

RÉSULTATS

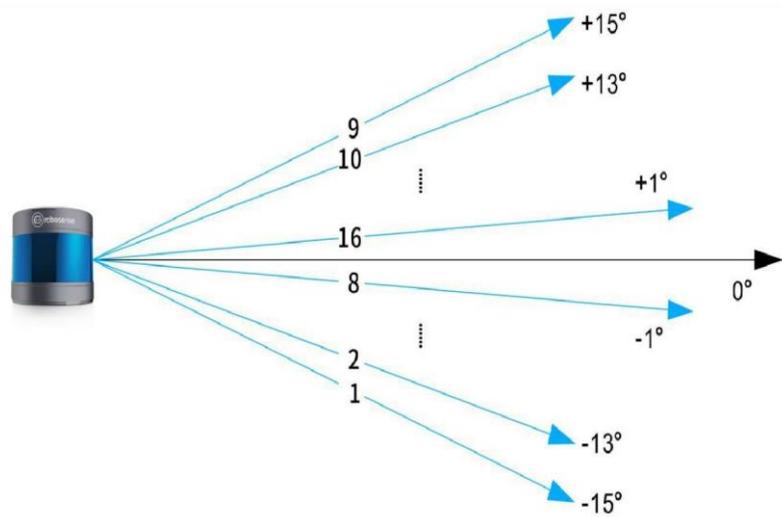
ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DU LIDAR RS-LiDAR16

Génération Robots

01/09/19

Lidars	RS-LiDAR16	Quanergy M8-1	Sick TIM551-2050001	RPLIDAR A3
Type	3D	3D	2D	2D
Distances (80% reflectivity)	0.2 ~ 150m	1 ~ 150m	0.05 ~ 10m	0.15 ~ 10m
Plage angulaire horizontale	360°	360°	270°	360°
Résolution angulaire horizontale	0.09 ~ 0.36°	0.03 ~ 0.2°	1°	0.225° ~ 0.36°
Plage angulaire verticale	30° (-15° ; +15°)	20° (-17° ; +3°)	x	x
Résolution angulaire verticale	2°	2.5°	x	x
Frequency de balayage	5 ~ 20Hz	5 ~ 30Hz	15Hz	5 ~ 20Hz
Précision	±2cm	±3cm	±6cm	Distance < 1.5m : < 0.5mm Distance > 1.5m : < 1%

Spécifications annoncées des Lidars



RS-LiDAR16



Quanergy



Sick TIM551



RPLIDAR A3

Test 1 : Influences des matériaux sur le RS-LiDAR16

Lidar	RS-LiDAR16
Frequency de balayage	10Hz
Vitesse de rotation	600 rpm
Durée du bag	29.59 secondes
Echantillons du bag	299 scans
Résolution horizontale	0.18°
Points	Points NaN supprimés

Tableau des paramètres du Lidar

Distance 2.00 ± 0.01 m

Les performances des Lidars dépendaient du matériau de l'obstacle. Afin de quantifier ces différences, nous considérons une scène statique, le RS-LiDAR16 se positionne devant un obstacle matériel différent, à une distance d'environ **2 m \pm 0,01m**.

Pour chaque matériau, le lidar est lancé dans un environnement **intérieur** après au moins 2 minutes de non-utilisation pour une durée 3 minutes.

Un bag de 30 secondes est enregistré pour les données post-traitement.

Dix matériaux : fenêtre, écran TV (verre), tableau blanc, porte, mousse, plastique de transport, boîte en carton, métal, mur, bois condensé.

