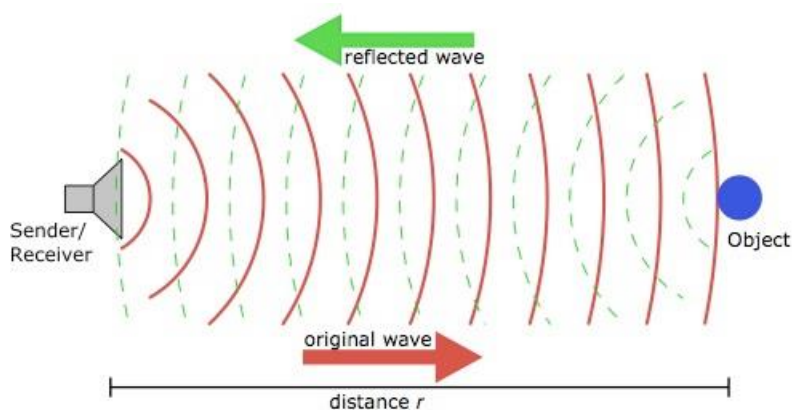


NOTE TECHNIQUE SUR LES TRANSDUCTEURS ULTRASONIQUES UTILISES DANS LES APPLICATIONS DE GUIDAGE A LA PLACE

I. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les transducteurs à ultrasons émettent une impulsion sonore qui se reflète sur les objets qui entrent dans le champ d'ondes. Le son réfléchi, ou "écho" est ensuite reçu par le transducteur.

Les transducteurs à ultrasons sont basés sur la mesure des propriétés des ondes sonores à une fréquence supérieure à la plage sonore humaine. Ils sont basés sur trois principes physiques : temps de vol connaissant la vitesse de propagation du son dans l'air (334 m/S), l'effet Doppler, et l'atténuation des ondes sonores dans l'air.



II. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES TRANSDUCTEURS ULTRASONIQUES

II.1. Avantages

- Une réponse du transducteur à ultrasons ne dépend pas de la couleur de la surface cible optique ou la réflectivité de l'objet. Par exemple, la détection d'une plaque de verre clair (pare-brise), une plaque de plastique blanc, et une plaque de tôle (carrosserie) peinte brillant est le même.
- Les transducteurs à ultrasons ont une excellente précision de répétition de détection. Il est possible d'ignorer les objets d'arrière-plan immédiat, même à longue distance de détection parce que l'hystérésis de commutation est relativement faible.
- La réponse des transducteurs à ultrasons est linéaire avec la distance.
- Les transducteurs à ultrasons présentent une bonne immunité au bruit de fond présent dans les parkings, il n'y a pas par exemple de sifflements produits par des tuyaux d'air et des soupapes de décharge.
- Les transducteurs à ultrasons ne sont pas sensibles à la lumière contrairement aux transducteurs infra-rouges qui peuvent être perturbés dans certains cas.

