

**RETURN BIDS TO:**  
**RETOURNER LES SOUMISSIONS À:**  
Bid Receiving - PWGSC / Réception des  
soumissions - TPSGC  
11 Laurier St./ 11, rue Laurier  
Place du Portage, Phase III  
Core 0B2 / Noyau 0B2  
Gatineau, Québec K1A 0S5  
Bid Fax: (819) 997-9776

**LETTER OF INTEREST**  
**LETTRE D'INTÉRÊT**

Comments - Commentaires

Vendor/Firm Name and Address  
Raison sociale et adresse du  
fournisseur/de l'entrepreneur

Issuing Office - Bureau de distribution  
Clothing and Textiles Division / Division des vêtements et  
des textiles  
11 Laurier St./ 11, rue Laurier  
6A2, Place du Portage  
Gatineau, Québec K1A 0S5

<b>Title - Sujet</b> (LI) Veste pare-éclats	
<b>Solicitation No. - N° de l'invitation</b> W8476-165369/A	<b>Date</b> 2015-08-13
<b>Client Reference No. - N° de référence du client</b> W8476-165369	<b>GETS Ref. No. - N° de réf. de SEAG</b> PW-\$\$\$PR-761-67800
<b>File No. - N° de dossier</b> pr761.W8476-165369	<b>CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME</b>
<b>Solicitation Closes - L'invitation prend fin</b> <b>at - à 02:00 PM</b> <b>on - le 2015-09-15</b>	
<b>Time Zone</b> <b>Fuseau horaire</b> Eastern Daylight Saving Time EDT	
<b>F.O.B. - F.A.B.</b> Specified Herein - Précisé dans les présentes <b>Plant-Usine:</b> <input type="checkbox"/> <b>Destination:</b> <input type="checkbox"/> <b>Other-Autre:</b> <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Address Enquiries to: - Adresser toutes questions à:</b> Beaumier, Julie	<b>Buyer Id - Id de l'acheteur</b> pr761
<b>Telephone No. - N° de téléphone</b> (819) 956-7432 ( )	<b>FAX No. - N° de FAX</b> (819) 956-5454
<b>Destination - of Goods, Services, and Construction:</b> <b>Destination - des biens, services et construction:</b>  Specified Herein Précisé dans les présentes	

Instructions: See Herein

Instructions: Voir aux présentes

<b>Delivery Required - Livraison exigée</b> See Herein	<b>Delivery Offered - Livraison proposée</b>
<b>Vendor/Firm Name and Address</b> <b>Raison sociale et adresse du fournisseur/de l'entrepreneur</b>	
<b>Telephone No. - N° de téléphone</b> <b>Facsimile No. - N° de télécopieur</b>	
<b>Name and title of person authorized to sign on behalf of Vendor/Firm</b> <b>(type or print)</b> <b>Nom et titre de la personne autorisée à signer au nom du fournisseur/</b> <b>de l'entrepreneur (taper ou écrire en caractères d'imprimerie)</b>	
<b>Signature</b>	<b>Date</b>

Solicitation No. - N° de l'invitation

W8476-165369/A

Amd. No. - N° de la modif.

File No. - N° du dossier

pr761W8476-165369

Buyer ID - Id de l'acheteur

pr761

Client Ref. No. - N° de réf. du client

W8476-165369

CCC No./N° CCC - FMS No/ N° VME

---

Cette page est blanche de façon intentionnelle.

## **Lettre d'intérêt pour le système de gilet de protection balistique du tireur d'élite**

### **1.0 Objet et nature de la lettre d'intérêt**

1.1 Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) sollicite les commentaires de l'industrie relativement à l'intention du ministère de la Défense nationale de se procurer un nouvel équipement de protection individuelle pare-éclats et pare-balles pour les tireurs d'élite de l'Armée canadienne qui s'appellera « système de gilet de protection balistique du tireur d'élite » (SGPBTE).

