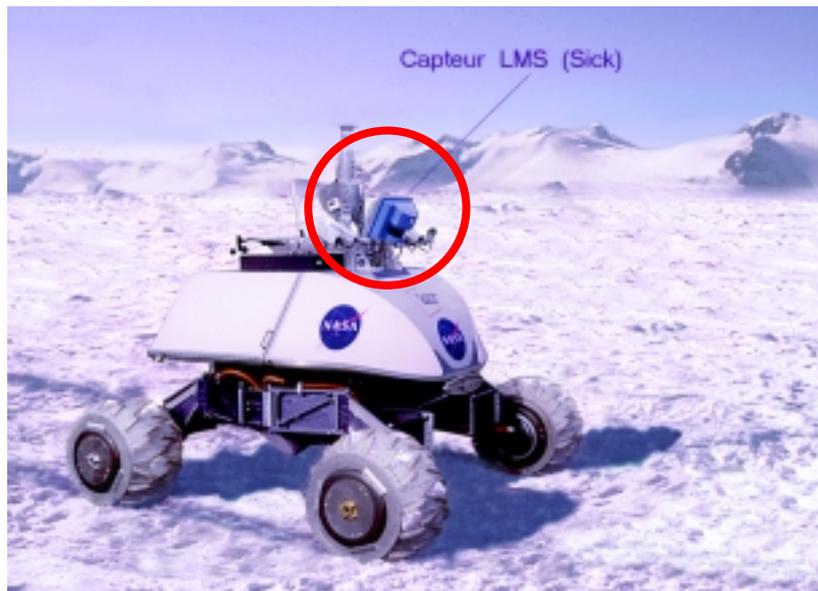


LMS

Scanner mesurant à laser

Principe et Applications



Robot explorateur NAS/CNRS

SICK

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	3
2	PRINCIPE OPTIQUE.....	4
3	PRINCIPE ÉLECTRONIQUE.....	5
4	CARACTERISTIQUES OPTIQUES.....	6
4.1	PORTÉE.....	6
4.1.1	Capteur <i>INDOOR</i>	6
4.1.2	Capteur <i>OUTDOOR</i>	6
4.2	RÉSOLUTION EN DISTANCE.....	7
4.3	PRÉCISION.....	7
4.4	ANGLE DE BALAYAGE.....	7
4.5	RÉSOLUTION ANGULAIRE.....	7
5	CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES	8
5.1	TEMPS DE RÉPONSE.....	8
5.2	INTERFACE SÉRIELLE	8
5.3	INTERFACES TOR	9
5.4	VERSIONS	9
5.5	TABLEAU DE CHOIX	9
5.6	ELECTRONIQUES	10
6	LOGICIELS.....	10
6.1	LOGICIEL UTILISATEUR LMSIBS.....	10
6.2	LISTE DE TÉLÉGRAMMES.....	10
7	CHAMPS D'APPLICATIONS.....	11
7.1	APPLICATIONS DE BASE UTILISANT LES CHAMPS DE DÉTECTION	11
7.1.1	Applications <i>INDOOR</i>	11
7.1.2	Applications <i>OUTDOOR</i>	12
	APPLICATIONS « CLÉ EN MAIN » GÉRÉES PAR UNE ÉLECTRONIQUE SICK SPÉCIFIQUE.....	13
7.2.1	Bulkscan : Mesure de volume en vrac	13
7.2.2	VMS200 : mesure dimensionnelle et de volume de colis / fret.....	14
7.2.3	KMS : mesure de bourrelet sur calandres à plastique / caoutchouc.....	14
7.2.4	KLAS : classification et comptage de véhicules sur route	14
7.2.5	GES : mesure de vitesse de véhicules et de distance entre véhicules.....	15
7.3	APPLICATIONS DE MESURE DIVERSES.....	15

1 Introduction

Tout contrôle - ou optimisation- de process fait appel à des capteurs donnant une connaissance le plus exacte possible des caractéristiques physiques des grandeurs intervenant dans le process. Une des principales qualités d'un capteur est qu'il ne doit pas perturber la grandeur qu'il est censé mesurer ; c'est pourquoi les techniques de contrôle optique sans contact ont pris un tel essor depuis quelques années. En particulier les capteurs optiques de mesures de distance , position , formes géométriques, volume etc...font appel à des technologies que l'on peut classer en 2 groupes :

- capteurs passifs : ces capteurs optiques reçoivent la lumière réémise par le corps à mesurer lui-même ou par une source lumineuse spécifique. Il s'agit principalement des caméras CCD linéaires ou matricielles.
- capteurs actifs : c'est le capteur lui-même qui génère le faisceau optique de mesure . Il s'agit des capteurs types télémètres à triangulation , corrélation de phase ou à temps de vol. Ces capteurs mesurent la distance d'un point de l'objet par rapport au capteur.

