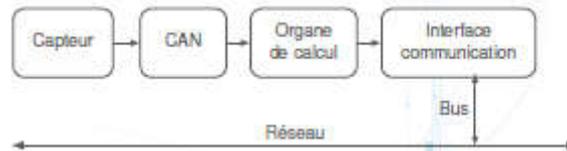


3) dues à des grandeurs d'influence,...

Aux quelles on doit on doit définir la :

- _ **Justesse** : un capteur juste présente des erreurs systématiques faibles,
- _ **Fidélité** : un capteur fidèle présente des erreurs accidentelles faiblement,
- _ **Précision** : un capteur précis est un capteur à la fois fidèle et juste.

III° Capteurs intelligents *Smart sensors* 1 monde des capteurs ne s'échappe plus à la règle.



Comment qu'un capteur intelligent peut être fonctionnel ? Il dispose d'un/de la :

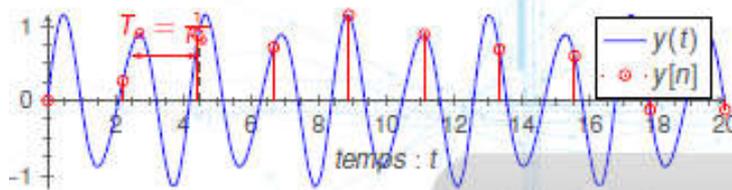
- _ Organe décisionnel embarqué,
- _ Possibilité de communication bidirectionnelle.

Il traite l'information, prend des décisions et communique avec son environnement.

Il y'a 2 catégories de Capteurs intelligents :

Convertisseur Analogique/Numérique: permet la conversion du signal électrique/échantillonné.

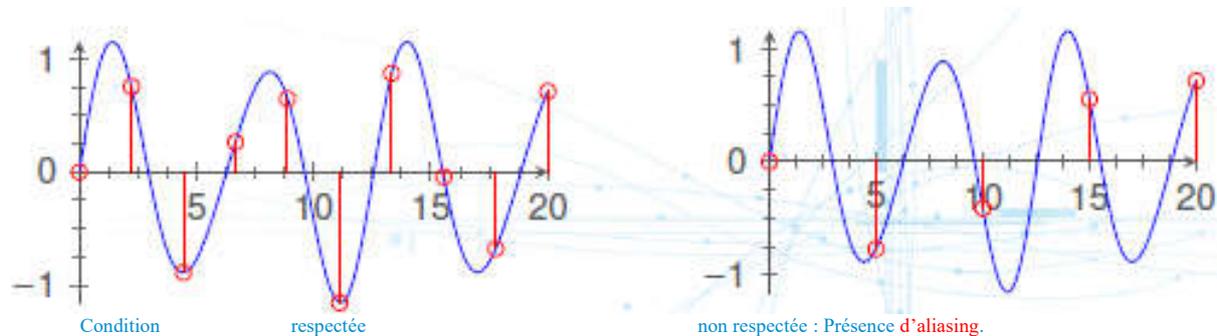
$$y[n] = y(t) \Big|_{t=\frac{n}{F_e}}, n = 0, 1, 2, \dots$$



F_e : Fréquence d'échantillonnage (Hz)

Pour échantillonner le signal convenablement (sans perte d'information): **Condition de Shannon** $F_e \geq 2f_{\max}$

f_{\max} : Fréquence maximale du signal (Hz).



IV° Comment ajouter de l'intelligence au capteur? Organe de calcul)

- _ **Auto-adaptabilité** : Capacité du capteur intelligent à s'adapter au signal mesuré (modification gain, filtrage, ...).
- _ **Autodiagnostic** : Capacité du capteur à critiquer ses mesures.

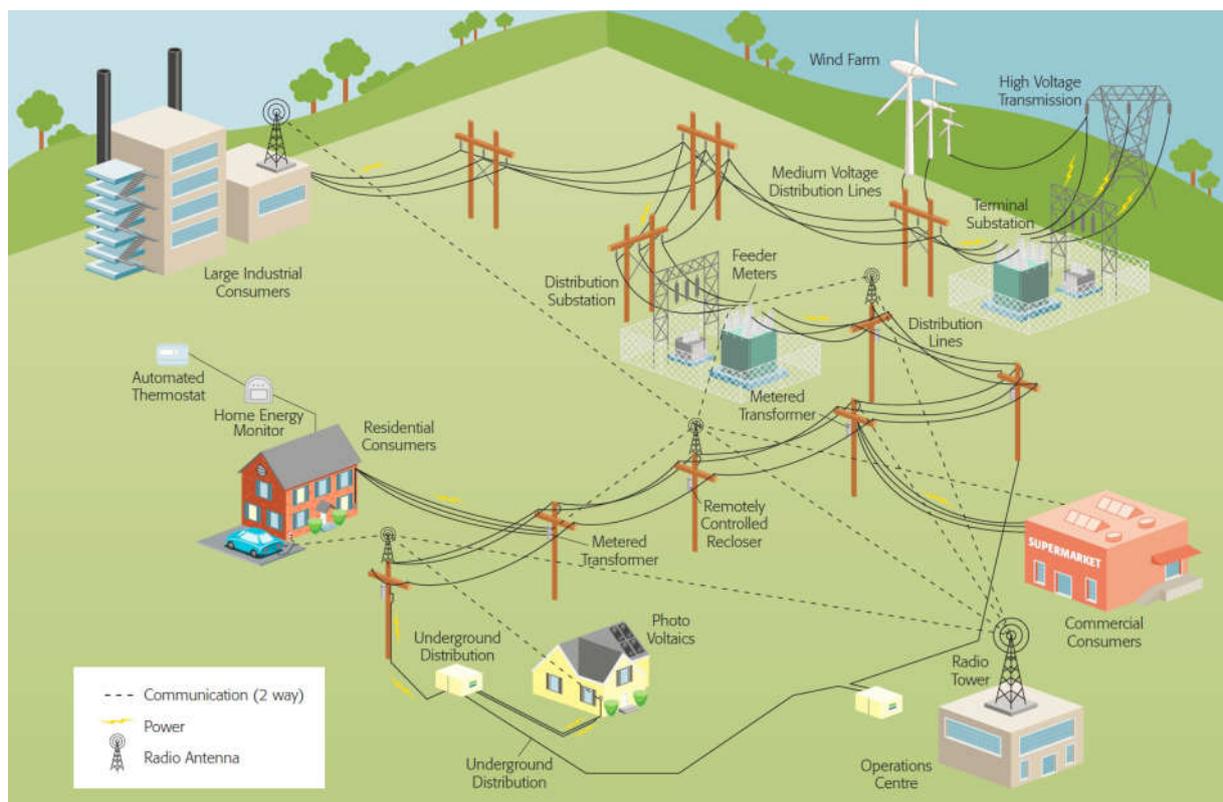
_ Correction des mesures : Capacité du capteur à corriger des valeurs mesurées (à partir d'informations d'autres capteurs par exemple).

_ Estimation de certains paramètres du signal,

L'intégration de ces fonctionnalités nécessite de bonnes bases en traitement du signal, théorie de l'estimation et théorie de la détection.

V° Exemples d'application

Dans une "Smart Grid", on utilise des capteurs intelligents capables de transmettre des informations sur l'état du réseau électrique de manière synchronisée.



Principes physiques de capture (acquisition de données)

Puisque un capteur est un convertisseur d'effets généralement non électriques en signaux électriques, un et même plusieurs pas de transformation sont souvent exigés avant qu'un signal électrique de sortie ne soit généré.

Il ya 2 types de capteurs: directs et complexes.

un capteur direct convertit une impulsion non électrique en un signal électrique. **L**orsqu'on veut détecter le déplacement d'un objet opaque, on utilise un capteur (détecteur) à fibre optique.

Une lumière pilote (d'excitation) est générée par 1 LED, transmise via une fibre optique à l'objet et réflétée de sa surface.

Le flux de photons reflété entre la fibre optique réceptrice se propage vers une photodiode, où il produit un courant électrique représentant la distance entre la fin de fibre à l'objet.

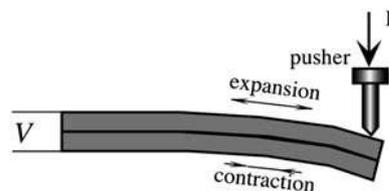
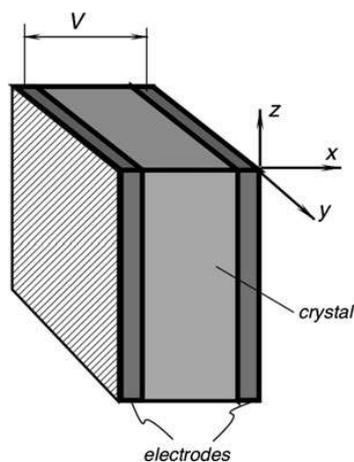
Un tel capteur implique une transformation de courant électrique en photons, une propagation de ceux-ci à travers un milieu réfléchif, une réflexion et une conversion inverse en un courant électrique.

Un tel processus de capture faire inclure 2 pas de conversion d'énergie, aussi bien qu'une manipulation du signal optique.