1.2 La présente lettre d'intérêt (LI) vise à :

- informer l'industrie des exigences;
- connaître les entreprises intéressées à présenter une soumission;
- connaître les produits offerts sur le marché qui conviennent à une utilisation militaire et vérifier si ces produits peuvent être achetés et livrés au cours des deux prochaines années;
- obtenir une indication de la capacité de production et des coûts unitaires possibles;
- répondre aux questions suivantes :
  - a. Le fournisseur éventuel a-t-il déjà fourni un modèle semblable de gilet de protection balistique pare-éclats et de gilet pare-balles? Dans l'affirmative, préciser la marque et/ou le modèle du produit et décrire ses caractéristiques.
  - b. Le fournisseur éventuel offrira-t-il un service de réparation des tissus non balistiques?
  - c. Le fournisseur éventuel garantit-il le produit? Définir la couverture de la garantie.
  - d. Le fournisseur pourra-t-il se conformer à la Politique sur le contenu canadien?  
<https://achatsetventes.gc.ca/politiques-et-lignes-directrices/guide-des-approvisionnements/annexe/3/6>
  - e. Un délai de trois (3) mois est-il suffisant pour permettre aux soumissionnaires de fournir, avec leur réponse à la demande de propositions (DP) publiée sur le site Achatsetventes, les résultats des essais balistiques et des essais de réflectance dans l'infrarouge?
  - f. Les fournisseurs éventuels sont invités à dresser une liste de questions pertinentes relatives à la conception du produit, aux capacités du produit ou aux dispositions de la présente LI. Se reporter aux articles pertinents de la LI.

1.3 La présente LI ne constitue pas un appel d'offres ni une demande de propositions (DP).

Aucun accord ni contrat fondé sur celle-ci ne sera conclu. La présente LI n'est pas un engagement de la part du gouvernement du Canada, et elle n'autorise aucunement les répondants éventuels à entreprendre des travaux dont le coût pourrait être réclamé au Canada. La présente LI ne doit pas être considérée comme un engagement à publier une demande de propositions subséquente ni à attribuer un contrat pour les travaux décrits aux présentes.

1.4 Bien que les renseignements recueillis puissent être fournis à titre d'information commerciale confidentielle (auquel cas ils seront traités en conséquence par le Canada), le Canada peut utiliser l'information aux fins de rédaction des exigences de rendement (qui peuvent faire l'objet de modifications) et de planification budgétaire.

- 1.5 Les répondants sont invités à indiquer, dans les renseignements fournis au Canada, la présence de tout renseignement qu'ils considèrent comme exclusif, personnel ou appartenant à un tiers. Veuillez noter que le Canada pourrait être tenu par la loi (p. ex., en réponse à une demande formulée dans le cadre de la *Loi sur l'accès à l'information* et de la *Loi sur la protection des renseignements personnels*) de divulguer des renseignements exclusifs ou délicats sur le plan commercial concernant un répondant (pour en savoir davantage : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/a-1/>).
- 1.6 Les répondants sont tenus d'indiquer si leur réponse, ou toute partie de celle-ci, est assujettie au *Règlement sur les marchandises contrôlées*.
- 1.7 La participation à la présente LI est recommandée, mais elle n'est pas obligatoire. La présente LI ne servira pas à établir une liste de fournisseurs éventuels pour les travaux à venir. De plus, la participation à la présente LI n'est ni une condition ni un préalable pour participer à toute demande de propositions subséquente.
- 1.8 Les répondants ne recevront aucun remboursement pour les frais engagés pour répondre à la présente LI.
- 1.9 La date de clôture de la LI indiquée dans les présentes n'est pas la date limite pour faire des commentaires. Les commentaires seront acceptés jusqu'à ce qu'une demande de propositions soit publiée, le cas échéant.

