INFINITION

Système radar Doppler BR-3502

Un radar en bande Ka compact et économique pour les champs de tir intérieurs, la vitesse initiale et la mesure en âme

Préparé par Infinition Inc.
2965 rue des Prairies, Trois-Rivières, QC, Canada G8V 1W4 •
www.infinition.com
Novembre 2026



1. Introduction

Ce document présente le système radar Doppler BR-3502 d'Infinition : un radar en bande Ka compact et économique, fonctionnant à 35,5 GHz pour la mesure de la vitesse initiale, de la vitesse en âme et de la vitesse à très courte distance, accompagné de TestCenter 7, la dernière génération du logiciel de traitement du signal radar d'Infinition.

Le radar Doppler à onde continue (CW) BR-3502 est conçu pour les champs de tir intérieurs et les trajectoires courtes. À 35,5 GHz, il offre une résolution plus de trois fois supérieure à celle d'un radar à 10,5 GHz (bande X) et peut donc être utilisé sur de très petits calibres, jusqu'à 1 mm, et à très courte distance, dès quelques mètres de la bouche. Le radar complet ne pèse que 4,1 kg et sa tête d'antenne tient dans la paume de la main : le BR-3502 est facile à transporter, à déployer et à aligner, et constitue une excellente solution de rechange aux chronographes optiques. Il peut aussi être utilisé à l'extérieur pour des mesures à courte distance, jusqu'à environ 500 mètres sur les gros calibres.

> **Le BR-3502 et tous les radars Infinition sont reconnus pour leur fiabilité sur de longues périodes, ce qui maximise la disponibilité opérationnelle de nos clients et l'efficacité de leurs campagnes de mesure. Notre service à la clientèle rapide et personnalisé permet aux utilisateurs de demeurer opérationnels le plus possible.**

2. Vue d'ensemble du système

Une chaîne de mesure BR-3502 complète comprend quatre éléments principaux : l'antenne radar BR-3502 avec son module d'alimentation, le déclencheur de bouche (acoustique AT-01 ou optique OT-01) installé près de la bouche du canon, le boîtier de jonction JB-6e qui numérise le signal Doppler, et le logiciel de traitement TestCenter 7 qui fonctionne sur un ordinateur de bureau standard. La tête radar est petite et légère, ce qui la rend particulièrement adaptée à l'espace restreint d'un champ de tir intérieur. La figure 1 présente un déploiement typique en champ de tir intérieur.

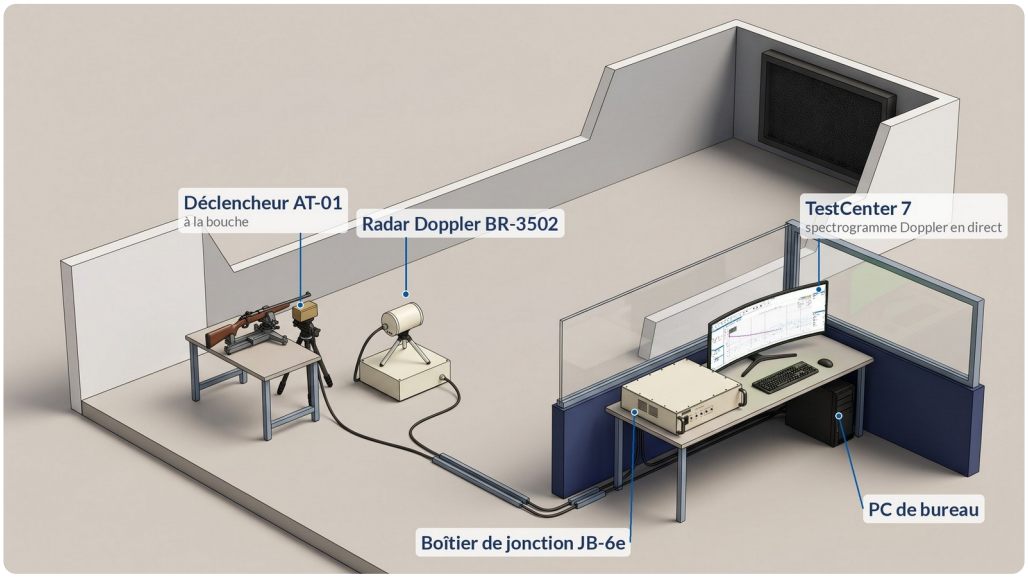

Figure 1 – Montage typique d'un système radar BR-3502.

