

CHAPITRE 6

Capteurs intelligents

Introduction

- Développement industriel nécessite une instrumentation coûteuse
 - Maîtrise des procédés de fabrication.
 - Maîtrise de la qualité des produits finis

⇒ mise en place de capteurs sur l'ensemble de procédé de fabrication

La capacité du capteur à tenir compte de son environnement, et à définir son état de fonctionnement

+

Introduction d'une capacité locale de calcul grâce à la miniaturisation

⇒ Capteurs Intelligents

Définition

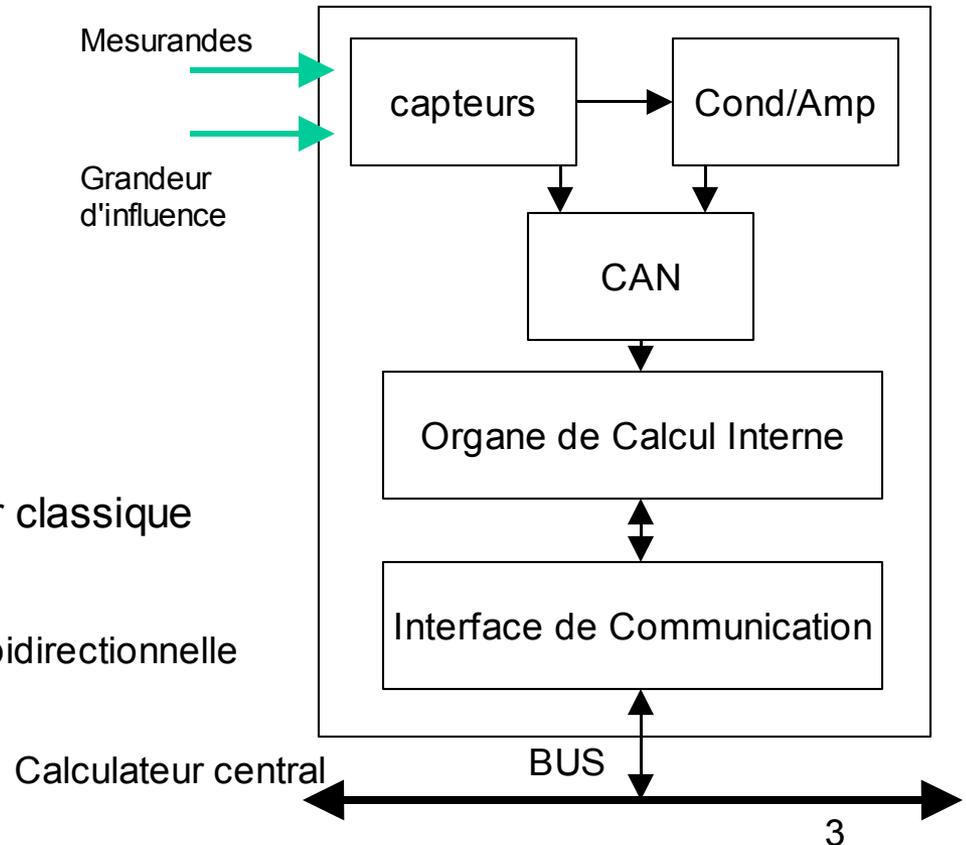
Capteur Intelligent

Un système composé de plusieurs sous-systèmes dont les fonctions sont clairement distinctes dont les principaux sont :

- un ou plusieurs capteurs
- les conditionneurs associés
- organe de calcul interne
- interface de communication

Différence Capteur intelligent / capteur classique

- Capacité de calcul interne
- Interface de communication bidirectionnelle



Fonctionnalités d'un capteur intelligent

Capteur intelligent = capteur fournissant une mesure + d'autres services

Fonctionnalités nécessaires à une instrumentation industrielle

Métrologie

Auto-adaptabilité, remplacement des données manquantes, validation de mesure
traitement du signal

Maintenance

Auto-surveillance, auto-diagnostic, contrôle à distance

Mise en service

Configuration à distance

Fonctionnalités métrologiques

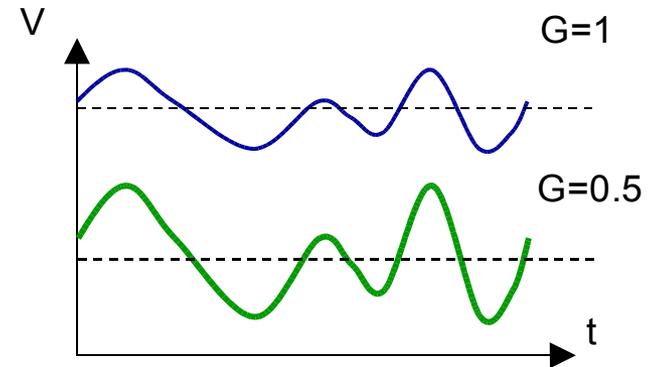
Auto-adaptabilité

Capacité du capteur intelligent à s'adapter au signal mesuré.