Dans beaucoup d'applications aucune de ces deux technologies n'est satisfaisante : les caméras CCD ont une très bonne résolution spatiale en 2D ; en revanche elles ne peuvent pas mesurer dans la troisième dimension (distance) . Les télémètres quant à eux ont une bonne résolution dans une dimension (distance) mais ne font qu'une mesure ponctuelle ;

- les télémètres à triangulation ont une très bonne résolution mais leur plage de travail est limitée à moins d'un mètre
- les télémètres à corrélation de phase ont une plus faible résolution, mais leur plage de mesure peut être très importante (plusieurs km) . En revanche ils ont des temps de réponse souvent trop longs (plusieurs ms)
- les télémètres à temps de vol (cf fig1) ont actuellement une plus faible résolution, mais grâce aux progrès technologiques (utilisation de diodes laser et de compteurs à UHF)les limites sont constamment repoussées . Par ailleurs leur plage de mesure peut être très importante (plusieurs km) et leur temps de réponse extrêmement faible.

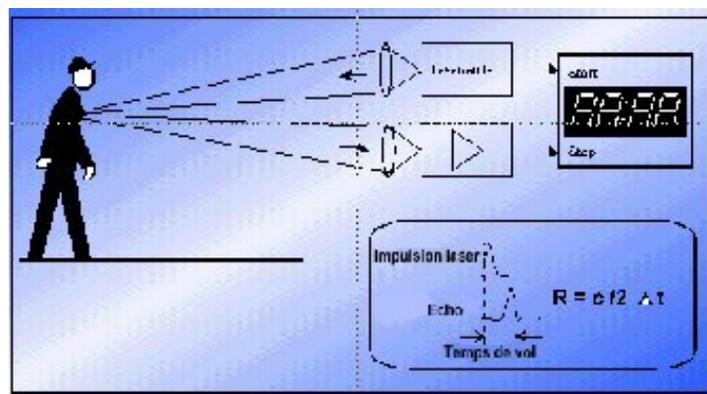


Fig 1

En combinant un télémètre à temps de vol avec un système de rotation du faisceau de mesure, SICK a développé un télémètre de mesure à balayage en 2D.

Si l'on imprime un mouvement alternatif ou un mouvement rotatif à ce capteur, on obtient un capteur de mesure en 3D.

Exemple de scène en 3 D et acquise par un scanner 2D en rotation :



2 Principe optique

Le scanner mesurant à balayage laser est issu du PLS (Programmable Laser Scanner) développé par Sick pour des applications de sécurité en milieu industriel et commercialisé depuis 1994.

Principe : une impulsion lumineuse très courte (un tir) est émise par une diode laser ; simultanément une horloge est démarrée (Fig1) . La distance entre le capteur et l'objet-cible est directement proportionnelle au temps mis par l'impulsion lumineuse à parcourir la distance capteur-objet puis objet capteur.

$D = C/2 * t$ avec : $C = 300\,000$ km/s, $D =$ distance capteur-objet , $t =$ temps s'écoulant entre le départ de l'impulsion lumineuse et le retour de l'écho lumineux

Exemple : pour $D=1m$; $t = 6$ nS

Le faisceau lumineux émis est dévié par un miroir tournant (Fig 2), permettant ainsi de balayer une surface de 360° .

Pour des raisons mécaniques , le faisceau sortant a une course limitée à 100° ou 180° suivant les capteurs. La lumière réfléchi par un obstacle quelconque se trouvant dans l'axe du tir revient vers le capteur et tombe sur un récepteur. Le signal de réception arrête l'horloge. A partir de la mesure du temps séparant l'émission de la réception, on déduit la distance capteur -obstacle ; connaissant la position angulaire du "tir" on peut en déduire la position exacte de l'objet dans un plan (coordonnées polaires)(Fig 3 : exemple d'un capteur d'ouverture 100° et résolution 0.25°)

Le miroir tourne en permanence ; 3 phases sont à considérer :