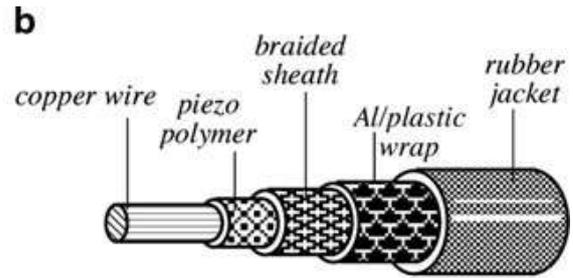
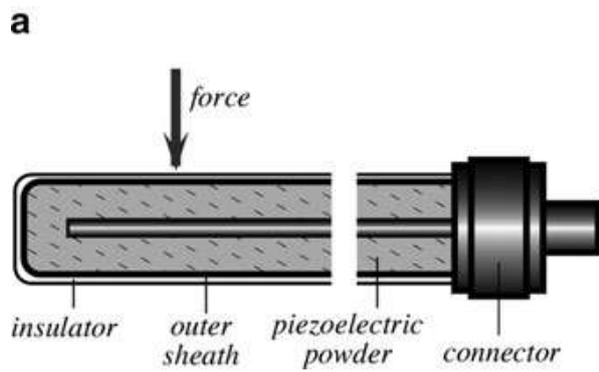
Il ya plusieurs effets physiques résultant de la génération de signaux électriques répondant aux influences non électriques, pouvant ainsi être utilisés dans les capteurs directs.

Ex. effet thermoélectrique (thermocouples produisant un voltage constant quand 2 jonctions métalliques non similaires sont portées à des températures constantes mais différentes), piézoélectricité (les résistances électriques changent quand le matériau est mécaniquement déformé : la sensibilité de contrainte est dite effet piézoélectrique), et effet photoélectrique.

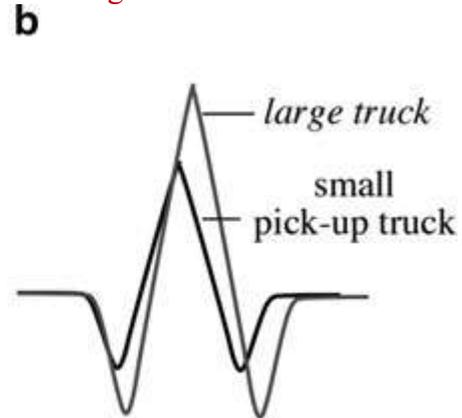
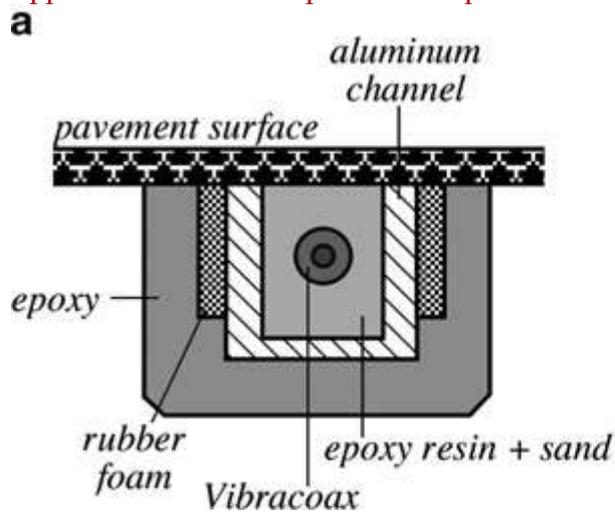
Le capteur piézoélectrique se forme en appliquant des électrodes au pôles d'un matériau cristallin.



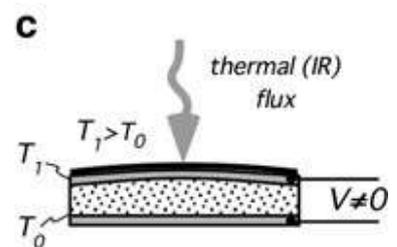
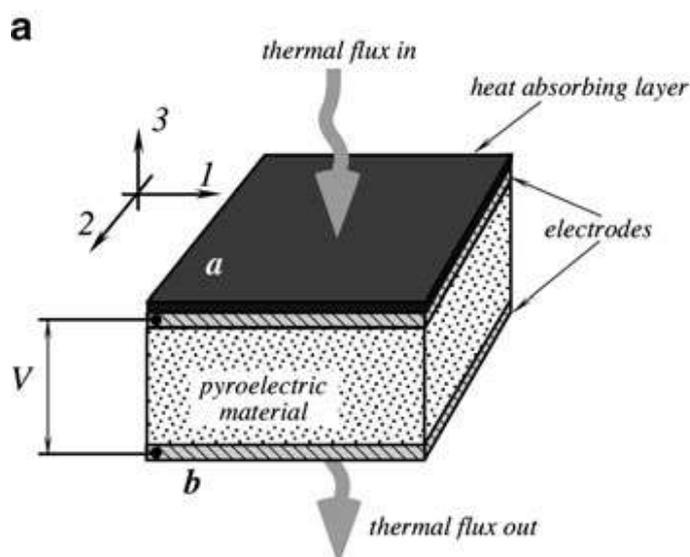
"Capteurs câbles" piézoélectriques



Application des câbles piézoélectriques dans le contrôle des grandes voix de communication



L'effet pyroélectrique est relié de façon très proche à l'effet piézoélectrique: les matériaux pyroélectriques sont des substances cristallines capables de générer une charge électrique en réponse à un flux d'échauffement.



Les matériaux piézo et pyroélectriques tels que le tantalate de lithium et les céramiques polarisées sont des matériaux types pour fabriquer des capteurs pyroélectriques.

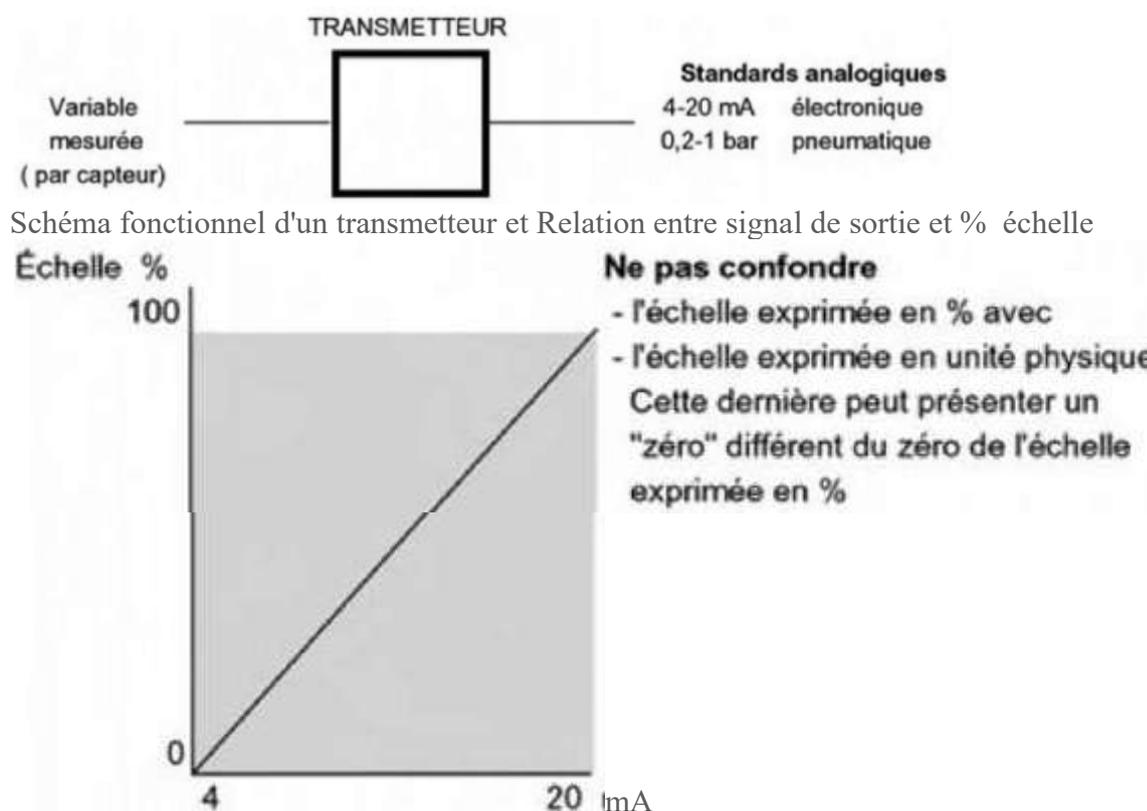
Quatre grandeurs physiques principales sont à contrôler (maîtriser) sur un processus industriel

Pressure **F**low (débit) **L**evel **T**emperature

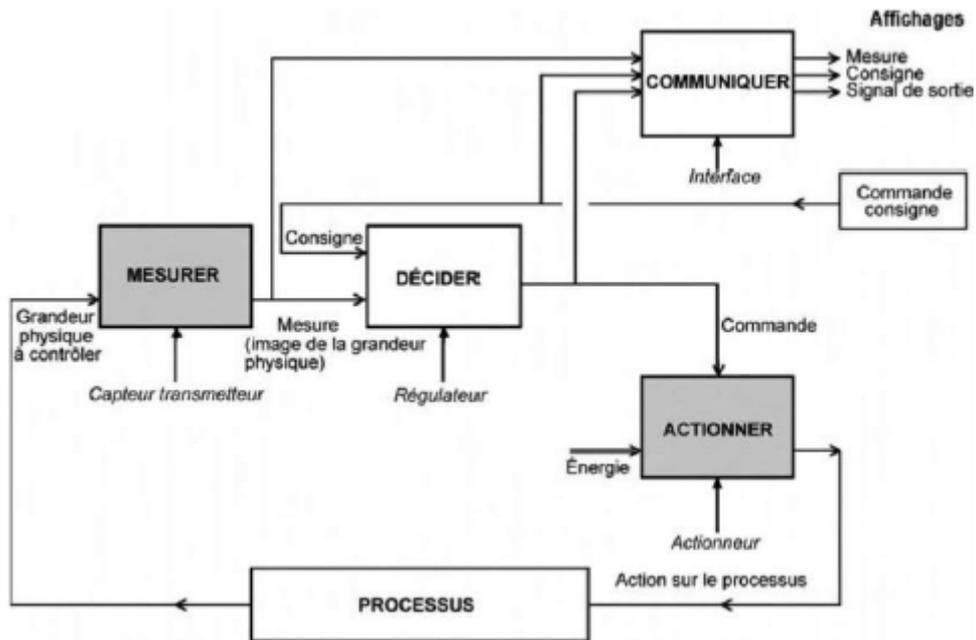
+ **A**nalysis: d'autres grandeurs physiques ou chimiques pouvant être mesurées "analysées" pour surveiller l'environnement. L'analyse peut être une mesure de qualité spécifique d'un corps (masse volumique, viscosité, pression), une détection de son changement d'état (solidification, vaporisation), sa composition chimique, le pH d'une solution.