Faisceaux	Paramètres	Fenêtre	Ecran TV (verre)	Tableau blanc	Porte	Mousse
8	Nombre de Valeurs	4	63	59	63	32
8	Moyenne	1.98 m	1.99 m	1.99 m	2.01 m	2.01 m
8	L'Etendue	3.5 cm	6.4 cm	6.07 cm	3.95 cm	3.53 cm
8	L'écart-type	0.69 cm	3.05 cm	2.81 cm	1.80 cm	1.44 cm
8	Variance	0.005 cm ²	0.09 cm ²	0.08 cm ²	0.03 cm ²	0.002 cm ²
16	Nombre de Valeurs	3	64	60	63	61
16	Moyenne	1.94 m	1.98 m	1.98 m	2.00 m	1.99 m
16	L'Etendue	74.9 cm	2.14 cm	1.06 cm	1.67 cm	4.29 cm
16	L'écart-type	0.63 cm	0.73 cm	0.4 cm	0.6 cm	1.82 cm
16	Variance	0.004 cm ²	0.005 cm ²	0.002 cm ²	0.004 cm ²	0.033 cm ²

Distance 2.00 ± 0.01 m

Faisceaux	Paramètres	Plastique	Carton	Métal	Mur	Bois condensé
8	Nombre de Valeurs	62	63	60	24	62
8	Moyenne	2.05 m	2.04 m	2.07 m	2.07 m	2.07 m
8	L'Etendue	3.53 cm	3.63 cm	3.94 cm	4.50 cm	5.80 cm
8	L'écart-type	1.33 cm	1.56 cm	1.54 cm	0.69 cm	2.90 cm
8	Variance	0.02 cm ²	0.024 cm ²	0.024 cm ²	0.005 cm ²	0.008 cm ²
16	Nombre de Valeurs	62	61	62	52	61
16	Moyenne	2.06 m	2.02 m	2.04 m	2.08 m	2.07 m
16	L'Etendue	2.13 cm	2.90 cm	4.2 cm	2.08 cm	1.78 cm
16	L'écart-type	0.90 cm	0.82 cm	1.76 cm	0.75 cm	0.70 cm
16	Variance	0.008 cm ²	0.007 cm ²	0.03 cm ²	0.006 cm ²	0.005 cm ²

Test 2 : Influence de la lumière sur le RS-LiDAR16

Lidar	RS-LIDAR16
Frequency de balayage	10Hz
Vitesse de rotation	600 rpm
Durée du bag	29.59 secondes
Echantillons du bag	299 scans
Résolution horizontale	0.18°
Points	Points NaN supprimés

Tableau des paramètres du Lidar

Distance 2.00 ± 0.01 m

Certains Lidars ne fonctionnent pas correct à l'extérieur, en raison de l'influence de la lumière du soleil. En effet, le soleil émet de la lumière sur une large gamme de longueurs d'onde qui altère la mesure lidar.

En considérant une scène statique, le RS-LiDAR16 se positionne devant un mur plan (**bois condensé**) , à une distance d'environ **2 m \pm 0,01m**. Pour chaque environnement, le lidar est lancé après au moins 2 minutes de non-utilisation pour une durée de 3 minutes. Un bag de 30 secondes est enregistré pour les données post-traitement. **Quatre environnements** : intérieur dans l'obscurité totale, intérieur avec lampes artificielles, extérieur à l'ombre et extérieur sous le soleil.

Faisceaux	Paramètres	Dark	Artificial lamp	Sunlight in shade	Direct sunlight
8	Nombre de Valeurs	61	70	63	58
8	Moyenne	1.97 m	1.97 cm	2.05 m	2.07 m
8	L'Etendue	4.4 cm	5.00 cm	5.51 cm	4.29 cm
8	L'écart-type	2.14 cm	2.51 cm	2.86 cm	1.96 cm
8	Variance	0.05 cm ²	0.006 cm ²	0.08 cm ²	0.04 cm ²
16	Nombre de Valeurs	62	70	30	31
16	Moyenne	1.96 m	1.97	2.08 m	2.08 cm
16	L'Etendue	1.27 cm	1.24 cm	0.77cm	1.22 cm
16	L'écart-type	0.47 cm	0.45 cm	0.34 cm	0.55 cm
16	Variance	0.002 cm ²	0.002 cm ²	0.001 cm ²	0.003 cm ²

Test 3 : Influences du temps de fonctionnement et de la température sur le RS-LiDAR16

Lidar	RS-LIDAR16
Frequency de balayage	10Hz
Vitesse de rotation	600 rpm
Durée du bag	59.59 secondes
Echantillons du bag	597 scans
Résolution horizontale	0.18°
Points	NaN points removed
ambient temperature under shade	+25°C
ambient temperature under sun	+32°C

Tableau des paramètres du Lidar

Shade - Distance 2.00 ± 0.01 m

Certains composants voient leur précision réduite sur une longue période de fonctionnement et surtout lorsque la température est plus élevée.

