

Réflecteurs topographiques  
White Paper  
Caractéristiques et influences



- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems

Mars 2009

Junyu Mao et Daniel Nindl  
Leica Geosystems AG  
Heerbrugg, Suisse

# Réflecteurs topographiques – caractéristiques et influences

Daniel Nindl et Junyu Mao

## Résumé

Ce livre blanc répertorie un certain nombre de facteurs concernant les réflecteurs topographiques dont le topographe devrait tenir compte afin de réaliser des levés de la plus haute qualité. Il explique dans un premier temps les caractéristiques et différences des prismes circulaires et des réflecteurs 360° en se penchant sur l'assemblage des réflecteurs et la différence des constantes d'addition, ainsi que sur les applications de chaque réflecteur. Dans un deuxième temps, le document passe en revue les caractéristiques qui ont une influence sur les mesures d'angle et de distance, par ex. le revêtement antiréfléchissant. Pour finir, il aborde les paramètres sur lesquels le topographe peut agir, la qualité de la mise en station et l'utilisation d'embases et de trépieds de haute qualité.

## Introduction

Les cibles topographiques, en particulier les réflecteurs, sont des accessoires importants qui interviennent dans différentes applications de levé. Les considérant en général comme un produit fiable, les topographes ont tendance à négliger l'influence que les réflecteurs peuvent avoir sur les mesures. Mais l'obtention d'un certain niveau de qualité et de fiabilité exige la prise en compte de tous les effets sur les mesures. Alors qu'on met en avant les spécifications et la précision de la station totale, on sous-estime souvent le rôle des accessoires utilisés dans le cadre de l'application prévue et leurs effets sur les résultats. Diverses applications demandent des coordonnées 3D d'une précision de l'ordre centimétrique. Mais d'autres tâches requièrent des précisions bien plus élevées, par ex. le positionnement de machines ou les mesures de déformation d'objets critiques. Pour ces tâches, une analyse approfondie de l'influence et du traitement des sources d'erreur potentielles est obligatoire.

Ce document résume les facteurs clés qui, en relation avec les réflecteurs topographiques, peuvent influencer les relevés, aussi bien les mesures de

distance que les mesures d'angle. La précision de centrage et l'alignement géométrique sur la ligne de visée de l'instrument sont deux exemples de paramètres pouvant avoir un effet décisif sur les résultats de mesure. La négligence de ces facteurs clés conduit en général à une dégradation de la qualité de mesure. Tous les réflecteurs topographiques de Leica Geosystems en tiennent compte. A l'appui de techniques de fabrication sophistiquées, d'un contrôle d'assemblage et d'une assurance qualité très stricts, Leica Geosystems veille à ce que ses réflecteurs présentent le plus haut degré de qualité.

La figure 1 montre les trois phases principales d'une mesure de distance électronique - la génération du signal, la propagation jusqu'au réflecteur à travers l'atmosphère et la réflexion du signal. Il est important de noter que le signal du distancemètre électronique (EDM) est réfléchi dans la direction du récepteur EDM. C'est la fonction du réflecteur. Nous verrons plus loin le rôle qu'il joue dans le trajet de mesure.

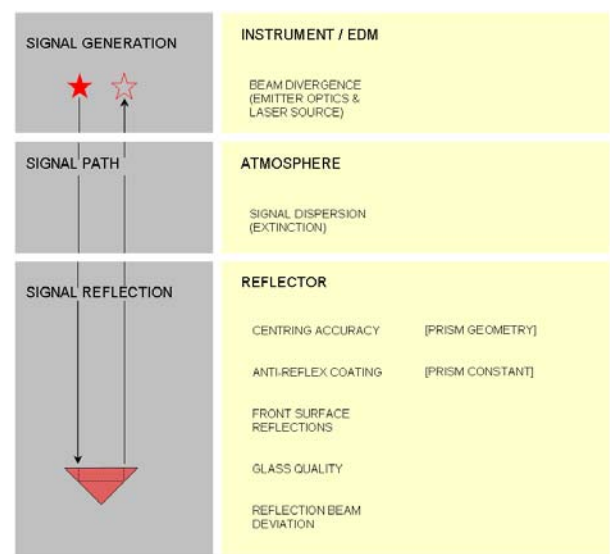


Figure 1 – différentes étapes d'une mesure de distance électronique.

Ce livre blanc est subdivisé en trois grandes sections :

- **Caractéristiques du réflecteur** – en particulier la géométrie et les constantes
- **Création et chemin de transmission du signal** – émission et diffusion du signal EDM
- **Réflexion du signal – influencée par :** la précision de centrage, la déviation du faisceau causée par le réflecteur, les revêtements réfléchissant et antiréfléchissant pour une longueur d'onde donnée, la qualité du verre et pour finir l'alignement sur la ligne de visée de l'instrument

## Caractéristiques du réflecteur

La qualité de deux caractéristiques principales du réflecteur ne fait pas l'objet d'une étude. Il s'agit d'une part du **type de réflecteur** et de sa géométrie générale (a). Est-ce un réflecteur 360° qui réfléchit les signaux depuis toutes les directions ou un réflecteur, par exemple un prisme circulaire, qu'il faut aligner sur la ligne de visée de l'instrument ? La deuxième caractéristique importante du réflecteur est

la **constante**. (b) La constante d'addition est spécifique au modèle - elle définit la relation entre la mesure de distance et le point de référence mécanique du réflecteur (support).

