

Communiqué de presse Sensor Instruments

Octobre 2021

Contrôle du jet de pulvérisation dans une lumière traversante

21/10/2021. Sensor Instruments GmbH :

Lors de la conception de systèmes de vaporisation, il faut veiller à ce que les capteurs soient adaptés à la géométrie du cône de vaporisation et la quantité vaporisée de l'application respective. En outre, la géométrie du cône de vaporisation ainsi que la quantité vaporisée dépendent du fluide utilisé (apprêt, colle, solvant, eau, alcool, peinture, etc.) ainsi que de l'ouverture de pulvérisation, de la surpression et du dosage de la quantité vaporisée. Notamment lors de l'utilisation de fluides visqueux et collants (colle) en tant que produit vaporisé, il peut arriver qu'une partie de l'ouverture de pulvérisation se colle, ce qui conduit à un changement à la fois de la quantité vaporisée et de la géométrie de pulvérisation. Le jet de pulvérisation peut ainsi être modifié au niveau du sens et de l'angle d'ouverture.

Lors de la conception du système de contrôle du jet de pulvérisation, il est important de se poser quelques questions centrales :

1. Est-ce que l'évaluation qualitative de l'opération de pulvérisation (ou/non ou du processus de pulvérisation est OK/NOK) suffisante ou est-ce qu'une analyse plus précise (géométrie du jet, quantité vaporisée) est nécessaire ?
2. Quel fluide (apprêt, colle, solvant, eau, alcool, peinture, etc.) est pulvérisé et comment le fluide est-il capté de façon optimale (interaction avec palpéage optique : taille et répartition des gouttelettes) ?
3. Quelles grandeurs d'influence déterminent/perturbent la qualité du jet de pulvérisation dans le processus ? Quelles conditions cadres règnent pour un palpéage optique de l'opération de pulvérisation ?

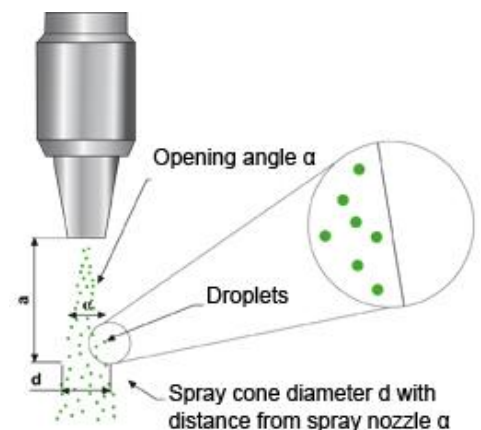
L'objectif du contrôle en ligne du jet de pulvérisation est le contrôle de la qualité automatisé du processus de pulvérisation pendant le processus de production.

Principe de mesure

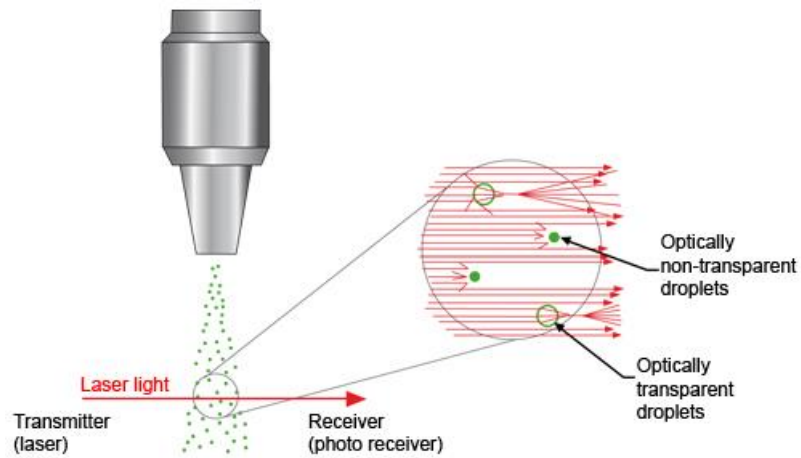
Qu'est-ce en fait qu'un jet de pulvérisation ?

Un jet de pulvérisation est, en règle générale, une « structure lâche » de petites gouttelettes) qui apparaît en conséquence de la pulvérisation du liquide du produit de pulvérisation à la sortie de la buse de pulvérisation, resp. de la turbulence sur la buse. La taille des gouttelettes réside ici dans un ordre de grandeur compris entre quelques micromètres et quelques centaines de micromètres et dépend en premier lieu du fluide pulvérisé utilisé. Ces gouttelettes quittent avec une certaine vitesse l'ouverture de pulvérisation et sont ensuite freinées par le frottement de l'air.

Le jet de pulvérisation est déterminé par l'angle d'ouverture du cône de vaporisation et la quantité vaporisée (gouttelettes/unité de temps resp. débit du produit pulvérisé).

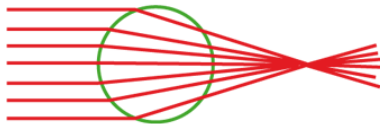


Comment le jet de pulvérisation est-il capté ?

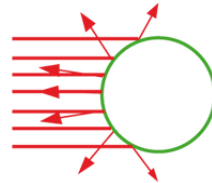


Pour pouvoir faire une affirmation sur la quantité vaporisée, un rayon lumineux est placé à travers le cône de pulvérisation, p. ex. avec une barrière lumineuse traversante à laser. Une fois sorti, l'intensité du rayon lumineux est mesurée sur le récepteur. Dans son cheminement à travers le cône de pulvérisation, une partie du rayon de pulvérisation est détournée par les différentes gouttelettes du jet de pulvérisation et ne parvient pas dans le récepteur.

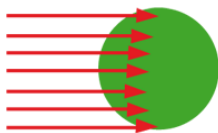
La déviation est provoquée par la réflexion sur la surface des gouttelettes resp. par concentration du rayon laser, car les gouttelettes, si ces dernières sont optiquement transparentes, fonctionnent comme des microlentilles. Mais une partie de la lumière est aussi absorbée par les gouttelettes ou ne parvient pas au récepteur par flexion sur la surface limite.



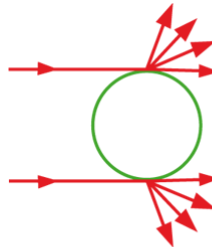
1) Concentration du rayon laser



2) Réflexion du rayon laser



3) Absorption du rayon laser



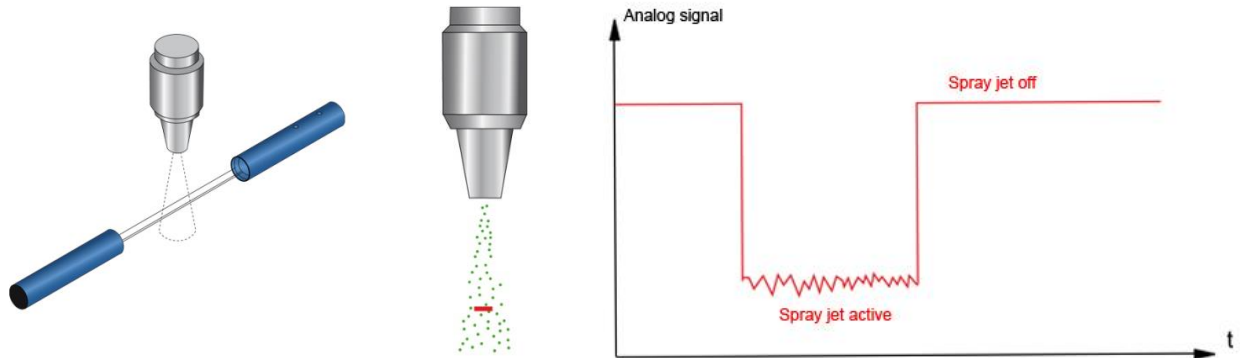
4) Flexion du rayon laser

Méthodes du contrôle du jet de pulvérisation dans la lumière traversante :

1. La méthode de la lumière traversante à un rayon

→ D-LAS2, SPECTRO-1-CONLAS ou capteurs A-LAS

À cet effet, on vise avec un faisceau de lumière laser, de préférence avec un cache en forme de fente, au milieu du jet de pulvérisation.