## **2.0 Contexte**

- 2.1 Une caractéristique particulière des tireurs d'élite est que ceux-ci doivent procéder à des infiltrations en position de tir, travailler dans cette position tout en restant dissimulé le plus possible et pouvoir manipuler des systèmes d'armes. La veste pare-éclats actuelle avec plaques pare-balles (PPB) offre aux tireurs d'élite la protection balistique requise, mais ne leur permet pas d'effectuer ces fonctions avec la discrétion voulue et l'amplitude de mouvement nécessaire pour mener à bien leur mission.
- 2.2 Les tireurs d'élite ont besoin d'une protection contre les éclats tout au long de leur déploiement, y compris pendant l'infiltration, les tirs en position embusquée et l'exfiltration. La protection contre les balles n'est requise que pour certaines opérations. Pour atteindre les niveaux de protection évolutifs requis et maintenir des propriétés favorisant la dissimulation, un système à deux composants, une veste pare-éclats (VPE) et un gilet pare-balles, est envisagé.
- 2.3 La VPE sera portée en tout temps sous la chemise de l'uniforme, comme la veste dissimulable que portent les responsables de l'application de la loi. En plus de la protection balistique, l'amplitude des mouvements, la facilité à enfiler et à enlever la veste ainsi que la durabilité du tissu seront les principaux critères évalués.

- 2.4 Le gilet pare-balles sera porté séparément de la VPE et possiblement par-dessus la chemise, la veste ou le parka de combat, et il doit s'intégrer à l'arsenal de combat modulaire. Il n'a pas encore été décidé si le système sera d'une seule couleur ou aux couleurs du dessin de camouflage canadien (DCamC). Le gilet pare-balles doit être facilement ajustable tout en restant bien en place sur le corps de l'utilisateur. Il doit être doté d'un mécanisme à dégagement rapide. Il n'est pas prévu d'exiger des attaches sur la surface extérieure du gilet pare-balles.
- 2.5 La veste doit offrir une protection contre les éclats égale ou supérieure à celle de la VPE actuellement en service (décrite à l'annexe A). Le gilet pare-balles doit pouvoir contenir les plaques pare-balles en service.
- 2.6 Le SGPBTE sera porté à des températures qui varient de -30 °C à 50 °C. Les tireurs d'élite doivent pouvoir se déplacer sur divers types de terrains, notamment en marchant ou en rampant. Ils doivent pouvoir se déplacer furtivement et utiliser une variété de systèmes d'armes dans diverses positions de tir. Les tireurs d'élite porteront le SGPBTE pendant de longues périodes variant d'une à quatre heures. Ils porteront la VPE du SGPBTE pendant des périodes prolongées qui varient de quelques heures à un jour ou plus.

### **3.0 Portée éventuelle des travaux et contraintes**

- 3.1 Le MDN entend se procurer 319 SGPBTE, y compris un lot de tailles et des pièces de rechange.
- 3.2 Le MDN entend se procurer les deux composants formant le SGPBTE dans le cadre d'un seul contrat.

### **4.0 Méthode d'évaluation**

- 4.1 Le gilet pare-balles souple du SGPBTE fera l'objet d'une évaluation technique pour déterminer le rendement des composants de protection balistique et des caractéristiques des matériaux et la qualité d'exécution.
- 4.2 La qualité d'exécution du gilet pare-balles sera évaluée de même que l'ajustement des plaques pare-balles.
- 4.3 Le SGPBTE sera soumis à une évaluation par les utilisateurs qui portera sur l'ajustement, l'enfilage et l'enlèvement, l'amplitude des mouvements et le confort.

### **5.0 Lois, accords commerciaux et politiques gouvernementales**

- 5.1 Les documents suivants pourraient s'appliquer :
- a. *Loi sur la production de défense*
  - b. Stratégie d'approvisionnement en matière de défense
  - c. Programme des marchandises contrôlées (PMC)
  - d. Programme de contrats fédéraux pour l'équité en matière d'emploi (PCF-EE)

## **6.0 Calendrier**

Lettre d'intérêt	Août 2015
Publication de la DP	EF 15/16
Attribution du contrat	EF 16/17

## **7.0 Remarques importantes à l'intention des répondants**

Les répondants intéressés peuvent envoyer leur réponse à l'autorité contractante de TPSGC, dont le nom figure ci-dessous, de préférence par courriel :

Julie Beaumier  
Spécialiste en approvisionnement/Supply Specialist  
Division des vêtements et textiles/Clothing and Textile Division  
Travaux publics et services gouvernementaux Canada/Public Works and Government Services Canada  
Portage III, 11, rue Laurier, pièce 6A2  
Gatineau (Québec) K1A 0S5  
Téléphone : 819-956-7432  
Télécopieur : 819-956-5454  
Courriel : Julie.Beaumier@tpsgc-pwgsc.gc.ca

Les coordonnées d'une personne-ressource du répondant doivent être fournies dans les documents.

