



# Les technologies clés



## Technologies organisationnelles et d'accompagnement

### Capteurs intelligents

Fiche Technologie-clé n : 125

*VERSION 3*

- [Présentation de la technologie](#)
- [Objectifs de la technologie](#)
- [Environnement technologique](#)

---

## Présentation de la technologie



### Définition

Le capteur intelligent correspond principalement à l'intégration dans le corps du capteur d'un organe de calcul interne (microprocesseur, micro-contrôleur), d'un système de conditionnement du signal (programmable ou contrôlé) et d'une interface de communication... Plus largement, le concept de capteur intelligent se décompose ainsi (*Selon le livre "Capteurs intelligents et méthodologie d'évaluation"*) :

- un ou plusieurs transducteur(s)
- des conditionneurs spécifiques

- d'une mémoire
- d'une alimentation
- d'un organe intelligent interne permettant un traitement local et l'élaboration d'un signal numérique
- d'une interface de communication.

**Le capteur intelligent est un dispositif communicant** : cette notion de communication constitue probablement l'élément clé du concept de capteur intelligent. Reste que pour qu'un capteur puisse communiquer, il est nécessaire de définir un protocole de communication. Ce dernier réside dans une puce implantée dans chaque capteur et permet aux différents organes d'être compris par toutes les entités du système de communication. Toutefois, aussi paradoxal que cela puisse paraître, il n'existe pas réellement de standard de communication aujourd'hui : les protocoles sont disparates d'un constructeur à l'autre, si bien que les équipements d'origines différentes ne peuvent communiquer.

**Nota** : Des initiatives intéressantes ont visé à créer une norme, ou un standard industriel, rassemblant autour d'un même protocole les principaux fabricants de l'instrumentation. A partir du milieu des années 80, les industriels de l'instrumentation ont ainsi essayé de normaliser les spécifications et les protocoles de communication numériques entre différents capteurs d'origines différentes. La norme, portant sur les réseaux de terrain (FieldBus en anglais), devait regrouper les principaux fabricants de l'instrumentation, afin de définir les différentes couches (physique, liaison de données et utilisateurs) nécessaires à la communication. Elle a connu des difficultés pour aboutir, puisque plus de quarante solutions se sont développées. Parmi les plus importantes, nous pouvons citer WorldFIP, Profibus, Interbus S, Echelon, CAN, Bitbus, Batibus... et FieldBus Foundation adoptée par les principaux fabricants américains (Honeywell, Foxboro, Allen Bradley, Fisher Rosemount, Siemens et Yokogawa). Certains fabricants ont aussi développé leur propre protocole de communication point à point, comme HART (Fisher Rosemount, Elsag Bailey). Cependant, il ne s'agit pas ici véritablement de fonctionnement en réseau. Malgré toutes les difficultés pour qu'une norme internationale aboutisse, le CENELEC a édité le 15 mars 1996 une norme européenne sur les réseaux de terrain (EN 50170), intégrant les protocoles P.Net (Danemark), Profibus (Allemagne) et WorldFip (France). Cette norme devrait être adoptée en France à la fin de l'année 1996.



## Techniques mises en oeuvre

Les méthodes de fabrication d'un capteur dépendent fortement de l'utilisation que l'on veut en faire : nature des grandeurs à mesurer, environnement dans lequel il travaille... Jusqu'à ce jour, la plupart des capteurs faisaient appel à la construction intégrant à la fois l'élément sensible le capteur et l'électronique. Maintenant, dans certains cas (microsystèmes par exemple), la construction des circuits électroniques nécessaires et spécifiques aux capteurs intelligents est séparée de la stricte fabrication de l'élément capteur et ce pour être ensuite assemblée par des constructeurs en instrumentation. Il est en revanche très avantageux d'intégrer les composants électroniques au plus près des éléments capteurs. On utilise pour cela deux types de méthodes :

- l'intégration monolithique qui utilise le silicium
- l'intégration hybride qui utilise les composants en films minces et épais sur des substrats en

céramique, quartz.

## Objectifs de la technologie



### Contexte concurrentiel et économique

Qu'il s'agisse de processus de fabrication (agro-alimentaire, chimie...), de centrales thermiques, de la surveillance de l'environnement, de la transformation de matériaux, de l'automatique manufacturier, de la santé, des transports ou des télécommunications, la capacité à détecter et à mesurer des paramètres physiques est fondamentale dans le fonctionnement et le contrôle de toute activité industrielle. Les capteurs sont de ce fait au coeur des processus industriels.