Exemples

Amplificateur à gain variable

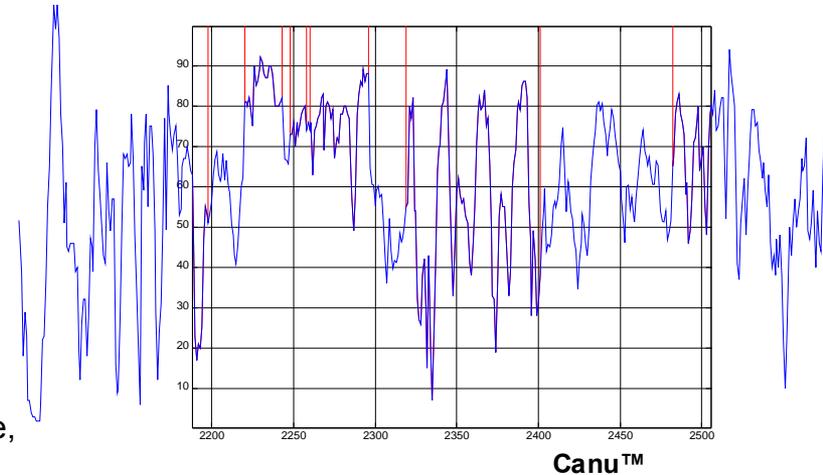
Filtre à fréquence de coupure variable



Remplacement des données manquantes

Défaillance ponctuelle du capteur => données non disponible à un temps t

Technique permettant d'estimer les données manquantes à partir des données disponibles



Précision et validation des mesures

Précision \Rightarrow prise en compte et compensation des grandeurs d'influence (température, pression ...)

Validation des mesures \Rightarrow évaluation de la qualité de la mesure, détection de mesures aberrantes

Traitement du signal

Mise en place à proximité de la source de données d'un système de traitement de l'information \Rightarrow Filtrage des résultats pour n'obtenir que l'information utile

Fonctionnalités de maintenance

Configuration à distance

Communication bidirectionnelle + traitement numérique des données \Rightarrow flexibilité instrumentale

Exemples

Transmission d'un fichier d'initialisation ou d'un programme de traitement approprié

Exploitation, détection de défaut, recherche de diagnostic

Après configuration, le système est autonome.

Transmission de l'information utile

Surveillance de processus

Détection d'anomalie \Rightarrow déclenchement d'une alarme

Détection de défaut, recherche de diagnostic

Étude des relations de cause à effet, entre l'anomalie et sa cause

Analyse statistique : test d'hypothèses, calcul d'estimée et comparaison avec des données réelles

La connaissance des propriétés statistiques du bruit est importante puisqu'elle permet de mieux modéliser les aléas du signal

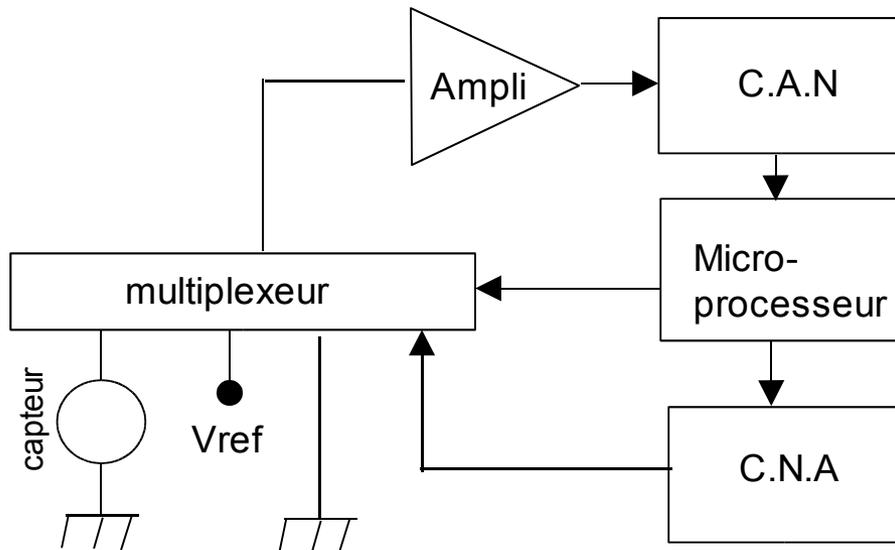
Auto-diagnostic (1)