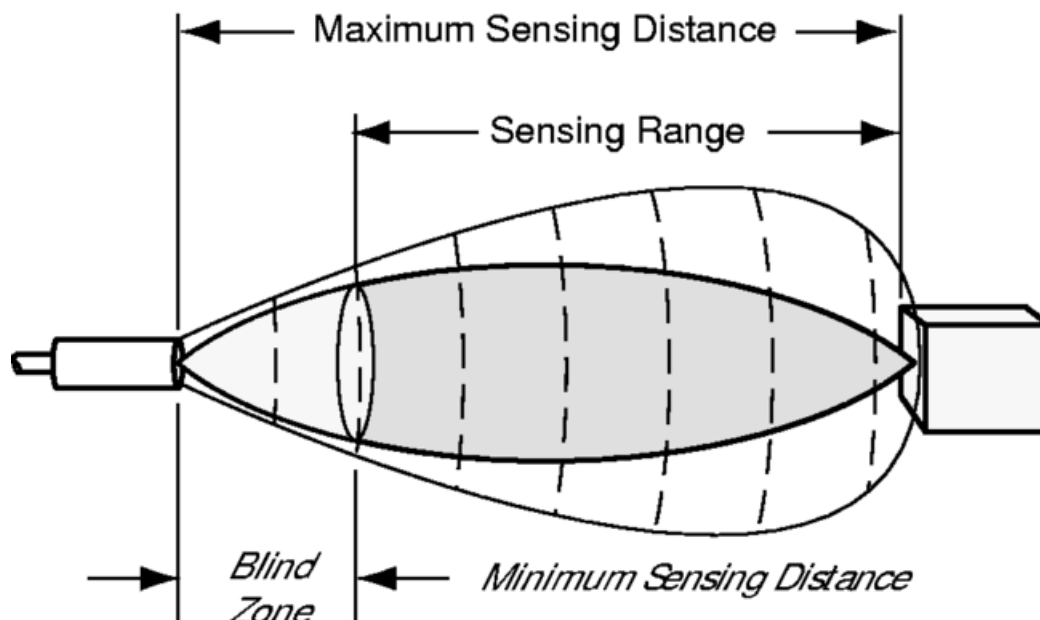
II.2. Inconvénients

- Les transducteurs à ultrasons doivent afficher une surface plane et dure, c'est à dire non absorbante carrément et de préférence disposée perpendiculairement au faisceau du transducteur pour recevoir le meilleur écho sonore. En outre, une détection fiable exige une partie au moins de la zone de la surface de la cible.
- Les transducteurs à ultrasons ont une distance de détection minimale.
- Les changements dans l'environnement, tels que la température, la pression, l'humidité, la turbulence de l'air et les particules en suspension affectent la réponse aux ultrasons et donc la précision de la mesure.
- Les cibles de faible densité, comme la mousse et le tissu, ont tendance à absorber l'énergie acoustique ; ces matériaux peuvent être difficiles à détecter à longue portée.
- Les surfaces lisses reflètent l'énergie sonore plus efficace que les surfaces rugueuses. Cependant, l'angle de détection sur une surface lisse (pare-brise par exemple) est généralement plus critique que la détection d'une surface ayant des aspérités (essuie-glace par exemple).

III. DISTANCE MINIMALES ET MAXIMALES DE DÉTECTION

III.1. Zone aveugle ou de non-détection

Les transducteurs à ultrasons ont généralement une "zone aveugle" immédiatement devant eux dans lequel les objets ne peuvent pas être détecté parce qu'ils dévient la vague de retour avant que le récepteur ne soit opérationnel. Ceci est lié à la faible vitesse de propagation des ondes sonores (343 m/S).



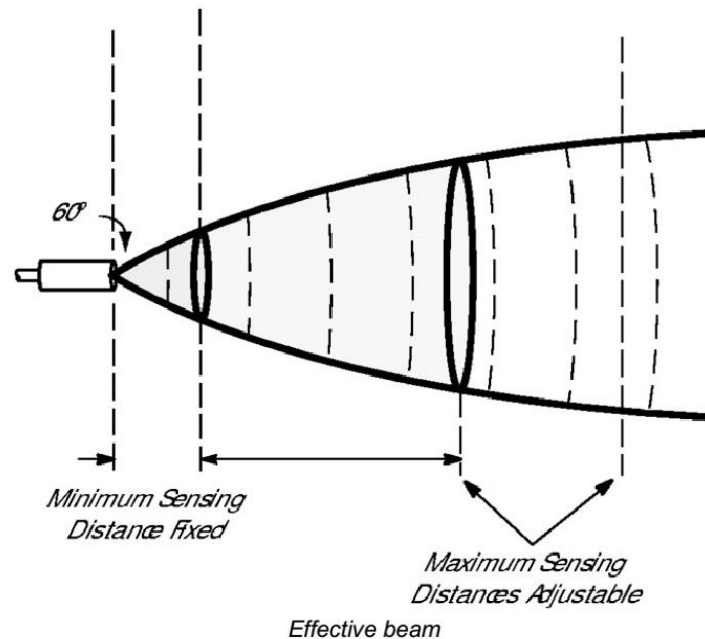
Source : Honeywell

III.2. Distance maximale de détection

La distance maximale de détection dépend du type de transducteur et de l'électronique de traitement associée. Cette distance peut atteindre une dizaine de mètres. Toutefois, la notion de distance de détection maximale doit être corrélée avec le cône de détection (voir § suivant).

III.3. Cône de détection ultrasonique

Lorsque le transducteur est en mode d'émission, il émet des impulsions ultrasonores qui se propagent dans un faisceau en forme de cône. Le faisceau ultrasonique n'est pas confiné dans un cône étroit, mais dans un cône, variable selon des transducteurs, et qui est de l'ordre de 60°.