La baisse de signal par rapport à l'absence de jet de pulvérisation sert de mesure pour la quantité vaporisée. Cette méthode est essentiellement utilisée s'il s'agit uniquement de donner une information sur la quantité vaporisée ou s'il y a un jet de vaporisation ou non !

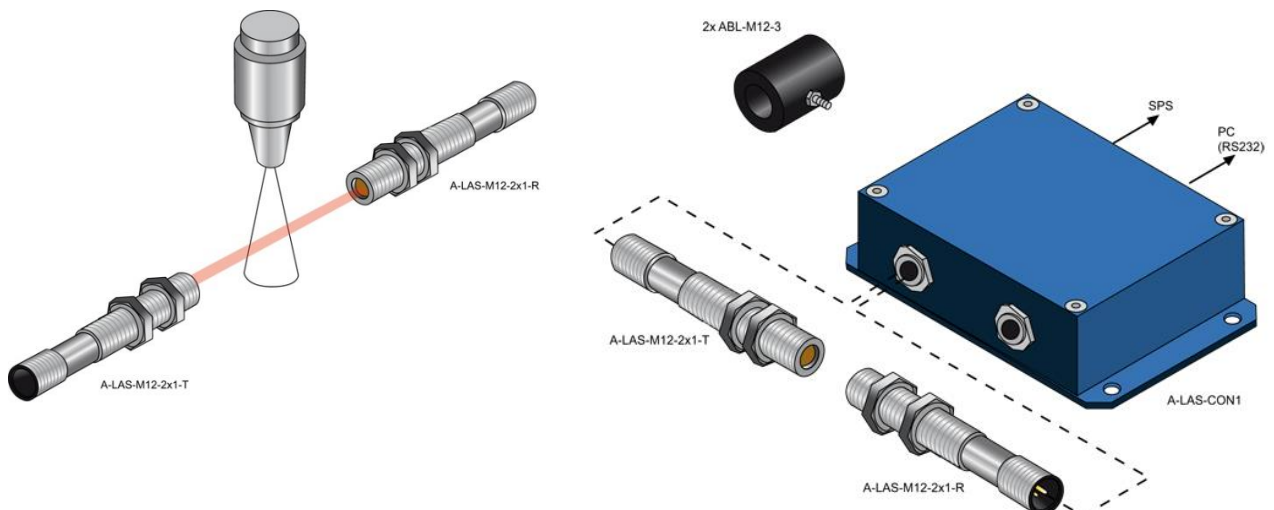
Le mode de fonctionnement d'un système A-LAS-CON1 pour le [contrôle du jet de pulvérisation](#) resp. pour le [contrôle du microdosage](#) est expliqué plus en détail dans deux [vidéos de formation](#). Vous serez amené à la vidéo correspondante de notre canal YouTube en cliquant avec la souris sur le lien respectif.

Exemple : systèmes de barrières lumineuses unidirectionnelles avec contrôleur : série de capteurs : gamme A-LAS

Type de capteur A-LAS-M12-2x1-T (émetteur) + A-LAS-M12-2x1-R (récepteur) + A-LAS-CON1 (contrôleur)

Le contrôleur, y compris le logiciel A-LAS-CON1, permet de calibrer le système avant l'opération de pulvérisation effective.

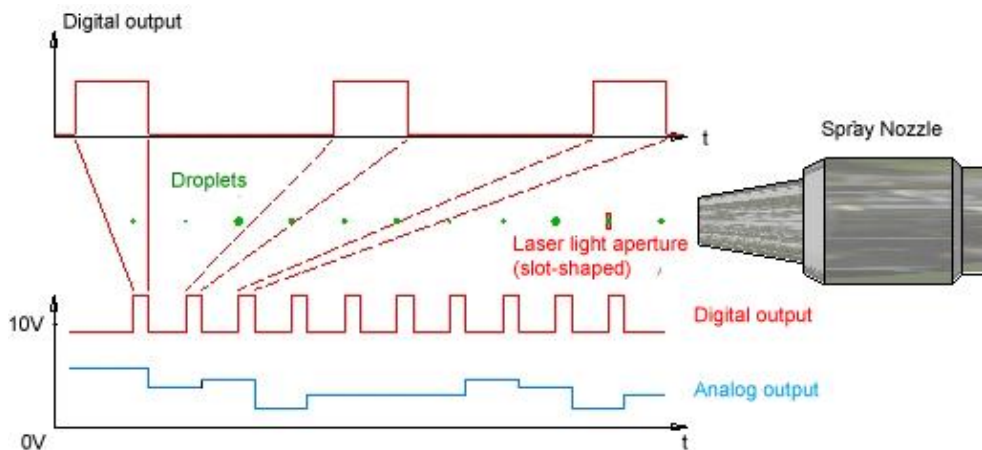
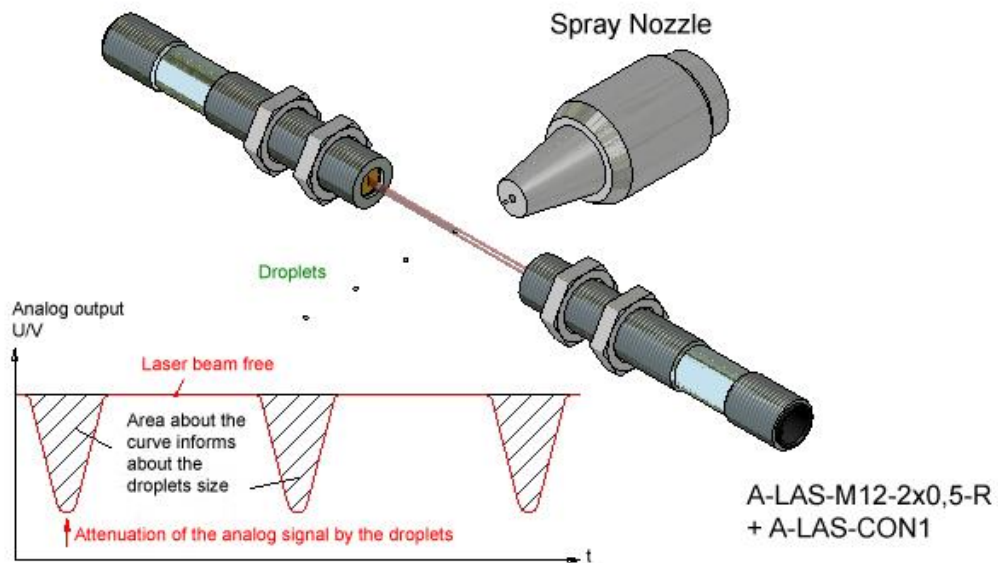
Il est ainsi possible de détecter les plus petites quantités de pulvérisation, car d'éventuels encrassements peuvent être compensés par le calibrage (à 100 %) et que l'onde de détection puisse s'approcher ainsi de la valeur de 100 % (p. ex. 99,7 %). L'unité de commande fournit à la fois un signal analogique et une sortie de signal numérique qui informe de la non-atteinte de l'onde de captage.