Définition

Capacité d'un capteur à effectuer l'évaluation de son état de fonctionnement et de diagnostiquer l'élément éventuellement en dysfonctionnement

Caractéristique importante d'un capteur intelligent

Exemple de montage pour auto-diagnostic



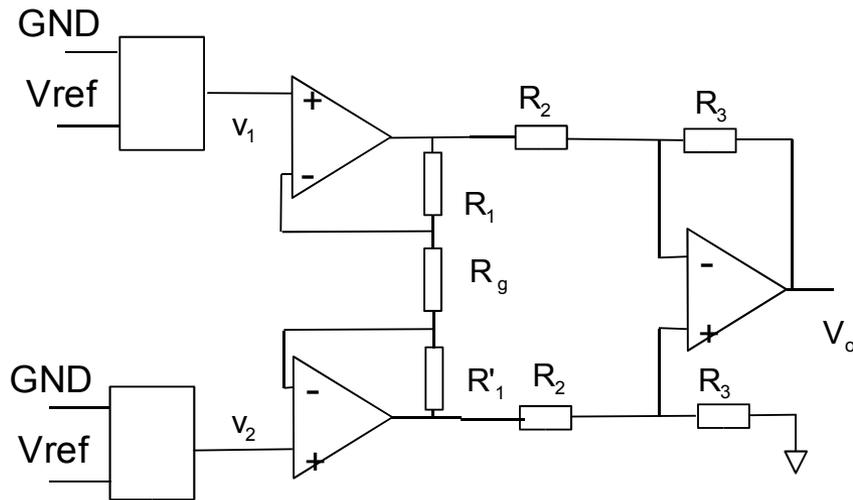
Mise à la masse de l'entrée \Rightarrow mesure d'une tension de décalage

Entrée mise à une tension de référence \Rightarrow mesure du gain

Contrôle de l'entrée via un CNA \Rightarrow validation du bon fonctionnement du CAN et CNA

Auto-diagnostic (2)

Auto-diagnostic d'un amplificateur différentiel



① $V_1=0 \quad V_2=0$

② $V_1=V_{ref} \quad V_2=0$

③ $V_1=0 \quad V_2=V_{ref}$

④ $V_1=V_{ref} \quad V_2=V_{ref}$

Validation du G différentiel et du Taux de réjections du mode commun

Auto-diagnostic des capteurs

Difficile, car il faudrait appliquer au capteur une grandeur physique d'amplitude connu.

- Questions - La grandeur mesurée est -elle comprise dans l'EM?
- La grandeur mesurée est elle compatible avec l'historique?
- La rapidité de variation de la grandeur mesurée est elle raisonnable?
- Est ce que la grandeur mesurée fluctue?

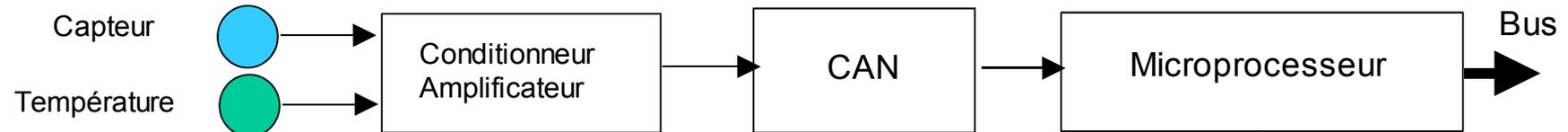
Solution simple : Duplication ou Triplication des capteurs.