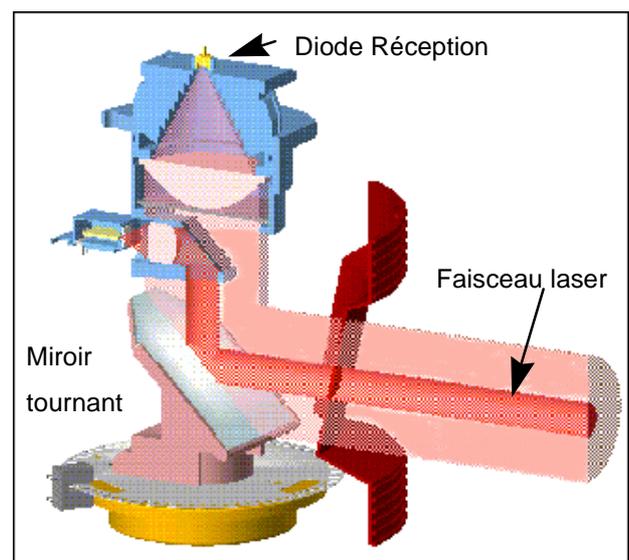
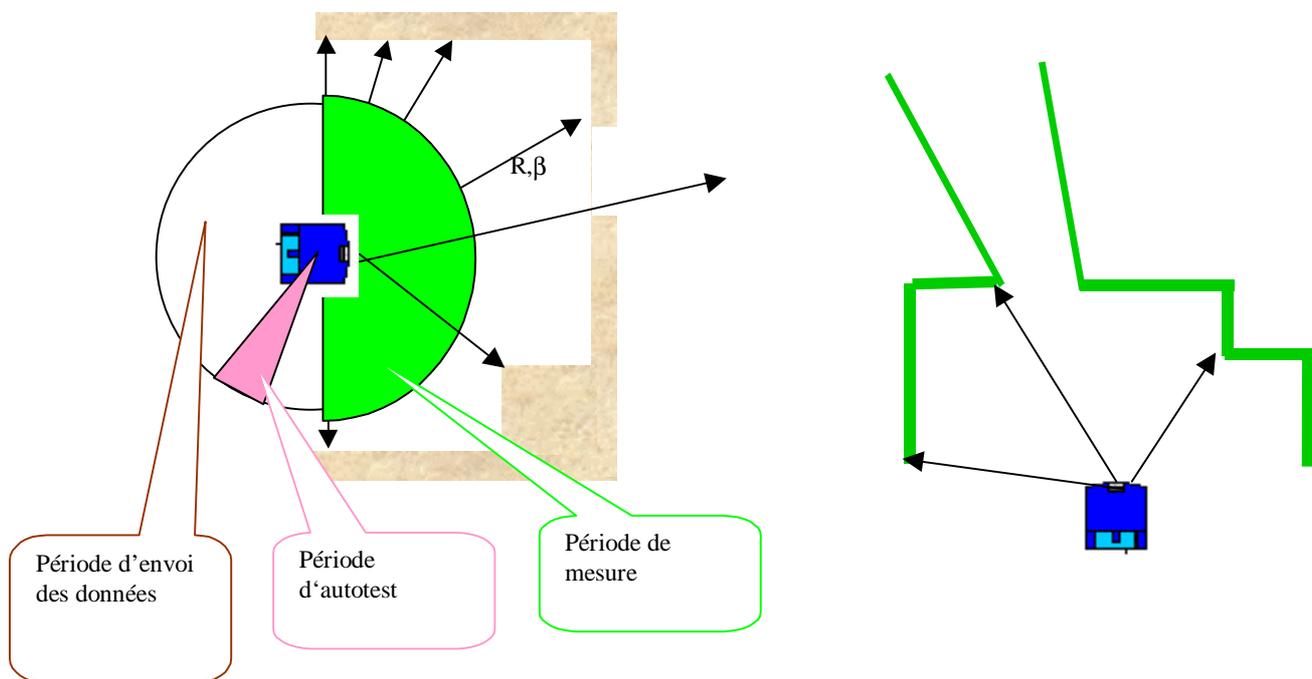


Fig 2 : Construction optique

- acquisition de la mesure
- auto-tests et tir sur cible interne calibrée
- communication avec le host (envoi des coordonnées polaires)



3 Principe électronique

A chaque avance du moteur pas-à-pas , un “tir” est effectué par l’émetteur laser ; le compteur de temps est démarré simultanément et arrêté par le retour de l’impulsion de réception (Fig 4). Un détecteur de pic permet de compenser la mesure en fonction de la forme de l’impulsion reçue , celle ci dépendant de la distance de mesure Dans les versions extérieures “OUTDOOR” permettant de faire des mesures par tous temps , une compensation de la réflexion directe sur le brouillard est prévue au niveau du gain de la partie analogique. Les données (distance cible-capteur) sont envoyées en temps réel au host via une interface série à haut débit.

