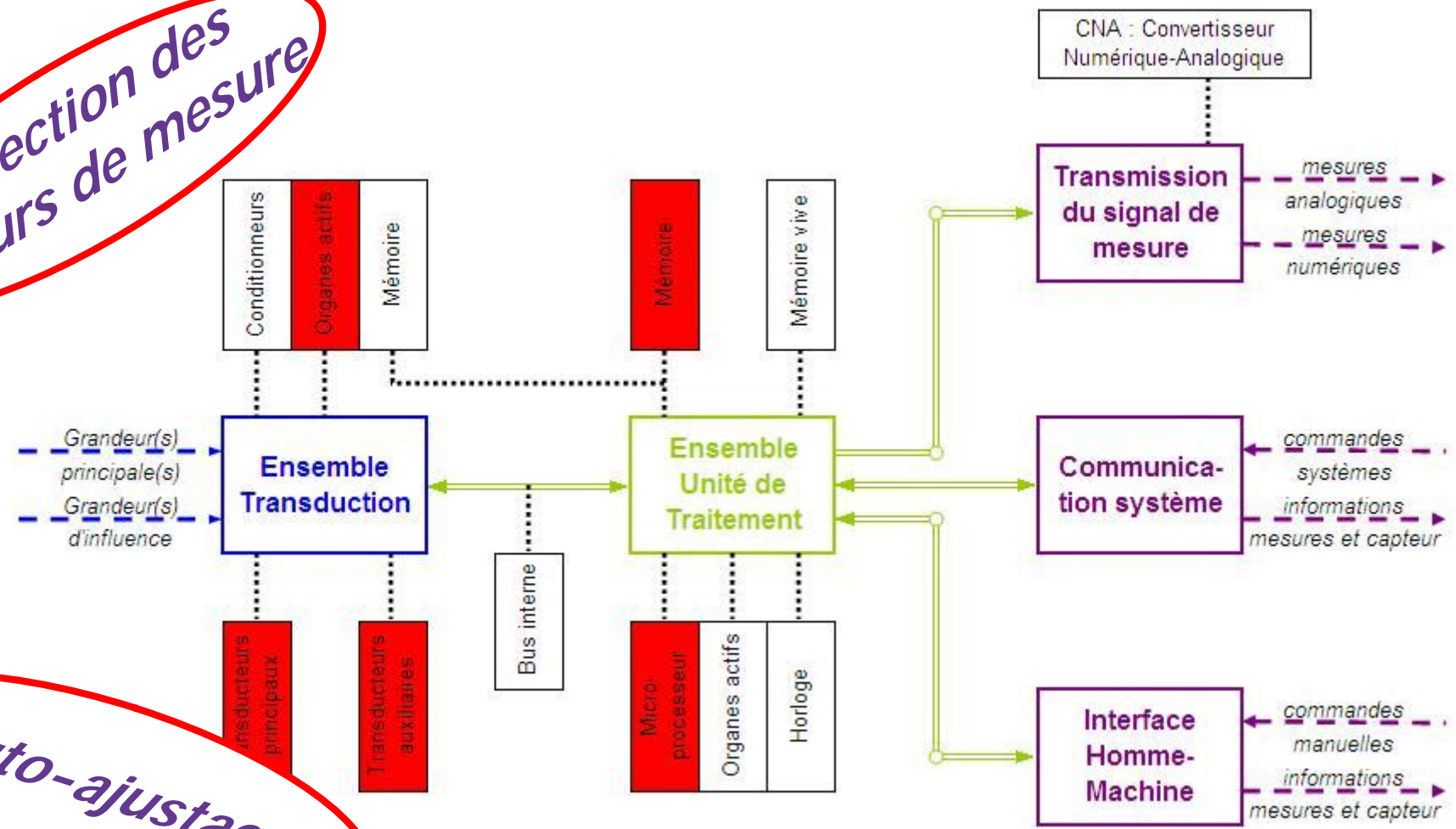
correction des erreurs de mesure



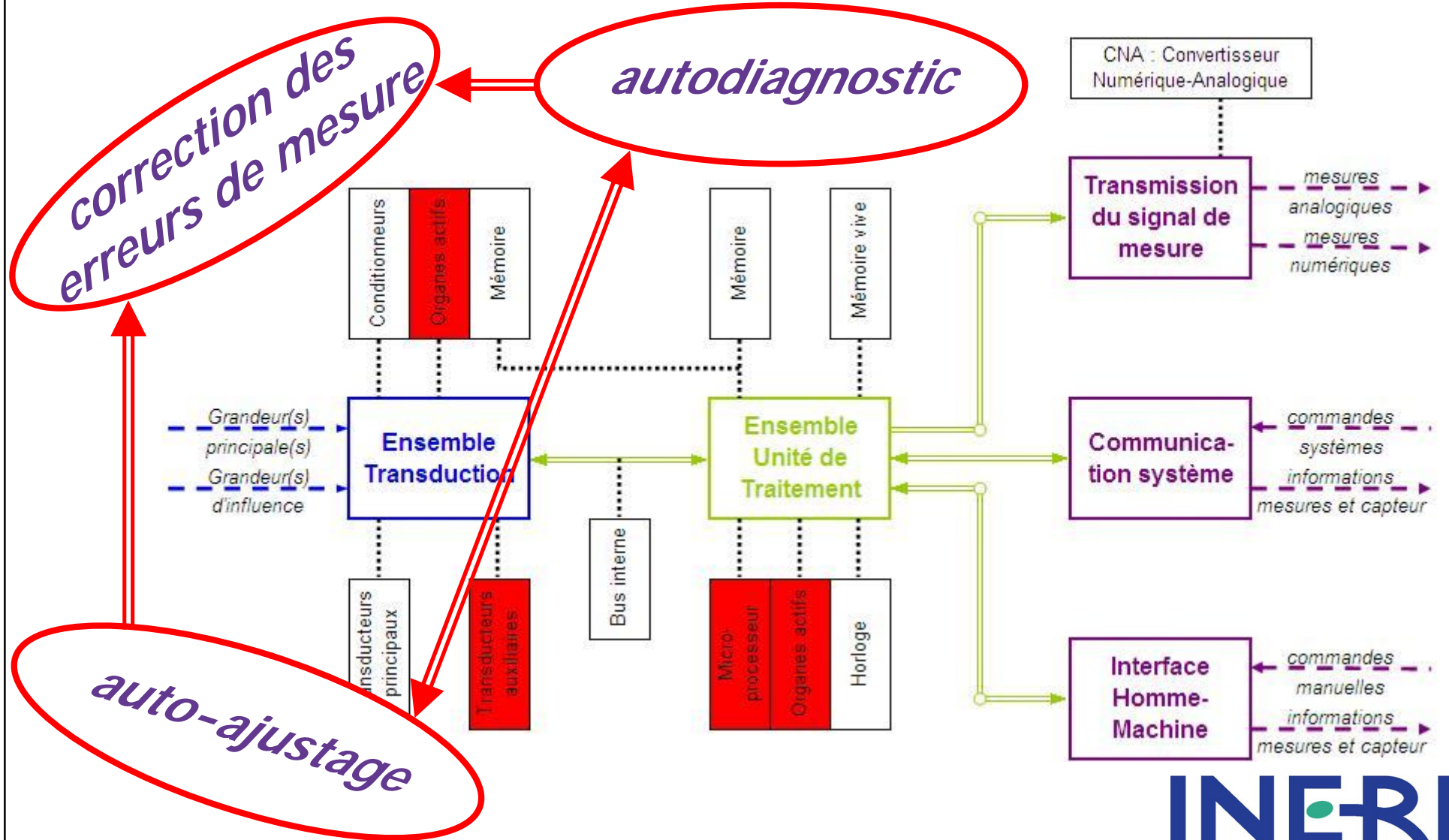
2. Nouvelles fonctionnalités

correction des erreurs de mesure

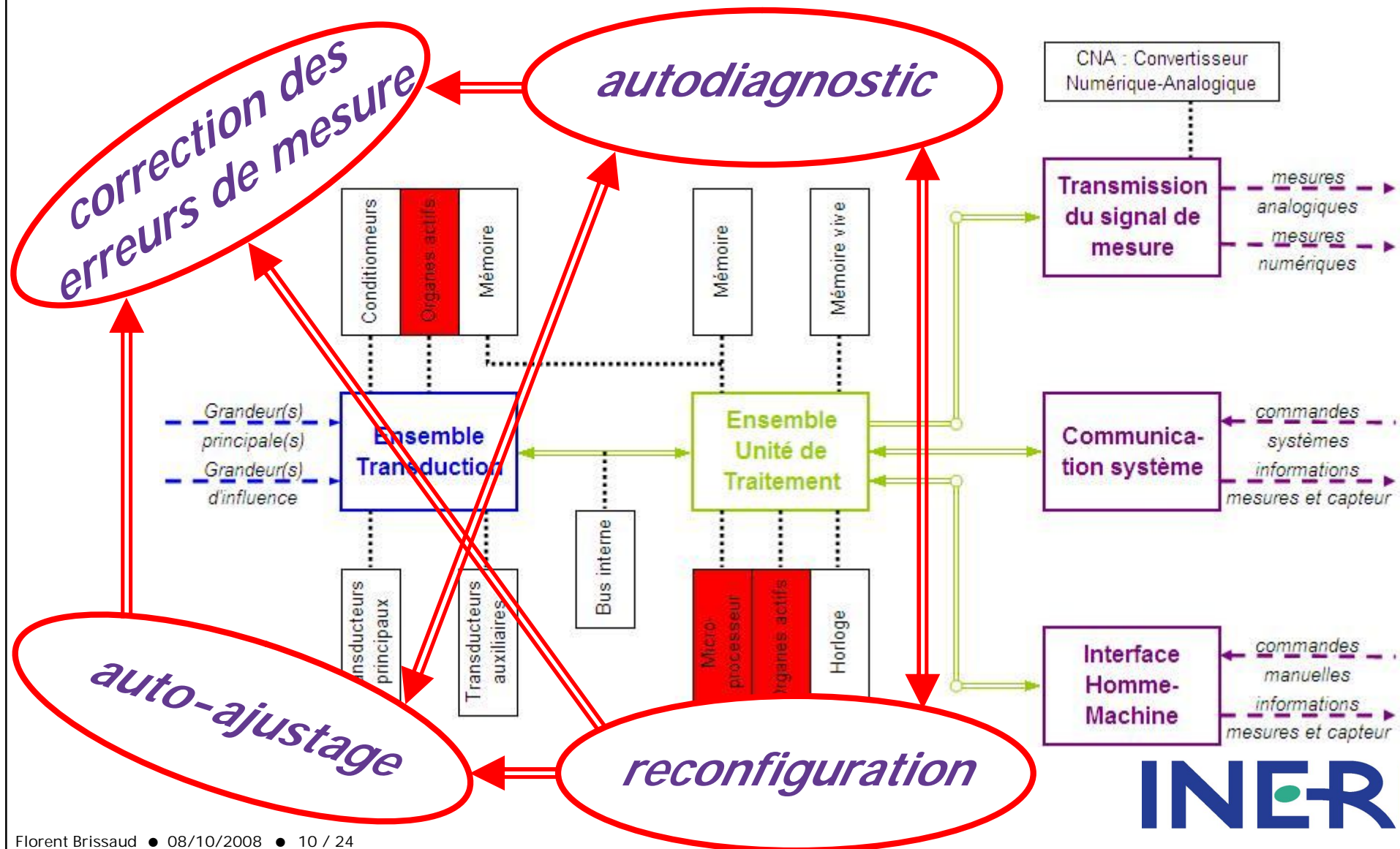
auto-ajustage



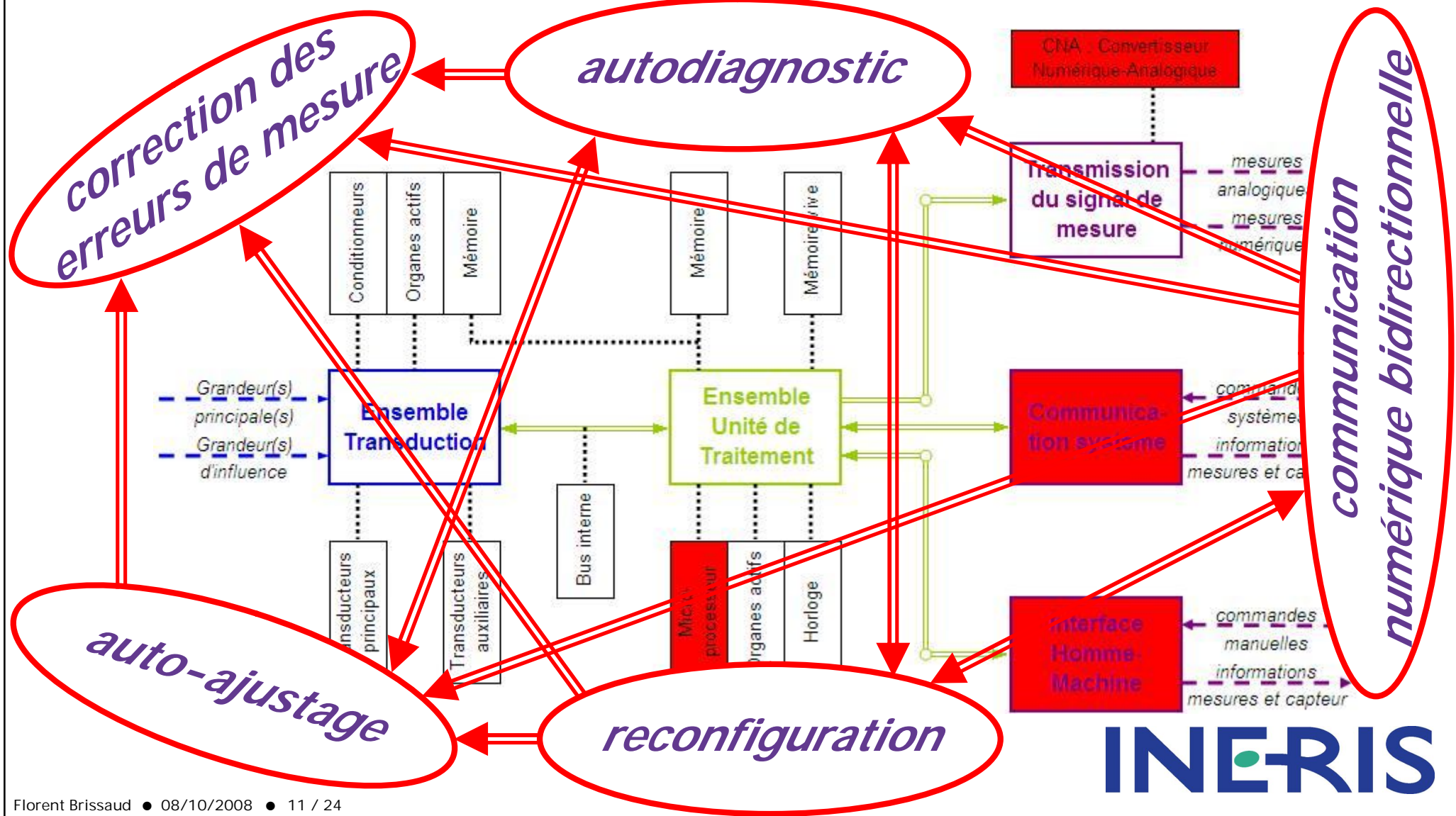
2. Nouvelles fonctionnalités



2. Nouvelles fonctionnalités



2. Nouvelles fonctionnalités



3. Sûrs de fonctionnement ?

- **Caractéristiques**

- nombreuses interactions matérielles et fonctionnelles
- composants difficiles à appréhender en cas de défaillance
- peu de retour d'expérience
- multiples informations en sortie du capteur et de nature continue

- **Difficultés d'évaluation**

- AMDEC : problème d'exhaustivité, d'interactions
- outils booléens (AdD, BDF) : une seule information, binaire
- modèles états-transition (Markov, RdP) : définition des états

- **Quelques études**

- critères fiabilistes : diagnostic, reconfiguration, communication
- disponibilité des réseaux

3. Sûrs de fonctionnement ?

- **Bénéfique ou non pour la sûreté de fonctionnement ?**

- ***fiabilité***

- nombreux éléments additionnels (composants électroniques, unités programmables, aspects logiciels)
- sources d'erreurs, causes et modes de défaillance supplémentaires
- compensation par des procédures de tolérance aux anomalies ?
- les réseaux de terrain : plus fiables ? plus critiques ?