La séquence de mesure est entièrement automatique :

- L'arme est mise à feu et le déclencheur de bouche fournit instantanément la référence précise du temps zéro pour le tir.
- Le radar BR-3502, placé à côté de la ligne de tir, illumine le projectile ; le décalage Doppler du signal réfléchi est une mesure directe de la vitesse du projectile le long de toute la trajectoire visible.
- Le boîtier de jonction JB-6e numérise le signal radar avec une résolution de 16 bits et le transmet par Ethernet à l'ordinateur d'acquisition ; le temps d'enregistrement est pratiquement illimité sur un réseau performant.
- TestCenter 7 traite le signal en temps réel : vitesse initiale, vitesse à toute distance, accélération, cadence de tir et résultats balistiques complets ; l'analyse de traînée est offerte avec la version Advanced de TestCenter 7.

Choix du déclencheur. Le déclencheur acoustique AT-01 détecte l'onde de souffle à la bouche, et le déclencheur optique OT-01 détecte la flamme de bouche. Les deux se branchent sur la même entrée de déclenchement et seul le câble de raccordement diffère, de sorte qu'une même installation d'acquisition peut utiliser l'un ou l'autre. Un seul déclencheur est utilisé à la fois, et l'opérateur choisit celui qui convient le mieux à chaque position de tir. Le déclencheur AT-02 est aussi offert pour les tirs à faible bruit et subsoniques, comme les armes avec silencieux, les carabines à air, les munitions silencieuses et les munitions subsoniques.



Déclencheur acoustique AT-01 (à gauche) et déclencheur optique OT-01 (à droite).

3. Radar Doppler BR-3502

Le BR-3502 utilise une antenne cornet à lentille à polarisation circulaire fonctionnant en bande Ka à 35,5 GHz nominal, avec un faisceau de 12° × 12° et un gain de 22 dBi. L'émetteur est un oscillateur Gunn fonctionnant en onde continue sans modulation. Le faisceau large est un avantage à courte distance : le projectile est acquis à quelques mètres de la bouche et l'alignement sur la ligne de tir est rapide et tolérant.

Le radar est aussi compact que facile à déployer : la tête d'antenne ne mesure que 11,1 cm de longueur sur 8,5 cm de diamètre extérieur et est fixée en permanence à son boîtier d'alimentation ; le radar complet pèse 4,1 kg. Il est alimenté par le secteur, en version 115 VCA 60 Hz ou 230 VCA 50 Hz, et fonctionne de -20 °C à +55 °C.

3.1 Portée

Calibre	Performance de portée (typique / maximale)
4,7 mm (SER -43 dBsm)	38 m / 45 m
5,56 mm (SER -40 dBsm)	46 m / 54 m
7,62 mm (SER -34 dBsm)	62 m / 74 m
20 mm (SER -18 dBsm)	164 m / 194 m
155 mm (SER 0 dBsm)	> 500 m

La portée typique est calculée avec une FFT de 1024 points et la portée maximale avec une FFT de 2048 points, toutes deux avec un rapport signal/bruit minimal de 10 dB. La surface équivalente radar (SER) indiquée pour chaque calibre est la valeur utilisée dans le calcul, à la fréquence du radar de 35,5 GHz – plus élevée qu'à 10,525 GHz pour un même projectile –, en supposant une trajectoire tendue avec le radar voyant le culot du projectile. Les valeurs précédées de « > » sont volontairement limitées : à longue distance, le projectile n'est plus vu par son culot, sa SER devient inférieure à la valeur calculée, et la portée publiée est plafonnée en conséquence. Ce sont des limites de sensibilité calculées, non des valeurs garanties : les performances réelles varient selon la forme et le matériau du projectile – en particulier la géométrie du culot –, le profil de trajectoire, l'alignement du radar et les conditions d'essai.