Le choix des réflecteurs dépend de l'application. Qu'il s'agisse de prismes circulaires de haute précision, de prismes omnidirectionnels (360°) ou de prismes de petites dimensions, ces facteurs sont des critères d'achat décisifs.


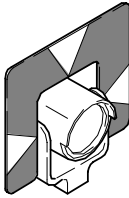
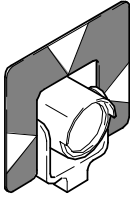
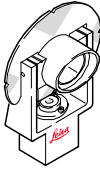


Modèle :	GPH1P	GPR121	GPR1+GPH1	Mini GMP101	GRZ122	GMP111
Image :						
Matériau :	Métal	Métal	Plastique	Métal	Métal	Métal
Précision de centrage :	0,3 mm	1,0 mm	2,0 mm	1,0 mm	2,0 mm	2,0 mm
Constante d'addition :	0	0	0	+17,5 mm	+23,1 mm	+30 mm

Figure 2 - éventail de réflecteurs topographiques de Leica Geosystems.

Point de référence mécanique du réflecteur (support). En principe, la constante d'addition est constante et dans la mesure où elle est prise en compte correctement, elle n'a pas d'influence sur les mesures. La géométrie du réflecteur dépend seulement du modèle choisi.

## Géométrie de réflecteur - prismes circulaires

La plupart des travaux topographiques s'effectuent avec des prismes circulaires (voir la figure 3). Les mesures de haute précision basées sur des spécifications très sévères sont en général réalisées avec des prismes circulaires. Le développement des réflecteurs 360° (conçus pour les instruments motorisés) est assez récent. Le prisme circulaire fait toujours encore office de standard dans le domaine des levés. Les instruments à commande automatique sont commercialisés depuis moins longtemps. De nombreux topographes travaillent encore sans instruments motorisés et utilisent le prisme circulaire, avec sa réflexion directionnelle, pour accomplir les mesures. (Voir la figure 10).

Un prisme circulaire est composé d'un verre triple dont on meule les trois coins pour pouvoir le placer dans la monture circulaire (voir la figure 3).



Figure 3 - prisme circulaire avec monture ronde et verre ; différentes perspectives.

La gamme Leica Geosystems renferme le bon modèle pour chaque application (voir la figure 2).

Sélectionner le réflecteur le mieux adapté à la mesure.

Tous les prismes et montures standard de Leica Geosystems (GPH1P, GPR121, GPR1 et GPH1) ont un diamètre de 62 mm. Cette dimension permet une exploitation efficace de l'optique de réception (le diamètre du prisme est ajusté au diamètre de la lunette avec les tolérances définies). Elle détermine la capacité de réflexion du signal du prisme. La figure 3 montre un prisme circulaire (GPR1 + monture GPH1) désassemblé de différents côtés.

Depuis l'arrivée des EDM, Leica Geosystems propose différents prismes pour répondre aux exigences des clients. Les installations fixes utilisées pour des tâches de surveillance précises sont effectuées avec

des réflecteurs de Leica Geosystems. Ces accessoires se sont établis comme référence de fiabilité et de précision.

## Géométrie de prisme – réflecteurs 360°

Des stations totales avancées, comme la série Leica Geosystems TPS1200+, intègrent des technologies de reconnaissance automatique des cibles (ATR) et de verrouillage automatique. Cette technologie s'associe avantageusement avec un prisme omnidirectionnel qui offre un haut degré de convivialité à l'utilisateur de la canne puisqu'il évite un réalignement constant du prisme sur l'instrument. En principe, le prisme 360° a la même fonctionnalité que le prisme circulaire, à savoir réfléchir le signal EDM vers l'optique de réception EDM de l'instrument. Mais il est formé de six corps en verre triple "soudés" (méthode brevetée par Leica Geosystems, n° de brevet US :6,123,427), chacun s'assimilant à un prisme circulaire individuel de plus petites dimensions et avec un meulage moins important sur les coins (voir les figures 4 et 5).

Une réflexion continue et permanente du signal EDM est importante pour exploiter pleinement les avantages d'un système automatique. Comme dans le cas d'un équipement utilisé par un seul opérateur, la personne placée près de la canne se déplace assez vite et doit pouvoir se concentrer sur les points à mesurer sans réaligner sans cesse le prisme sur l'instrument.



Figure 4 – un des réflecteurs 360° de Leica Geosystems (GRZ122).

C'est là qu'interviennent les réflecteurs 360° de Leica Geosystems:

- GRZ4 Réflecteur 360° classique
- GRZ122 Réflecteur 360° avec filetage additionnel (pour la fixation d'antennes GNSS)

- GRZ101 Miniréflecteur 360° pour distances courtes
- MPR121 Réflecteur 360° durci pour guidage d'engins (axe central renforcé)

Les réflecteurs 360° présentent l'inconvénient d'être assez lourds et volumineux. Mais le plus haut gain de productivité obtenu dans le cadre de levés automatiques (avec mode ATR ou Lock sur la série Leica Geosystems TPS1200+) lors de travaux en mode 1 opérateur, de même que la prise en charge d'une Leica SmartAntenne, en font un accessoire indispensable pour les levés rapides.

L'utilisation d'instruments Leica Geosystems en combinaison avec des réflecteurs 360° de Leica Geosystems garantit la meilleure performance de mesure - la précision des positions est en général de 2 mm, voire mieux - et une très grande facilité d'emploi.