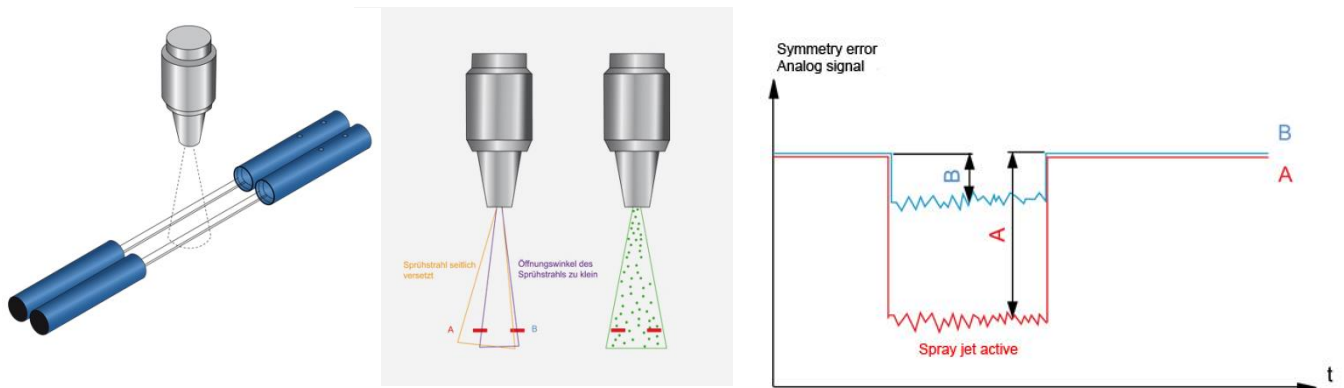
Si le capteur est assez rapide, vous pourrez reconnaître de brèves interruptions qui sont provoquées par des bulles d'air. Lors du contrôle du microdosage, lorsque vous devez caractériser des gouttes individuelles, vous pouvez même analyser la taille des gouttes.

La solution idéale pour le contrôle du microdosage est un capteur de la série A-LAS avec une ouverture adaptée à la taille des gouttelettes en combinaison avec l'appareil de commande A-LAS-CON1, du fait que ce système de capteurs dispose d'une fréquence de palpage et de commutation élevée. Sur la sortie analogique, la taille des gouttes est placée dans un tampon jusqu'à ce que la prochaine goutte arrive.

A-LAS-M12-2x0,5-T



2. Le procédé à lumière traversante à deux rayons, capteurs
→ A-LAS-CON1 ou capteurs SI-JET



La symétrie du jet est évaluée comme suit, les quantités pulvérisées calculées comme suit :

$$NORM = \frac{A}{A+B} * 4096 = \text{SYMÉTRIE}$$

$$INT = \frac{A+B}{2} * 4096 = \text{QUANTITÉ PULVÉRISÉE}$$

Cette méthode convient, à côté du contrôle de la quantité de pulvérisation, sous conditions au contrôle de symétrie. C'est ainsi qu'on peut détecter dès ici une dérive latérale du cône de pulvérisation. Le système à deux rayons est essentiellement utilisé quand on veut disposer d'une requête simple mais économique de la symétrie du cône de pulvérisation.

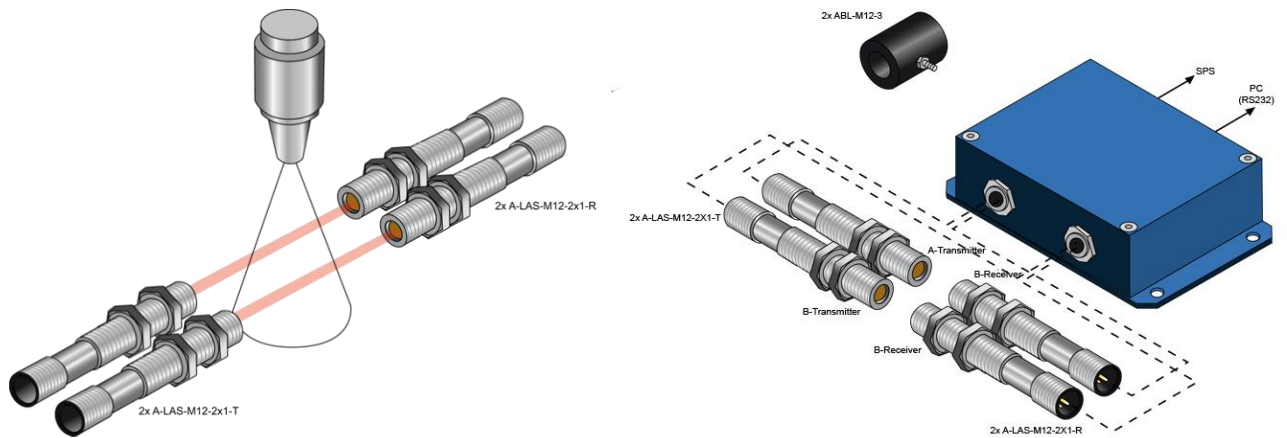
Exemple : systèmes de barrière lumineuse à deux rayons : gamme de capteurs : gamme A-LAS

Type de capteur A-LAS-M12-2x1-T (émetteur 2x) + A-LAS-M12-2x1-R (récepteur 2x) + A-LAS-CON1 (contrôleur)

Les deux capteurs laser A-LAS sont commandés et évalués par l'unité de commande A-LAS-CON1. Le calibrage est réalisé entre les opérations de pulvérisation, déclenché par un signal numérique externe (p. ex. par l'API) qui communique à l'appareil de commande le moment où le calibrage peut être réalisé. Un contrôle de symétrie simple peut être réalisé avec les deux capteurs laser. La quantité vaporisée peut également être surveillée. Afin d'empêcher les encrassements sur les recouvrements optiques des capteurs laser, on utilise des dispositifs d'air de soufflage ABL-M12-3.

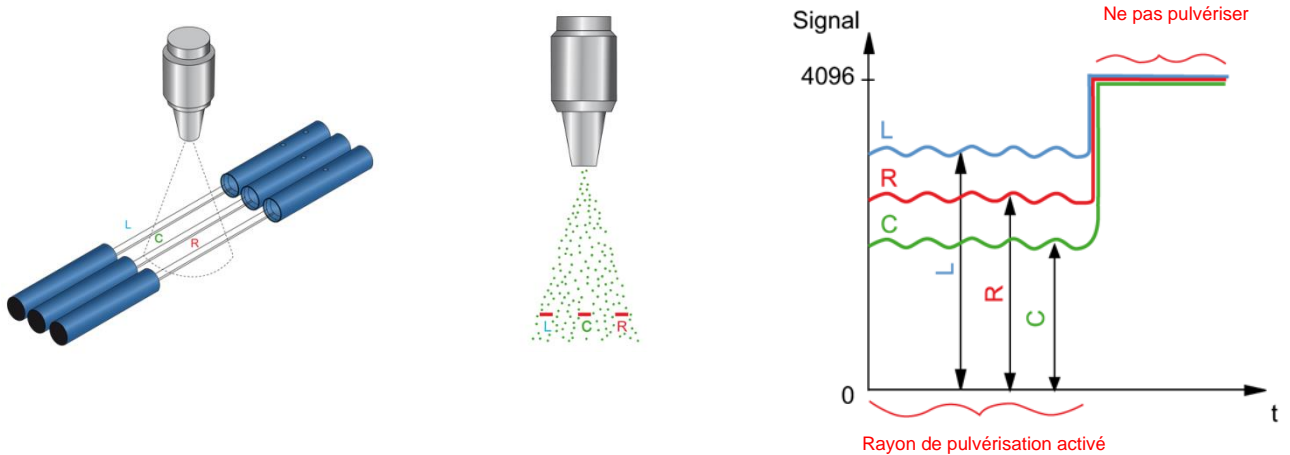
On dispose de 3 signaux de sortie numériques : SYMÉTRIE OK / NOK. - SIGNAL A OK / NOK. - SIGNAL B OK / NOK.

Le système vérifie si le SIGNAL A, le SIGNAL B et la SYMÉTRIE se situent dans la plage de tolérance prescrite.



3. Méthode à lumière traversante à trois rayons, capteurs → SI-JET resp. le nouveau système laser SI-JET-CONLAS3

Cette méthode permet de constater déjà des petits écarts de symétrie et de quantité.