La présente LI peut faire l'objet de modifications. Le cas échéant, ces modifications seront publiées dans le site du Service électronique d'appels d'offres du gouvernement. Le Canada demande aux répondants de consulter le site [achatsetventes.gc.ca](http://achatsetventes.gc.ca) régulièrement pour vérifier les modifications apportées, le cas échéant.

## **8.0 Date de clôture de la LI**

Les réponses à la présente LI doivent parvenir à l'autorité contractante de TPSGC identifiée ci-dessus au plus tard 30 jours après la publication de la présente LI.

## **9.0 Pièces jointes**

Annexe A, Description d'achat technique – Composants de protection balistique de la veste pare-éclats, système de gilet de protection balistique du tireur d'élite.



#### AVIS

Le présent document a été révisé par l'autorité technique et ne contient pas de dispositions visant des marchandises contrôlées. Les avis de divulgation et les instructions de manutention reçues initialement doivent continuer de s'appliquer.

## Annexe A DESCRIPTION D'ACHAT TECHNIQUE



### COMPOSANTS DE PROTECTION BALISTIQUE DE LA VESTE PARE-ÉCLATS, SYSTÈME DE GILET DE PROTECTION BALISTIQUE DU TIREUR D'ÉLITE

---

OPI : DSSPM  
BPR : DAPES

**Canada** 

© Her majesty the Queen in Right of Canada as represented by the Minister of National Defence  
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada représentée par le ministre de la Défense nationale

## 1. PORTÉE ET CLASSIFICATION

**1.1 Portée.** Le présent document décrit en détail les exigences techniques et les exigences en matière de rendement pour les composants de protection balistique (CPB) souples de la veste pare-éclats (VPE) du système de gilet de protection balistique du tireur d'élite (SGPBTE).

**1.2 Utilisation prévue.** La VPE assure une protection globale, de jour et de nuit, dans toutes les conditions météorologiques, dans la mesure du possible. La VPE offre essentiellement une protection balistique contre les munitions à fragmentation et contre les débris causés par la détonation d'explosifs brisants ou d'autres dispositifs explosifs. Combinée à des plaques pare-balles (PPB), cette veste optimisera les niveaux de protection de façon à faire échec à de nombreux dangers balistiques dans le continuum du champ de bataille. La protection contre les éclats est assurée grâce à des matériaux pare-balles souples. Lorsque ces matériaux sont assemblés et insérés dans l'enveloppe de la VPE, ils ne doivent pas nuire à l'amplitude des mouvements nécessaires au soldat pour la réalisation des tâches essentielles à sa mission.

**1.3 Exigences relatives au système.** La VPE est un composant du système de gilet de protection balistique du tireur d'élite, et les composants de protection balistique (CPB) souples de la VPE sont amovibles et consistent en des éléments modulaires à insérer dans le devant et le dos du gilet.

## 2. Caractéristiques de la protection balistique

**2.1 Matériaux pare-balles.** Les matériaux pare-balles souples utilisés pour les panneaux balistiques doivent être d'une qualité durable, c'est-à-dire que les caractéristiques du matériau ne doivent pas subir d'altérations appréciables au vieillissement ni dans les conditions environnementales pour lesquelles la VAF est conçue (voir la section Utilisation prévue). Les propriétés protectrices des panneaux balistiques doivent être garanties pour une période minimale de 10 ans tant que ceux-ci sont scellés dans leur enveloppe étanche à l'eau (voir la définition de la section 6.1) et utilisés dans des conditions de service normales. Le matériau pare-balles doit être exempt de tout défaut qui pourrait nuire à la qualité et à la tenue en service du produit fini.