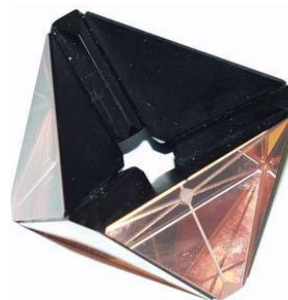


Figure 5 – prisme à six verres triples.

## Constante d'addition

Indépendamment d'une mesure de distance ou d'angle, chaque mesure sur un réflecteur exige un référencement sur deux points, l'axe vertical de l'instrument et le point cible. Il est donc important de prendre en considération la conception mécanique du corps de réflecteur, le boîtier et le goujon pour garantir une bonne définition de la position du centre du réflecteur (axe vertical du réflecteur) par rapport au point spécifié (le deuxième point étant l'axe des tourillons ou l'axe central de l'instrument).

### Définition de la constante d'addition :

La plupart des prismes sont encore constitués de verre. Le verre a un indice de réflexion de l'air, qui est le support de propagation du signal de mesure. A l'entrée dans un corps de verre, une onde électromagnétique propagée est décélérée et la distance mesurée est donc plus grande. Pour tous les rayons de lumière perpendiculaires à la face avant du prisme, la longueur du trajet optique (voir la figure 6), la formule suivante s'applique :

$$W = n \cdot d \quad (1)$$

où

$d$  est la distance entre la surface avant du prisme et le coin du prisme triple (voir la figure 6)

$n$  est l'indice de réfraction du corps de verre

$W$  est la distance entre la surface avant du prisme et le point de retour théorique  $S_0$

$d$  est égal à la distance géométrique de la surface avant au coin du prisme.  $W$  est défini par la distance entre le point de retour théorique  $S_0$  et la face avant du prisme (voir la figure 6)

L'axe vertical du réflecteur se trouve devant le point de retour théorique  $S_0$ . Pour rapporter les mesures à l'axe vertical (avec la distance  $e$  à la face avant), on applique la constante d'addition  $K_R$ . D'autres fabricants utilisent en général la formule suivante :

$$K_R = e - n \cdot d \quad (2)$$

où

$K_R$  est la constante d'addition utilisée par d'autres fabricants que Leica Geosystems

$e$  est la distance entre le point à symétrie ponctuelle et la face avant

Basée sur la définition ci-dessus, la constante d'addition d'un prisme standard de Leica Geosystems est  $K_R = -34,4$  mm. Leica Geosystems définit cette valeur comme référence zéro,  $K_{Leica} = 0$  mm. Il est important de différencier les deux définitions. Les distancemètres intégrés dans les stations totales de Leica Geosystems tiennent compte de ce décalage.

### Emplacement de l'axe vertical du prisme :

Les mesures EDM doivent être rapportées à l'axe vertical du réflecteur. Leica Geosystems fixe les réflecteurs de façon à minimiser l'effet qu'ont des prismes non perpendiculaires à la ligne de visée de l'instrument sur la mesure d'angle et de distance. L'axe vertical du réflecteur concorde avec le point à symétrie ponctuelle (ou centre virtuel du prisme) du verre de prisme (voir la figure 6).

Se rapportant aux réflecteurs Leica standard, par ex. GPH1P et GPR121, l'axe vertical du réflecteur se trouve devant le centre géométrique du prisme (le coin arrière du cube de verre), mais est placé dans le centre apparent du prisme. Il s'ensuit que la distance entre le centre véritable et le centre apparent (si la direction de visée n'est pas perpendiculaire à la face avant) est réduite au maximum. Cette conception a été choisie pour fournir une définition de  $K_R$  indépendante des angles pour les réflecteurs de Leica Geosystems.

Un prisme mal aligné a donc moins d'effet sur les mesures d'angle et de distance.

Si la lumière (onde) ne heurte pas la surface avant de façon perpendiculaire mais sous un angle  $\alpha$ , le trajet du rayon augmente et une erreur de mesure de distance  $\Delta d$  ( $\equiv \Delta AC$ ) se produit. Cet effet peut être exprimé avec la formule suivante :

$$\Delta d = e \cdot (1 - \cos \alpha) - d \cdot \left( n - \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} \right) \quad (3)$$

où

$\alpha$  est l'angle d'incidence de la ligne de visée par rapport la surface avant du prisme

Ex. : la constante d'addition d'un prisme caractérisé par  $e = 40$  mm,  $d = 60$  mm et  $n = 1.5$  est la valeur  $K_R = -50$  mm. Si l'on y ajoute un angle de  $30^\circ$  (erreur d'axe de collimation), on obtient une erreur de distance  $\Delta d = 0,1$  mm [voir Joeckel/Stober, 1999].

On peut en général négliger une erreur de distance qui résulte d'un alignement inexact du réflecteur. Mais un alignement précis est vivement recommandé pour obtenir le plus haut degré d'efficacité de réflexion du signal EDM par la surface du réflecteur.

Les constantes d'addition dépendent aussi de la longueur d'onde du signal EDM à cause des différences d'indice de réfraction du verre en fonction de la longueur d'onde.

Pour garantir des constantes d'addition de très haute fiabilité et des variations négligeables sur tous les modèles de prismes, Leica Geosystems emploie un verre de haute qualité et réalise un assemblage précis des prismes.