- ***maintenabilité***

- optimisation de la maintenance (autodiagnostic, stockage et traitements des données, communication numérique)

- ***sécurité***

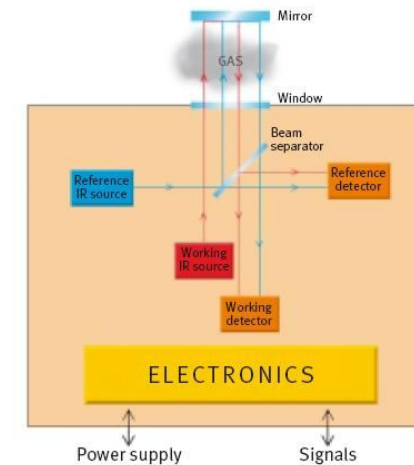
- meilleure couverture des défaillances détectées ?
- meilleure définition des positions de repli ?
- management plus réactif ?

4. Modélisation 3-Steps

- Objectifs
 - identifier **les causes et les modes de défaillance...**
 - ...ainsi que **les conséquences sur les données transmises** (résultats de mesure, diagnostics)
 - ...en intégrant les fonctionnalités particulières, i.e. prise en compte des **interactions fonctionnelles et matérielles**
- **Modèle 3-steps : extension des GTST – MLD [M. Modarres]**
 - **Goal Tree (GT)** : aspect fonctionnel
 - **Success Tree (ST)** : aspect matériel
 - **Master Logic Diagram (MLD)** : aspect comportemental
 - inclusion des **défaillances** : aspect dysfonctionnel
 - étude des effets des défaillances sur les fonctions, par l'intermédiaire des éléments matériels

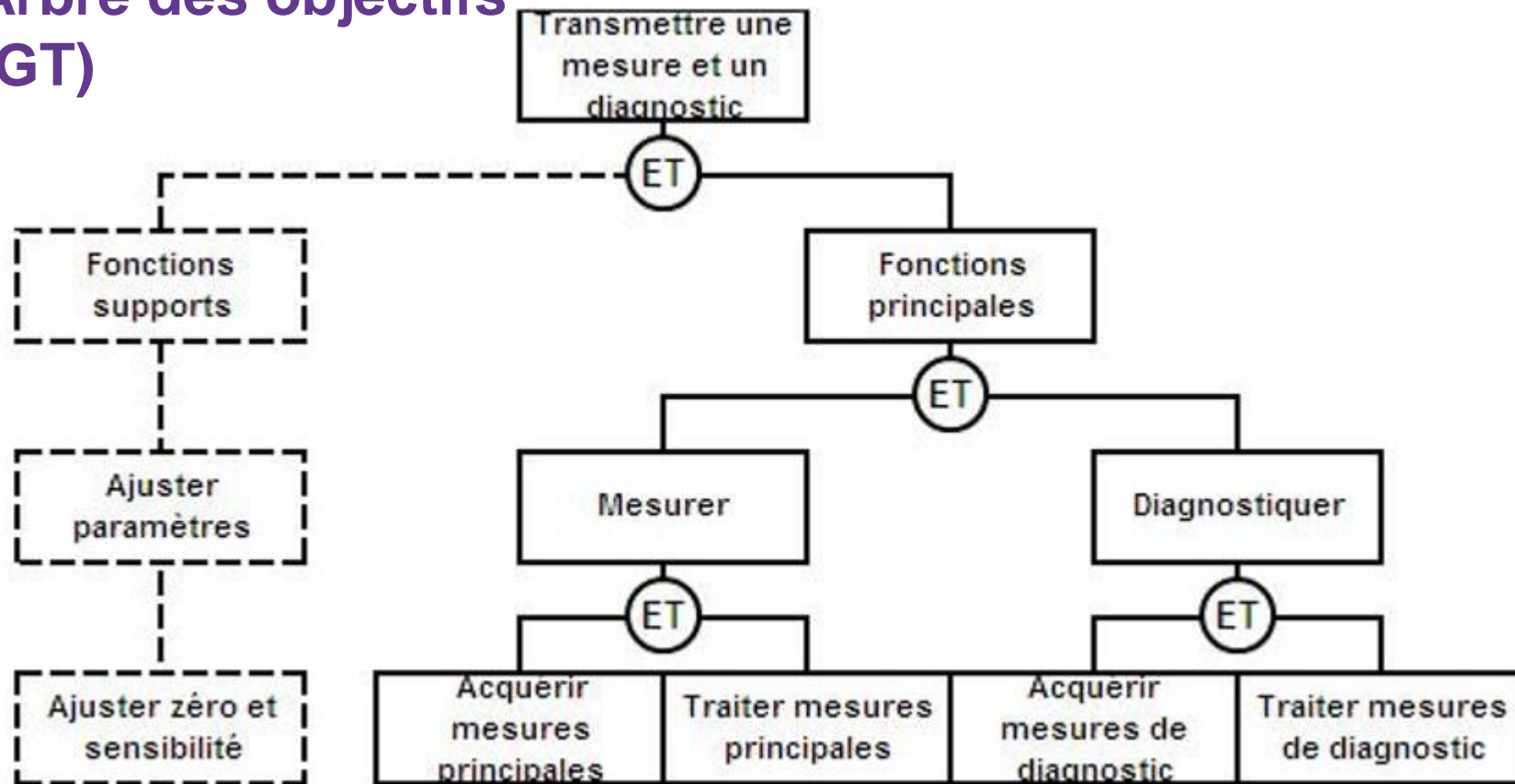
4. Modélisation 3-Steps

- **Capteur de gaz par absorption IR**
 - deux unités de mesure IR
 - correction de l'encrassement
 - correction de la température
 - prévention de la buée
 - auto-ajustage zéro et sensibilité
- **Fonctions principales**
 - *mesurer* (avec corrections)
 - *diagnostiquer* (acceptabilité des grandeurs d'influence)
- **Fonction support**
 - *ajuster les paramètres* (requis dans les traitements numériques)