Structure d'un capteur intelligent

Un capteur intelligent a une structure très variable et dépend fortement des technologies utilisées

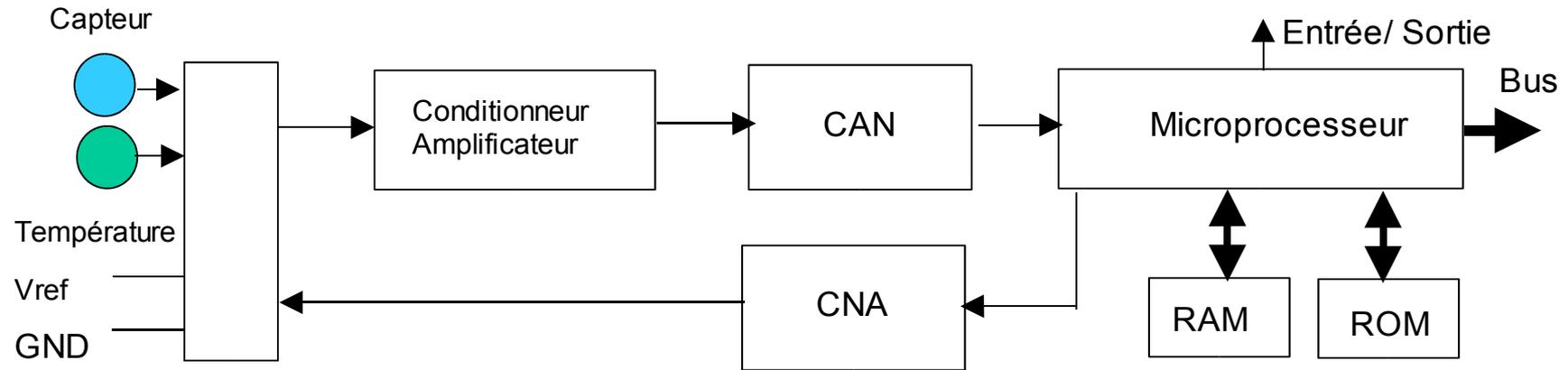
Objectif : Miniaturisation et un seul boîtier

Structure minimal



Compensation de température + unité de calcul local

Structure complexe



Unité de Calcul Local+ Fonctionnalités diverses

Structure de software

Langages

Dans la plupart des cas, on utilise le langage machine propre au micro-processeur (Texas, Motorola...) , sinon on utilise le C.

Avantages du langage machine : optimisation en vitesse et en mémoire.

Avantages du C : Langage généraliste, code portable.

Mode de traitement des données

- Bloc : attente d'un certain nombre de données avant de lancer un traitement

Exemple : moyenne statistique sur les 100 dernières valeurs

- Flux: traitement des données à l'arrivée de chaque donnée.

Exemple : test de validité des données.

Exemple d'applications classiques

- Transformée de Fourier

- étude de l'onde de forme (classification, reconnaissance)

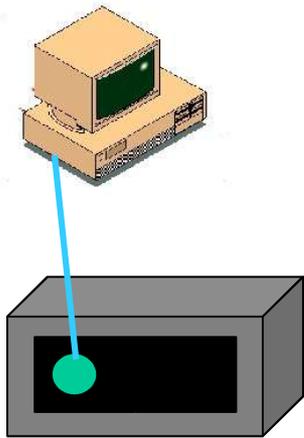
- Filtrage

Capteurs intelligents et réseaux (1)

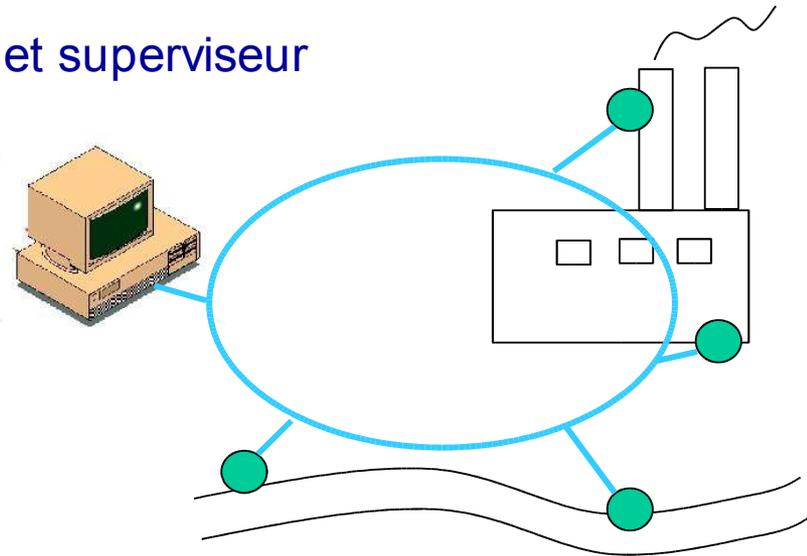
Le capteur intelligent est un dispositif communicant. Pourquoi est ce important?