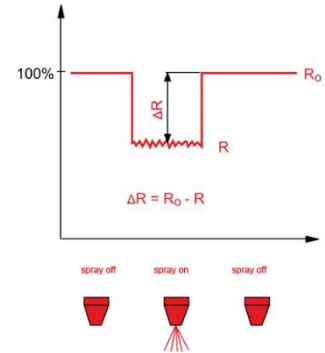
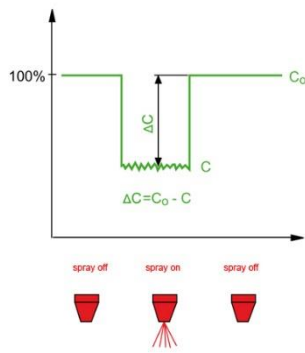
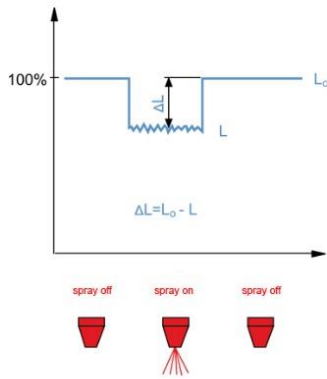
On a ici le choix entre deux modes d'évaluation : ABSOLUTE (ABSOLU) et RELATIVE (RELATIF). Les deux modes permettent ici d'évaluer la densité du jet de pulvérisation (DENSITY), le rapport des deux jets de bord (SYM1) et finalement la relation du jet médian par rapport aux deux jets latéraux (SYM2).

En mode ABSOLUTE (ABSOLU), les valeurs L, C, R sont directement utilisées dans les équations suivantes :

$$\text{DENSITY} = \frac{L+C+R}{3} \quad \text{SYM1} = \frac{L}{L+R} * 1000 \quad \text{SYM2} = \frac{C}{C + \frac{L+R}{2}} * 1000$$

L, C, R sont ici les valeurs brutes des 3 canaux avec une valeur comprise entre 0 et 4096 (12 Bit).

En mode RELATIVE (RELATIF), la rapport des différentes valeurs brutes L, C, R est constitué pendant l'opération de pulvérisation avec les données brutes L0, C0, R0 dont on dispose quand il n'y a pas de pulvérisation. Les données brutes L0, C0 et R0 donnent ainsi à chaque fois la valeur 100 % !



Il vaut dans ce cas pour la quantité pulvérisée :

$$\text{DENSITY} = \Delta C$$

Et pour les deux symétries :

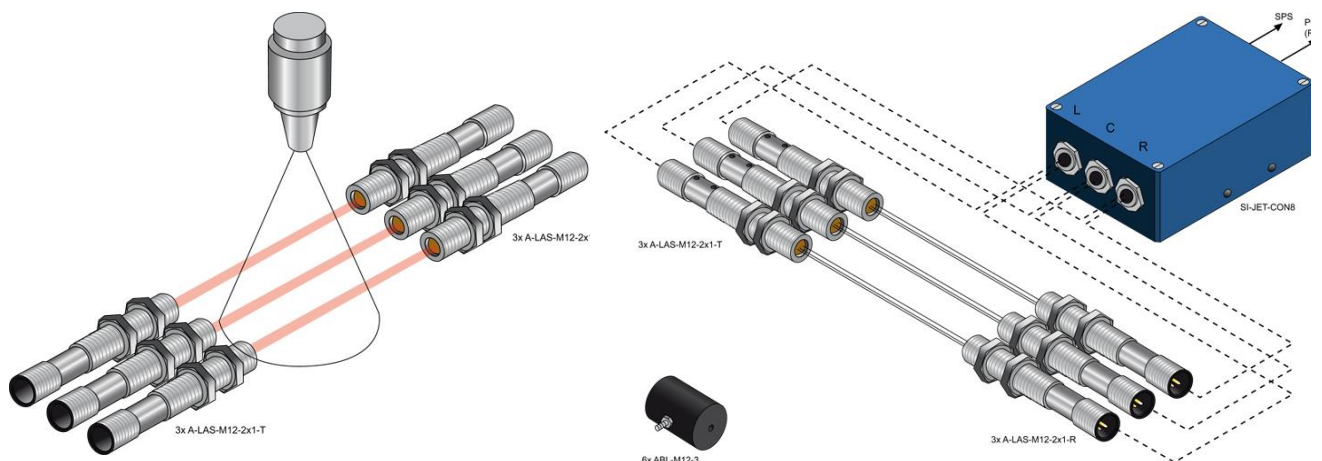
$$\text{SYM1} = \frac{\Delta L}{\Delta L + \Delta R} * 1000$$

$$\text{SYM2} = \frac{\Delta C}{\Delta C + \frac{\Delta L + \Delta R}{2}} * 1000$$

Exemple : barrière lumineuse unidirectionnelle à trois rayons - version divisée : série de capteurs : gamme SI-JET

Type de capteur A-LAS-M12-2x1-T (émetteur 3x) + A-LAS-M12-2x1-R (récepteur 3x) + SI-JET3-CON8 (contrôleur)

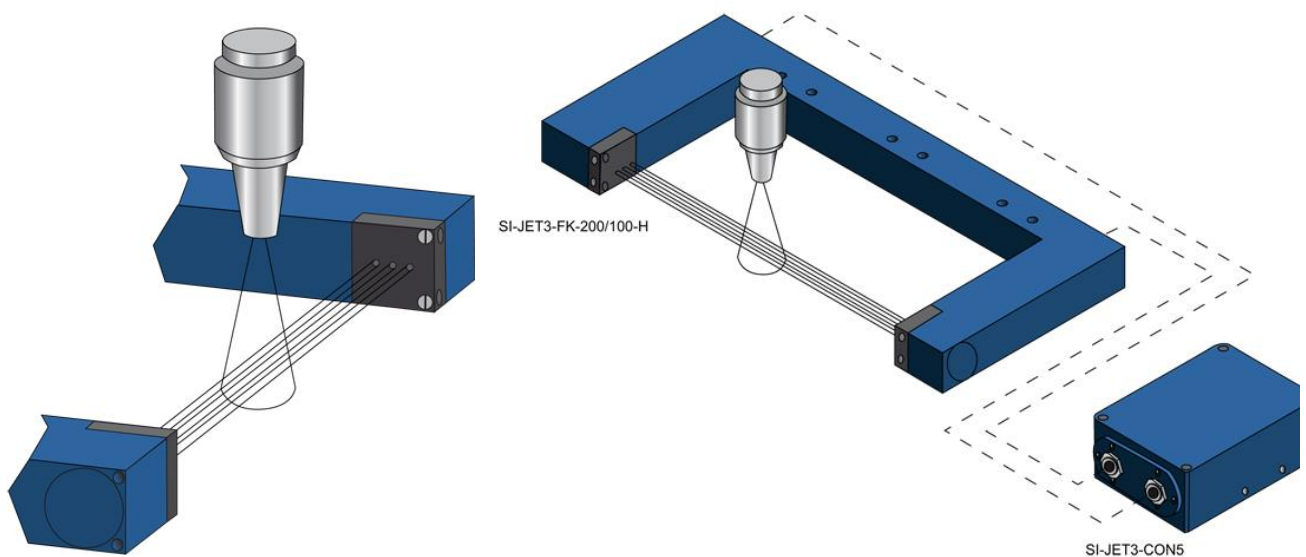
Les trois front ends de capteurs sont évalués par l'unité de commande SI-JET3-CON8. Le logiciel SI-JET2-Scope V3.0 est utilisé pour l'évaluation. On peut évaluer à la fois la quantité pulvérisée (DENSITY) et la symétrie (SYM1, SYM2). En mode d'évaluation RELATIVE (RELATIF), l'encrassement est compensé par un calibrage automatique. Il est possible de prescrire jusqu'à 31 différentes tolérances de jet de pulvérisation, de façon à ce que les 5 sorties numériques peuvent être utilisées afin d'informer précocement sur une dérive du jet de pulvérisation.