Capteurs et Transmetteurs

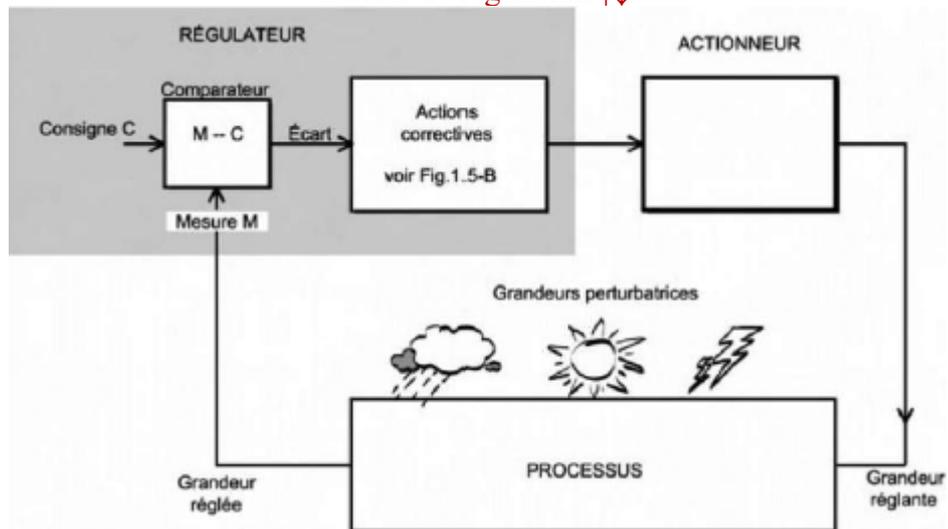
Un capteur est un élément d'un appareil de mesure auquel est directement appliquée une grandeur à mesurer et dont le signal de sortie n'est pas directement utilisable comme signal d'entrée dans une boucle de mesure ou de régulation (ex: thermocouple délivrant une f.e.m de quelques mV).



Un transmetteur est un appareil de mesure dont l'entrée est issue d'un capteur et dont la sortie est un signal conforme à un standard *analogique* (4-20mA) ou *numérique*, directement utilisable dans une boucle de mesure ou de régulation. Le terme "capteur" désigne un transmetteur ou "capteur-transmetteur".



Boucle de régulation ↑↓



Echelle et étendue

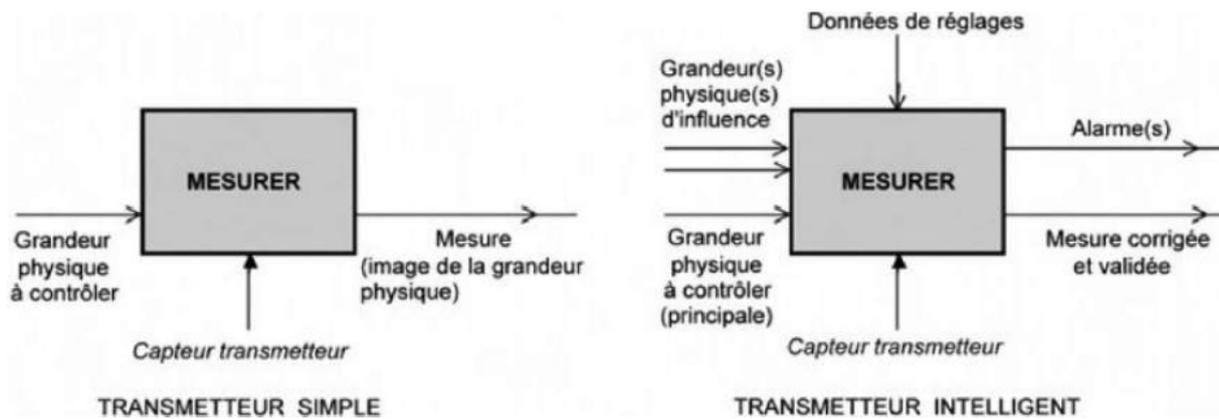
L'échelle (*scale*) est un ensemble ordonné de repères formant partie d'un dispositif indicateur.

Elle se spécifie par 2 limites inférieure et supérieure (ex 0°C à 500°C).

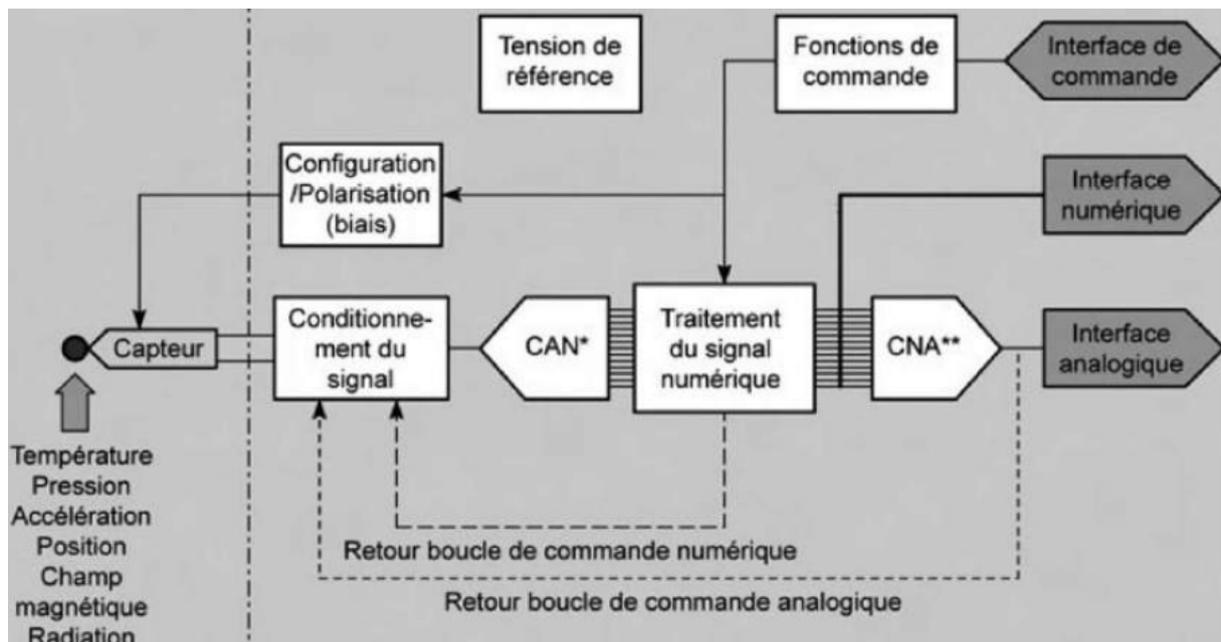
L'intervalle de mesure (*span*) est le module de la différence des 2 limites de l'échelle.

Transmetteur intelligent

On dit qu'un transmetteur (capteur par abus) est "intelligent" (*smart*) s'il a une capacité interne de mesure et de calcul (traitement d'informations) et d'une interface de communication.



"Capteurs intelligents" (*smart sensor*) est un concept apparu dans les années 80s, associé au développement des réseaux de terrains industriels, supports de transmission permettant de décentraliser les entrées-sorties. En réalité, l'évolution a porté sur la partie transmetteur avec l'introduction du numérique, la partie capteur restant la même. Au sens capteur-transmetteur, un capteur intelligent est en général constitué de :



- **Transducteurs** convertissant une grandeur physique en une autre grandeur physique (partie capteur). Un de ces transducteurs est dédié à la "mesure", les autres la "corrigent";
- **Conditionneurs spécifiques** ;
- **Conditionneur Analogique-Numérique** (avec un multiplexeur s'il ya plusieurs capteurs) et CNA;
- **Mémoire** stockant les programmes (filtres, fusion de données) et leurs paramètres de configuration, ou sauvegardant les données en cours de fonctionnement du système.
- **Alimentation** ;
- **Organe intelligent** interne (microcontrôleur, microprocesseur) traitant localement la mesure

et élaborant un signal numérique;

– **Interface** de communication avec le monde extérieur, principalement à travers un réseau physique (de terrain de type Profibus, FOUNDATION, fieldbus, HART,...) et maintenant sans fil (wireless).

Le capteur intelligent apporte des réponses en termes de performances (stabilité de mesure, précision) mais ne remet pas en cause les principes de la mesure. L'instrumentaliste (lors de l'installation et maintenance du capteur) bénéficie des fonctionnalités telles que le réglage à distance et le diagnostic précis, qu'offrent les capteurs intelligents.