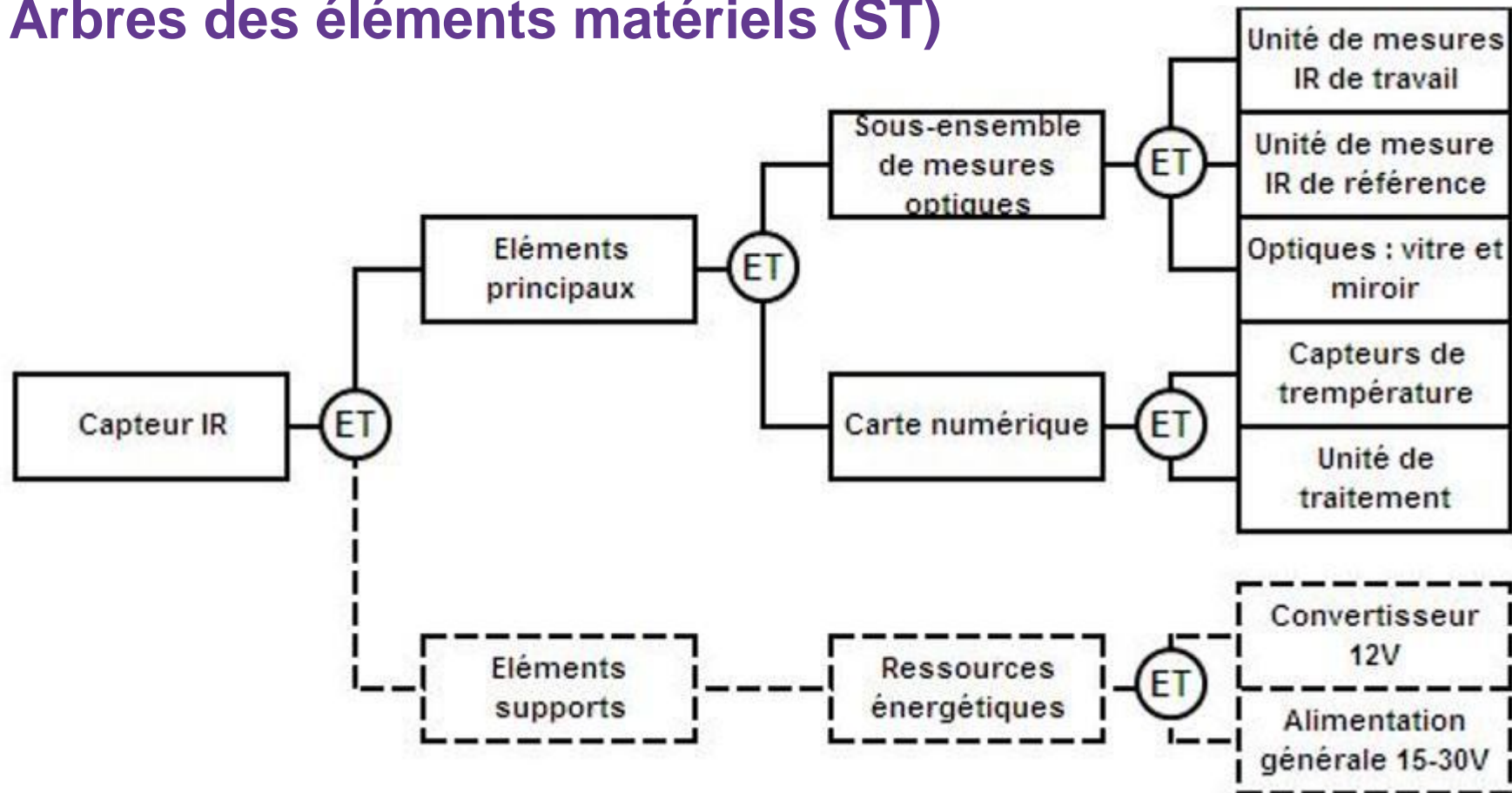
4. Modélisation 3-Steps

- Arbre des objectifs (GT)