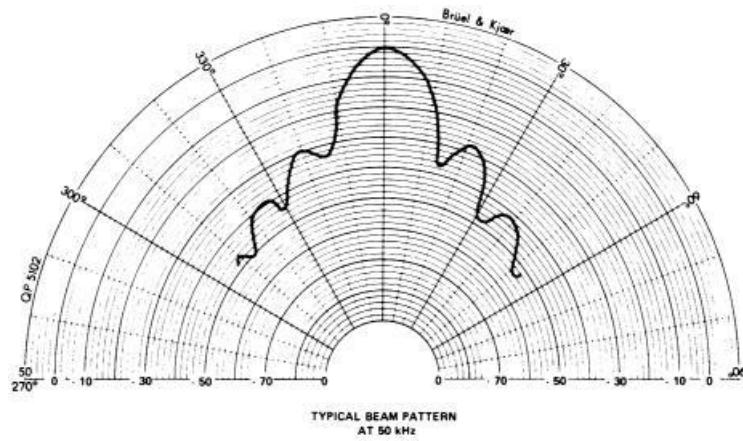
Source : Honeywell

Les excroissances de part et d'autre du faisceau principal sont appelés lobes de réseau ou lobes secondaires parasites.

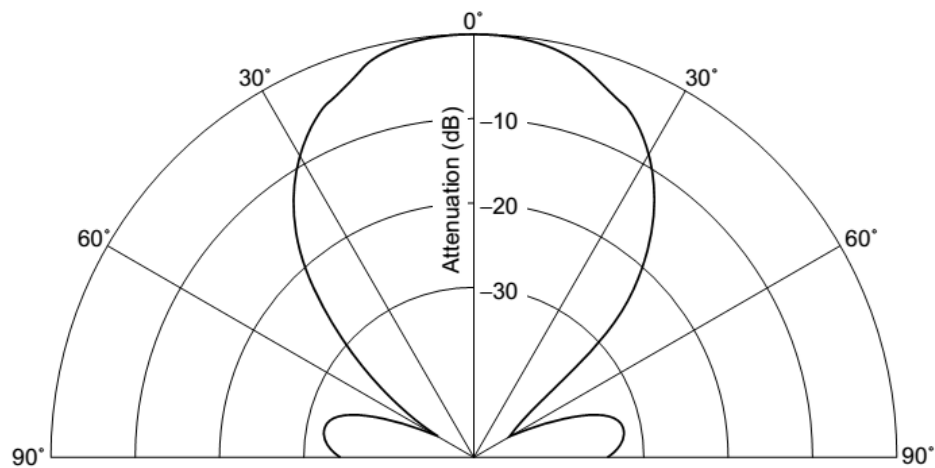
Il s'agit d'un phénomène lié à de l'énergie acoustique se propageant du transducteur dans des angles différents du trajet principal, c'est à dire de la réflexion des lobes secondaires sur des structures inclinées par rapport à la direction de propagation du lobe principal.

Ces parcours de rayons indésirables peuvent être réfléchis par les surfaces de la pièce inspectée et être la cause d'indications parasites dans une image.

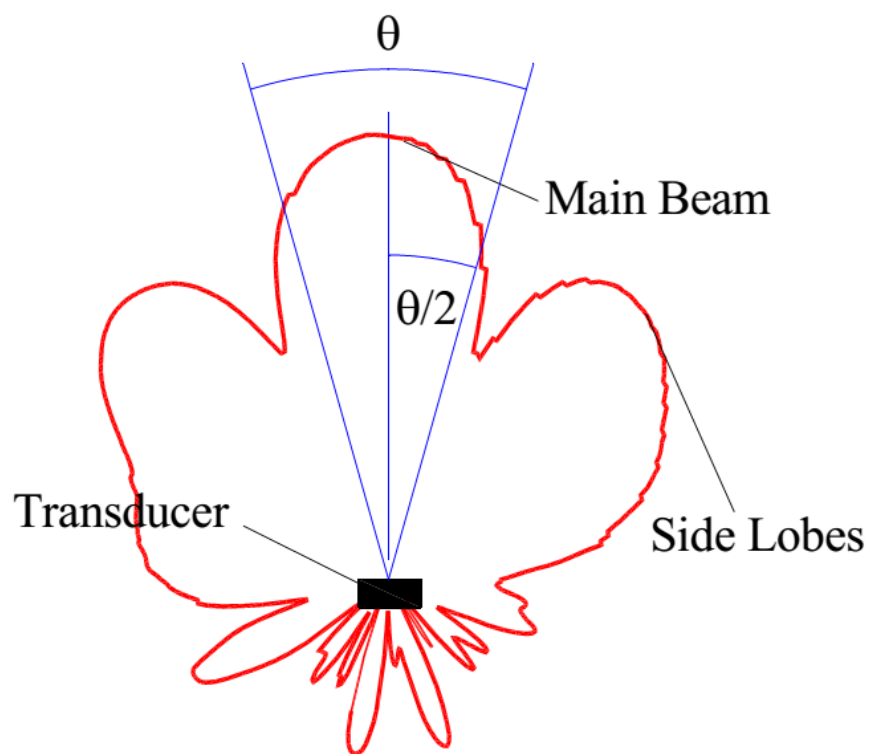
Les illustrations suivantes montrent le faisceau principal et les lobes de réseau ou lobes secondaires parasites.