3.2 Spécifications techniques

Gain d'antenne	22 dBi
Type d'antenne	Cornet à lentille
Largeur de faisceau	12° × 12°
Polarisation	Circulaire
Puissance de sortie de l'émetteur	> 0,1 W
Source de l'émetteur	Oscillateur Gunn, CW
Modulation	Aucune
Fréquence	35,5 GHz (nominale)
Précision du système	± 0,1 %
Acquisition de données	Boîtier de jonction JB-6e – 16 bits, sortie Ethernet
Facteur de bruit du récepteur	< 8 dB
Plage de vitesse radiale	30 – 3 000 m/s (standard), jusqu'à 5 000 m/s (en option)
Température de fonctionnement	-20 °C à +55 °C
Température d'entreposage	-30 °C à +55 °C
Humidité	0 % à 100 % d'humidité relative, en fonctionnement et en entreposage
Alimentation	115 VCA 60 Hz 0,3 A ou 230 VCA 50 Hz 0,15 A
Dimensions (tête d'antenne)	11,1 cm (L) × 8,5 cm (Ø ext.)
Dimensions (alimentation)	20 cm × 15 cm × 6 cm
Poids	4,1 kg (tête d'antenne et boîtier d'alimentation)
Homologations	FCC

3.3 Mesure en âme

La vitesse du projectile peut aussi être mesurée à l'intérieur du canon en utilisant le BR-3502 avec un réflecteur, généralement une plaque de métal en tôle d'aluminium standard de 1/8 po d'épaisseur. Des accessoires spéciaux peuvent être fournis pour aligner correctement le faisceau radar et le réflecteur et obtenir des résultats optimaux. La mesure en âme peut être effectuée sur des âmes de 16 mm de diamètre et plus. Combinés à la très courte distance minimale de mesure du radar, le parcours dans l'âme, la sortie de bouche et les premiers mètres de vol libre sont saisis dans un seul enregistrement Doppler.

3.4 BR-3502 ou BR-3503 ?

Infinition offre deux radars en bande Ka qui partagent la même fréquence, la même acquisition JB-6e et le même flux de travail TestCenter 7. Le BR-3502 est le choix compact, portable et économique pour les champs de tir intérieurs et les trajectoires courtes ; le BR-3503 ajoute une antenne plus grande à gain plus élevé et un faisceau étroit pour les plus longues distances.

	BR-3502	BR-3503
Gain d'antenne	22 dBi	28 dBi
Largeur de faisceau	12° × 12°	4° × 4°
Tête d'antenne	11,1 cm × 8,5 cm ; 4,1 kg avec son boîtier d'alimentation	35,5 cm × 19,0 cm, 6,35 kg (unité complète)
Portée, 20 mm (typique / maximale)	164 m / 194 m	320 m / 380 m
Usage idéal	Champs de tir intérieurs, vitesse initiale, mesure en âme, trajectoires courtes ; installations portables	Champs de tir intérieurs et extérieurs, trajectoires courtes et moyennes

4. Boîtier de jonction JB-6e – Acquisition de données

Le boîtier de jonction JB-6e est le cœur d'acquisition de données du système. Installé à côté de l'ordinateur d'acquisition, il conditionne et numérise le signal radar et communique avec TestCenter par une liaison Ethernet standard.

Cette séparation est un choix de conception délibéré : en gardant l'acquisition hors de la tête radar, le radar lui-même reste aussi robuste et simple que possible, maximisant sa disponibilité opérationnelle – contrairement aux systèmes concurrents qui intègrent l'acquisition dans la tête radar.