– **Avantages du transmetteur intelligent :**

- * correction de grandeurs d'influence (pression statique, température) qu'agissent sur un capteur, d'où une précision et une stabilité accrues.
- * validation de mesures transmises.
- * meilleure rangeabilité (rapport des étendues de réglage min et max sur un même modèle de transmetteur), donc moins de modèles pour couvrir la gamme des besoins.
- * répétabilité.
- * auto-surveillance, autodiagnostic avec possibilité d'une valeur de repli.
- * possibilité de mémoriser les paramètres internes de réglage.
- * dialogue "transmetteur/module de communication" possible à distance (module raccordé sur ligne de transmission permettant la lecture et la modification des paramètres de réglage.

– **Signaux de sortie du transmetteur électronique :**

Un transmetteur intelligent présente soit un signal analogique identique (auquel est superposé un signal numérique, souvent selon le protocole HART) via une liaison câblée, soit un signal numérique dans le cas des réseaux de terrain ou des réseaux sans fil.

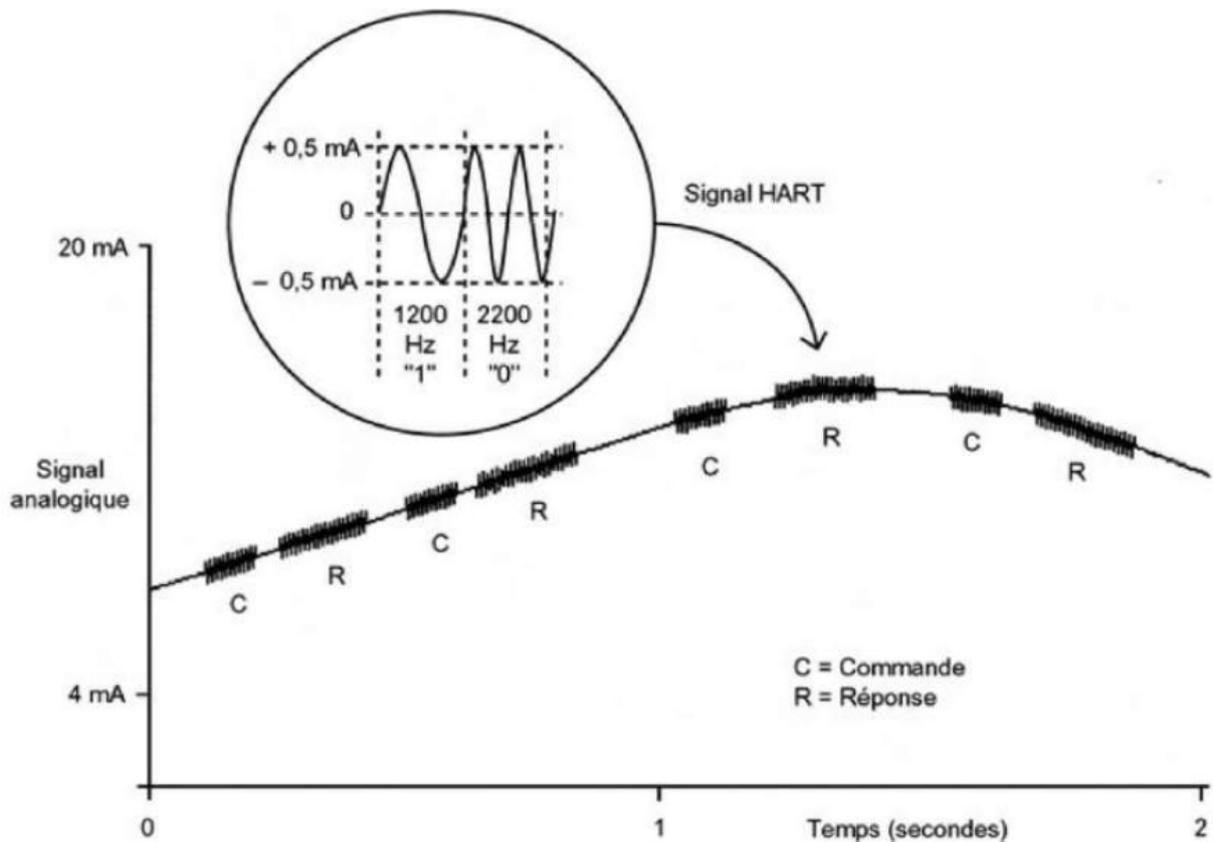
[On rappelle qu'un protocole est un ensemble de règles assurant la communication ordonnée d'informations entre deux ou plusieurs dispositifs].

– **Protocole "Highway Adressable Remote Transducer"**

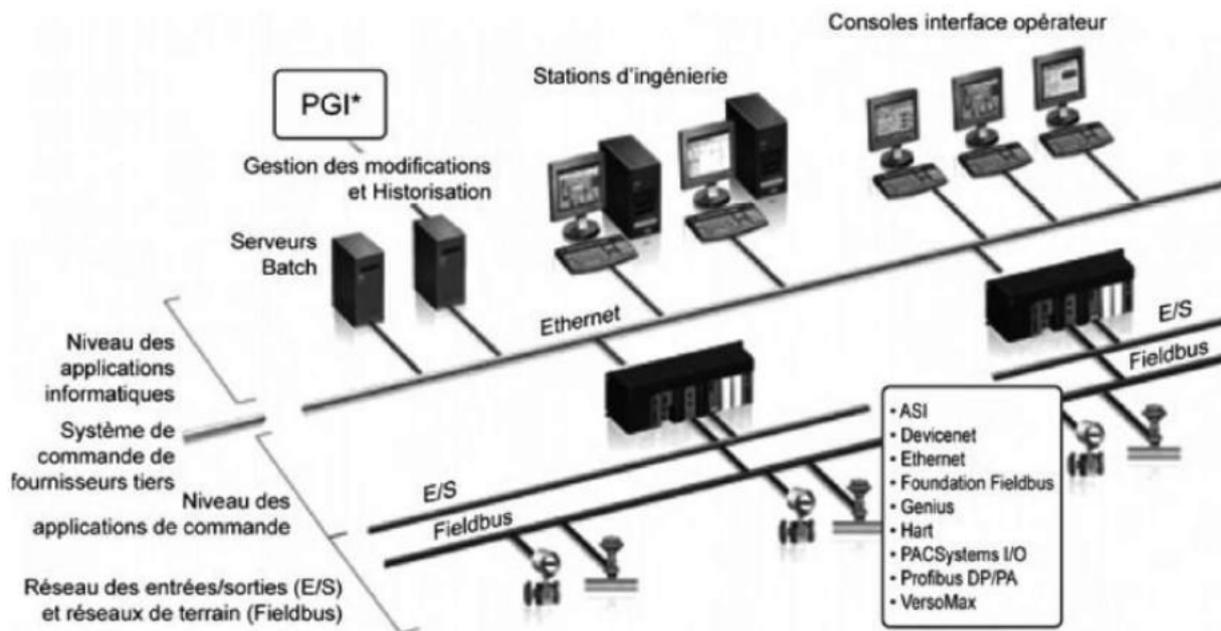
Créé au milieu des années 80s par Rosemount, et étudié spécialement pour la communication des mesures dans le domaine du contrôle des processus, HART superpose des signaux sinus-oïdaux sur le signal analogique 4-20mA (fig.↓).

Utiliser un capteur intelligent avec HART a un intérêt qui réside dans le fait de pouvoir :

- * l'utiliser classiquement avec 1 système de contrôle-commande en interface analog. 4-20mA (minimiser donc les modifications de câblage dans les installations qui existent).
- * bénéficier des ressources de technologie numérique pour gérer ces capteurs à distance (paramétrage, diagnostic), par le biais d'un fichier "Device Description".



Divers protocoles de réseaux sont proposés, dont les principaux pour l'instrumentation dans l'industrie sont : Profibus, Fieldbus Foundation, HART. Puisque ceux-ci sont non compatibles eux, il est nécessaire de choisir des capteurs et des actionneurs disposant du protocole de communication dit *ad-hoc* pour le réseau retenu. Les capteurs ont maintenant la possibilité de proposer des options de communication interchangeables.