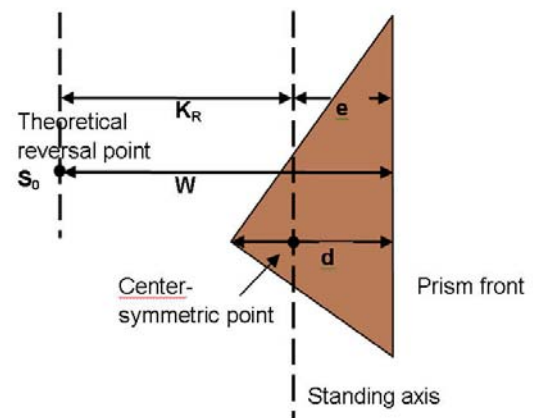


Figure 6 - coupe en travers d'un prisme triple.



## Création et chemin du signal

Au début d'une mesure de distance, l'instrument émet un faisceau laser dont la performance dépend des conditions de mesure de la distance en raison de la conception électronique. Mais toute entrave survenant durant la génération du signal ou pendant sa propagation a un effet sur la quantité (l'intensité) de lumière arrivant sur le prisme. Ces facteurs ne dépendent pas du prisme utilisé. Nous développerons ce thème pour mieux comprendre quelle quantité de signal est disponible pour la rétro réflexion par le prisme.

Les plages de mesures de distance varient en fonction de l'énergie disponible au niveau de la source laser. A travers le capteur EDM, le faisceau laser émis subit d'autres effets, principalement l'atmosphère, qui est un support de transmission adéquat de signaux infrarouges (ou visibles). Mais cette capacité de transmission est réduite par l'absorption de poussière, les moléculaires d'air et les gouttes d'eau, ce que l'on appelle extinction. Ensuite, le signal EDM doit présenter une collimation précise pour minimiser l'angle de divergence résiduel (voir la figure 7) :

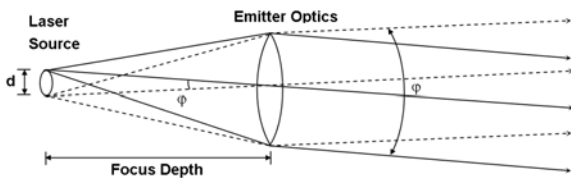


Figure 7 : exemple de divergence du faisceau sortant par la lunette.

Ex. : un angle  $\phi$  de 5' (valeur moyenne d'un instrument moderne) crée un impact de 41,5 m<sup>2</sup> à une distance de 5 km.

Un prisme donné (par ex.  $\varnothing$  5 cm) dispose d'une surface de réflexion de 0,002 m<sup>2</sup>, soit 1/20 000 e du signal émis. L'optique EDM reçoit seulement une fraction de cette quantité. Mais il est important de comprendre que cette surface de réflexion est optimale pour la réflexion du signal EDM. Un plus grand prisme n'augmenterait pas la plage de mesure de distance. Pourquoi ? Parce que l'optique de réception traite seulement le signal réfléchi à l'intérieur d'un diamètre donné. Même s'il est vrai qu'un plus grand prisme aurait une incidence sur la quantité de signal réfléchi, la plus grande partie du

signal EDM passerait à côté de l'instrument. Mais l'utilisation de plusieurs réflecteurs (de préférence de même taille/modèle) augmenterait la quantité de signal utile retournée et par conséquent la plage de mesure de distance.

L'utilisation d'un équipement constitué exclusivement d'éléments Leica Geosystems garantit un ajustement parfait entre la puissance du signal, l'optique d'émission et la conception du prisme, et donc une performance maximale. Les spécifications de mesure sont alors facilement obtenues.

## Réflexion du signal - Facteurs d'influence

Après la création du signal (par l'EDM) et la propagation du signal (à travers l'atmosphère), le signal de mesure arrive sur le prisme. Il est alors réfléchi vers l'instrument. Les facteurs concernant la réflexion de signaux par les réflecteurs sont décrits plus en avant.

Une configuration de mesure est aussi précise que le permet la qualité de la mise en station de l'instrument sur un point, mais d'autres paramètres, décrits ci-dessous, dépendent du produit.

Un équipement constitué exclusivement d'instruments et d'accessoires de Leica Geosystems garantit un ajustement parfait entre la puissance du signal, l'optique d'émission et la conception du prisme, et donc une performance maximale.

## Précision de centrage

Elle détermine la précision de concordance du centre optique du prisme avec l'axe vertical de la monture du prisme. Et est représentée par la formule suivante :

$$\sigma_{3D} = \left( \sqrt{\sigma_{cross}^2 + \sigma_{vertical}^2 + \sigma_{along}^2} \right) \quad (4)$$

où

- $\sigma_{travers}$  est l'écart type se rapportant transversalement à la ligne de visée de l'instrument
- $\sigma_{vertical}$  est l'écart type se rapportant verticalement à la ligne de visée de l'instrument
- $\sigma_{le\ long}$  est l'écart type le long de la ligne de visée de l'instrument

Il est important de savoir que ceci n'est pas encore la mesure qui définit la précision de centrage générale sur un point de contrôle donné. La combinaison

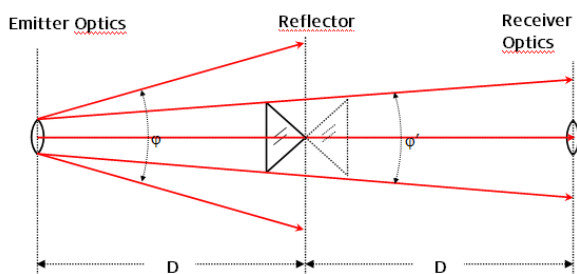
embase-trépied joue un rôle important à cet égard. Il faut aussi tenir compte de la précision de mesure du prisme sélectionné, par ex. 0,3 mm pour le modèle Leica GPH1P et 2,0 mm pour le prisme 360° Leica GRZ122.