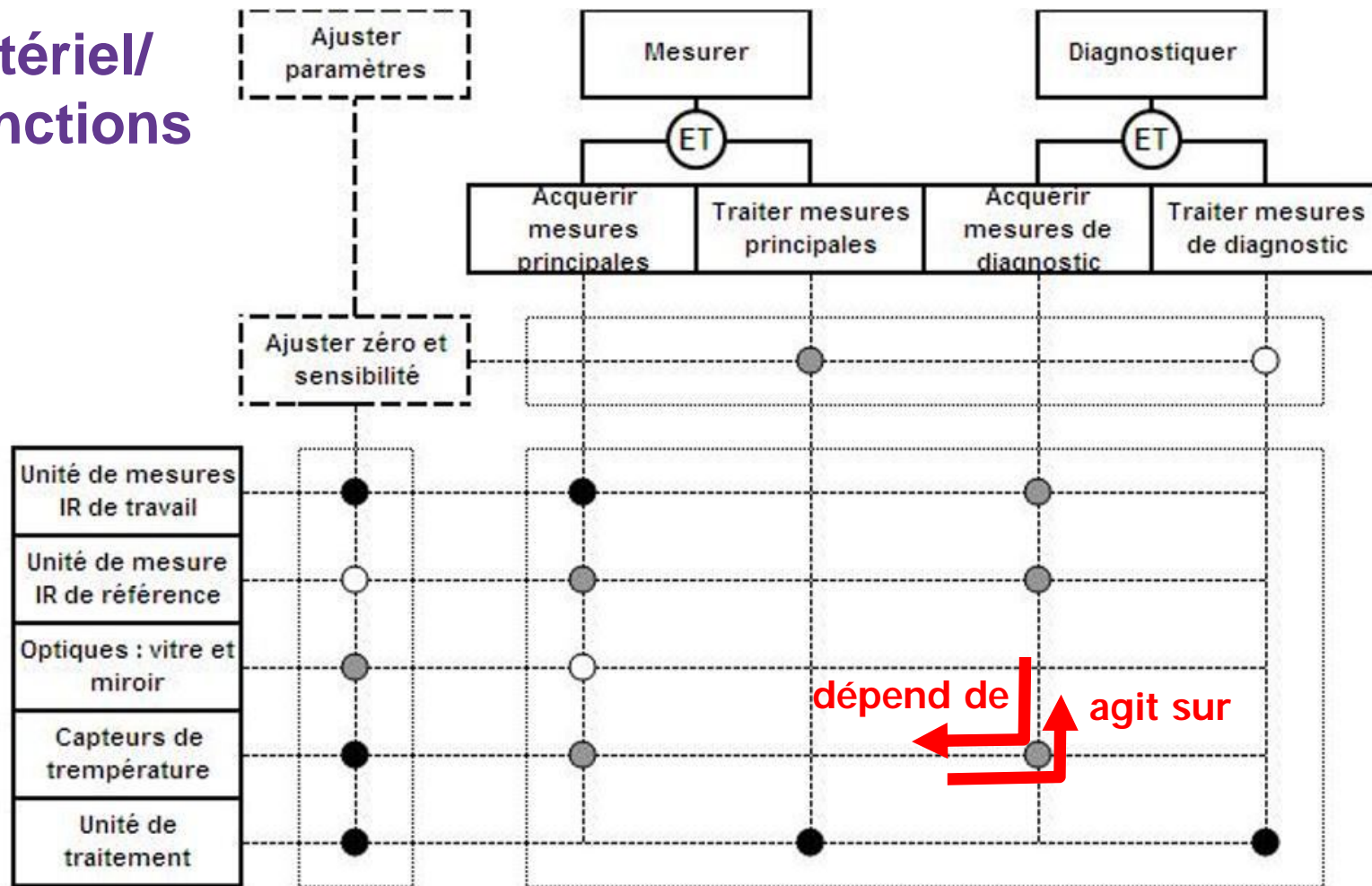
4. Modélisation 3-Steps

- Arbres des éléments matériels (ST)