En considérant une scène statique, le RS-LiDAR16 se positionne devant un mur plan (**bois condensé**), à une distance d'environ **2 m ± 0,01m**. Pour chaque environnement, le lidar est lancé après au moins 10 minutes de non-utilisation pendant 45 minutes. Toutes les 10 minutes, un bag de 1 minute est enregistré pour le post-traitement des données.

Deux environnements : A l'extérieur à l'ombre (température ambiante ~ 25°C) et au soleil (température de contact ~ 32°C).

Faisceaux	Paramètres	0 min	10 min	20 min	30 min	35 min	40 min	45 min
8	Nombre de Valeurs	63	63	63	61	60	56	63
8	Moyenne	2.05 m	2.02 m	2.01 m	2.01 m	2.01	2.00 m	2.01 m
8	L'Etendue	5.51 cm	5.22 cm	5.51 cm	5.48 cm	4.40 cm	5.54 cm	5.81 cm
8	L'écart-type	2.87 cm	2.64 cm	2.81 cm	2.80 cm	2.76 cm	2.84 cm	3.01 cm
8	Variance	0.08 cm ²	0.007 cm ²	0.008 cm ²	0.08 cm ²	0.08 cm ²	0.08 cm ²	0.09 cm ²
16	Nombre de Valeurs	30	62	62	61	61	56	62
16	Moyenne	2.08 m	2.05 m	2.04 m	2.04 m	2.04 m	2.04 m	2.05 m
16	L'Etendue	0.78 cm	3.37 cm	3.25 cm	3.05 cm	3.03 cm	3.35 cm	4.25 cm
16	L'écart-type	0.34 cm	1.57 cm	1.51 cm	1.39 cm	1.39 cm	1.56 cm	2.12 cm

16	Variance	0.001 cm ²	0.02 cm ²	0.05 cm ²				
-----------	----------	-----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Sunlight - Distance 2.00 ± 0.01 m

Nous avons pris les faisceaux 6 et 7 car le lidar avait un décalage sur le plan horizontal. Ces faisceaux correspondent aux 8 et 16 du test précédent.

Faisceaux	Paramètres	0 min	10 min	20 min	30 min	35 min	40 min	45 min
6	Nombre de Valeurs	58	63	59	61	62	61	62
6	Moyenne	2.07 m	2.06 m	2.05 m	2.05 m	2.05 m	2.06 m	2.05 m
6	L'Etendue	4.29 cm	1.72 cm	2.19 cm	2.70 cm	2.92 cm	3.07 cm	3.97 cm
6	L'écart-type	1.96 cm	0.57 cm	0.78 cm	0.99 cm	1.08 cm	1.17 cm	1.67 cm
6	Variance	0.04 cm ²	0.03 cm ²	0.006 cm ²	0.01 cm ²	0.02 cm ²	0.01 cm ²	0.03 cm ²
7	Nombre de Valeurs	61	61	59	61	62	61	62
7	Moyenne	2.08 m	2.08 m	2.07 m	2.07 cm	2.07 cm	2.08 m	2.07 m
7	L'Etendue	1.22 cm	4.15 cm	2.57 cm	1.89 cm	1.85 cm	1.73 cm	1.97 cm

7	L'écart-type	0.55 cm	1.83 cm	0.95 cm	0.66 cm	0.68 cm	0.61 cm	0.70 cm
7	Variance	0.003 cm ²	0.03 cm ²	0.009 cm ²	0.004 cm ²	0.005 cm ²	0.003 cm ²	0.004 cm ²