La conception mécanique des réflecteurs de Leica Geosystems vise aussi à réduire le plus possible l'usure mécanique afin de garantir un long cycle de vie, en conformité avec les exigences de qualité du client.

## Déviat ion du faisceau

Le meulage d'un verre de prisme joue un rôle important dans la réflexion des signaux. Plus il est précis (sur les coins et les surfaces), plus le signal sera réfléchi dans la même direction et plus son intensité sera élevée.

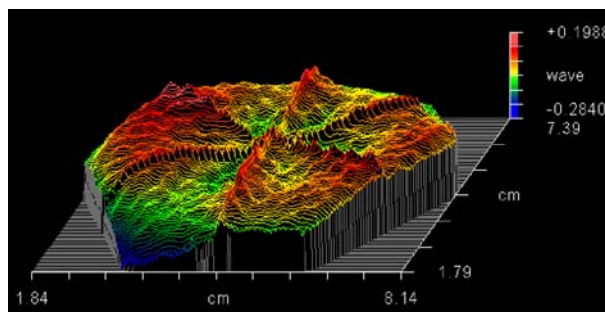
L'écart entre les faisceaux entrant et sortant a une grande influence sur la plage de mesure (voir la figure 8). Le signal retourné est réfléchi à un autre angle  $\alpha$ . La figure 9 montre une mesure test de la déviation du faisceau d'un prisme circulaire. Elle a été réalisée avec un interféromètre.



**Figure 8** – déviation du signal réfléchi dans la direction de l'instrument (angle de déviation  $\alpha$  comparé à la direction du signal entrant).

La mesure de distance se base sur la détection de la différence de phase (ou du temps de propagation) entre les signaux entrant et sortant. En général, les réflecteurs topographiques présentent une déviation de faisceau de quelques secondes d'arc. Le test vérifiant si la déviation est inférieure au seuil de 1 seconde d'arc est réalisé après l'assemblage. Chaque prisme est certifié. En se référant à l'exemple montré dans la figure 9, on note que la déviation légèrement supérieure à la moyenne du modèle en forme d'étoile est causée par les bords du prisme. Le prisme circulaire testé ci-dessus affiche une déviation maximale de 0,8 seconde d'arc. En d'autres termes, la direction du faisceau entrant diffère de moins de 0,8

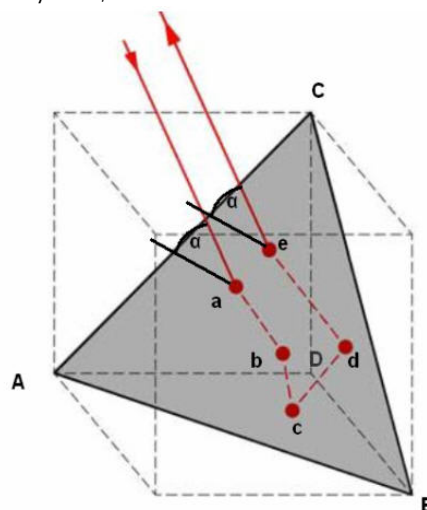
seconde d'arc du faisceau sortant dans chaque sixième du corps de prisme. Mais si l'on exclut les bords du verre, les valeurs moyennes sont nettement en dessous de 1 seconde d'arc.



**Figure 9** - mesure interférométrique pour déterminer l'homogénéité (qualité du polissage du prisme) des faisceaux réfléchis.

## Revêtement réfléchissant

Le degré de réflexion est la capacité d'un matériau à réfléchir, dans ce cas précis, un rayonnement visible et infrarouge (la longueur d'onde de l'EDM peut varier d'un fabricant à l'autre). Ce paramètre dépend du matériau lui-même et de la qualité de la surface. La figure 9 montre un modèle bien poli. Les réflecteurs de Leica Geosystems sont recouverts de cuivre (voir la figure 11). Le degré de réflexion de cette couche est supérieur à 75 %. C'est un revêtement très robuste qui ne corrode pas (encapsulé avec de l'époxy noir).

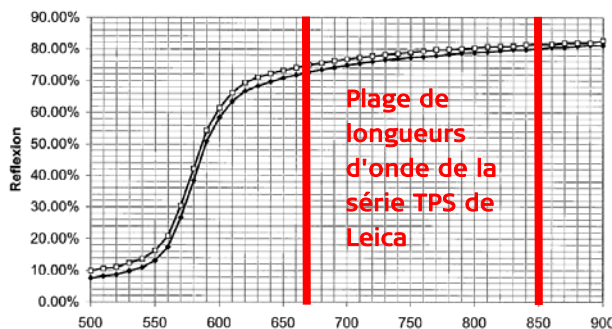


**Figure 10** - chemin du faisceau dans un prisme triple montrant le faisceau entrant et le faisceau sortant.

Cette conception garantit un long cycle de vie du verre du prisme. Bon nombre d'autres réflecteurs du marché sont dépourvus d'une telle couche, ce qui peut affecter la performance de l'EDM jusqu'à 30 %. La longueur d'onde du signal de mesure de distance



de la série Leica Geosystems TPS varie entre 658 nm et 850 nm (le module EDM IR de TCA2003 fonctionne avec une fréquence de 850 nm et celui du TPS1200+ avec une fréquence de 660 nm).