* PGI : progiciel de gestion intégrée (en anglais ERP pour *Enterprise Resource Planning*)

Résumé : transducteurs et capteurs



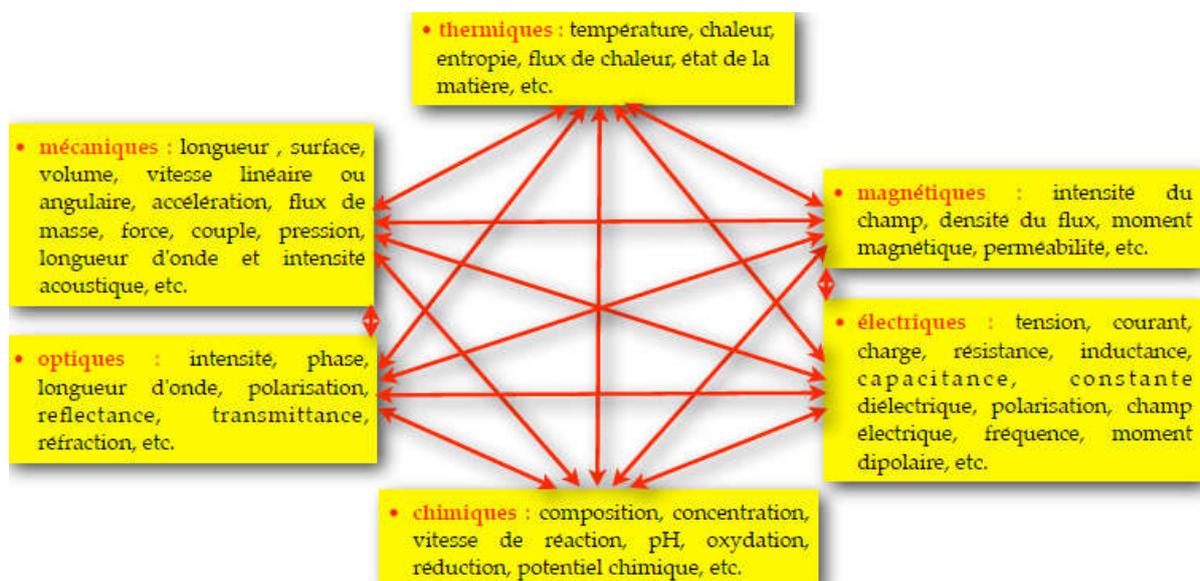
On appelle "**transducteur**" tout composant qui fournit comme signal de sortie une grandeur physique utilisable en réponse à une autre grandeur physique spécifiée comme signal d'entrée



• **Capteurs, senseurs ou détecteurs**: fournissent comme signal de sortie 1 quantité électrique utilisable en réponse à une grandeur, une propriété ou une condition physique à mesurer.

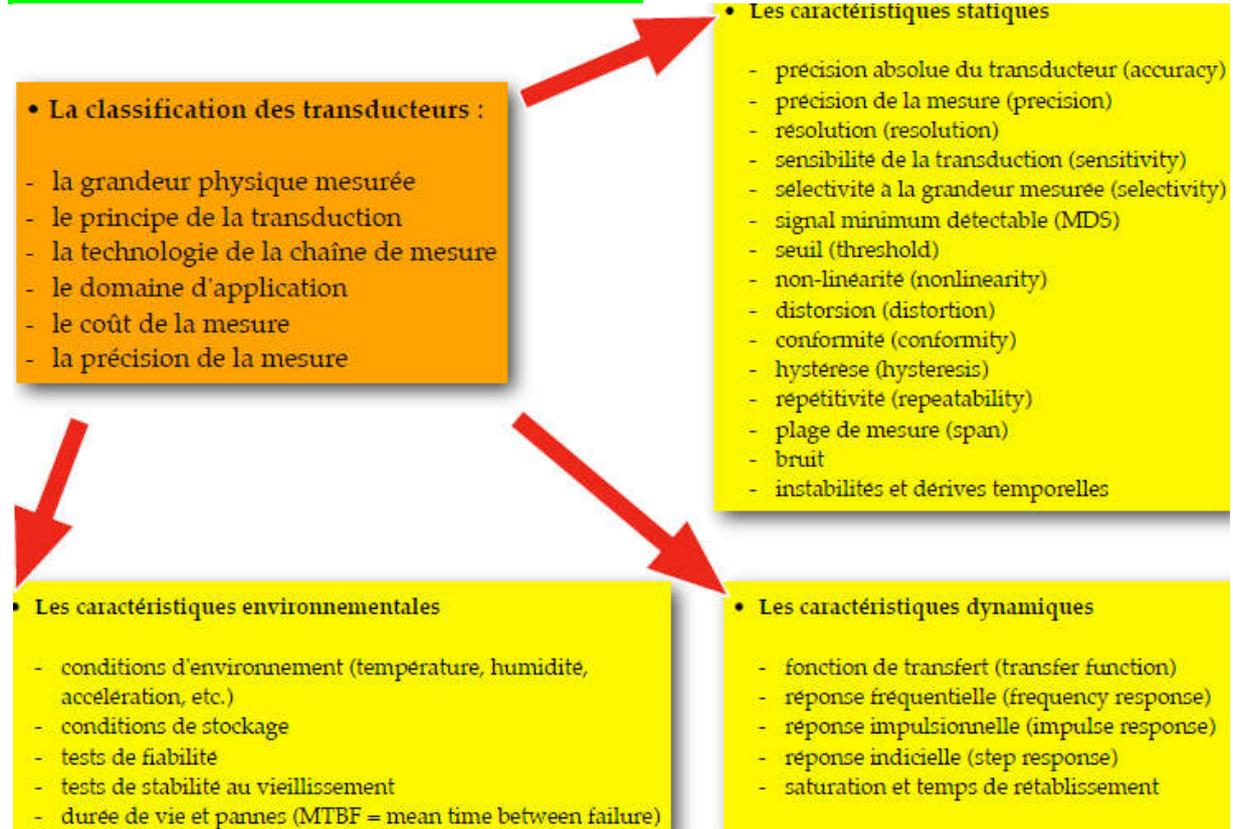
• **Actuateurs, moteurs ou générateurs**: fournissent comme signal de sortie une grandeur ou une condition physique à modifier en réponse à une quantité électrique fournie à l'entrée.

1 transducteur est 1 composant capable de fournir une grandeur phys. en réponse à une autre grandeur physique; les principes de telle transduction se basent sur l'existence de divers **effets physiques ou chimiques**. On distingue 6 grandes classes de signaux :



Principes physiques de transduction Mechanical, Thermal, Electrical, Magnetic, Radiant, Chemical

Classification et caractérisation des transducteurs



Effet thermorésistif: utilisé pour réaliser *des capteurs de température*, où la résistivité (ρ) du matériau dépend de la température T .

Effet magnétorésistif: dans certains matériaux, ρ dépend du champ magnétique appliqué transversalement à la direction de circulation du courant électrique, comme par exemple dans **InSb** et dans certains semiconducteurs, permettant de réaliser *des capteurs pour la mesure des champs magnétiques*, spécialement tout *capteur potentiométrique sans frottement mécanique*, pour mesurer le déplacement mécanique sans frottement.

Effet photorésistif : pour certains matériaux, ρ dépend du flux lumineux γ_l incident sur le matériau. Cet effet permet de réaliser *des capteurs de mesure de flux lumineux*.

Effet piézorésistif: ρ de certains matériaux dépend des contraintes mécaniques qui leur sont appliquées, longitudinalement σ_l et transversalement σ_t à la direction selon laquelle circule le courant électrique; cet effet est utilisé en **jauge de déformation piézorésistive** (Strain gage) qui n'est sensible qu'aux déformations du substrat dans la direction parallèle aux fils minces (de par la configuration géométrique du film piézorésistif).

Effet capacitif & diélectrique: la **capacité électrique** C d'un condensateur composé de 2 plaques de surface S distantes de d est donnée par : $C = \epsilon_d S / d$, où ϵ_d est *la perméabilité diélectrique de la substance* placée entre les plaques (électrodes).

Effets capacitifs mécaniques: le déplacement longitudinal ou transversal d'une des électrodes par rapport à l'autre modifie C du condensateur; on distingue les :

- Capteurs capacitifs basés sur la mesure de d permettent *des mesures extrêmement sensibles de déplacement*, si d est assez petit. Ils s'utilisent pour mesurer un faible déplacement, comme en microphones à condensateurs.
- Capteurs capacitifs basés sur la mesure de S sont utilisés pour *des mesures précises de plus grands déplacements* (micromètres capacitifs).

Effet capacitif mécanique: le déplacement longitudinal ou transversal d'une des électrodes par rapport à l'autre modifie la capacité du condensateur: effet appliqué en **Microphone capacitif**.

Effet diélectrique: ϵ_d d'une substance peut dépendre de divers paramètres physiques, comme la température: 1 effet intéressant pour fabriquer des capteurs, où ϵ_d de certaines céramiques dépend du **taux hygrométrique de l'air** (% d'humidité dans l'air); une dépendance permettant de réaliser des **capteurs capacitifs mesurer le taux hygrométrique** dans l'air.

Effet piézoélectrique: certains matériaux *piézoélectriques* possèdent un fort couplage entre les champs de natures électrique ϵ et élastique σ (respectivement champs de déformation et de contrainte): 1 couplage impliquant qu'1 matériau piézoélectrique placé dans un condensateur transforme une déformation mécanique ϵ en un signal électrique U et vice versa. **L'effet piézoélectrique** dans les monocristaux (**quartz**, **NbLi**,..), dans les céramiques (**PZT**) et dans certains polymères (**PVDF**) est à la base de la technologie de nombreux transducteurs tels que les :

–**Transformateurs électro-acoustiques** : Tweeter (haut-parleurs pour les aigus), microphone, et surtout émetteur et récepteur d'ultrasons; l'effet piézoélect. dans les monocristaux, céramiques et certains polymères est à la base de la technologie de nombreux transducteurs :

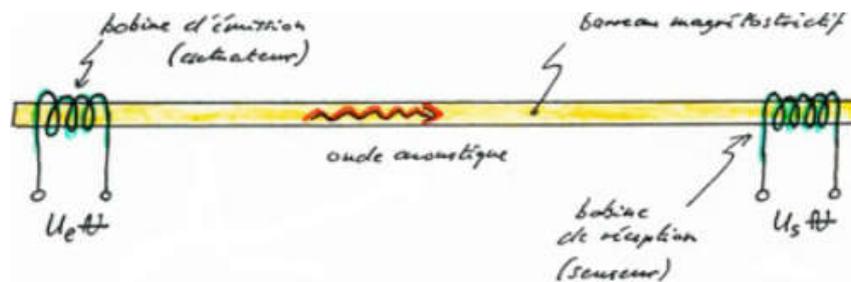
–**Actuateurs divers** : Moteurs à ultrasons (auto-focus d'objectifs d'appareils photo), miroirs déformables (téléscopes), scanners pour microscopes (à effet tunnel, à force atomique, etc.), électro-optique (commutateurs/ modulateurs optiques, filtres de couleur, affichage/ stockage optique, holographie, guide d'ondes), etc..