Source : Murata



Source : Pepperl & Fushs



Source : Prowave

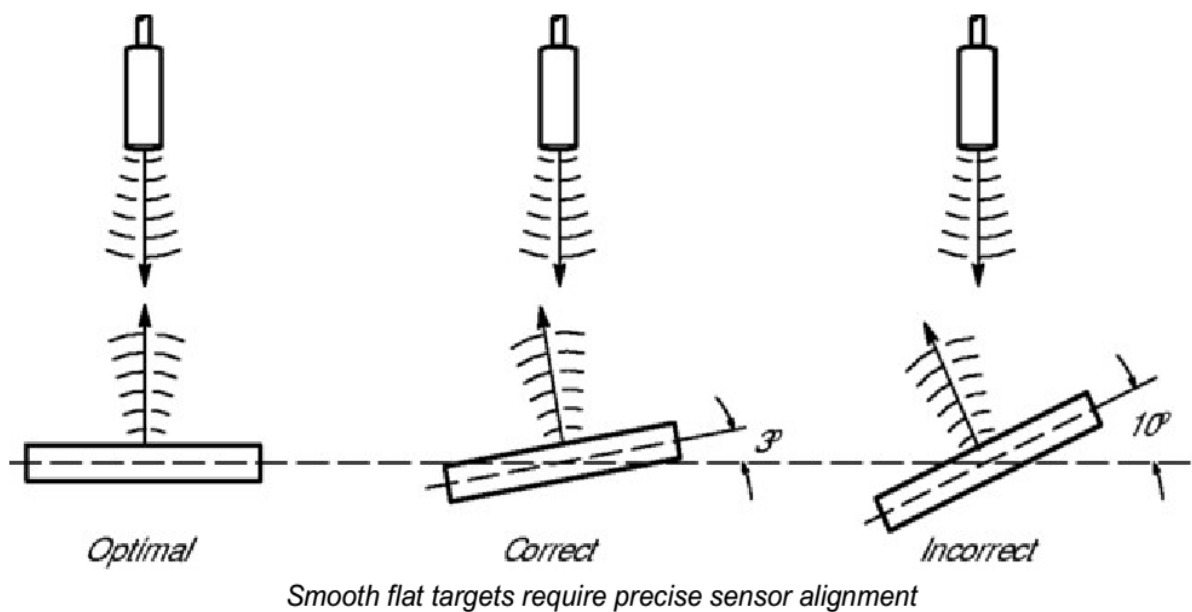
IV. SENSIBILITÉ DES ÉLÉMENTS EXTÉRIEURS SUR LES MESURES

IV.1. Angle de la cible

La surface cible doit être perpendiculaire à l'émetteur d'onde ultrasonique. Les objets ronds ou présentant des aspérités sont donc plus facilement détectés car ils montrent toujours une face perpendiculaire.

Si la face du capteur est parallèle à la surface de l'objet le plus proche et que la surface est plane et réfléchissante et relativement grande, par exemple, un véhicule, puis les informations renvoyées par le capteur peut être raisonnablement interprétée comme la distance à l'objet le plus proche en face du capteur.

L'illustration suivante montre l'importance de l'alignement entre la cible et le transducteur.

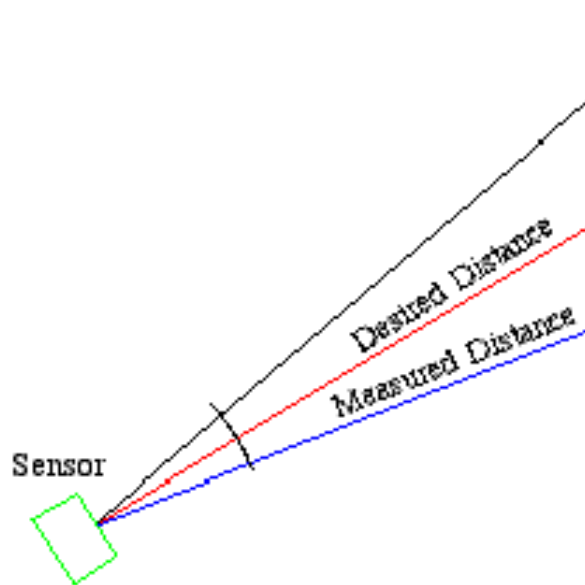


Source : Honeywell

Cependant, dans certaines configurations, les informations de temps de vol peuvent être faussées.