- conversation avec l'unité de calcul central et/ou l'organe de supervision.
- Plusieurs fonctionnalités sont clients du service de communication :
 - la transmission de donnée (transfert des mesure, commandes, communication des résultats de traitement du signal)
 - configuration et contrôle à distance (auto-diagnostic, transfert de fichier de configuration)

Exemples de liaisons entre capteurs et superviseur



Liaison privée



Liaison de type réseau

Capteurs intelligents et réseaux (2)

Liaisons privées

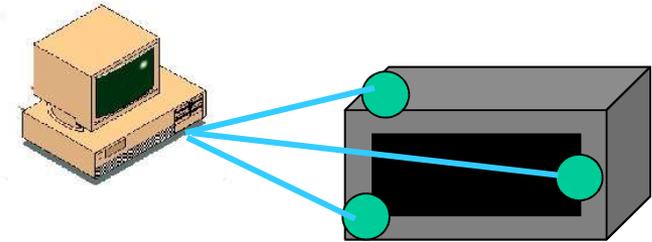
De type point à point (un seul interlocuteur)

Communication parallèle ou série

Courte Distance (20 m)

Protocoles classique (RS232,...)

Mini réseau possible



Mini réseau par liaisons privées

Simple à mettre en œuvre, mais faible débit, distance limité, et nombre de capteurs limités

Réseaux Locaux

L'ensemble des capteurs forment un réseau local sous un protocole de communication et une topologie prédéfinie.