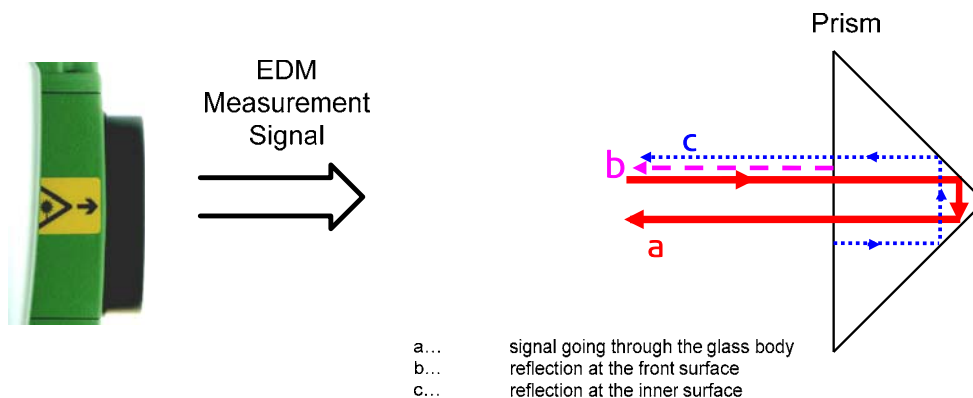
**Figure 11** – pouvoir réfléchissant de la couche réfléchissante de cuivre en fonction de la longueur d'onde du signal (EDM).

Suivant le diagramme du pouvoir réfléchissant représenté sur la figure 11, on voit que les valeurs obtenues avec les EDM de Leica Geosystems se situent dans toute la plage (660 nm-850 nm), ce qui maximise le pouvoir réfléchissant.

C'est un paramètre qui garantit l'ajustement de tous les modèles de réflecteur de Leica Geosystems aux stations totales de Leica Geosystems.

## Revêtement antiréfléchissant

Pendant une mesure de distance, une grande partie du signal est réfléchi par le prisme, comme le montrent les figures 10 et 12, mais une partie du signal EDM émis (en général 4 %) est aussi réfléchi par la surface avant. Cette partie du signal produit des perturbations car le retour du signal est plus

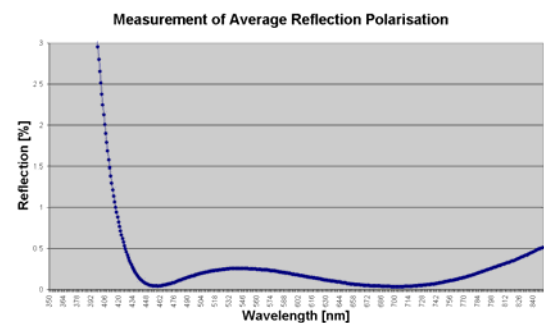


**Figure 12** – différentes réflexions sur le prisme causées par la surface avant, la surface (avant) intérieure ou la voie "normale" par les surfaces arrière.

rapide puisqu'il n'y a pas de pénétration dans le verre du prisme.

Ce phénomène peut se produire avec des distances courtes et présuppose un alignement très précis (la ligne de visée de l'instrument doit être perpendiculaire à la face avant du prisme). Dans ce cas, les distances déterminées sont plus courtes. Pour éviter cet effet, la surface avant du verre du prisme est recouverte d'une couche spéciale. La figure 12 montre le trajet du faisceau du signal entrant. Le signal attendu est représenté par une ligne rouge (a). Il a la plus forte intensité, environ 70 %.

Largeur de bande (660 nm-850 nm) utilisée par Leica Geosystems.



**Figure 13** – pouvoir réfléchissant de la couche antiréfléchissante de cuivre en fonction de la longueur d'onde du signal (EDM).

En cas d'utilisation d'un prisme sans revêtement antiréfléchissant (ou muni d'un revêtement adapté à la mauvaise longueur d'onde), une erreur de mesure de distance de jusqu'à 3 mm peut survenir.

Le signal réfléchi par la surface intérieure est représenté en bleu (b) (env. 4 %). La réflexion par la surface avant est représentée en magenta (c) (moins de 2 %).

Les réflecteurs réalisés par d'autres fabricants que Leica Geosystems sont en général dépourvus d'un tel revêtement. Mais il faut noter que certains modèles de réflecteurs dotés d'un revêtement d'origine autre que Leica Geosystems peuvent aussi réduire la précision des mesures. Cela dépend de la longueur d'onde EDM prise en compte lors de la conception. Les revêtements antiréfléchissants doivent en effet être adaptés à la longueur d'onde des capteurs EDM utilisés. La figure 14 montre l'influence de ce paramètre sur une mesure de distance à 20 m. Pour que l'effet soit perceptible, la surface avant du prisme doit être perpendiculaire à la ligne de visée de l'instrument.