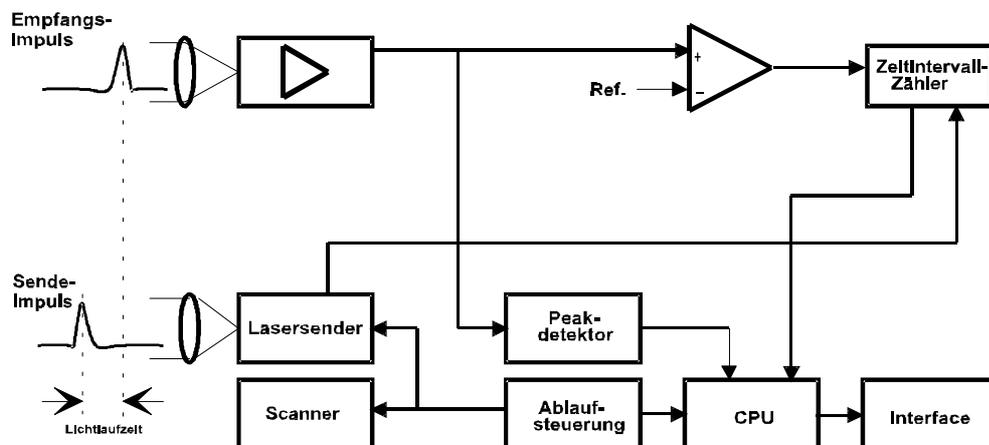


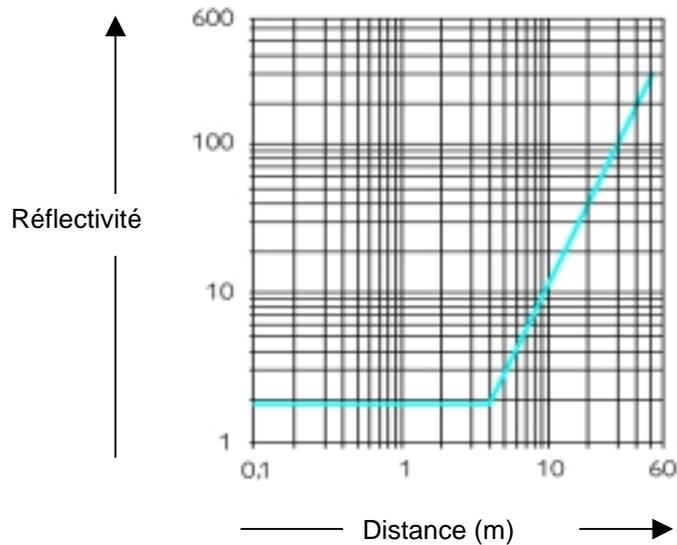
Fig 4 : Synoptique électronique

4 Caractéristiques optiques

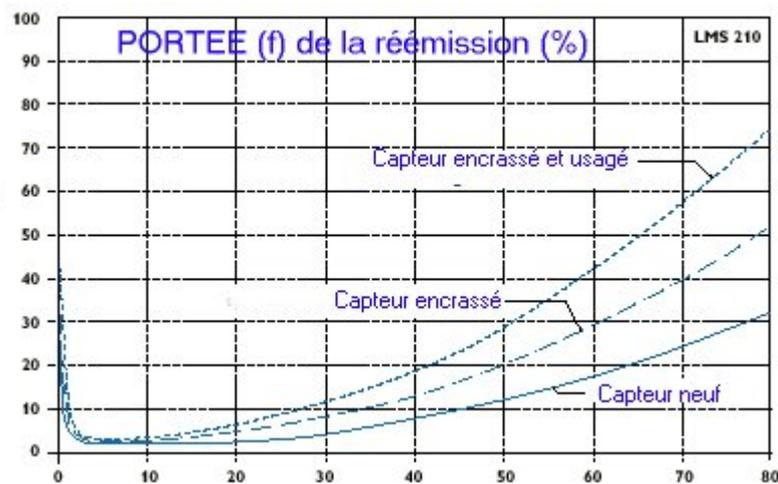
4.1 Portée

La portée de ce type de télémètre dépend du pouvoir de réémission (réflectivité) des objets-cibles. Les courbes ci dessous indique les portées maximales obtenues en fonction de la réflectivité de l'objet :