Effets de résonateurs piézoélectriques (en Bases de temps des horloges à quartz): constitué de l'élément piézo avec ses électrodes, le système possède une fréquence propre mécanique très précise, excitée électriquement, et utilisée pour stabiliser 1 oscillateur électronique; dépendant de la température dans 1 **capteur de température à quartz**, f_0 est extrêmement précise. Mesurer des fréquences avec une très haute précision nécessite un résonateur piézo, servant de thermomètre haute précision, pour lequel seule l'hystérèse de la réponse $f_0(T)$ limite la précision et la résolution.

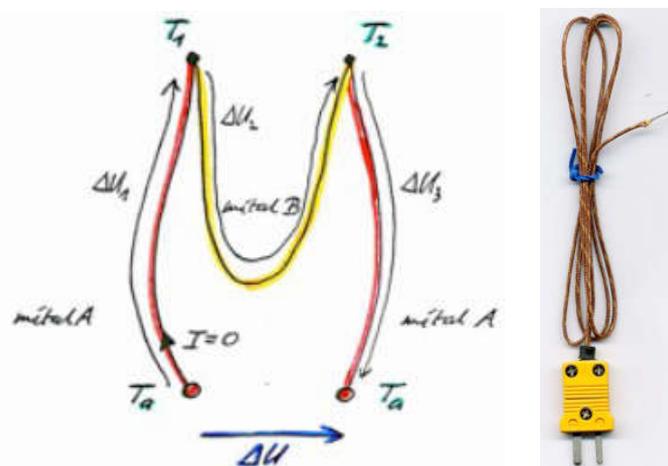
Effets inductifs & magnétiques: l'inductance L d'une self à noyau ferromagnétique est fonction du nombre de spires N de la bobine, des dimensions géométriques (long l , diamètres interne et externe), de la *perméabilité magnétique* μ du noyau et des dimensions géométriques du noyau

Effet magnétostrictif: dans 1 corps ferromagnétique existe 1 couplage plus ou moins fort entre les champs élastiques (déformation et contrainte respectivement) et la magnétisation M : 1 effet permettant de réaliser des transducteurs et des senseurs, surtout '**émetteur et récepteur d'ondes acoustiques**'. Comme ex., on peut réaliser *une ligne à retard* par le système simple suivant:



Effet Seebeck (thermocouples): soit le système suivant où 1 fil conducteur électrique composé de 3 fils, de 2 matières différentes, avec 2 soudures placées à différentes températures; c'est le principe du **thermocouple**, couramment utilisé comme **capteur de température**.

– Ex. Type C: Tungstène-Rhénium(5%) / Tungstène-Rhénium(26%), adapté aux températures très élevées (0- 2320°C), de prix élevé, difficile à fabriquer, fragile, et à ne doit pas être utilisé en présence d'oxygène en dessous de 500°F.

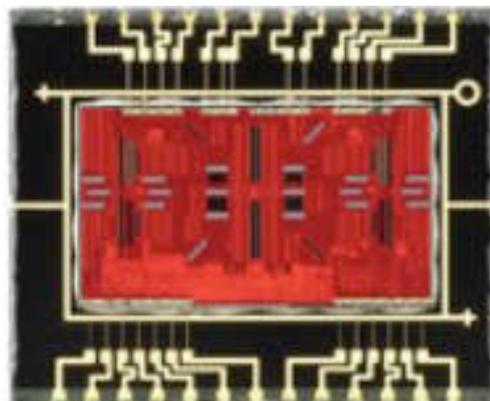


Effets photovoltaïque et photoconductif: une *cellule photovoltaïque* ou *générateur solaire* est une jonction qui se comporte comme **source de courant**, peut être utilisée comme **capteur pour la mesure de l'intensité lumineuse**.

Effet photovoltaïque: en **1générateur solaire** et pour un éclairage donné, il existe une valeur optimale de la charge R_c qui maximise **la puissance fournie** ($P=I_R U_D$) par la cellule voltaïque; en utilisant l'effet photovoltaïque dans **1capteur d'intensité lumineuse** pour **mesurer l'intensité lumineuse**, on doit choisir une résistance R_c très petite, puisque I_R est alors proportionnel à la puissance lumineuse P_γ fournie par la diode. Le montage électronique capable de mesurer I_R en assurant R_c très petite est évidemment **l'ampli. de courant**. Pour un **capteur différentiel de position**, des cellules photovoltaïques sont souvent utilisées en mode différentiel, comme **capteur de position d'un spot lumineux** (spot laser réfléchi par une surface mobile)

Optoélectronique intégrée (en **senseur d'images**): on peut fabriquer des **capteurs d'images** se caractérisant par leur:

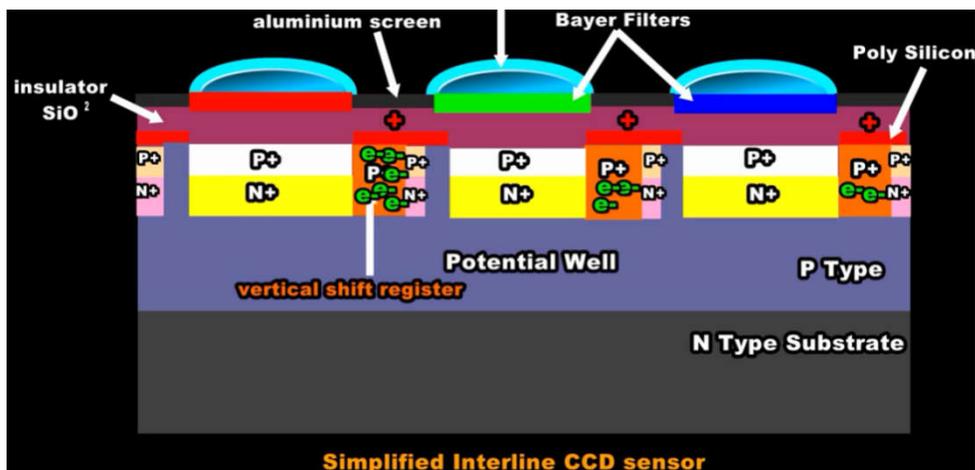
- Domaine d'applications (photographie, caméra, scanner, recherche, astronomie,..)
- Géométrie (1D, 2D) et leur résolution spatiale (nombres de pixels)
- Sensibilité lumineuse et spectrale (visible, IR, UV, RX, etc.)
- Technologie (CCD, CMOS, JFET, LBCAST, etc.)
- Vitesse de réponse (on trouve des caméras digitales à >20.000 images/s)
- etc.



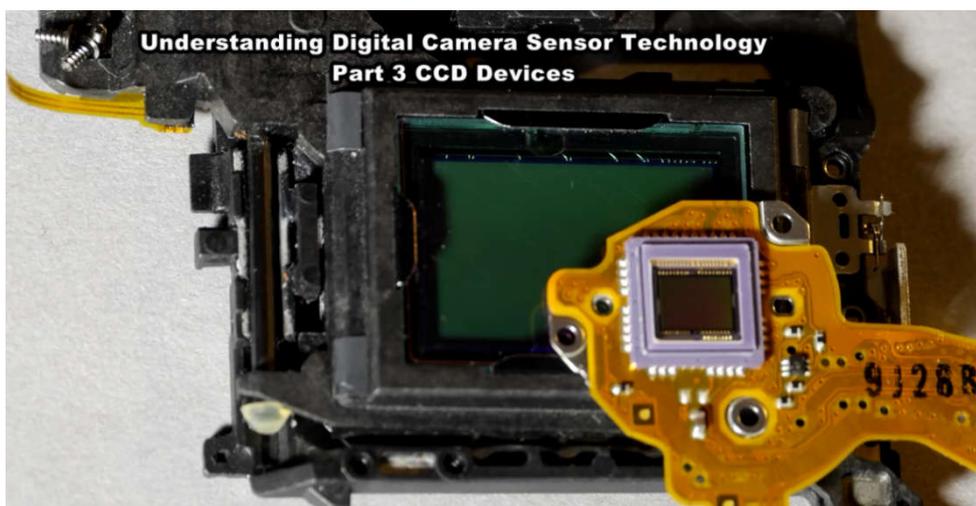
Effet photoémissif: (en **L**ight **E**mitting **D**iodes et **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation diodes): selon la technologie utilisée pour réaliser la jonction semiconductrice de la diode, celle-ci traversée par 1 courant direct peut émettre une lumière. En optoélectronique, on fabrique une LED capable d'émettre dans différentes bandes de fréquence (Infra**R**ed,rouge, orange, vert, bleu). Par une réalisation géométrique spéciale, on peut aussi réaliser des cavités résonnantes conduisant à des diodes émettant de la lumière cohérente à une fréquence donnée: ce sont les diodes LASER.

Cameras **C**harge **C**oupled **D**evice

A présent, la technologie CMOS est utilisée dans la +part des cameras digitales sur le marché. Les capteurs d'image CCD et CMOS) sont deux différentes technologies utilisées a présent pour capturer d'image numériquement; chacune a ses propres faiblesses/points forts dominant en différentes applications, et donnant ses avantages.