Boîtier de jonction JB-6e

- **Conversion analogique-numérique sur 16 bits**, avec filtrage intégré.
- **Double entrée d'antenne** – deux radars peuvent être connectés et acquis par la même unité.
- **Liaison Ethernet 100 Mb/s** vers l'ordinateur d'acquisition.
- **Entrée de déclenchement analogique et sortie de déclenchement BNC** – l'entrée accepte un déclencheur Infinition (AT-01, OT-01 ou AT-02) ou, avec l'adaptateur BNC optionnel, un signal de déclenchement TTL externe fourni par le champ de tir ; la sortie TTL déclenche d'autres instruments du champ de tir – ou un second système de mesure – sur le même événement.

- **Plage d'acquisition de vitesse** de 30 m/s jusqu'à 10 000 m/s avec les radars en bande X, 5 000 m/s avec les radars en bande Ka et 1 550 m/s avec le BR-12201 à 122,5 GHz.
- **Temps d'enregistrement pratiquement illimité** sur un réseau performant – le temps d'enregistrement dépend de la vitesse de transmission du réseau, de la fréquence d'échantillonnage et de la mémoire FIFO interne du JB-6e.

Deux radars, un seul poste. Le second canal d'acquisition est livré avec chaque JB-6e et reste simplement inutilisé jusqu'au branchement d'un second radar. Les deux radars sont alors acquis ensemble, sur la même base de temps, sous un seul poste TestCenter 7 – un second radar couvrant une autre position de tir, ou deux radars sur la même trajectoire, l'un à la bouche et l'autre en aval. L'ajout du second radar n'exige aucune modification du matériel d'acquisition, du logiciel ni de la procédure d'exploitation. Infinition fournit les deux radars sur des fréquences d'opération distinctes, de sorte qu'ils fonctionnent côte à côte sans interférence mutuelle.

5. TestCenter 7 – Logiciel de traitement du signal radar

TestCenter 7 (lancé en 2024) est la dernière génération du logiciel de traitement Doppler d'Infinition et la référence de productivité de l'industrie. Il fonctionne sous Windows 10 et 11, prend en charge tous les radars Infinition, est compatible avec le boîtier de jonction JB-6e, et ouvre les fichiers de TestCenter 6.3.x.