**2.2 Ensembles balistiques.** Les ensembles balistiques comprennent des panneaux de tir et des blocs de matériau pare-balles (selon la définition de la section 6.1) qui sont fournis aux fins d'essais. Le matériau utilisé dans les ensembles balistiques pour évaluer les caractéristiques de performance doit être entièrement représentatif de la solution de production proposée. Chaque panneau de tir doit être fixé



aux quatre coins, à moins que la solution de production ne comporte des surpiqûres. Dans un tel cas, les panneaux de tir doivent comporter des surpiqûres selon le même motif.

2.3 Solutions hybrides. Les matériaux pare-balles hybrides non symétriques (construction non homogène) sont autorisés pour la construction de la solution balistique. L'ordre et le positionnement des couches constituant le remplissage balistique du panneau doivent être définis pour les panneaux de tir et pour tous les panneaux balistiques utilisés dans la production. Le côté menace et l'alignement des matériaux doivent être clairement indiqués sur chaque couche de matériau si la performance dépend de l'orientation ou du positionnement. Si plus d'un matériau est utilisé, les données suivantes pour chaque matériau différent doivent être fournies : la composition, l'ordre des couches et les détails de fabrication.

2.4 Masse surfacique des panneaux balistiques. Le matériau pare-balles doit être aussi léger que possible, tout en satisfaisant aux exigences minimales de protection balistique. Lorsqu'elle est mesurée selon la section 4.1, la masse surfacique maximale des blocs de matériau pare-balles et des panneaux balistiques ne doit pas dépasser  $3,25 \text{ kg/m}^2$ . La variabilité maximale de la masse surfacique entre les échantillons d'essai doit être inférieure à  $0,15 \text{ kg/m}^2$ .

2.5 Épaisseur des panneaux balistiques. L'épaisseur des blocs de matériau pare-balles et des panneaux de production ne devrait pas dépasser 4 mm, mais elle ne doit pas dépasser 7 mm lors des essais réalisés conformément à la section 4.2.

2.6 Souplesse des panneaux balistiques. Le matériau pare-balles doit être aussi souple que possible tout en satisfaisant aux exigences minimales de protection balistique. À titre indicatif, la rigidité/souplesse des blocs de matériau pare-balles devrait être inférieure à 1,4 N/mm, mais ne doit pas être supérieure à 2,2 N/mm lors des essais réalisés conformément à la section 4.3. Pour chaque lot de production, la valeur doit demeurer en deçà de  $\pm 20 \%$  de la moyenne établie pendant les phases de pré-production et de production initiale (5 premiers lots de matériau).

2.7 Absorption statique d'eau par les panneaux balistiques. Après immersion statique dans l'eau, le poids des panneaux de tir balistiques ne devrait pas augmenter de plus de 20 % lorsqu'ils sont testés conformément à la section 4.4.

3. **Performance balistique.** Six essais sont prévus pour la qualification balistique de la solution pare-balles de la VAF. Cinq essais de limite balistique ( $V_{50}$ ) utilisant quatre types de projectiles (petite sphère, grande sphère, cylindre circulaire droit et projectile simulant un fragment – PSF), ainsi qu'un essai de vitesse de non-perforation ( $V_{\text{proof}}$ ) au moyen d'une balle blindée d'arme de poing pour l'évaluation de la résistance à la déformation de la face arrière. Ces essais servent également à

établir la cote de performance balistique qui déterminera la cote à accorder aux propositions de remplissage balistique au moment de l'évaluation des soumissions (voir les Directives à l'intention des soumissionnaires pour plus de détails). Pendant la production, la traçabilité des matériaux pare-balles doit être vérifiée selon la section 4.1 et les essais balistiques doivent être réalisés selon la section 4.2.