4.1.1 Capteur INDOOR



4.1.2 Capteur OUTDOOR



- jusqu'à 30 mètres mesure possible sur tous corps de réflectivité >10% (carton noir mat)
- à 50 mètres mesure correcte sur corps ayant au moins 30% de réflectivité

Exemples de réflectivité :

- papier blanc : 100%
- carton gris : 20%
- carton noir mat : 10%
- chaussure noire brillante : 3 % .
- mousse caoutchouc noire : env. 2 %

De 0 à 10 mètres , les capteurs sont capable de faire des mesures sur pratiquement n'importe quel corps se trouvant dans la nature (excepté les corps à réflexion totale : miroirs ...)

4.2 Résolution en distance

La résolution des capteurs est de 10 mm, ce qui correspond à une impulsion temps de : 60 ps

Le compteur de distance permet de lire des distances comprises entre 0 et 8000 cm (80 m) en version extérieure et 160 m en version intérieure.

4.3 Précision

La précision sur la mesure de distance est indépendante de la distance et des conditions d'environnement. Elle comprend une erreur systématique (pour les gammes totale de réflectivité , de portée et de température) de +/- 15 mm (pour les INDOOR) et de +/- 30 mm (pour les OUTDOOR) plus une erreur de 10 mm due à la résolution

Cette dernière peut être améliorée en augmentant le nombre de mesures et en calculant la valeur moyenne statistique. Le facteur d'amélioration de la précision est égal à : \sqrt{n} (avec : n = nombre de balayages = nombre de mesures du même point)

Par ailleurs la précision globale peut être augmentée en utilisant des techniques d'interpolation. ; on peut ainsi obtenir des précisions de mesure de l'ordre du millimètre.

Enfin on peut compenser les erreurs de température en mesurant la distance d'un cible positionnée à distance constante du capteur (et vue sous un angle donné) et en faisant une correction de la mesure.

4.4 Angle de balayage

L' angle de balayage peut être physiquement de 100° ou de 180° suivant les versions. Par programmation, on peut cependant ne lire les informations que sur un secteur choisi : ceci afin de limiter le nombre d'informations arrivant au Host.

4.5 Résolution angulaire

La résolution angulaire peut être programmée à :

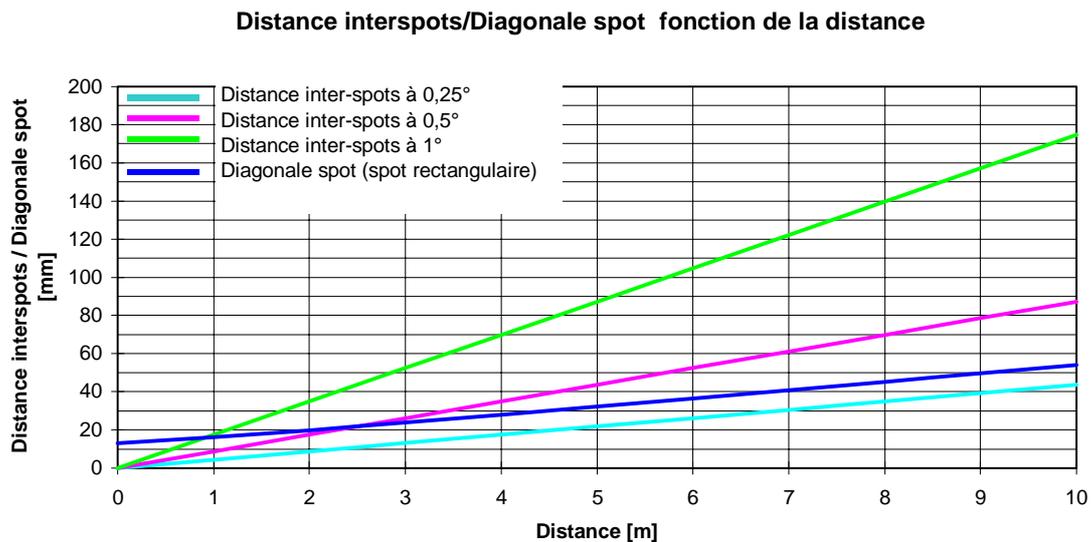
0,25 ° ou 0,5° ou 1°

Elle dépend directement de la résolution du moteur pas-à-pas d'entraînement du miroir (fig 3)