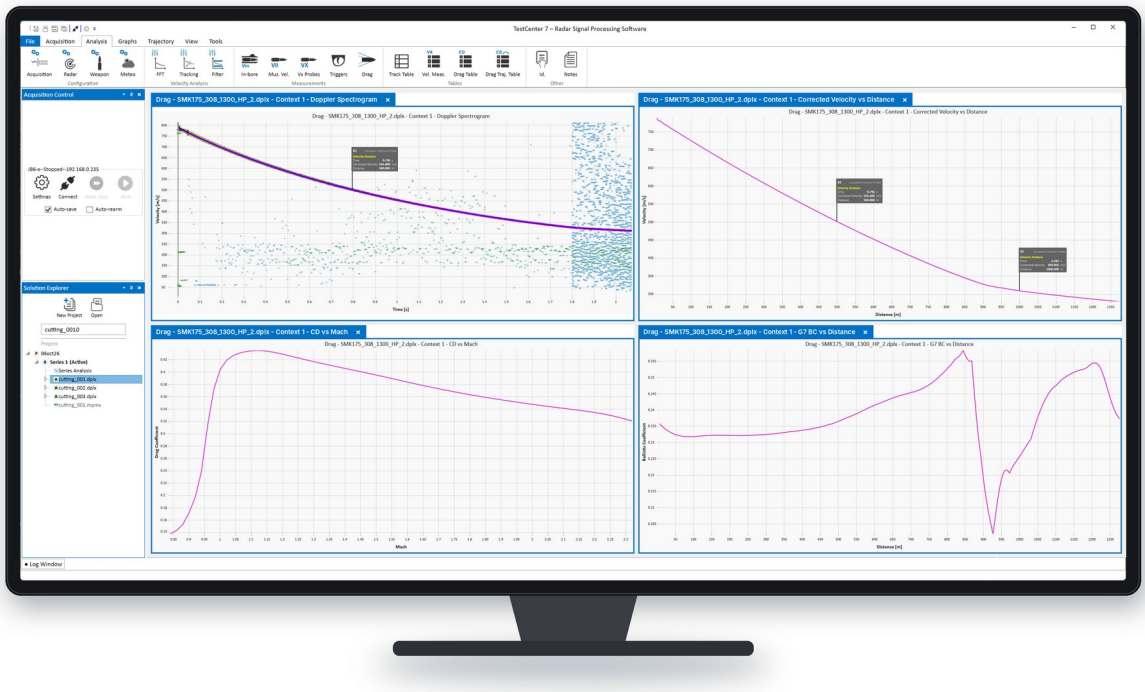

Figure 2 – TestCenter 7 sur un écran large : spectrogramme Doppler avec suivi automatique, vitesse en fonction de la distance, coefficient de traînée (Cd) en fonction du Mach à travers la zone transsonique et coefficient balistique G7, tous tirés du même tir.

5.1 Ce qui distingue TestCenter 7

- **Nouvelle interface utilisateur** – une interface à ruban moderne avec fenêtres ancrables et dialogues simplifiés ; le flux de travail complet (acquisition, spectrogramme, vitesse, traînée) tient sur un seul écran ultra-large, comme illustré à la figure 2.
- **Moteur graphique dynamique** utilisant l'accélération 3D, avec gestion des couches et affichage dynamique : les résultats sont visualisés et manipulés avec fluidité, même sur de très grands

ensembles de données. Vous pouvez agir directement sur les graphiques – un seul clic ajoute ou optimise les curseurs de mesure directement à l'écran.

- **Analyse automatique** – les mesures V0 et Vx, la détection de traces et le suivi de rafales sont entièrement automatiques ; une analyse complète de tir prend quelques secondes.
- **Gestion de projets et de séries** – un gestionnaire de projet complet incluant la gestion des séries et des tirs : les informations sont classées au fur et à mesure des essais, de sorte que vous savez toujours exactement où vous en êtes dans le projet en cours pendant une campagne de tir. Comparez les traces d'une série et obtenez des statistiques en direct (moyenne, écart extrême, écart-type) à mesure que les tirs s'accumulent.
- **Traitement par lots** – modifiez les paramètres d'analyse et appliquez-les à une série entière en une seule opération, pour uniformiser les résultats rapidement et efficacement, avec mise à jour instantanée des statistiques.
- **Production de rapports** – exportez chaque tableau de résultats et chaque courbe en CSV, et copiez tout graphique en un clic pour un partage rapide de l'information. Le CSV est un format ouvert, lu par tout logiciel d'analyse, de rapport ou de base de données, de sorte que les résultats peuvent être fusionnés avec les données des autres instruments du champ de tir – sans format propriétaire ni outil d'importation dédié.

5.2 Capacités d'analyse balistique

Pour chaque tir, TestCenter 7 fournit :

- **Vitesse, distance et accélération** – la vitesse en fonction du temps, la vitesse en fonction de la distance (obtenue par Integrated Velocity Ranging), la distance en fonction du temps, l'accélération en fonction du temps et l'accélération en fonction de la distance ; chaque courbe et ses valeurs sous-jacentes sont exportables en CSV.
- **Spectrogramme** – le signal Doppler complet est affiché sous forme de spectrogramme vitesse/temps. Le traqueur automatique se verrouille sur le projectile et les curseurs de mesure (V0, V500, V1000 ou toute distance personnalisée) sont placés automatiquement, avec la vitesse, la distance et le temps rapportés pour chacun.
- **Analyse de traînée (Cd en fonction du Mach)** – offerte avec la version Advanced de TestCenter 7, qui comprend le module d'analyse de traînée : coefficient de traînée mesuré en fonction du nombre de Mach, calculé à travers la zone transsonique, avec prédiction de trajectoire basée sur les modèles balistiques PM ou MPM. Cette capacité de traînée mesurée est un avantage décisif pour la caractérisation des munitions et les essais de réception.
- **Rafale et cadence de tir** – suivi automatique de chaque coup d'une rafale, avec la cadence de tir et les statistiques par coup, et suivi de vitesse sur plusieurs projectiles simultanés.
- **Mesure en âme** – vitesse et accélération du projectile tout au long de son parcours dans le canon, jusqu'à la sortie de bouche.