Si la surface est inclinée par rapport à la face du capteur (comme il est ci-dessous), puis le temps de l'information de vol enregistre la distance au point le plus proche dans le cône de 30 degrés.

L'illustration ci-après montre une erreur d'interprétation causées par le fait que le signal, correspondant à une onde de propagation d'énergie acoustique, se propage à l'extérieur du faisceau incident et la distance mesurée va correspondre au premier point de la cible rencontré à un angle de l'ordre de 30°.



Source : <http://cs.brown.edu/~tld/courses/cs148/02/sonar.html>

IV.2. Température - humidité

La température de surface d'une cible influe sur la détection. la chaleur rayonnée à partir de cibles de haute température déforme le faisceau sonore, provoquant une la plage de détection raccourcie et des lectures inexactes.

Rappel : propagation à 20 °C : 343 m/S, 331 m/S à 0°C et 346 m/S à 25°C

L'humidité relative affecte la vitesse du son dans l'air. Le ratio différentiel de célérité est de 343 m/S dans l'air et 400 m/S dans la vapeur d'eau.

IV.3. Vent - turbulences

Les courants d'air et le vent influent sur la mesure. Les couches de densités différentes provoquent la réfraction de l'onde sonore. Un écho peut être affaibli ou dévié ce qui détériore la précision et la stabilité de la mesure.

La vitesse de la propagation du signal va s'additionner ou se retrancher de la vitesse du vent puisque les vecteurs sont colinéaires : $v_{SV} = v_V + v_S$.