A chaque pas un 'tir' est exécuté, ce qui donne le nombre de tirs suivants, fonction de la résolution (pour un capteur d'ouverture 180°) :

- 181 tirs pour une résolution de 1°
- 361 tirs pour une résolution de 0,5°
- 721 tirs pour une résolution de 0,25°

Courbes indiquant diamètre spot, et distances inter-spot pour le capteur INDOOR



5 Caracteristiques electriques

5.1 Temps de réponse

Le temps de réponse « tr » est lié à la vitesse de rotation du moteur (constante = 4500 t/mn) et à la résolution angulaire »ra « :

- ra = 1° , tr = 13 ms
- ra = 0.5° , tr = 26ms
- ra = 0.25° , tr = 52 ms

Dans tous les cas la vitesse de transfert des données sur l'interface série permet d'obtenir les mesures complètes d'un balayage en temps réel.

5.2 Interface série

Elle est du type RS422 (4 fils) ou RS232 . La vitesse est programmable de :

9600 Bds à 500 000 Bds

La trame de sortie comprend :

- adresse du capteur
- mot de commande
- longueur des données
- données en Hexa
- status
- CRC

5.3 Interfaces TOR

Trois interfaces de sortie TOR peuvent être affectées à 3 champs de détection, indiquant la pénétration d'un objet quelconque dans un champ préprogrammé. Deux jeux de 3 champs peuvent être programmés dans le scanner.

5.4 Versions

Deux versions sont disponibles suivant le type d'application :

- version 'INDOOR' pour applications en intérieur :
 - température de 0.....à50°C
- version 'OUTDOOR' pour applications en extérieur (spot + gros et laser plus puissant) :
 - température de -30°C.....à55°C
 - insensible au brouillard
 - logiciel 'orienté pixel' intégré le rendant insensible à la pluie, neige etc...



Version INDOOR



Version OUTDOOR

5.5 Tableau de choix

	LMS200-30106	LMS220-30106	LMS211-30206	LMS221-30206	LMS291-S05
Ouverture	180°	180°	100°	180°	180°
Portée sur noir 10 %	10 m	10 m	35 m	35 m	35 m
Portée sur gris 18%	16 m	16 m	50 m	50 m	50 m
Portée sur réflecteur	160 m	160 m	80 m ⁽¹⁾	80 m ⁽¹⁾	80 m ⁽¹⁾
Résolution angulaire⁽²⁾	0,25° 0,5° 1°	0,25° 0,5° 1°	0,25° 0,5° 1°	0,25° 0,5° 1°	0,25° 0,5° 1°
Résolution en distance	10 mm				
Précision absolue pour 1 tir	+/- 15 mm	+/- 15 mm	+/- 30 mm	+/- 30 mm	+/- 30 mm
Diamètre spot à 10 m	50 mm	50 mm	250 mm	250 mm	250 mm
Temps de réponse⁽³⁾	13 ms 26 ms 52 ms				
Sorties PNP	3	3	3	3	3
Sorties série⁽⁴⁾	RS232/422	RS232/422	RS232/422	RS232/422	RS232/422

Notes :

- (1) : due à limitation interne du compteur
- (2) : paramétrable
- (3) : fonction de la résolution angulaire choisie
- (4) : commutable

5.6 Electroniques

Pour des applications plus complexes que la simple détection « TOR » dans un à 3 champs , le traitement des données peut être fait par un PC , un API ou par une des électroniques spécifiques développées par SICK :

- LMI400 : permet de gérer 4xLMS et 6 champs supplémentaires
- LMI200 : permet de faire une fonction d'automatisme complete avec 1 ou 2x LMS
- LMA : permet une sortie analogique du LMS

D'autre part , SICK propose des applications complètes (Matériel + logiciel) telles que :

- VMS : mesure de volume de colis/palettes
- KMS : contrôle de forme du bourrelet de calandrage
- KLAS : classification de véhicules sur route
- GES : mesure de vitesse de véhicules et espace inter véhicules
-

6 Logiciels

6.1 Logiciel utilisateur LMSIBS

Avec le capteur est fourni un logiciel utilisateur sous Windows, permettant de paramétrer l'appareil et de faire un certain nombre de fonctions dans le cas d'une utilisation en « Stand Alone ».