Exemple : barrière lumineuse unidirectionnelle à trois rayons - version à fourche : série de capteurs : gamme SI-JET

Type de capteur : SI-JET3-FK-200/100-H (front end) + SI-JET3-CON5 (électronique de contrôle)

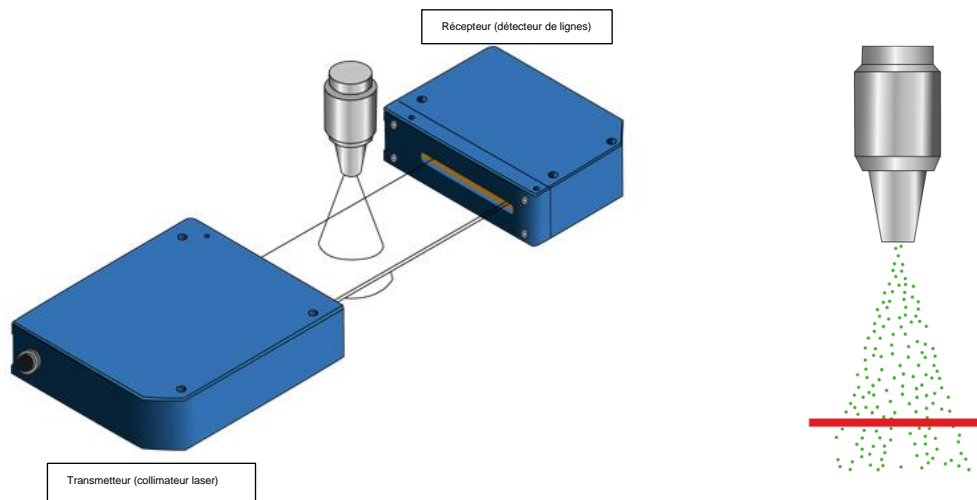
La fourche dispose de trois faisceaux de rayons de lumière ayant chacun un diamètre de 3 mm et une entraxe de 5 mm. Pour évaluer la quantité vaporisée (DENSITY) et la symétrie (SYM1, SYM2), on utilise le logiciel SI-JET2-Scope V3.0. Dans le mode d'évaluation RELATIVE (RELATIF), qui peut être utilisé si on est en présence d'un intervalle de jet de pulvérisation dans une plage d'une minute, un calibrage est effectué entre les intervalles de pulvérisation, en compensant ainsi un encrassement éventuel. Le mode ABSOLUTE (ABSOLU) est utilisé dans le cas d'un jet de pulvérisation continu. 5 sorties numériques dans jusqu'à 31 niveaux informent sur les niveaux de tolérance respectives. Ceci permet aussi de réaliser simplement un affichage de tendance (p. ex. via une API).



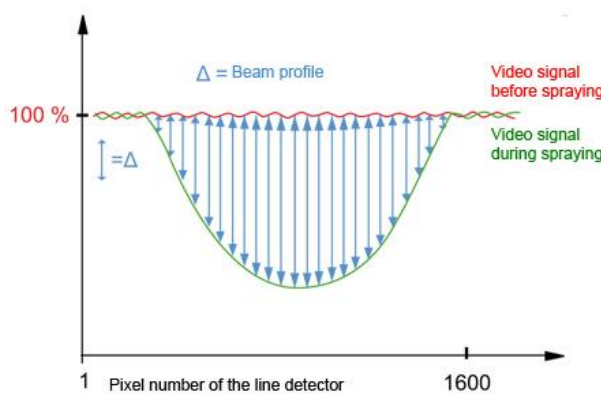
4. La méthode à bande de lumière, capteurs

→ L-LAS-TB-xx-AL-SC avec logiciel L-LAS Spray Control Scope

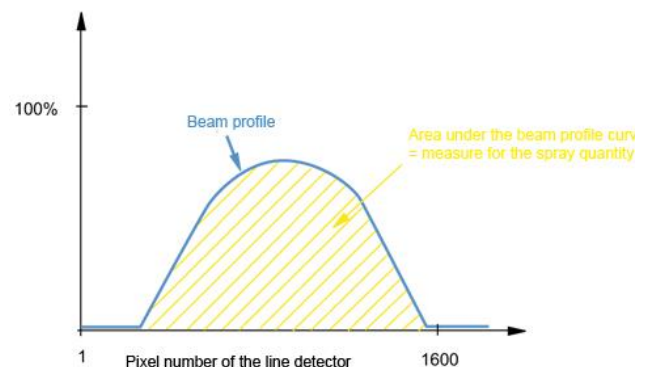
Une bande de lumière continue est à cette occasion dirigée sur le jet de pulvérisation. La bande de lumière est en règle générale plus large que le diamètre du cône de pulvérisation, si bien que le jet de pulvérisation est complètement saisi. Sur le côté opposé au jet de pulvérisation se trouve un récepteur de lignes CCD qui offre une résolution élevée le long de la ligne. Ceci permet d'évaluer le profil du jet sans lacune. Pour déterminer le profil du jet, on compare entre eux la différence en pourcentage des deux signaux vidéo (signaux de lignes) qui ont été enregistrés avant l'opération de pulvérisation et pendant l'opération de pulvérisation.



Le profil de jet (profil d'absorption) informe maintenant sur la répartition locale du fluide pulvérisé dans le jet de pulvérisation.



Profil de jet basé sur l'affaiblissement par le jet de pulvérisation

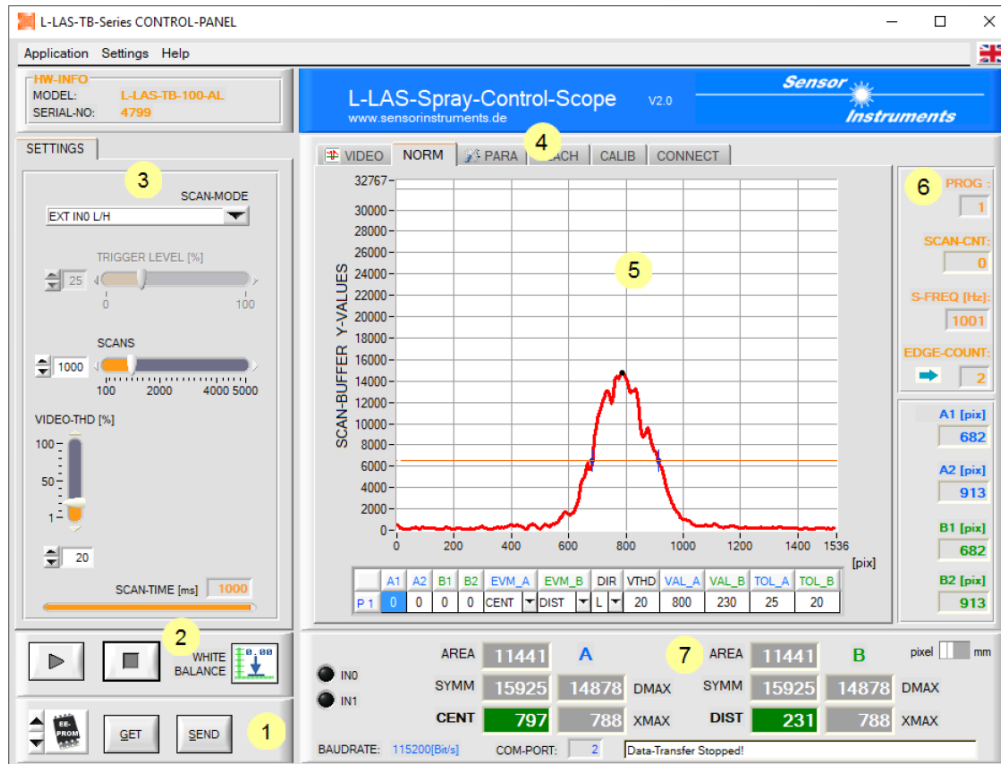


Profil de jet inversé comme représenté dans L-LAS-Spray Control

La prise de nombreux scans consécutifs permet de calculer une répartition statistique des gouttelettes de pulvérisation dissoutes dans l'espace par la ligne CCD. La méthode convient à l'analyse détaillée et au contrôle de la qualité de buses de pulvérisation.