Grâce en partie aux progrès de l'électronique, de l'informatique, de l'automatique et des techniques numériques, la tendance aujourd'hui est donc au développement d'une instrumentation (capteur, actionneur...) de plus en plus "intelligente" : au-delà de simples instruments de détection, certains capteurs sont devenus de véritables organes de contrôle à part entière. En ce sens, ils apportent des avantages techniques et économiques importants en augmentant la qualité des produits fabriqués, la sûreté et la disponibilité des outils de production...

Déjà utilisés dans de nombreux domaines d'applications, ils se heurtent aujourd'hui à un manque de normalisation, chaque fabricant cherchant notamment à imposer ses propres standards de communication. Cette volonté va à l'encontre de l'intérêt des utilisateurs, et limite la pénétration des capteurs intelligents dans le tissu industriel. Les taux de croissance annoncés sont malgré tout prometteurs.



### Fonctions remplies :

Les capteurs intelligents sont des dispositifs capables de détecter, de mesurer, de traduire, de dater et de traiter les données collectées en vue de les communiquer à d'autres organes du système dans lequel ils sont intégrés. Ils permettent, à travers différents traitements "informatiques" locaux, l'amélioration des performances métrologiques (validité des informations transmises, exactitude et crédibilisation renforcée des mesures, informations de haut niveau...), la diminution des points de mesure et une communication de manière bi-directionnelle ; ils intègrent également des fonctions d'auto-diagnostic, d'auto-calibration, et de gestion de l'historique. De ce fait, les capteurs intelligents permettent d'accroître et d'améliorer la surveillance et le contrôle de son environnement et donc la disponibilité et la sécurité des systèmes dans lesquels ils sont intégrés...

## Environnement technologique



### Technologies concurrentes :

Le concept de capteur intelligent ne connaît pas d'alternatives. Bien au contraire les futures générations de capteurs visent à intégrer du numérique au sein de la mesure.



## **Evolutions technologiques :**

Concevoir des capteurs destinés à la mesure de plusieurs paramètres complémentaires ; intensifier les efforts d'intégration notamment des dispositifs électroniques qui sont pour l'heure séparés du système capteur ; développer les traitements adaptatifs (faisant appel aux techniques des réseaux de neurones et de la logique floue) ; de nombreuses recherches sont entreprises dans le domaine de la sensibilité croisée du capteur par rapport à des paramètres indésirables (facteurs liés à l'environnement telles que les variations de température) ; la mise en oeuvre de protocoles de communication standardisés et normalisés constitue également un axe de recherche important (l'aspect interopérable du capteur intelligent constitue non seulement un enjeu technologique important mais également un enjeu économique ).



## **Programmes de recherche :**

De nombreux travaux de recherche sur l'instrumentation intelligente ont été entrepris, entre autres, par la CIAME (Comité Interprofessionnel pour l'Automatisation et la MESure), à savoir :

- un programme "saut technologique " soutenu par le Ministère de la Recherche : INF ( Interface normalisée fonctionnelle)
- le projet MESR N 2033 (Convention 92P0239) "Etude de l'impact des nouveaux réseaux de terrain et de l'instrumentation intelligente sur les architectures de systèmes automatisés et leurs méthodes de conception"

D'autres projets ont été réalisés dans d'autres cadres :

- le projet EUREKA "INCA" (Interface Normalisée pour Capteurs et Actionneurs)
- dans le cadre du programme Esprit II, un projet de recherche DIAS (Distributed Intelligent Actuators and Sensors) intégrant capteurs, actionneurs intelligents sur le bus de terrain FIP
- Esprit III PRIAM (Prenormative Requirement for Intelligent Actuation and Measurement) : définir une interface permettant de décrire, en termes de fonctions et de services, les capteurs et actionneurs intelligents
- lancement par la NASA en 1988 d'un projet de recherche et développement sur les systèmes programmables et modulaires baptisé "Sensors 2000".

L'ensemble des projets européens dans le domaine des capteurs intelligents a rassemblé un budget de 310 MF de 1989 à 1993.