Ces fonctionnalités sont les suivantes :

- Création de 2 jeu de 3 champs de détection
- Champs soustractifs
- Filtres temporels (1 à 256)
- Paramétrage objet minimum à détecter
- Apprentissage de champs de détection
- Moyennage des mesures
- Partition des mesures
- Contour comme référence champ
- Sortie de la plus petite distance perpendiculaire
- Redémarrage automatique, temporisé ou sur commande
- Enregistrement des data dans un fichier ASCII

6.2 Liste de télégrammes

Une liste des télégrammes (mots de commande et de réception lors de l'utilisation de la sortie série des LMS) est également fournie.

Ces commandes permettent –entre autres d'avoir les fonctionnalités suivantes :

- Mesure sur requête ou en continu de :
 - Toutes les valeurs d'un balayage
 - Valeurs moyennées
 - Valeurs partitionnées
 - Valeurs moyennées et partitionnées
 - Plus petite distance perpendiculaire
 - Plus petite valeur d'un segment
- Mesure en coordonnées catésiennes
- Commande d'apprentissage d'un champ
- Configuration des champs

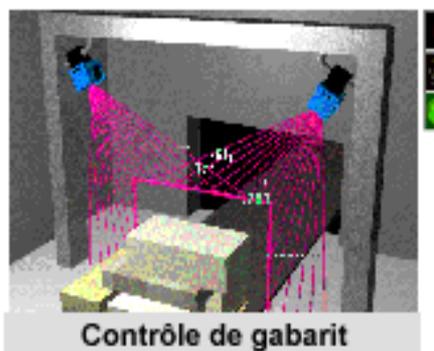
7 Champs d'applications

Les champs d'applications sont très vastes ; on peut cependant les classer en trois grandes catégories :

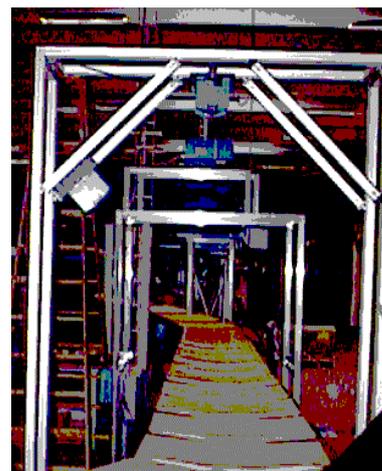
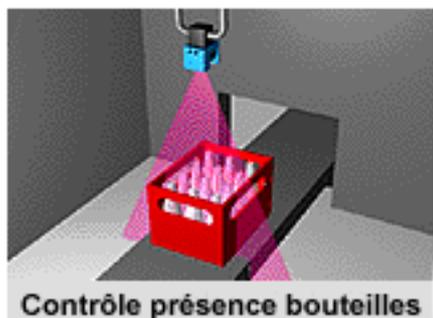
- Applications « tout ou rien » : anti-collision , anti-intrusion , détection d'objets dans zones (en intérieur ou extérieur) qui ne nécessitent pas de traitement particulier
- Applications de mesure qui nécessitent un traitement des données.
- Applications pour lesquelles SICK a développé une gestion spécifique

7.1 Applications de base utilisant les champs de détection

7.1.1 Applications INDOOR



contrôle de gabarit



Détection d'objets plats sur convoyeur ou trieur

7.1.2 Applications OUTDOOR

Anti-collision /Surveillance de zones/contrôle gabarit.



Protection de locomotive automatique



Protection de pont levant



Protection de machine à parpaings



Anti collision de grue porte conteneur



Surveillance d'aire de remonte pente



Surveillance de portail



Protection de chariot filiguidé



Séparateur de véhicule



Contrôle de gabarit de container



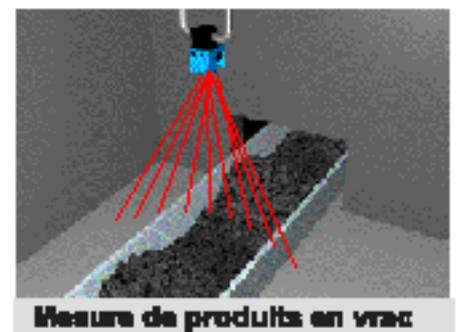
Surveillance de hauteur de péniche

7.2 Applications « clé en main » gérées par une électronique SICK spécifique

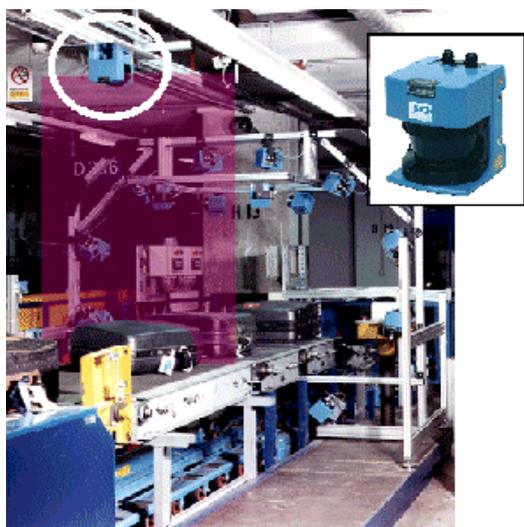
7.2.1 Bulkscan : Mesure de volume en vrac