Test 4 : Différences entre les zones angulaires de mesure du Lidar sur le RS-LiDAR16

Lidar	RS-LiDAR16
Frequency de balayage	5HZ
Vitesse de rotation	300 rpm
Durée du bag	14,67 secondes
Echantillons du bag	74 scans
Résolution horizontale	0.09°
Points	Points NaN supprimés

Tableau des paramètres du Lidar

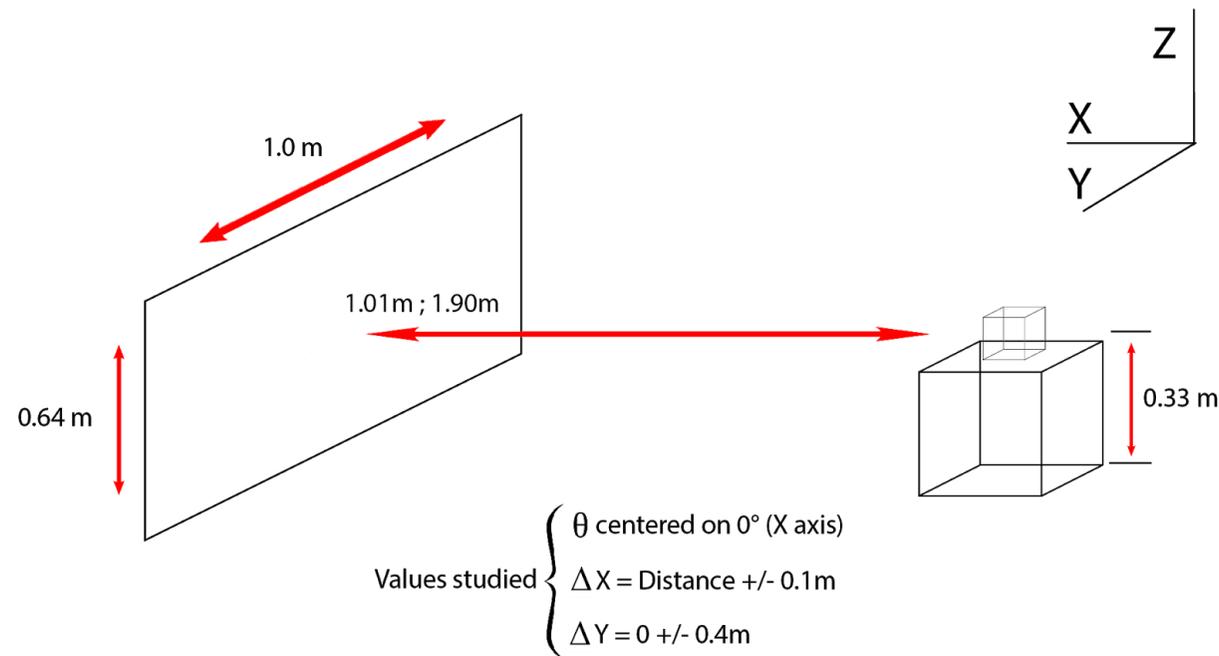
Phase offset - Distance 1.01 ± 0.01 m

Faisceaux	Paramètres	Phase offset 0°	Phase offset +90°	Phase offset +180°	Phase offset +270°
8	Nombre de Valeurs	232	251	234	250

8	Moyenne	1.01 m	1.02 m	1.01 m	1.03 m
8	L'Etendue	5.19 cm	5.37 cm	11.3 cm	4.52 cm
8	L'écart-type	2.72 cm	2.75 cm	2.55 cm	2.25 cm
8	Variance	0.07 cm ²	0.07 cm ²	0.06 cm ²	0.05 cm ²
16	Nombre de Valeurs	239	257	194	258
16	Moyenne	1.01 m	0.99 m	0.99 m	1.0 m
16	L'Etendue	3.46 cm	4.04 cm	13.2 cm	3.44 cm
16	L'écart-type	1.60 cm	1.95 cm	2.17 cm	1.51 cm
16	Variance	0.03 cm ²	0.03 cm ²	0.05 cm ²	0.02 cm ²

Indoor - Lidars Comparaison

En considérant une scène statique, les RS-LiDAR16, Quanergy M8, RPLIDAR A3 et Sick 551 se positionnent devant un mur plan (**boîtes en carton**), à une distance d'environ **1,01m et 1,90m avec $\pm 0,01m$** .
Pour chaque environnement, le lidar est lancé après au moins 2 minutes de non-utilisation pendant 3 minutes. Un bag de 15 secondes est enregistré pour les données post-traitement.