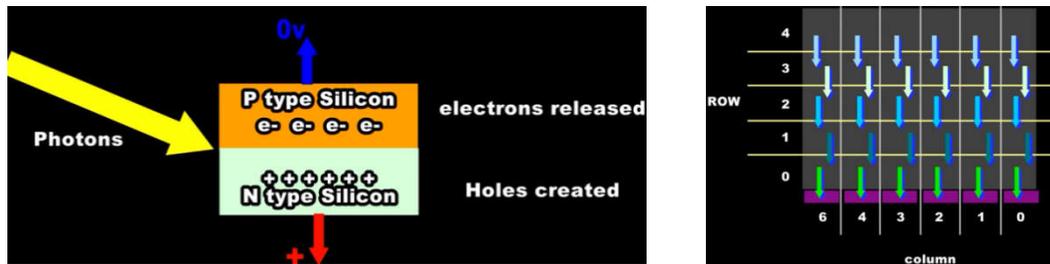


(In 2009, Willard S. Boyle and George E. Smith received a Nobel Prize for their invention of CCD in 1969).

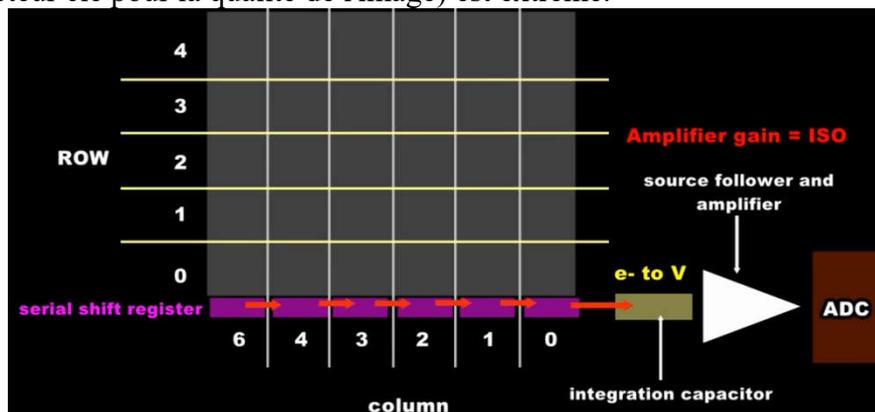


Les deux types d'imagiers convertissent la lumière en charge électrique et la traite en signaux électroniques; dans un capteur CCD, chaque charge de pixel est transférée par l'intermédiaire

d'un nombre très limité de nœuds de sortie (souvent unique) pour être convertie en tension, tamponné, et envoyé comme un signal analogique; puis celui-ci est numérisé par un convertisseur A/N. Tous les pixels peuvent être consacrés à la capture de lumière, où l'uniformité de



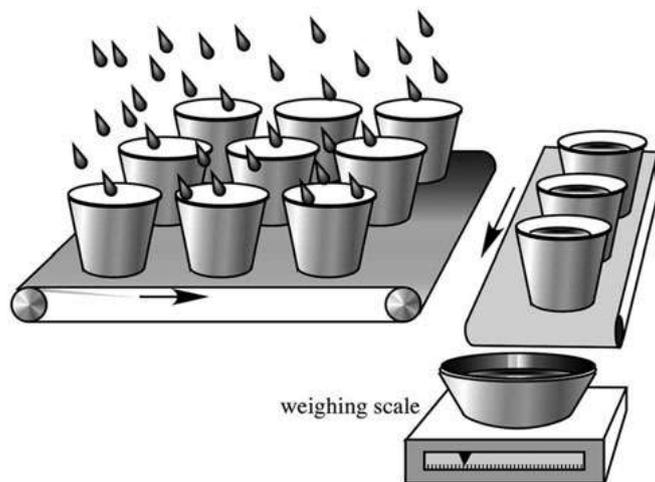
sortie (un facteur clé pour la qualité de l'image) est extrême.



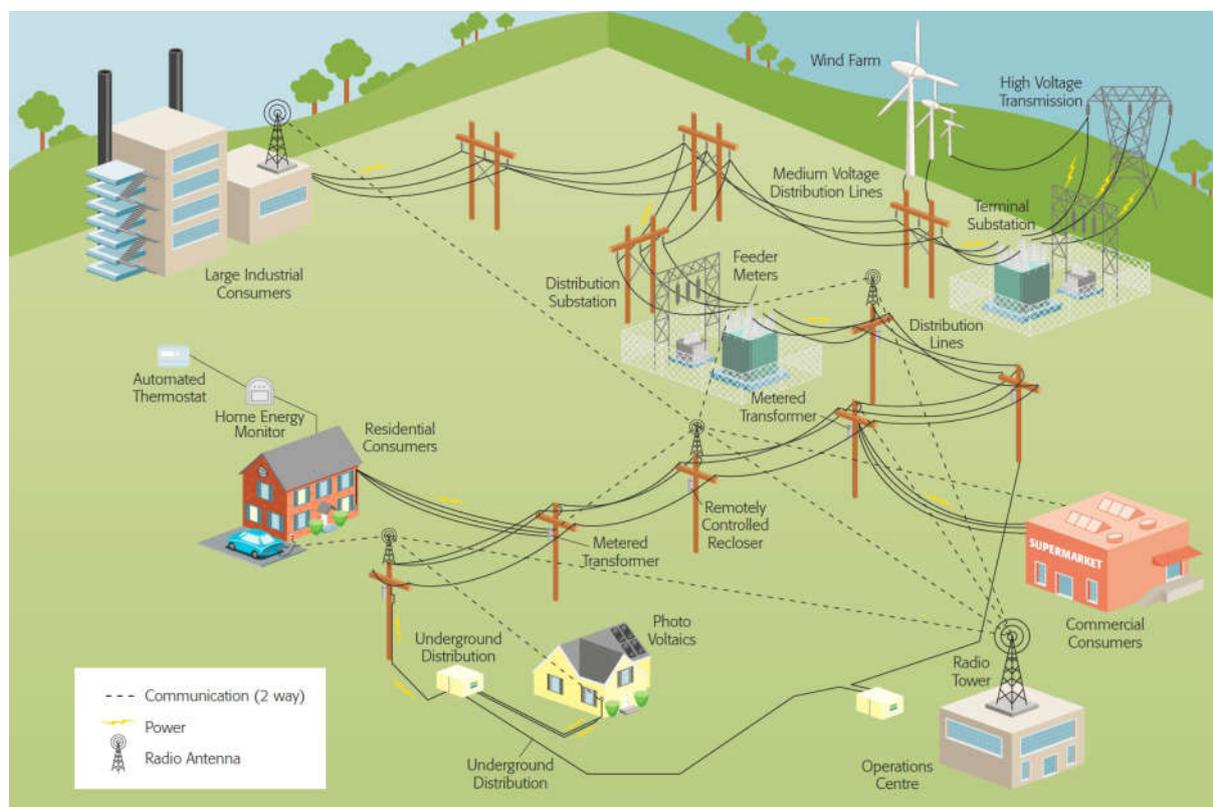
Dans un capteur CMOS chaque pixel a sa propre conversion charge/tension, où le capteur souvent inclut des amplificateurs, une correction de bruit, et une numérisation de circuits, de manière que l'éclat (chip) donne en sortie des uns et zéros (bits digitaux). Ces autres fonctions augmentent la complexité de conception et réduisent la zone de disponibilité pour capter de lumière. Avec tout pixel faisant sa propre conversion, l'uniformité est la plus basse. Mais l'éclat peut être construit n'exigeant que peu de circuiterie pour une opération de base;

l'imagier CMOS offre plus d'intégration (donc plus de fonctions sur l'éclat), beaucoup moins de dissipation de puissance (au niveau de l'éclat), et la possibilité d'un système de plus faible taille, mais il a souvent exigé un compromis qualité d'image/cout du système. Les caméras CMOS peuvent n'exiger que peu de composants et moins de puissance dissipée, mais souvent demandent généralement des compagnons d'éclats pour optimiser la qualité d'image, augmentant ainsi le cout et réduisant l'avantage qu'elles gagnent de la plus faible consommation d'énergie. Les dispositifs CCD sont moins complexes que leurs analogues CMOS, donc moins couteux pour être conçus; le processus de fabrication CCD aussi tend à être plus mûré et optimisé; généralement, ça coutera moins (conception et fabrication) pour produire un imagier CCD que d'un CMOS pour une application spécifique de haute performance. Le choix dépend continûment de l'application et du vendeur que de la technologie de l'imagier.

Un éclat (chip) CCD est divisé en pixels; chacun d'eux a un puits de potentiel collectionnant les électrons produits par l'effet photolectrique; à la fin de l'exposition (trame) chaque pixel a produit collecté une quantité d'électrons (charge) proportionnelle à la quantité de lumière qui tombe sur lui. Le CCD est donc transmis en périodisant les tensions appliquées à l'éclat en un processus dit 'clocking'; due à la structure CCD, la périodisation entraîne un transfert de la charge d'un pixel à un autre qui lui est adjacent (voir fig. illustrant l'analogie Jerome Kristan).



Réseaux de capteurs sans fil



Un réseau de capteurs est une infrastructure comprenant des éléments de mesure, de calcul et de communication qui donnent à un administrateur la capacité d'instrumenter, d'observer et de réagir à des événements et à des phénomènes dans un environnement spécifié; l'administrateur est généralement une entité civile, gouvernementale, commerciale ou industrielle.