Mesure de volume de charbon



7.2.2 **VMS200** : mesure dimensionnelle et de volume de colis / fret

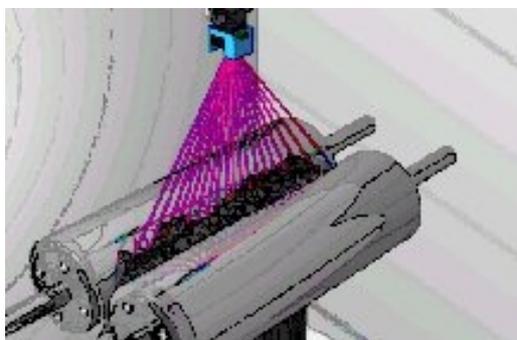


Classification de bagages

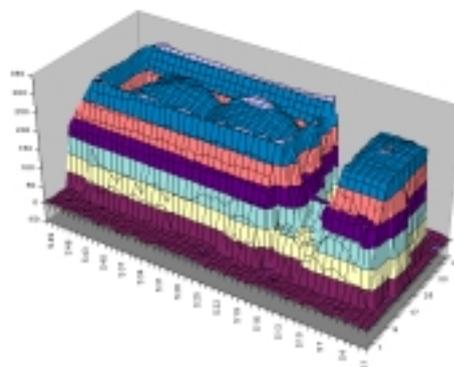


Mesure dimensionnelle de colis

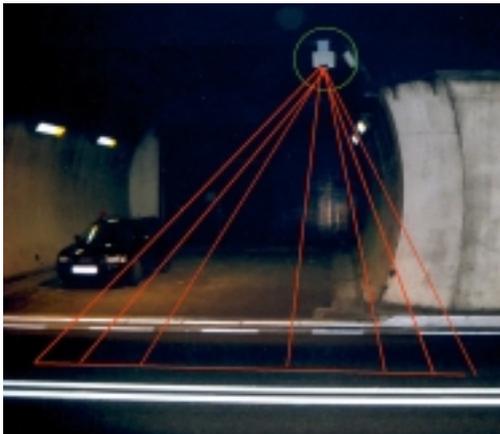
7.2.3 **KMS** : mesure de bourrelet sur calandres à plastique / caoutchouc



7.2.4 **KLAS** : classification et comptage de véhicules sur route



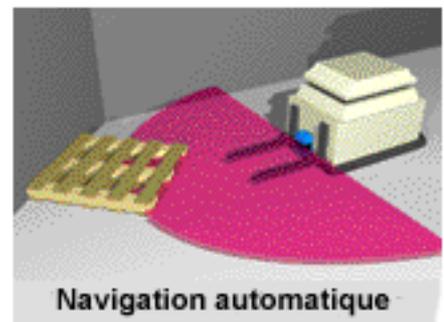
7.2.5 GES : mesure de vitesse de véhicules et de distance entre véhicules



7.3 Applications de mesure diverses



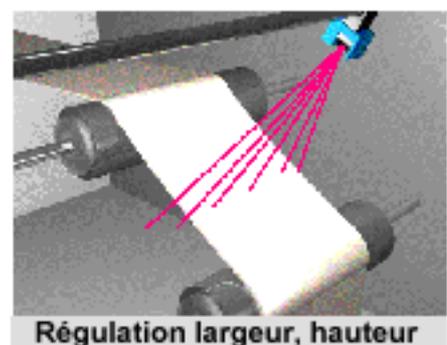
Navigation de chariots auto moteurs



Application 1: navigation automatique, suivi de parcours



Mesure de longueur de brames



Application: Mesure simultanée de hauteur, largeur et centrage



Contrôle position de jantes



Positionnement de roue pelle



Surveillance de passage à niveau



Comptage de personnes



Détection de BUS



Parking automatique



Imagerie 3D