Paramètres des tests Lidars

Lidar	RS-LiDAR16 (3D)	Quanergy M8-1 (3D)	RPLIDAR A3 (2D)	Sick 551 (2D)
Frequency de balayage	10Hz	10Hz	10Hz	15Hz
Vitesse de rotation	600 rpm	600 rpm	600 rpm	900 rpm
Durée du bag	0.18°	~ 0.06°	~ 0.25°	1°
Echantillons du bag	14.7 seconds	14.7 seconds	14.7 seconds	14.7 seconds
Résolution horizontale	148 scans	148 scans	174 scans	221 scans
Points	Points NaN supprimés	Points NaN supprimés	Points NaN supprimés	Points NaN supprimés

Tableau des paramètres du Lidar

RS-LiDAR16 - Distance 1.01 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 16, 15, 14, 13, 12, 11

Paramètres/Faisceaux	2	4	6	8	16	14	12
Moyenne	1.05 m	1.03 m	1.05 m	1.05 m	1.03 m	1.03 m	1.05 m
L'étendue	5.13 cm	4.34 cm	5.13 cm	5.13 cm	4.34 cm	4.34 cm	5.13 cm
Nombre de valeurs	225	228	225	225	228	228	225

Quanergy - Distance 1.01 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 3, 4, 5, 6, 7, 8

Paramètres/Faisceaux	3	4	5	6	7	8
Moyenne	1.01 m	1.00 m	1.03 m	1.02 m	1.01 m	1.01 m
L'étendue	8.06 cm	6.81 cm	7.06 cm	6.49 cm	7.49 cm	7.88 cm
Nombre de valeurs	646	647	635	637	644	644

RPLIDAR A3 & Sick TIM551 - Distance 1.01 ± 0.01 m

Lidars	RPLIDAR A3	Sick TIM551
Paramètres/Faisceaux	1	1

Moyenne	1.01 m	1.02 m
L'étendue	0.89 cm	2.06 cm
Nombre de valeurs	170	43

RS-LiDAR16 - Distance 1.90 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 4, 5, 6, 7, 8, 16, 15, 14, 13

Paramètres/Faisceaux	5	6	7	8	16	15	14	13
Moyenne	1.92 m	1.89 m	1.89 m	1.91 m	1.90 m	1.91 m	1.92 m	1.91 m
L'étendue	6.84 cm	3.48 cm	2.01 cm	5.17 cm	1.66 cm	2.74 cm	3.59 cm	2.29 cm
Nombre de valeurs	120	148	149	147	147	148	146	120

Quanergy - Distance 1.90 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 4, 5, 6, 7, 8

Paramètres/Faisceaux	4	5	6	7	8
Moyenne	1.92 m	1.90 m	1.91 m	1.91 m	1.91 m

L'étendue	4.76 cm	4.64 cm	4.42 cm	4.55 cm	5.09 cm
Nombre de valeurs	352	352	352	352	352