v_{SV} : vitesse du son avec le vent

v_V : vitesse du vent

v_S : vitesse du son

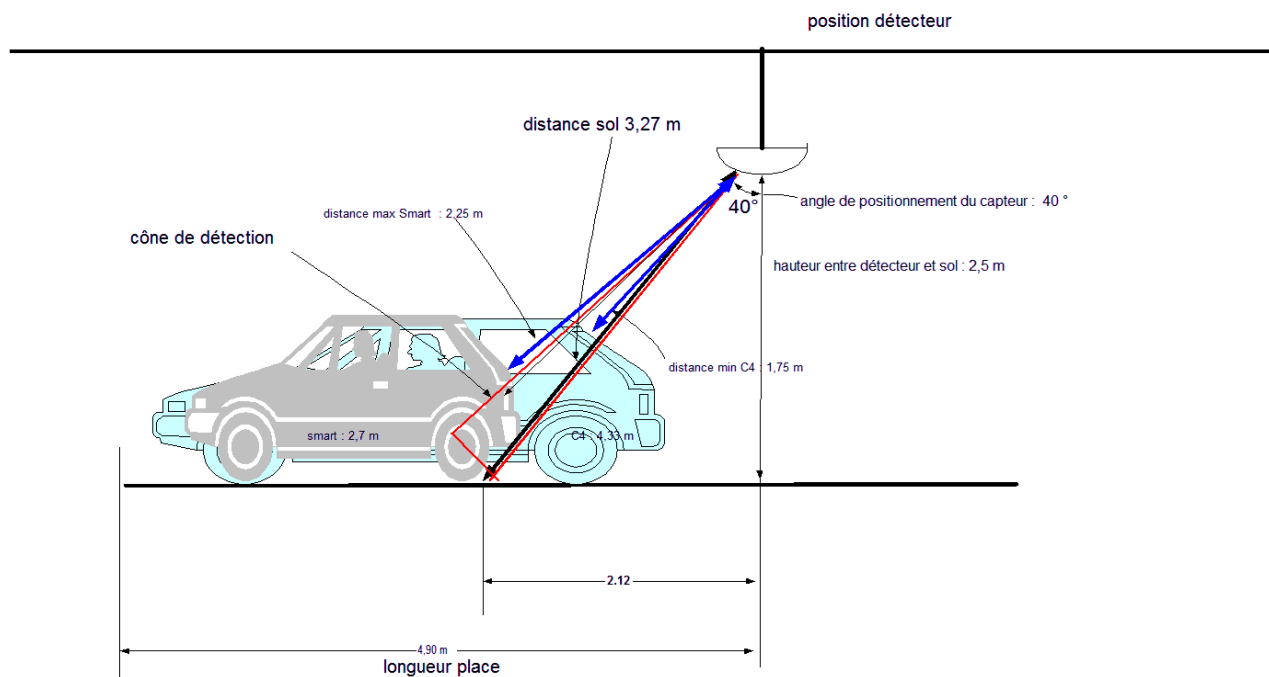
IV.4. Matériaux

Certains matériaux sont plus absorbants que d'autres, et ceux-ci reflètent moins les ultrasons. C'est le cas du tissus (voitures décapotables).

V. ÉTUDE DU POSITIONNEMENT DES TRANSDUCTEURS

V.1. Cas générique de positionnement

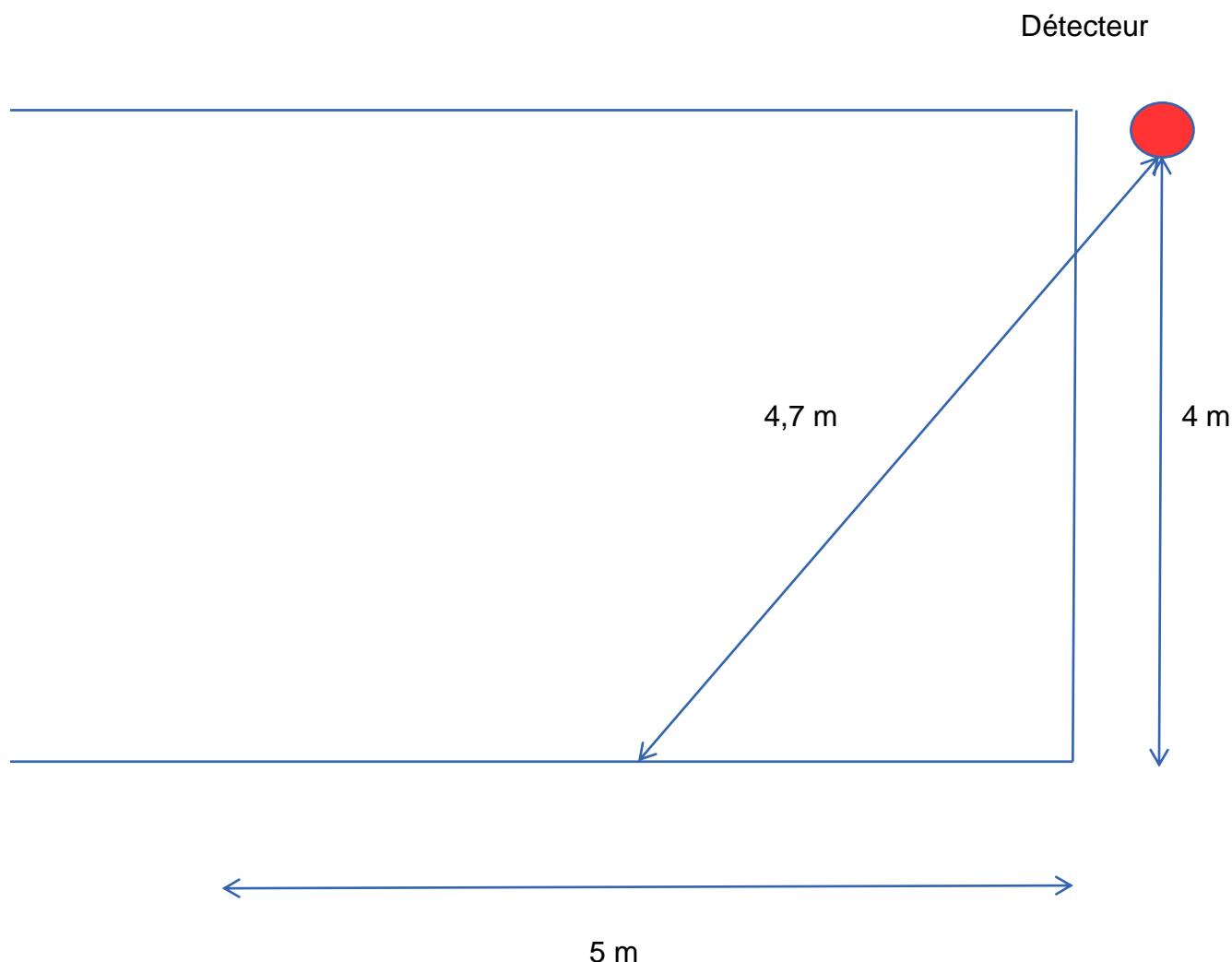
L'illustration montre l'installation optimale d'un détecteur.