3.1 Résistance de limite balistique ( $V_{50}$  minimale). La résistance de limite balistique ( $V_{50}$ ) de la solution pare-balles de la VAF doit être telle qu'elle satisfait aux cinq exigences d'essais de limite balistique, ou les dépasse, conformément au tableau 6.4. Pour calculer la valeur moyenne  $MV_{50}$  pour chaque menace, il faut faire la moyenne arithmétique des valeurs  $V_{50}$  individuelles ayant une fourchette de vitesse maximale de 30 m/s. Lors de l'évaluation des soumissions, cette valeur  $MV_{50}$  sera utilisée pour coter chaque proposition et représentera la valeur  $V_{50ca}$  pendant la production (voir les définitions à la section 6.1). La valeur  $V_{50}$  minimale de chaque essai individuel ne doit pas être inférieure aux valeurs minimales indiquées ci-dessous. La zone de résultats variables (ZRV) pour chaque valeur  $V_{50}$  doit être inférieure à 60 m/s, et la ZRV pour chaque valeur  $MV_{50}$  doit être inférieure à 50 m/s.

3.2 La  $V_{50}$  obtenue avec le PSF de 17 grains (calibre de 5,46 mm) dans des conditions sèches devrait être supérieure à 530 m/s, mais ne doit pas être inférieure à 500 m/s. Cet essai assure que la solution proposée respecte ou dépasse le niveau de performance de la veste en service.

3.3 La  $V_{50}$  obtenue avec la sphère d'acier de 16 grains (calibre de 6,34 mm) dans des **conditions humides** (immersion de 30 minutes dans l'eau) devrait être supérieure à 450 m/s, mais elle ne doit pas être inférieure à 415 m/s, et dans des **conditions sèches**, elle devrait être supérieure à 490 m/s, mais elle ne doit pas être inférieure à 455 m/s.

3.4 La  $V_{50}$  obtenue avec un CCD de 64 grains (calibre de 8,74 mm) dans des conditions sèches devrait être supérieure à 380 m/s, mais ne doit pas être inférieure à 350 m/s.

3.5 La  $V_{50}$  obtenue avec la sphère d'acier de 1 grain (calibre de 2,49 mm) dans des conditions sèches à température ambiante devrait être supérieure à 560 m/s, mais elle ne doit pas être inférieure à 525 m/s. Ces essais sont utilisés pour déterminer la performance relative par rapport à d'autres solutions anti-fragmentation et pour déterminer la valeur  $V_{50ca}$  pour chaque menace.

3.6 Résistance à la déformation de la face arrière ( $V_{proof}$ ). La déformation moyenne de la face arrière du remplissage balistique de la VAF, appuyé contre une plaque d'argile dans des conditions sèches, ne devrait pas être supérieure à 44 mm, lorsqu'il est soumis à un essai avec une balle blindée de 124 grains (calibre de 9 mm)

qui le percute à une vitesse moyenne de 365 m/s. En outre, chaque empreinte individuelle dans l'argile ne doit pas avoir une profondeur supérieure à 50 mm, et la balle blindée ne doit pas pénétrer complètement le matériau pare-balles.

#### **4. Méthodes d'essai**

4.1 Masse surfacique des panneaux balistiques. Les matériaux présents dans les blocs de matériau pare-balles et les panneaux de production doivent faire l'objet de mesures conformément à la norme ASTM 3776 (option A ou C), ou une norme équivalente, et la masse surfacique moyenne doit être calculée. Le matériel utilisé pour la mesure doit être étalonné et devrait être précis à  $\pm 1$  gramme près. La valeur moyenne des dix (10) mesures faites sur les blocs de matériau pare-balles sera utilisée pour la qualification de chaque lot de matériau.

4.2 Épaisseur des panneaux balistiques. L'épaisseur des blocs de matériau pare-balles et des panneaux de production doit être mesurée selon la norme ASTM D1777 (option 1) ou une norme équivalente. La valeur moyenne des dix (10) mesures faites sur les blocs de matériau pare-balles et la variance seront utilisées pour la qualification de chaque lot de matériau.

4.3 Souplesse des panneaux balistiques. La souplesse des blocs de matériau pare-balles doit être mesurée au moyen de l'essai modifié de flexion circulaire (élaboré par CMC/CRDV) conformément à l'appendice 5. La valeur moyenne des dix (10) mesures faites sur les blocs de matériau pare-balles et la variance seront consignées aux fins d'information et serviront à surveiller les écarts importants par rapport à la moyenne de production.