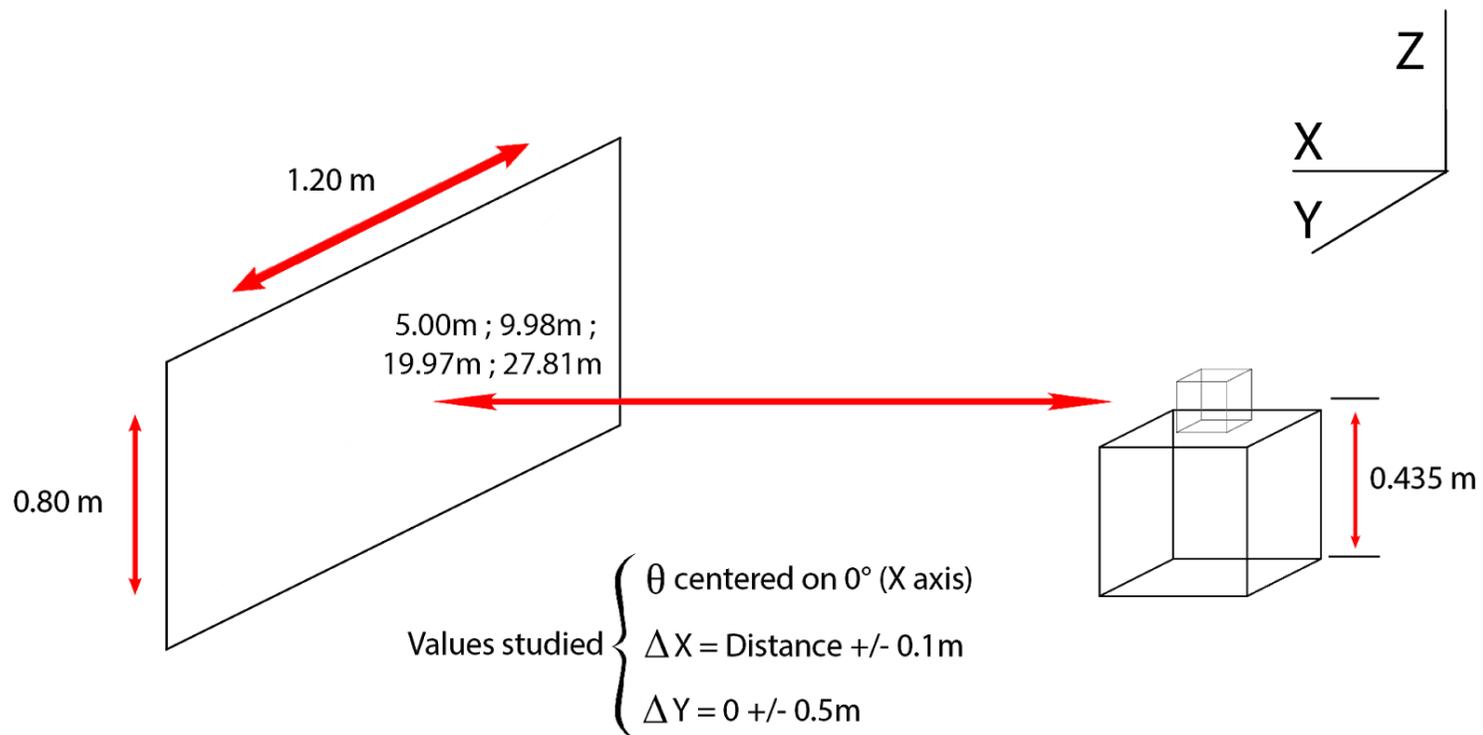
RPLIDAR A3 & Sick TIM551 - Distance 1.90 ± 0.01 m

Lidars	RPLIDAR A3	Sick TIM551
Paramètres/Faisceaux	1	1
Moyenne	1.90 m	1.92 m
L'étendue	6.59 cm	3.68 cm
Nombre de valeurs	92	23

Outdoor - Lidars Comparison

En considérant une scène statique, le RS-LiDAR16 et le Quanergy M8 se positionnent devant un mur plan (**bois condensé**), à une distance d'environ **5,00m, 9,98m, 19,97m et 27,81m** à $\pm 0,01m$.

Pour chaque environnement, le lidar est lancé après au moins 2 minutes de non-utilisation pendant 3 minutes. Un bag de 30 secondes est enregistré pour les données post-traitement.