La conception du revêtement antiréfléchissant de certains prismes circulaires de Leica Geosystems est illustrée sur la figure 13. La réflexion est inférieure à 0,5 % pour l'ensemble du signal.

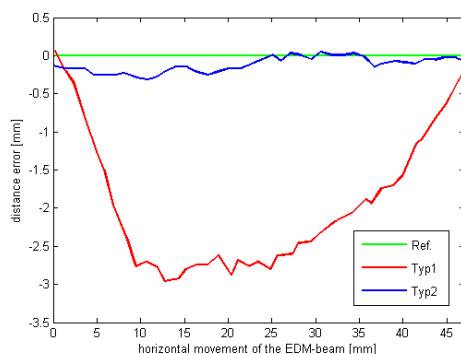


Figure 14 - influence de la couche antiréfléchissante sur la mesure de distance.

Les réflecteurs revêtus de Leica Geosystems garantissent la détection du bon signal EDM à 100 %.

## Qualité du verre

Les réflecteurs de Leica Geosystems sont constitués d'un verre de très haute qualité. Les caractéristiques suivantes garantissent les meilleures performances de mesure de distance et de reconnaissance de cible :

- Grande homogénéité de l'indice de réfraction dans le corps de verre
- Tolérances étroites dans la détermination de l'indice de réfraction et le coefficient Abbe
- Nombre réduit de stries
- Haute résistance à l'acide

- Nombre réduit de bulles d'air
- Conception adaptée à différentes conditions atmosphériques

Ces caractéristiques garantissent une grande longévité et une excellente résistance aux facteurs environnementaux.

## Alignement/mise en station

Les prismes circulaires exigent un alignement sur la ligne de visée de l'instrument dans une certaine plage de tolérance. Cette relation est clairement montrée sur la figure 17 pour les mesures de haute précision. L'écart acceptable est de  $\pm 10^\circ$ .

Si l'on dirige l'instrument sur un prisme non perpendiculaire à la ligne de visée de l'instrument, il est difficile de viser le centre du prisme. Ceci résulte des différences d'indice de réfraction de l'air et du verre et accroît le risque de mesure incorrecte dans la direction horizontale.

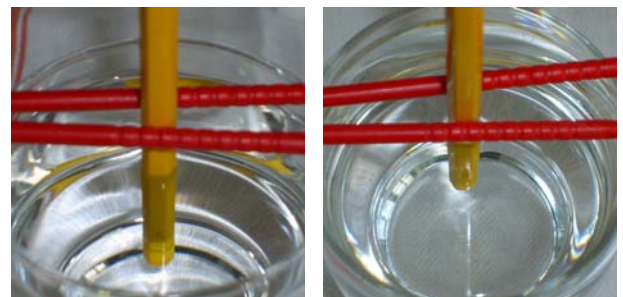
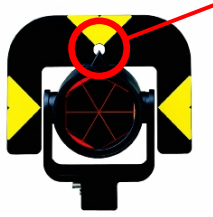


Figure 15 - exemple de réfraction au quotidien. Un crayon dans un verre d'eau observé sous différents angles. Le même effet se produit quand on réalise des mesures obliques sur les réflecteurs.

L'observation du crayon dans la figure 15 démontre l'effet décrit. La reconnaissance du crayon dans l'image de gauche est différente parce que l'air et l'eau n'ont pas le même indice de réfraction. Mais une observation du prisme perpendiculaire à la surface avant permet de bien reconnaître sa position. Cet effet est reproduit sur l'image de droite de la figure 15.

Pour garantir un bon alignement du prisme sur la ligne de visée du réflecteur, Leica Geosystems propose des visières (voir la figure 16). L'opérateur peut effectuer un alignement facile en quelques secondes en pointant le prisme vers l'instrument.

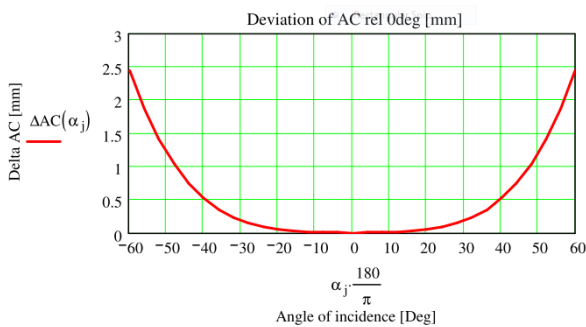
### Visières



**Figure 16** - prisme circulaire GPR1 de Leica Geosystems GPR1 avec visières pour l'alignement

Si le prisme n'est pas aligné sur l'axe de collimation de l'instrument, l'axe vertical de la canne ne coïncide pas avec le centre apparent du prisme (voir la figure 18). L'utilisateur vise donc le centre apparent.

La conception spéciale des réflecteurs de Leica Geosystems minimise cet effet. En dessous de 40°, l'erreur de visée est inférieure à 0,5 mm, mais au-dessus de 50°, elle est supérieure à 1 mm.