L'environnement peut être le monde physique, un système biologique ou un cadre de technologie de l'information. Les systèmes de capteurs mis en réseaux sont perçus par les observateurs comme une technologie importante qui connaîtra un déploiement majeur au cours des prochaines années pour une pléthore d'applications, pas la moindre étant la sécurité nationale. Les applications typiques comprennent, sans s'y limiter, la collecte de données, surveillance, surveillance et télémétrie médicale. En plus de la détection, on est souvent intéressé aussi par le contrôle et l'activation.

Il existe 4 composants de base dans un réseau de capteurs: (1) un ensemble de capteurs répartis ou localisés; (2) Un réseau d'interconnexion (habituellement, mais pas toujours, sans fil); (3) Un point central du regroupement d'informations; et (4) Un ensemble de ressources informatiques au point central (ou au-delà) pour gérer la corrélation des données, la gestion des événements, l'interrogation d'état et l'exploration de données. Dans ce contexte, les nœuds de détection et de calcul sont considérés comme faisant partie du réseau de capteurs ; En fait, une partie de l'informatique peut être effectuée dans le réseau lui-même. En raison de la quantité potentiellement importante de données collectées, les méthodes algorithmiques de gestion des données jouent un rôle important dans les réseaux de capteurs. L'infrastructure de calcul et de communication associée aux réseaux de capteurs est souvent spécifique à cet environnement et est *enracinée*? "rooted" dans le dispositif et la nature applicative de ces réseaux.

Par ex., contrairement à la plupart des autres paramètres, le traitement dans le réseau est souhaitable dans les réseaux de capteurs; De plus, la puissance du nœud (et/ou la durée de vie de la batterie) est une considération de conception clé. Les informations recueillies sont généralement de nature paramétrique, mais avec l'apparition d'une vidéo à faible débit, e.g., Moving Pictures Expert Group4 (MPEG-4) et les algorithmes d'imagerie, certains systèmes supportent également ces types de médias.

Contexte de la technologie de réseau de capteurs

Les chercheurs considèrent WSN comme un «domaine passionnant et émergent de systèmes profondément en réseau de moteurs sans fil de faible puissance avec une petite quantité de CPU et de mémoire et de grands réseaux fédérés pour la détection haute résolution de l'environnement». Les capteurs dans un WSN ont une variété d'objectifs, de fonctions et de

capacités. Le champ avance maintenant sous la poussée des progrès technologiques récents et la traction d'une myriade d'applications potentielles.

Les réseaux de radar utilisés dans le contrôle de la circulation aérienne, le réseau électrique national et les stations météorologiques nationales déployées sur un réseau topographique régulier sont autant d'exemples de réseaux de capteurs de déploiement précoce; cependant, tous ces systèmes utilisent des ordinateurs spécialisés et des protocoles de communication et par conséquent, sont très coûteux. Des WSNs beaucoup moins coûteux sont maintenant prévus pour de nouvelles applications en matière de sécurité physique, de soins de santé et de commerce. Le réseau de capteurs est un domaine multidisciplinaire comprenant, entre autres, la radio et la mise en réseau, le traitement des signaux, l'intelligence artificielle, la gestion de base de données, les architectures de systèmes pour une administration de l'infrastructure conviviale, l'optimisation des ressources, les algorithmes de gestion de l'alimentation et la technologie de plate-forme (Comme systèmes d'exploitation). Les applications, les principes de mise en réseau et les protocoles pour ces systèmes commencent tout juste à être développés.

L'omniprésence de l'Internet, les avancées des technologies de communication sans fil et filaire, la construction du réseau (en particulier dans le cas sans fil), l'évolution des technologies de l'information (tels que les processeurs de grande puissance, Le traitement des signaux et le calcul en grille), couplés aux avancées récentes de l'ingénierie, ouvrent en général la porte à une nouvelle génération de capteurs et d'actionneurs économiques capables d'obtenir une résolution spatiale et temporelle de haute qualité. La technologie de détection et de contrôle comprend des capteurs de champ électrique et magnétique; capteurs de fréquence radio; capteurs optiques, électro-optiques et infrarouges; radars; lasers; capteurs de localisation / navigation; Capteurs sismiques et à ondes de pression; des capteurs de paramètres environnementaux (par ex. vent, humidité, chaleur); Et des capteurs biochimiques orientés vers la sécurité nationale. Les capteurs d'aujourd'hui peuvent être décrits comme des dispositifs 'peu coûteux' 'intelligents' 'équipés de multiples éléments sensibles embarqués; Il s'agit de nœuds multifonctions à faible encombrement, à faible consommation, peu encombrants, logés de façon logique dans un nœud central d'évier. Les capteurs, ou nœuds sans fil (WNS), sont aussi (parfois) appelés 'motes'.

Un objectif commercial déclaré est de développer des systèmes complets de capteurs basés sur les systèmes micro électromécaniques (MEMS) à un volume de 1 mm^3 . Les capteurs sont interconnectés par l'intermédiaire d'une série de liaisons sans fil à faible puissance multi-sites à faible distance (en particulier dans un champ de capteur défini); Ils utilisent généralement l'Internet ou un autre réseau pour la transmission de l'information à long terme jusqu'à un

point (ou des points) d'agrégation et d'analyse finale des données. En général, dans le domaine du capteur, les WSN utilisent des techniques de partage et de transmission de canaux à accès aléatoire axées sur la contention qui sont maintenant incorporées dans la famille de normes IEEE 802; En effet, ces techniques ont été initialement développées à la fin des années 1960 et 1970 expressément pour les environnements sans fil et pour de grands ensembles de nœuds dispersés avec une intelligence de gestion de canal limitée. Cependant, d'autres techniques de gestion des canaux sont également disponibles.

Mesures statiques en télécommunication

Multimètres, analyseurs de spectres, réflectomètres, testeurs de fibres optiques.

La réflectométrie OTDR 'réflectomètre optique avec indication temporelle' est une plateforme



Réflectomètre



Analyseur de liaisons fibres

modulaire pour tests physiques sur fibre. JDSU par ex., possède un Ecran tactile 5", analyse automatiquement les connecteurs en utilisant la sonde d'inspection vidéo P5000i (optionnelle), dispose de radiomètre, téléphone optique intégrés (optionnel), jusqu'à 8h d'autonomie, interfaces de connexion variées : 1 Gbit/s Ethernet, 3x USB 2.0, Bluetooth et WiFi; large choix de modules OTDR monomodes et multimodes.

Analyseur de liaisons fibres optiques

Étant donné que davantage de fibres multimodes OM3 et OM4 sont installées dans les réseaux d'entreprise pour prendre en charge le trafic de 10, 40, et 100 gigabit, la fiabilité de l'infrastructure des fibres optiques n'a jamais été plus importante; c'est pourquoi, la capacité essentielle des techniciens de la société est de mesurer et dépanner les composants individuels du canal de fibre global, afin d'éviter les temps d'indisponibilité réseau (ou pour accélérer leur récupération), est considérée comme l'une des pratiques d'excellence en matière de fibres. Les techniciens ne peuvent plus se permettre de perdre leur temps précieux et de l'argent en dépannage procédant par approximations successives avant de soumettre le problème à un

autre technicien ayant une expérience en **réflectométrie**. Chaque technicien devrait avoir des outils de test de réseau « à la ceinture », afin d'identifier le problème en quelques secondes.

Fiber QuickMap est un dépanneur de fibres optiques pour l'entreprise localisant rapidement et efficacement les connexions et interruptions dans les fibres optiques multimodes. En mettant instantanément les défaillances à distance, comme les incidents de déperdition importante ou les incidents de haute réflexion énergétique, Fiber QuickMap est le testeur indispensable pour tous les techniciens qui travaillent sur la fibre optique. Cet instrument apporte une visibilité immédiate sur l'installation de câblage en fibre multimode de votre réseau. Il permet la localisation de la source du problème, des cassures ou des zones de câblage réseau potentiellement faibles, des sources potentielles de taux d'erreur sur les bits, les incidents à perte et à réflexion élevées

l'analyseur de liaisons fibres mesure jusqu'à 23 km de fibres optiques en quelques secondes, localise les courbures sévères, les épissures à grande perte, les interruptions et les connecteurs sales, sauvegarde jusqu'à 99 résultats de test, confirme la connectivité du canal en analysant la liaison, localise les sources de taux d'erreurs de bits, signale jusqu'à 9 événements multiples/ liaison de fibre

Le dépanneur de fibre multimode, quant à lui, dispose d'un/d'une: test à bouton unique, temps de test de quelques secondes, éliminant le dépannage à l'aveuglette, localisation de plusieurs utilisateurs dans le canal, localisation d'incidents ou interruptions à grande perte, localisation des incidents hautement réfléchifs; testeur de réseau câblé de centre de données.

Testeurs de réseaux

Les technologies d'accès réseaux évoluent rapidement pour correspondre à la demande des consommateurs concernant les services à largeurs de bandes élevées, comme par exemples les accès internet haut débit, la TV haute définition, ou encore la vidéo à la demande; ces services nécessitent de nouveaux niveaux de performances qui augmentent les difficultés pour les techniciens du domaine pour les maintenances et dépannages.



Le testeur JDSU possède :

- Large écran couleur 7"
- Solution réseau multicouches pour tests depuis la couche physique jusqu'à la couche d'application
- Evolutif jusqu'à 2 modules interchangeables à chaud
- Système de contrôle des connexions avec VFL, mesureur de puissance et options d'inspection vidéo
- Connectivité flexible USB
- Large choix de modules OTDR monomodes et multimodes