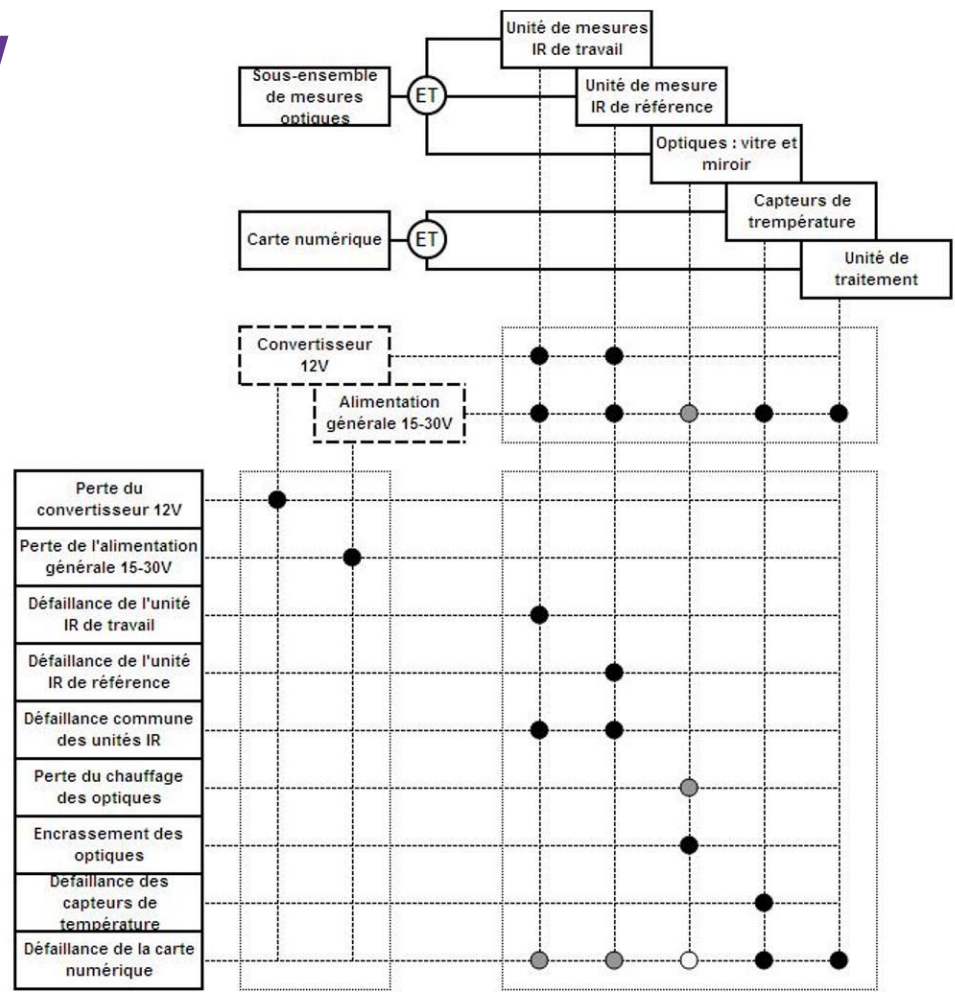
4. Modélisation 3-Steps

- Matériel/
Fonctions

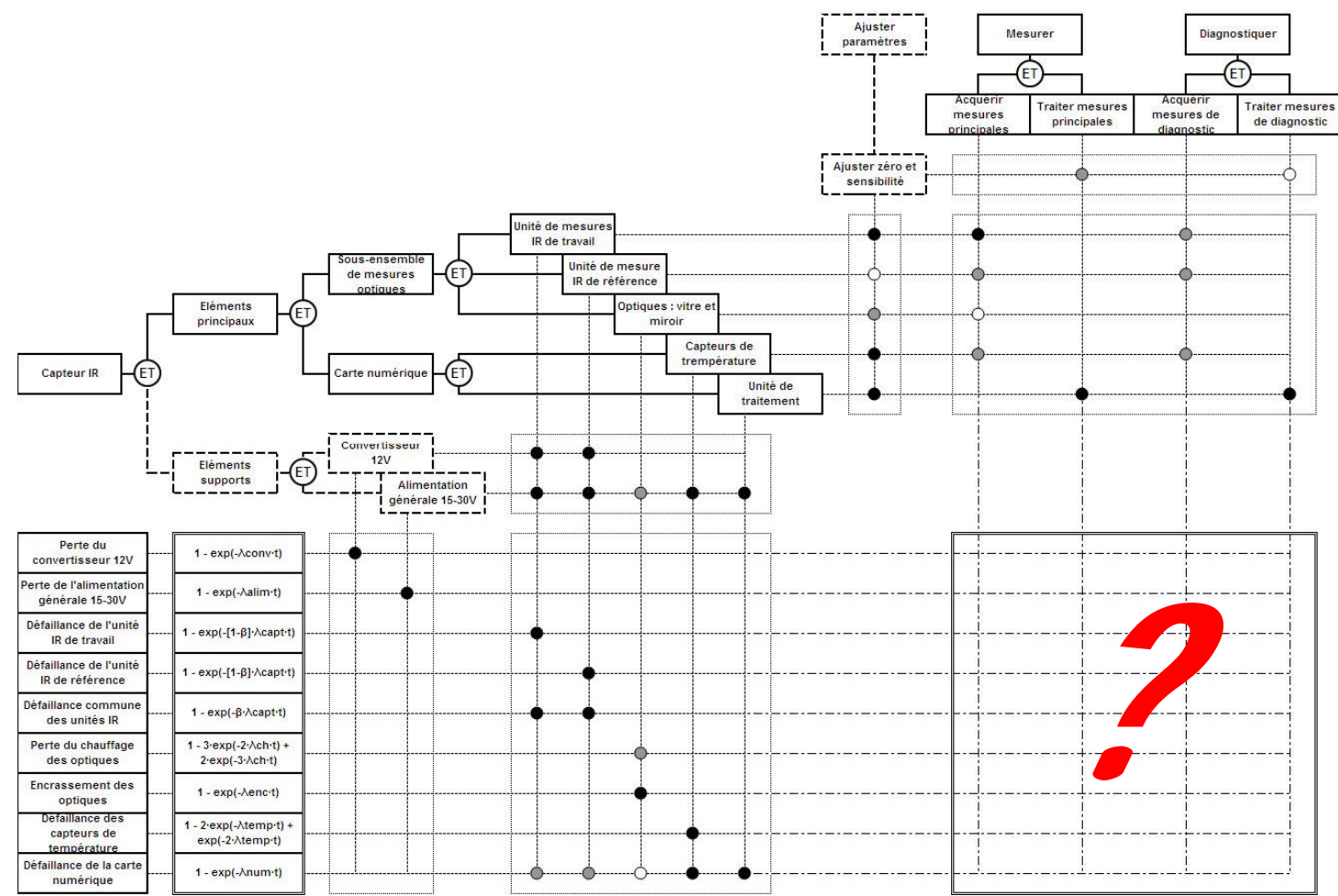


4. Modélisation 3-Steps

- Défaillances/
Matériel

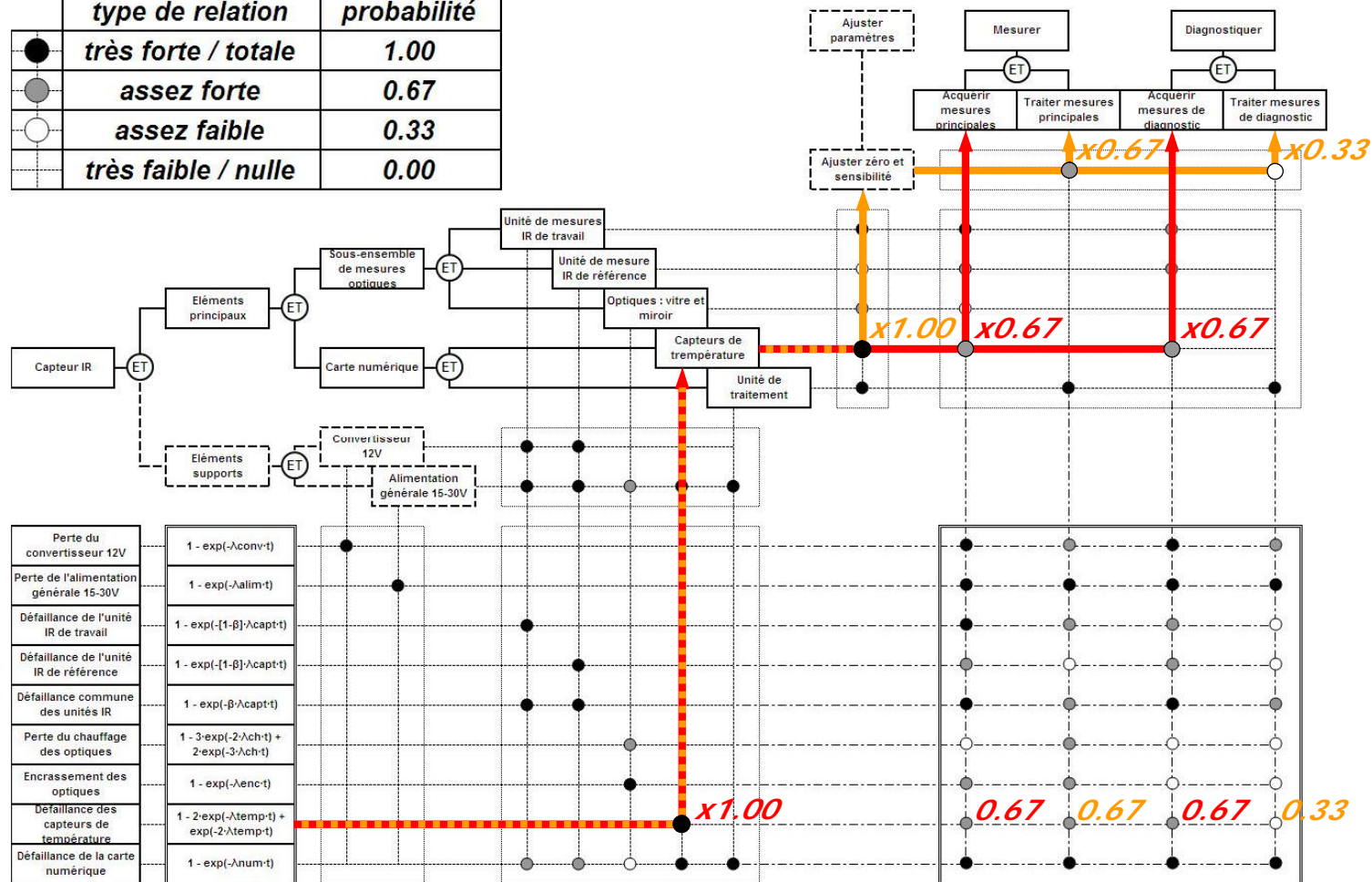


5. Premières analyses et résultats

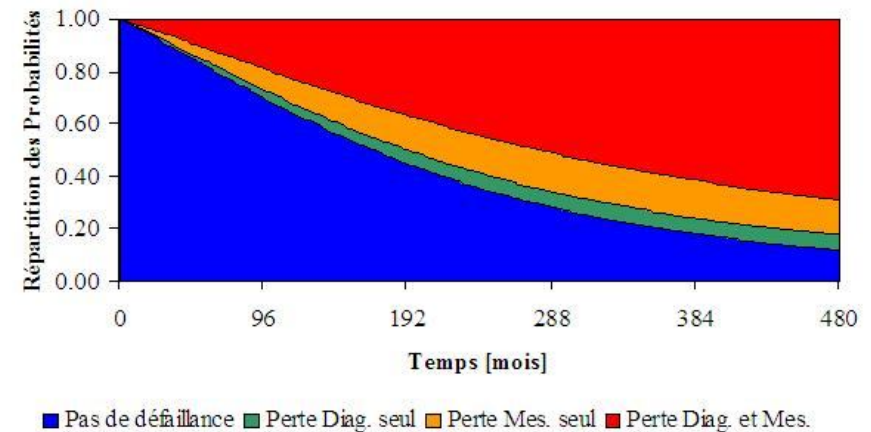
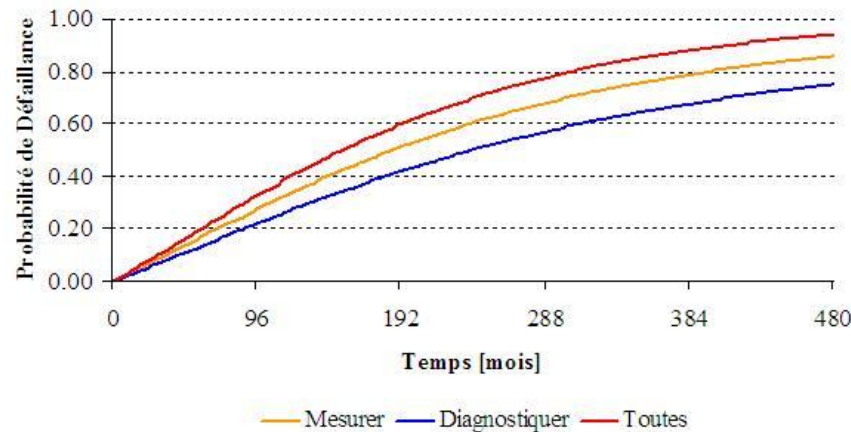


5. Premières analyses et résultats

	type de relation	probabilité
●	très forte / totale	1.00
●	assez forte	0.67
○	assez faible	0.33
○	très faible / nulle	0.00



5. Premières analyses et résultats



- Effets de chaque défaillance sur chacune des fonctions
- Probabilités de défaillance de chaque fonction au cours du temps
- Répartition des probabilités des modes de défaillance au cours du temps
- Perspectives de développement
 - représentation étendue des redondances (*OU*, *ET*, *MooN*)
 - dépendances temporelles (séquences d'évènements)
 - incertitudes sur les relations de dépendance
 - facteurs d'importance etc.

Conclusion

- **Nouvelles technologies au sein des capteurs**
 - bénéfiques pratiques pour les industriels (mesure, coûts, utilisation)
 - perspectives d'utilisation pour la prévention des risques industriels
- **Les capteurs intelligents sont-ils sûrs de fonctionnement ?**
 - fiabilité, maintenabilité, sécurité ?
 - modes de défaillance difficiles à appréhender
- **Modélisation 3-Steps**
 - analyse des effets des défaillances sur les fonctions
 - aide à la définition des états fonctionnels et dysfonctionnels d'un système (exploitable par d'autres outils : états-transition)
 - perspective de quantification des probabilités de défaillance de chacune des fonctions



Merci pour votre attention



Vos remarques et questions sont
les bienvenues



INERIS