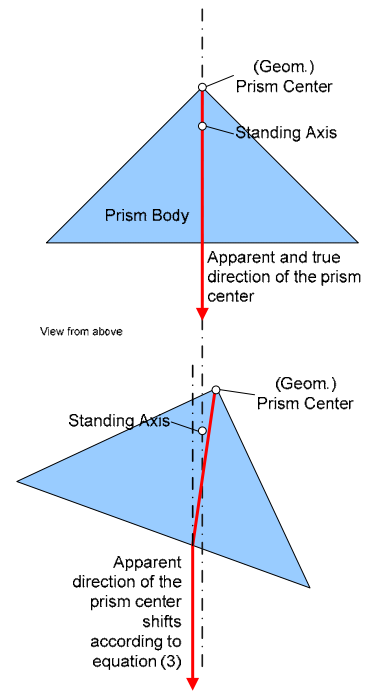
**Figure 17** - déviation de l'axe en fonction de l'erreur d'alignement d'un réflecteur Leica GPR1

La série TS/M30 de Leica Geosystems, qui est le tout dernier développement de l'entreprise, constitue un système de mesure d'angle et de distance de haute précision. Pour exploiter pleinement la performance de cet équipement, il est judicieux de bien aligner le réflecteur sur la ligne de visée de l'instrument.

A 60°, elle est supérieure à 2,5 mm.

Comme le corps de prisme est symétrique, une erreur d'alignement vertical a le même effet qu'une erreur d'alignement horizontal.

En cas d'utilisation de réflecteurs de Leica Geosystems, l'alignement est grandement facilité mais le topographe reste responsable de la qualité de cette opération.



**Figure 18** - reconnaissance véritable et apparente des centres de prisme.

## Articles Leica d'origine / copies

Les sections ci-dessus ont décrit plusieurs facteurs de qualité des réflecteurs topographiques de Leica Geosystems. En raison de leur excellence, les produits de Leica Geosystems sont souvent perçus comme des références sur le marché.

 <p><b>Vous recevez une boîte noire, quelque chose qui ressemble à un accessoire Leica d'origine, mais en fin de compte vous ne savez pas ce que vous avez acheté ...</b></p>	
	Qualification du fournisseur pour une qualité de produit durable
	Qualification du matériel et des processus
	Assurance de la qualité du verre
	Surveillance du processus de meulage
	Polissage additionnel pour plus haute précision
	Couche additionnelle de protection, adhésive, cuivre
	Laque de protection spéciale
	Revêtement antiréfléchissant additionnel
	Surveillance du processus d'assemblage
	Respect des essais et prescriptions au niveau national
	Requalification de la spécification technique à certains intervalles
	Ajustement fin des trépieds aux instruments pour une stabilité et une longévité maximales

**Figure 19** – comparaison des processus de fabrication d'articles d'origine Leica Geosystems / de copies

Il en résulte que les réflecteurs Leica donnent souvent lieu à des copies. Plusieurs fabricants ont commencé à proposer des copies de prisme bon marché sans assurance qualité. La colonne de droite dans la figure 19 montre les étapes de réalisation d'un prisme Leica Geosystems authentique. La plupart de ces étapes échappent au client, mais sont conformes à notre système de gestion qualité sévère.

Nous garantissons la fourniture des meilleurs produits à nos clients.

## Recommandations

Ce document a pour but d'informer les topographes sur les accessoires d'un système de mesure, dont l'importance est souvent négligée. Il fournit à l'attention des arpenteurs désireux d'effectuer des mesures ultra précises un résumé des effets des composants choisis sur la précision de la mesure. Pour obtenir la plus haute précision de mesure :

- Utiliser les mêmes types de prisme pour éviter des erreurs de centrage
- En cas de mesures exclusives à courte distance, toujours s'assurer qu'on utilise un modèle de prisme à revêtement (antiréfléchissant)
- Utiliser un prisme adapté à l'instrument
- Maintenir les surfaces du prisme propres pour éviter une dégradation du signal retourné

Les réflecteurs de Leica Geosystems présentent les avantages suivants : longue durée de vie, précision maximale et plus haute fiabilité. Les accessoires de Leica Geosystems sont parfaitement adaptés aux instruments de Leica Geosystems. Nous pouvons donc vous garantir les meilleures performances de mesure et une qualité maximale.

## Source

Ce document se base sur la thèse "Analyse und Vergleich von Vermessungsreflektoren" réalisée en 2007/08 par Junyu Mao sous la direction de Daniel Nindl (Leica Geosystems AG Heerbrugg) et de Volker Schwieger, de l'institut d'applications de géodésie dans le bâtiment (IAGB), université de Stuttgart.

## Références

**[Joeckel u. Stober 1999]**

JOECKEL, Rainer et STOBER, Manfred : Elektronische Entfernungs- und Richtungsmessung – Wittwer, 1999 (Mesure électronique de distance et de direction)

**[Mao 2008]**

Mao, Junyu : Analyse und Vergleich von Vermessungsreflektoren – thèse, université de Stuttgart, 2008 (Analyse et comparaison de réflecteurs topographiques)

Que vous souhaitiez ausculter un pont ou un volcan, lever un gratte-ciel ou un tunnel, implanter un chantier ou réaliser des mesures de contrôle, vous aurez toujours besoin d'un équipement fiable. Les accessoires Leica Geosystems d'origine sont adaptés à vos tâches exigeantes. Ils garantissent le respect des spécifications techniques des équipements de Leica Geosystems. Vous pouvez donc vous fier à leur précision, à leur qualité et à leur durabilité. Ils vous assurent des résultats de mesure fiables et vous permettent de tirer le maximum de votre instrument Leica Geosystems.

**When it has to be right.**

Illustrations, descriptions et données techniques non contractuelles. Sous réserve de modifications.  
Imprimé en Suisse - copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suisse, 2010.  
VII.10 - INT