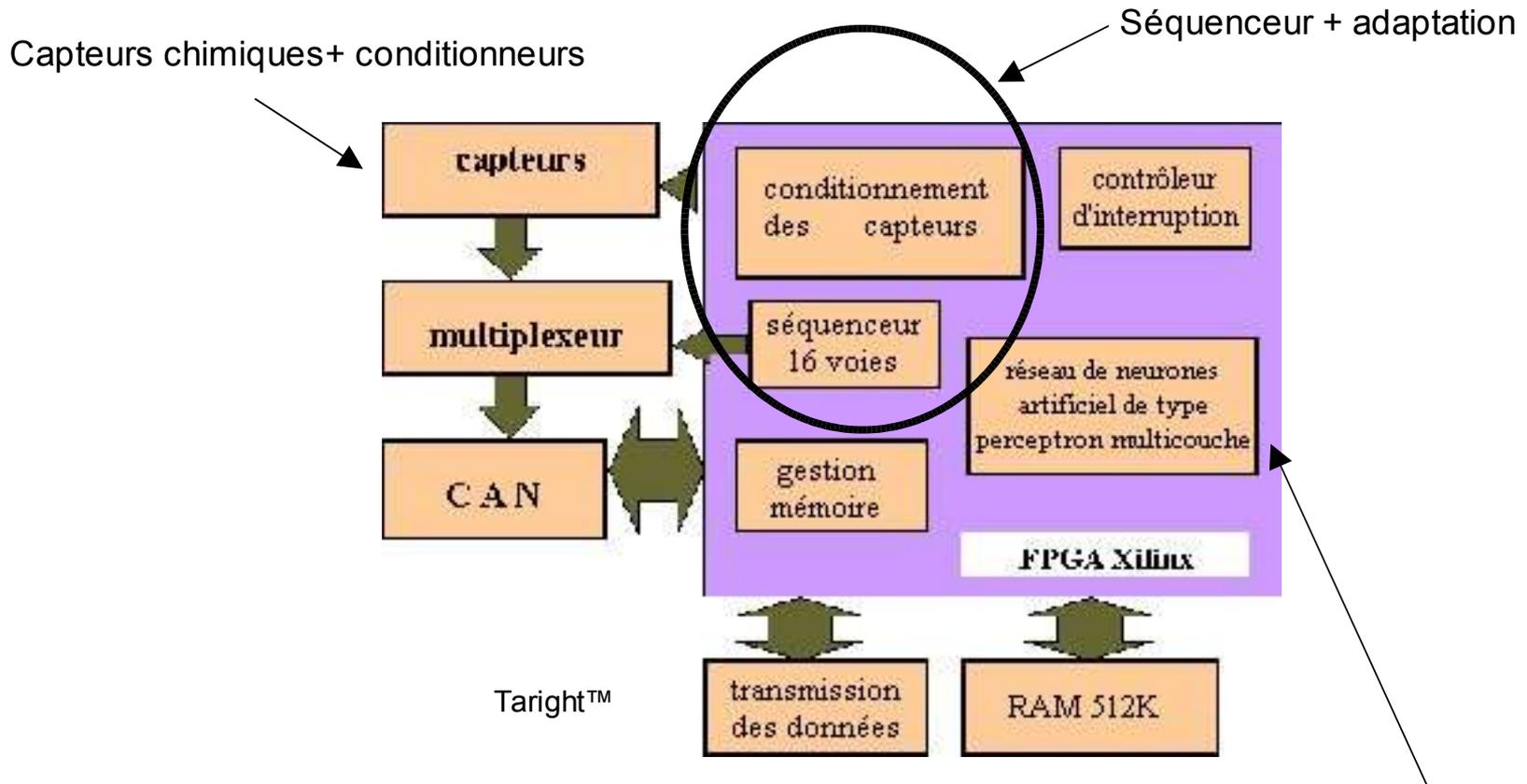
Avantages

- permet de faire communiquer plusieurs capteurs de nature différentes.
- nombre de capteurs évolutif.
- diffusion rapide proche du temps réel
- fiabilité

Il existe des réseaux spécifiques à la communication de systèmes industriels : les réseaux de terrains.

Exemples de capteurs intelligents

Objectifs : Mesure et reconnaissance automatique de composants chimiques



Structure classique d'un capteur intelligent + un module de reconnaissance de forme évolué.

Capteurs intelligents et l'automobile

L'industrie automobile est fortement consommatrice de capteurs intelligents, et truffent les voitures de ces systèmes.

Niveau d'essence

⇒ capteur traditionnel "Mesure de profondeur"

Volume \leftrightarrow profondeur mais fonction monotone croissante de la profondeur

Solution intelligente :

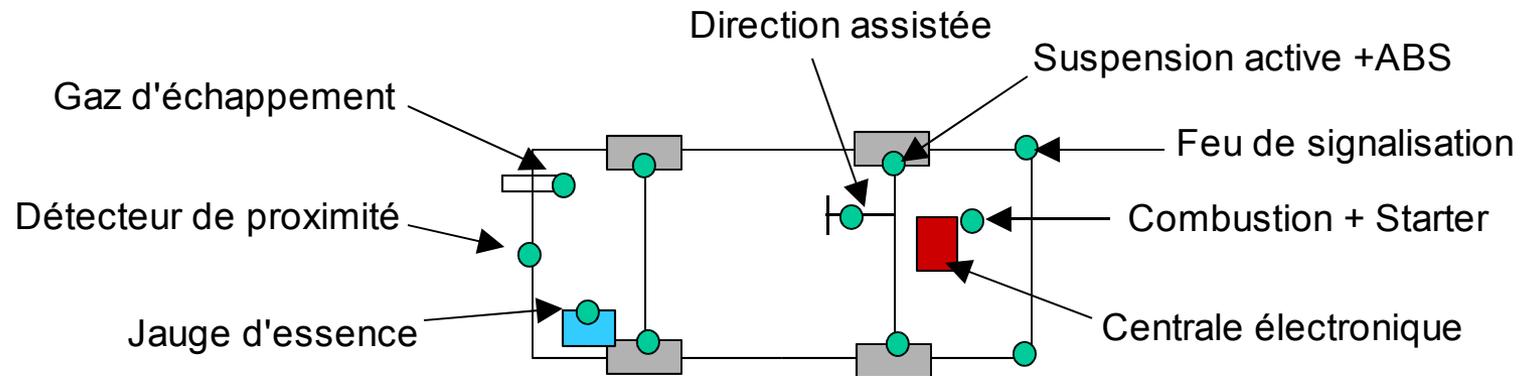
Mesure de profondeur + Microprocesseur
pour calcul de la fonction

ABS

Mesure de la vitesse de rotations des roues (codeur) et de la vitesse du véhicule (effet Doppler)

Si non concordance entre les vitesses \Rightarrow dérapage

⇒ communication entre capteurs et superviseur



Connexions : 2 Solutions 1 bus par capteur ou réseaux

Conclusions

Le développement et l'utilisation de capteur intelligent est en plein essor.

⇒ développements d'application

⇒ miniaturisation et augmentation de la puissance des composants électroniques (déportation du module de traitement du signal)

⇒ Communication haut débit et évolué (réseaux de terrain)

Intégration de capteurs intelligents dans les systèmes d'information