L'analyse avec la méthode de bande de lumière fournit des données détaillées sur le profil du jet. Elle convient pour les procédés de pulvérisation assistés par robot dans lesquels le robot pourrait amener périodiquement la buse dans ce qu'on appelle une position d'accostage afin de pouvoir réaliser un test de pulvérisation de 1 - 2 secondes pour analyse.

L'illustration suivante décrit les éléments fonctionnels et de commande les plus importants du logiciel de commande pour PC L-LAS-Spray-Control-Scope v2.0 :



L'interface de commande L-LAS-Spray-Control-Scope propose de nombreuses fonctions :

- Visualisation des données de mesure dans des champs de sortie numériques et graphiques.
 - Réglage de la source d'éclairage.
 - Réglage de la polarité des sorties de commutation numériques OUT0, OUT1, OUT2.
 - Choix d'un mode d'évaluation adapté.
- Enregistrement des paramètres dans la mémoire RAM, EEPROM sur l'électronique de contrôle ou dans un fichier de configuration sur le disque dur du PC.
- 1 Champs fonctionnels pour envoyer / lire les paramètres de réglage (transfert de paramètres).
 - 2 Champs fonctionnels START / STOP pour l'échange de données RS232 avec le capteur.
 - 3 Affichage de l'état de service actuel sur le (mode de déclenchement, seuil d'évaluation, ...)
 - 4 Gamme de tabulateurs pour commuter entre les différentes fenêtres graphiques de tabulateur.
 - 5 Sortie graphique (affichage du déroulement des valeurs de mesure avec valeur d'apprentissage et bande de tolérance)
 - 6 Éléments d'affichage numériques (fréquence de mesure, numéro de bords, numéro de programme, ...)
 - 7 Affichage de mesure en [mm] ou [pixels].

L'évaluation du jet de pulvérisation est faite dans le capteur L-LAS, qui peut comparer les capteurs de jet de pulvérisation avec les valeurs de consigne. Lorsque tous les paramètres sont en ordre, une sortie numérique est réglée. Une alternative consiste aussi à lire le résultat, y compris le profil du jet, depuis une API par l'intermédiaire du protocole RS-232.

Exemple : série L-LAS-TB-xx-T/R-AL-SC - Capteurs de lignes laser standard pour la commande du jet de pulvérisation :

Les capteurs de lignes sont utilisés partout où des mesures précises sont nécessaires ou les dimensions d'un objet doivent être déterminées avec une haute précision.

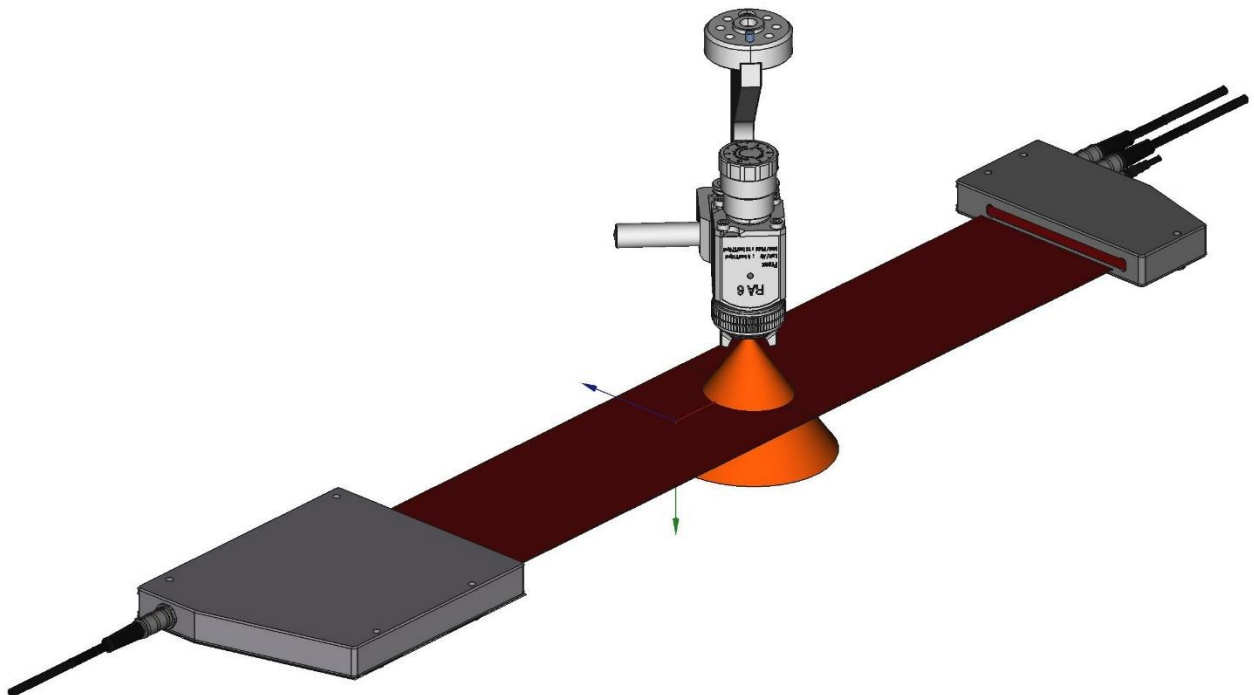
Un système de capteur L-LAS-TB-xx-AL-SC consiste en un émetteur (L-LAS-TB-xx-T-AL-SC) et un récepteur avec unité de commande (L-LAS-TB-xx-R-AL-SC). L'optique de l'émetteur et du récepteur est généralement protégée par des dispositifs de soufflage d'air.

Nos capteurs de contrôle de pulvérisation de la série L-LAS sont livrés avec un paquet de logiciel standard. Le logiciel L-LAS-Spray Control-Scope v2.x fournit un profil de jet de pulvérisation qui peut être mémorisé en tant que fichier avec un numéro séquentiel dans la mémoire du PC en pouvant être ainsi utilisé pour étudier le profil de pulvérisation.

Les types de capteurs suivants sont actuellement disponibles :

- (a) Le L-LAS-TB-28-T/R-AL-SC dispose d'un rideau de lumière laser de 28 mm de large avec une très haute résolution. Le détecteur de lignes a env. 2000 pixels.
- (b) Le L-LAS-TB-50-T/R-AL-SC travaille avec un rideau de lumière laser de 48 mm de large. Le détecteur de lignes a env. 770 pixels.
- (c) Le L-LAS-TB-75-T/R-AL-SC avec un rideau de lumière laser de 73 mm de largeur et un détecteur de lignes d'env. 1200 de pixels.
- (d) Le L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC avec un rideau de lumière laser de 98 mm de largeur et un détecteur de lignes d'env. 1600 de pixels.


D'autres plages de mesure peuvent être choisies selon les exigences de l'application (voir la série L-LAS-TB-AL).



Système L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC pour analyse de jet de pulvérisation avec bande de lumière de 98 mm

5. Utilisation du contrôle de jet de pulvérisation dans les zones menacées d'explosion → capteurs avec fibres optiques SI-JET

Pour qu'un contrôle du jet de pulvérisation puisse avoir lieu même dans un environnement dans lequel règne une atmosphère explosive sous la forme d'un mélange d'air et de gaz, de vapeurs ou de brouillards combustibles, on travaille avec des fibres optiques.