V.2. Cas d'une hauteur de plafond de 4 m

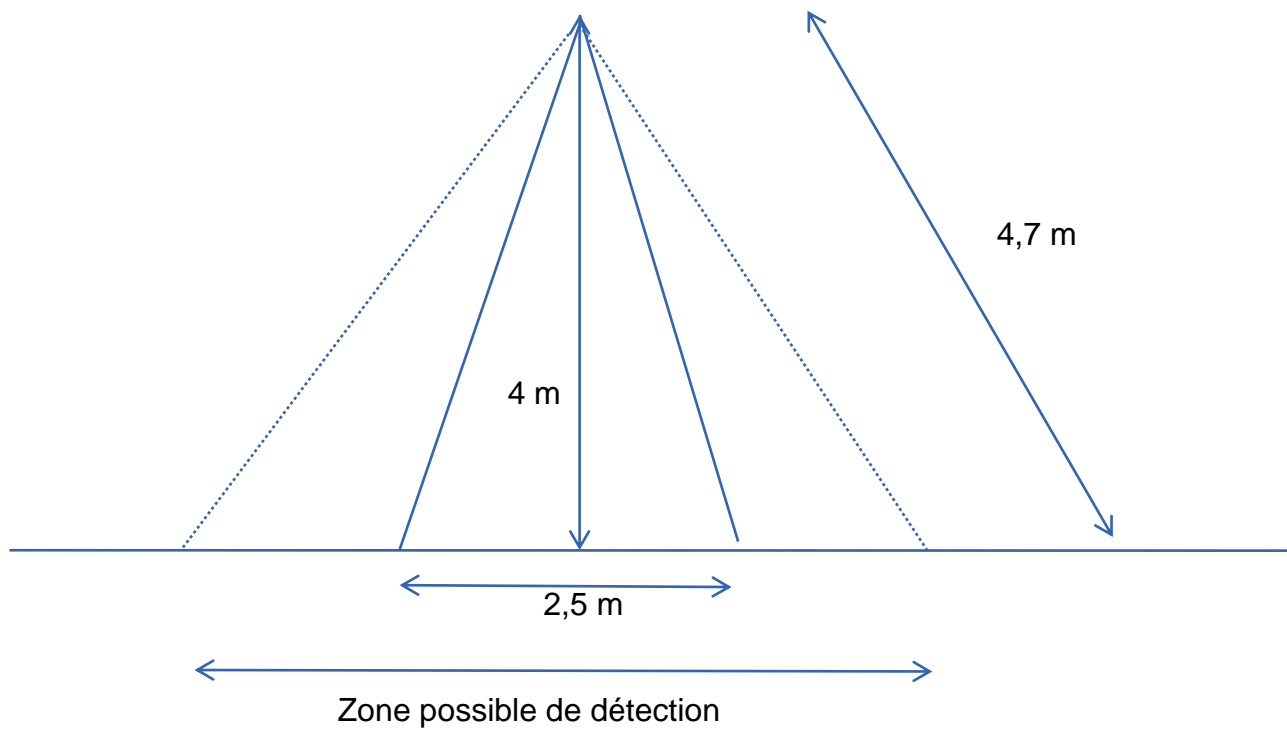
Données d'entrée :

- on présume une installation au plafond à 4 m du sol et à 20 cm dans l'allée de circulation.
- La longueur d'une place est typiquement de 5 m.
- la largeur d'une place est typiquement de 2,5 m.
- la largeur d'une voiture est de l'ordre de 1,5 m.
- la cible se trouve au milieu de la place longitudinalement pour tenir compte de la présence de véhicules courts (Smart ...).



La distance entre la référence (le sol) est alors de 4,7 m.