Paramètres des tests Lidars

Lidar	RS-LiDAR16 (3D)	Quanergy M8-1 (3D)
Frequency de balayage	5 / 10 / 20 Hz	5 / 10 / 20 / 30 Hz
Vitesse de rotation	300 / 600 / 1200 rpm	300 / 600 / 1200 / 1800 rpm
Durée du bag	0.09° / 0.18° / 0.36°	0.03° / ~ 0.06° / ~ 0.12° / 0.2°
Echantillons du bag	29.57 seconds	29.57 seconds
Résolution horizontale	149 / 298 / 515 scans	151 / 299 / 598 / Not Tested scans
Points	NaN points removed	Points NaN supprimés

Tableau des paramètres du Lidar

RS-LiDAR16 - Distance 5.00 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 7, 8, 15, 16

Faisceaux	Paramètres	5Hz	10Hz	20Hz
7	Moyenne	4.94 m	4.94 m	4.96 m
7	L'étendue	4.64 cm	1.89 cm	0.76 cm

7	Nombre de valeurs	80	32	19
8	Moyenne	4.98 m	4.98 m	4.98 m
8	L'étendue	6.13 cm	4.66 cm	3.69 cm
8	Nombre de valeurs	110	56	37
16	Moyenne	5.01 m	5.01 m	5.02 m
16	L'étendue	4.86 cm	4.26 cm	4.83 cm
16	Nombre de valeurs	111	58	36
15	Moyenne	5.01 m	5.01 m	5.01 m
15	L'étendue	4.20 cm	1.90 cm	7.37 cm
15	Nombre de valeurs	80	32	19

Quanergy - Distance 5.00 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : **6, 7, 8**

Faisceaux	Paramètres	5Hz	10Hz	20Hz
6	Moyenne	5.02 m	5.03 m	5.03 m
6	L'étendue	4.31 cm	4.23 cm	4.06 cm
6	Nombre de valeurs	336	170	85

7	Moyenne	5.02 m	5.02 m	5.03 m
7	L'étendue	4.57 cm	4.36 cm	4.37 cm
7	Nombre de valeurs	336	170	84
8	Moyenne	5.02 m	5.02 m	5.02 m
8	L'étendue	4.40 cm	4.18 cm	3.88 cm
8	Nombre de valeurs	336	170	84

RS-LiDAR16 - Distance 9.98 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : **8, 16**

Faisceaux	Paramètres	10Hz	20Hz
8	Moyenne	10.01 m	10.03 m
8	L'étendue	0.97 cm	1.51 cm
8	Nombre de valeurs	15	8
16	Moyenne	10.01 m	10.02 m
16	L'étendue	0.67 cm	5.47 cm
16	Nombre de valeurs	16	8

Quanergy - Distance 9.98 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 7

Faisceaux	Paramètres	10Hz	20Hz
7	Moyenne	9.99 m	9.99 m
7	L'étendue	2.5 cm	2.6 cm
7	Nombre de valeurs	43	38

RS-LiDAR16 - Distance 19.97 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 16

Faisceaux	Paramètres	10Hz	20Hz
16	Moyenne	20.02 m	20.00 m
16	L'étendue	0.57 cm	5.1 cm
16	Nombre de valeurs	8	3

Quanergy - Distance 19.97 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 7

Faisceaux	Paramètres	10Hz	20Hz
-----------	------------	------	------

7	Moyenne	20.00 m	20.00 m
7	L'étendue	2.61 cm	2.42 cm
7	Nombre de valeurs	41	18

RS-LiDAR16 - Distance 27.81 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 16

Faisceaux	Paramètres	10Hz	20Hz
16	Moyenne	27.82 m	Pas de valeur
16	L'étendue	1.0 cm	Pas de valeur
16	Nombre de valeurs	6	Pas de valeur

Quanergy - Distance 27.81 ± 0.01 m

Faisceau laser qui mesure l'obstacle : 7

Faisceaux	Paramètres	10Hz	20Hz
7	Moyenne	27.84 m	27.83 m
7	L'étendue	1.0 cm	2.80 cm

7	Nombre de valeurs	30	14
---	-------------------	----	----