6. Étendue de la fourniture et support

6.1 Configuration standard – 1 ensemble complet

Le système BR-3502 est fourni sous forme d'ensemble complet, prêt à l'emploi. Un ensemble complet typique comprend :

- **Antenne radar Doppler BR-3502** – avec son module d'alimentation, en version 115 VCA 60 Hz ou 230 VCA 50 Hz.
- **Boîtier de jonction JB-6e** – acquisition de données, connexion Ethernet à l'ordinateur.
- **Licence du logiciel TestCenter 7** – traitement du signal radar et analyse balistique.
- **Déclencheur acoustique AT-01** – installé près de la bouche du canon, avec câble de déclenchement.
- **Câbles d'antenne, trépied et accessoires** – tout le nécessaire pour le déploiement.
- **Documentation utilisateur** – manuels d'utilisation et d'analyse.

Options disponibles : TestCenter 7 Advanced (module d'analyse de traînée), déclencheur optique OT-01, déclencheur AT-02 pour les tirs à faible bruit et subsoniques, accessoires de mesure en âme (réflecteur et trousse d'alignement), mallette de transport robuste. Pour les trajectoires plus longues et une portée accrue, Infinition offre aussi le radar en bande Ka BR-3503 ainsi que les radars en bande X BR-29015 et BR-33030 à longue portée.

6.2 Ordinateur d'acquisition

TestCenter 7 fonctionne sur un ordinateur de bureau standard répondant à la configuration minimale suivante : Windows 10 et 11, processeur Intel Core i5 ou supérieur, 16 Go de RAM, disque SSD et port Ethernet. Un écran ultra-large est recommandé pour tirer pleinement parti de l'espace de travail TestCenter 7 illustré à la figure 2.

6.3 Étalonnage et service

L'étalonnage est assuré directement par le fabricant. L'approche recommandée est de retourner l'équipement au laboratoire d'Infinition au Canada pour une vérification complète ; le système est réexpédié entièrement fonctionnel avec son certificat d'étalonnage. Combiné à notre support à la clientèle rapide et personnalisé, cela garde votre système en mesure – et vos équipes opérationnelles.

7. Pourquoi Infinition

Infinition est une entreprise canadienne en activité depuis plus de 30 ans, avec une réputation éprouvée dans le monde entier par les clients les plus réputés de l'industrie.

- **Une gamme complète de radars** – de la mesure en âme à 122,5 GHz et des radars de laboratoire en bande Ka jusqu'aux radars en bande X pour les armes légères, les moyens calibres et l'artillerie, Infinition couvre tous les calibres et toutes les portées avec une seule famille d'instruments.
- **Fiabilité éprouvée** – les radars Infinition sont largement éprouvés sur le terrain et reconnus pour une fiabilité qui garde nos clients en mesure, campagne après campagne.
- **Productivité** – TestCenter 7 automatise le flux d'analyse complet ; des résultats qui nécessitaient auparavant un traitement manuel sont produits en quelques secondes, par tout opérateur formé.
- **Protection de l'investissement** – tous les radars Infinition partagent TestCenter 7, les fichiers de TestCenter 6.3.x peuvent être ouverts, et le système évolue avec vos besoins : second radar sur le même JB-6e, tête de poursuite TH-1000 ou modules d'analyse optionnels.
- **Support à source unique** – Infinition conçoit et fabrique le radar, le matériel d'acquisition et le logiciel à l'interne, et offre des services d'installation, de formation sur site et d'étalonnage partout dans le monde.

8. Contact

Demandez une soumission, une démonstration ou de l'information technique

sales@infinition.com | **www.infinition.com**

Infinition Inc. · 2965 rue des Prairies, Trois-Rivières (Québec) G8V 1W4, Canada · +1 819-719-2999