C'est ainsi qu'il est aussi possible de travailler dans la zone menacée d'explosion Ø de la directive d'exploitation ATEX. Les composants électroniques et optoélectroniques du système de contrôle du jet de pulvérisation se trouvent ici en-dehors de la zone Ø. Seuls les composants optiques ou optomécaniques (front end optomécaniques) se trouvent dans la zone . La connexion entre le front end et l'unité d'évaluation est établie au moyen de fibres optiques.

Il faut veiller ici à ce que la densité de puissance optique ne dépasse pas une certaine valeur limite. Dans le cas des produits SI, la densité de puissance se trouve cependant très en-dessous des valeurs limites admises.

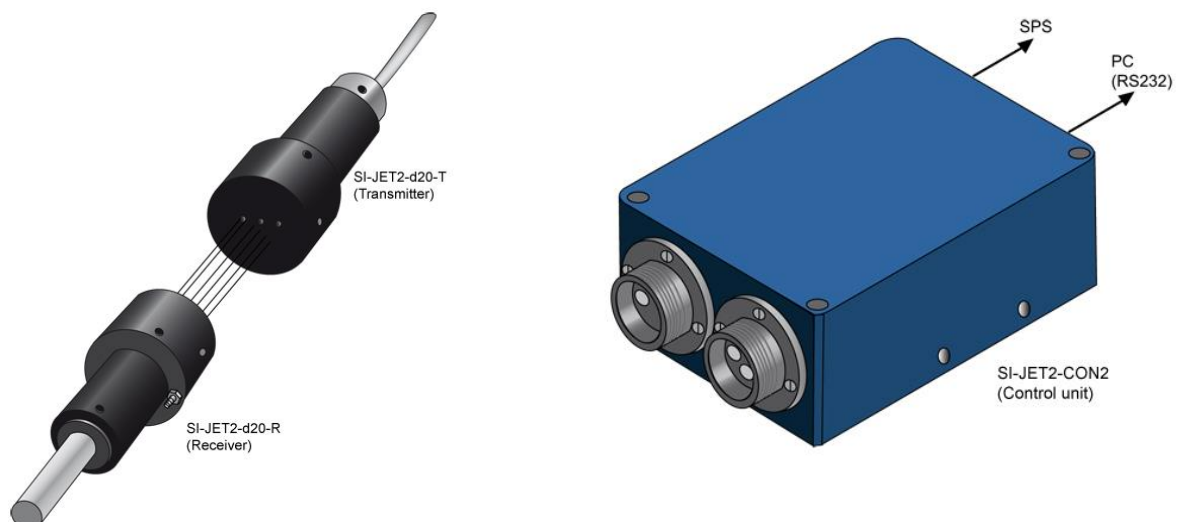


Vous trouverez de plus amples informations sur notre site Web : → GLOSSAIRE → [Contrôle de pulvérisation](#)

Grâce aux fibres optiques, des systèmes à un, deux ou trois faisceaux peuvent être réalisés pour répondre aux exigences de l'application du jet de pulvérisation.

Exemple de capteur de jet : SI-JET2-d20-T (émetteur) + SI-JET2-d20-R (récepteur) + SI-JET2-CON2.

Le front end spécial est alimenté via une fibre optique avec de la lumière rouge, et un cache intégré dans la partie supérieure de l'air de soufflage génère 3 rayons d'un diamètre de 3 mm chacun et un entraxe de 5 mm. L'évaluation est réalisée avec le logiciel SI-JET2-Scope V3.0. L'appareil de commande SI-JET2-CON2 dispose de 5 sorties numériques qui peuvent également être utilisées pour réaliser un affichage de tendance (p. ex. par une API).



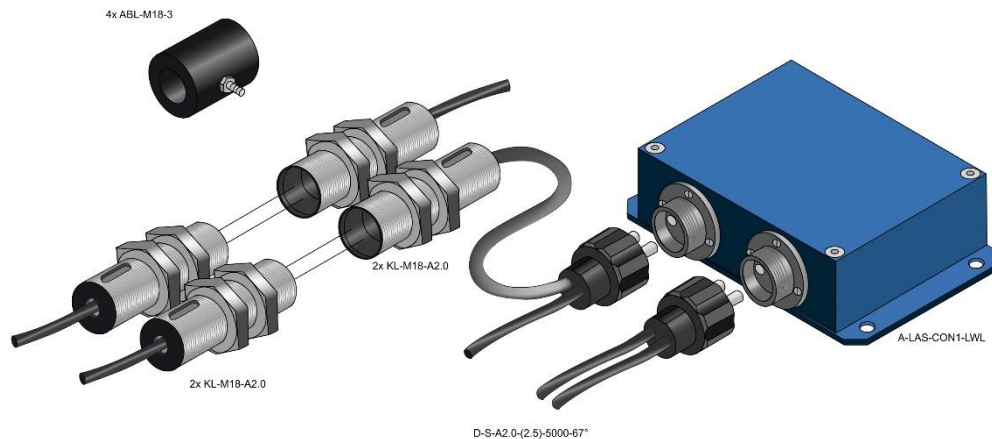
Exemple de barrière lumineuse unidirectionnelle à deux jets pour une utilisation en zone Ex : série de capteurs : gamme A-LAS

Fibre optique D-S-A2.0-(2.5)-500-67° + optique intercalée KL-M18-A2.0 (2x) + appareil de commande A-LAS-CON1-FIO.

A-LAS-CON1-FIO exécute les opérations de commande et d'évaluation de la même manière qu'A-LAS-CON1.

Comme dans ce cas les composants électroniques et optoélectroniques sont intégrés dans l'appareil de commande et non dans les front ends de capteur, ce type convient au fonctionnement dans la zone Ex.

Pour protéger les unités optiques, on utilise des dispositifs d'air de soufflage du type ABL-M18-3.



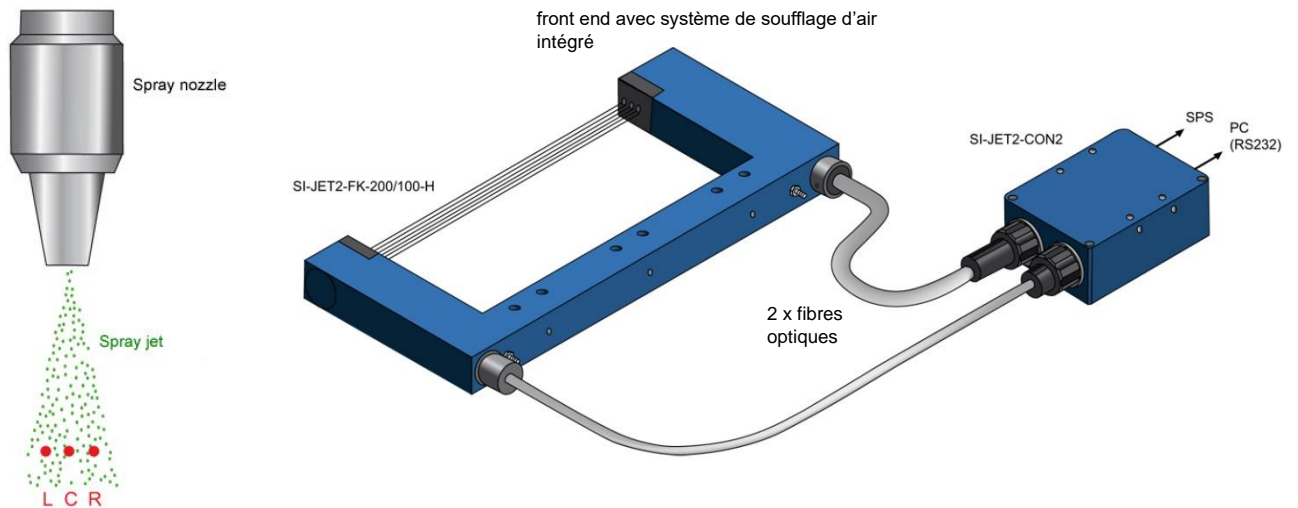
Exemple de capteur à trois rayons : KL-M18-A2.0 (front end) + R3-M-A2.0-(2.5)-500-67°-3x (fibre optique) + SI-JET2-CON3 (unité de commande)

Dans le cas de ce type de capteur, les trois rayons de lumière rouge peuvent être réglés individuellement sur chaque jet de vaporisation. Le logiciel SI-JET2-Scope V3.0 est utilisé pour l'évaluation. Notamment dans le cas de buses de vaporisation à grand angle d'ouverture, ce type offre des avantages décisifs.