Compte tenu de l'angle du cône de détection de (environ) 60° , une hauteur de positionnement du capteur à 4 m, la détection sera au sol d'une largeur de 5 m, c'est à dire



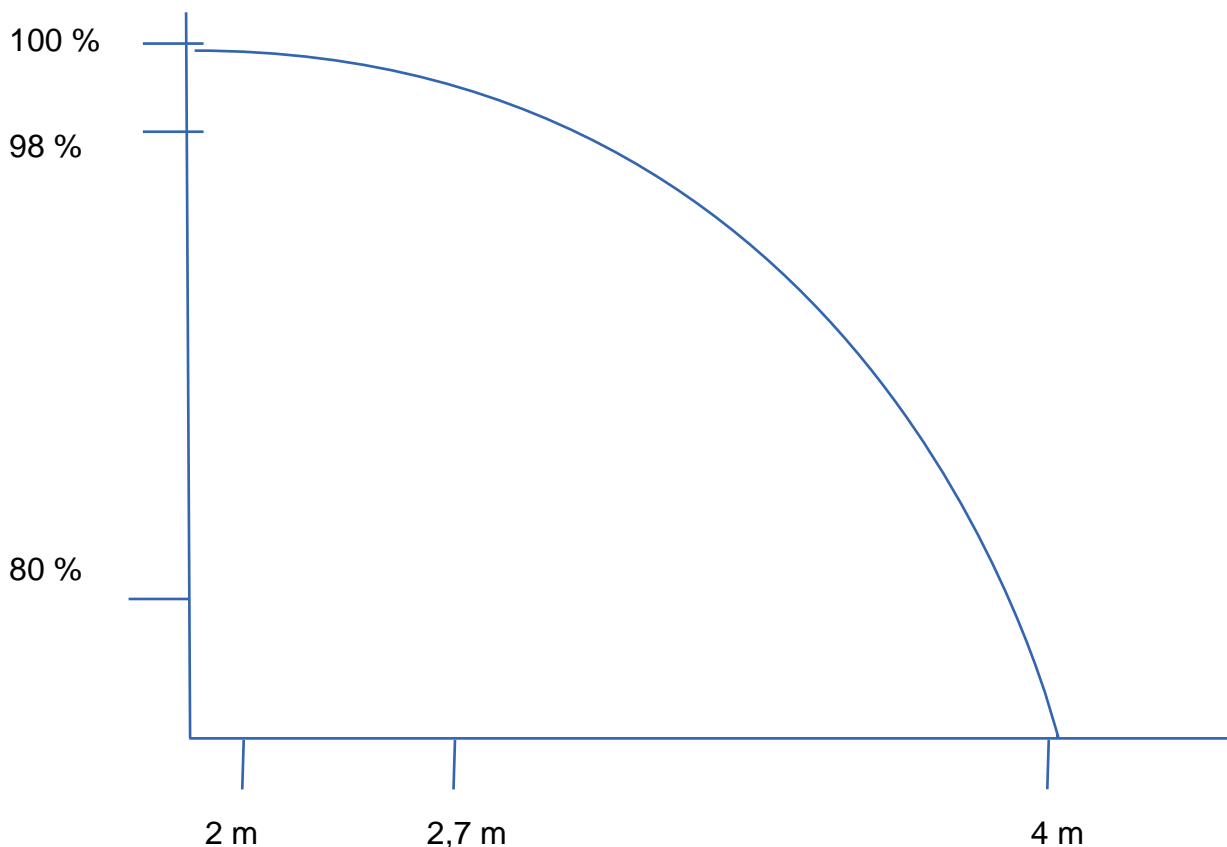
En revanche, les mesures indésirables, correspondant aux lobes de réseau ou lobes secondaires parasites vont créer des mesures parasites à l'extérieur de la place de stationnement.

VI. PRÉCISION VS. DISTANCES ET CONCLUSION

Compte tenu de ce qui est évoqué plus haut, il peut être formulé que du fait des différentes contraintes auxquelles les mesures sont soumises, c'est à dire température, vent, absorption des ondes, mais surtout l'existence des lobes secondaires parasites, l'exactitude des mesures sera fonction de la distance entre le transducteur et la cible.

La précision de mesure à une distance comprise entre 2 mètres et 2,7 mètres est de l'ordre de 98,5 – 99,5 %.

Précision





Innovative Park : “The smart way to park”

Contact :

Philippe Besnard

Téléphone : 06 07 73 56 10 – 02 38 96 60 51 - Fax : 02 34 08 77 35
courriel : philippe.besnard@innovative-technologies.fr

Les documentations techniques et commerciales sont disponibles sur le site :
www.innovative-technologies.fr

Innovative Technologies - 60, route du château – 45210 Griselles
SAS au capital de 360.000 € - Siret : 829 150 770 00016- APE : 7490B - TVA FR 36 829 150 770
tel : 33 (0)2 38 96 60 51 - fax : 33 (0)2 34 08 77 35
www.innovative-technologies.fr