Exemple de capteur à trois rayons intégré dans une fourche : SI-JET2-FK-200/100-H (front end) + SI-JET2-CON2 (appareil de commande)

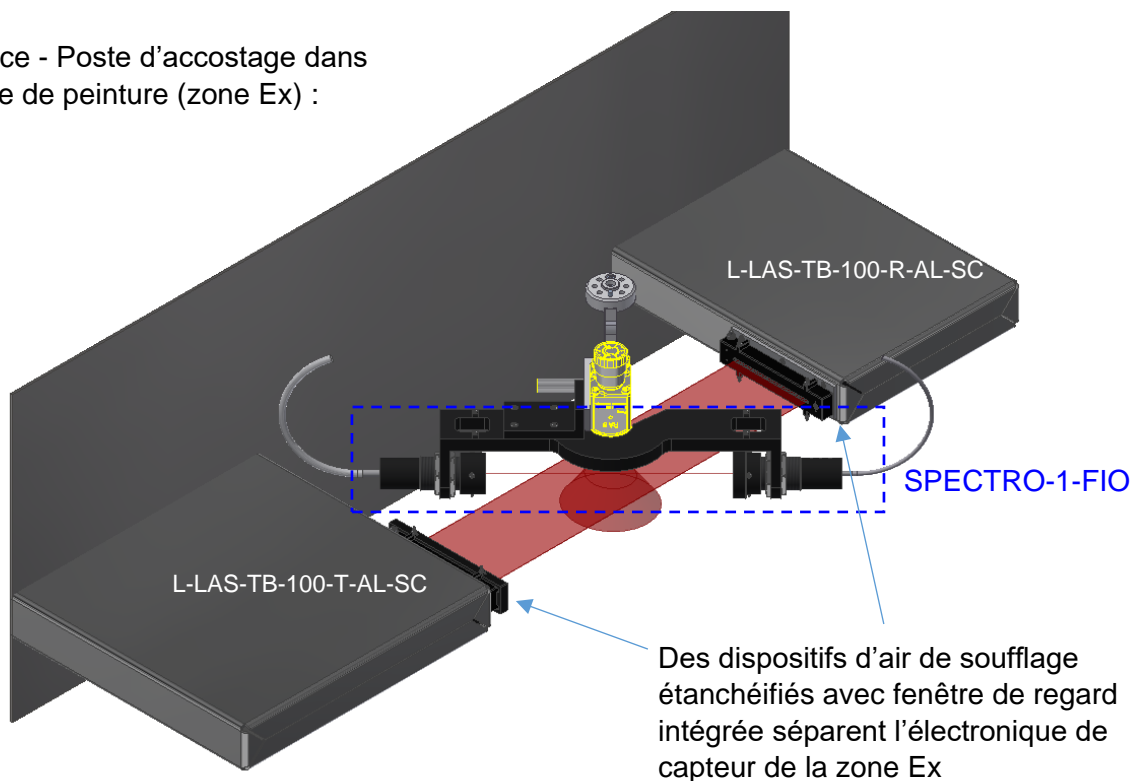
Dans cette version, les 3 rayons sont également disposés (au milieu) à une distance de 5 mm les uns des autres, le rayon lumineux rouge a un diamètre de 3 mm. L'appareil de commande SI-JET-CON2 permet de réaliser une représentation de la tendance des paramètres du jet de pulvérisation, par exemple en liaison avec une API.



Exemple de système combiné : SPECTRO-1-FIO (fixé à la buse) et L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC (poste de test) :

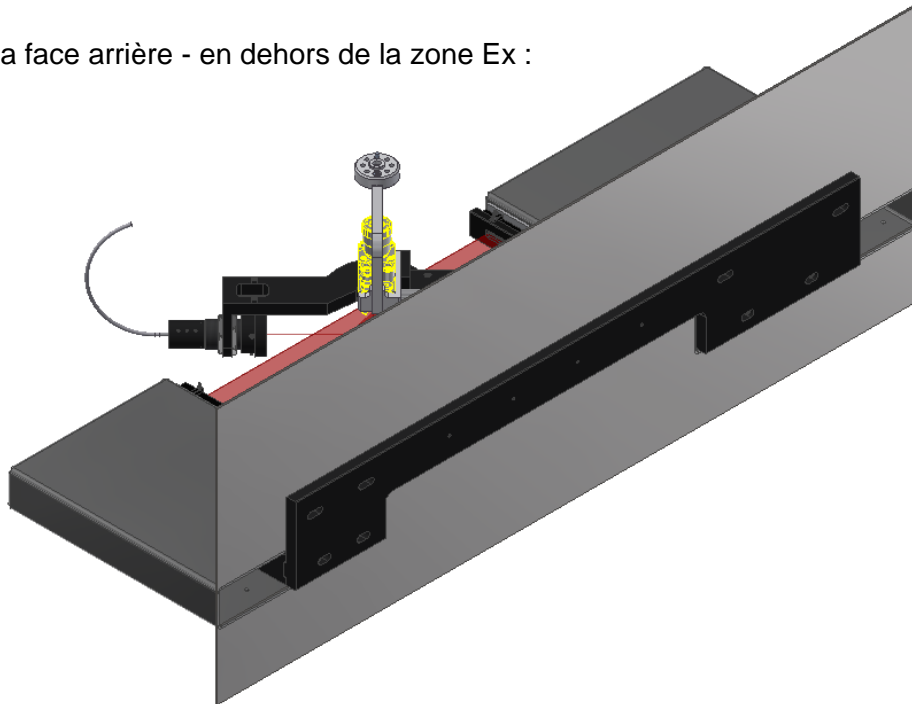
C'est un assez grand défi que d'intégrer des systèmes de lignes laser (L-LAS) dans une zone Ex, du fait qu'on ne peut pas utiliser de fibres optiques. En fonction des applications cependant, nos clients nous aident avec des conceptions qui permettent un fonctionnement dans des zones Ex.

Vue de face - Poste d'accostage dans une cellule de peinture (zone Ex) :



Le système combiné consiste en un système à un rayon avec fibre optique (SPECTRO-1-FIO) pour le contrôle continu pendant l'opération de pulvérisation et un L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC dans un boîtier spécial. Le rideau de lumière laser traverse la zone Ex à travers deux fenêtres avec des unités d'air de soufflage qui séparent l'électronique du capteur de la zone Ex.

Vue depuis la face arrière - en dehors de la zone Ex :



Comme l'électronique du capteur se trouve en dehors de la zone Ex (composant du mur de la cabine de peinture avec connexion à l'air extérieur), n'est pour l'évaluation des dangers que de l'énergie optique, dont un rayon est projeté dans l'atmosphère inflammable à des fins de mesure (EN IEC 60079-28). Le fonctionnement des capteurs SI est dans ce cadre possible sans problèmes du fait que la puissance lumineuse rayonnée (énergie d'inflammation) se situe nettement en dessous de la valeur limite de 5 mW/mm².

Contact :

Sensor Instruments
Entwicklungs- und Vertriebs GmbH
Schlinding 11
D-94169 Thurmansbang
Téléphone +49 8544 9719-0
Téléfax +49 8544 9719-13
info@sensorinstruments.de