4.4 Absorption d'eau. Les panneaux de tir balistiques utilisés dans les essais au mouillé doivent faire l'objet de mesures conformément à la section 6.6.5, et l'augmentation de poids en pourcentage doit être calculée. La valeur moyenne de trois échantillons mesurés par l'entrepreneur et de trois échantillons mesurés par le MDN sera utilisée aux fins de qualification préalable à l'attribution du contrat.

4.5 PROTECTION BALISTIQUE. La vérification pendant la production doit être effectuée au moyen de panneaux de tir et de blocs de matériau produits à partir de chaque lot/sous-lot de matériau balistique avant la coupe des couches entrant dans la construction des panneaux de production.

4.6 Traçabilité des lots de matériaux balistiques. La traçabilité des CPB et panneaux de production finis doit être maintenue dans tous les cas, afin de pouvoir retracer les lots de matériau originaux. Les lots de matériau balistique ne doivent normalement pas dépasser 4000 m et doivent provenir d'une seule ensouple de tissage. Les lots doivent être divisés en sous-lots et rouleaux finis. Un sous-lot (aux fins de qualification des essais) sera basé sur la date de finition ou une longueur de 1000 m, selon la plus petite quantité. Les rouleaux doivent faire l'objet d'un contrôle strict par l'entrepreneur principal et ses fournisseurs, et ils doivent être groupés par date de finition et ensouple de tissage.



## 5.0 REMARQUES

### 5.1 Définitions

5.1 DÉFINITIONS DES TERMES DE BALISTIQUE. Les définitions des termes de balistique doivent s'appliquer uniquement aux sections portant sur la résistance aux éclats et à la performance balistique des matériaux de remplissage balistique agencés dans les divers CPB pour la VAF et les panneaux de tir balistiques aux fins d'essais. Les définitions sont présentées par ordre alphabétique.

Angle d'impact : Angle en degrés entre la trajectoire de vol du projectile et la perpendiculaire au plan tangent au point d'impact sur l'échantillon cible (voir la figure 6.1). Dans certains documents, l'expression « angle d'obliquité » est utilisée et signifie la même chose.

Bloc de matériau pare-balles : Échantillon d'essai de 152 x 152 mm utilisé seulement pour les essais non destructifs et les mesures physiques. Les blocs de matériau doivent être assemblés selon la construction finale, mais non surpiqués, sauf si une solution avec surpiquûres est proposée. Si une solution avec surpiquûres est proposée, quatre (4) panneaux de tir balistiques additionnels (400 x 400 mm) doivent être livrés au lieu des blocs de matériau. Les échantillons nécessaires aux fins d'essais seront coupés à même les blocs. La traçabilité doit être maintenue conformément à la section 4.6.

Carte de lacet : Carte de papier rigide placée dans la trajectoire du projectile et utilisée pour déterminer le lacet du projectile. La carte de lacet peut aussi être utilisée pour trouver l'emplacement exact du coup, après le tir, afin d'établir l'admissibilité de celui-ci.

Composant de protection balistique (CPB) : Composant de production balistique fini, comprenant la construction finale du panneau balistique, assemblé et scellé dans sa housse. Les CPB principaux comprennent les CPB de col et d'épaules, ainsi que les composants de devant et de dos. Tous ces composants sont modulaires et peuvent être retirés de leur enveloppe correspondante.

Côté menace : Surface d'un échantillon d'essai conçu pour faire face à une menace balistique.

Couche balistique : Couche de matériau pare-balles souple contenue dans la solution balistique proposée, avant son assemblage sous forme de panneau.

Coup accepté (impact valide) : Les impacts acceptés comprennent tous les coups admissibles et comprennent également les coups non admissibles pour lesquels les conditions d'essai sont plus sévères que celles prescrites (vitesse trop élevée ou coups trop rapprochés), mais pour lesquels les exigences de performance sont satisfaites. Ils comprennent également les coups non admissibles pour lesquels les conditions d'essai sont moins sévères (vitesse trop basse ou angle d'impact ou de lacet trop grand), et

pour lesquels les exigences de performance ne sont pas satisfaites, ce qui entraînera alors un rejet.

Coup admissible : Coup à zéro degré d'obliquité ( $\pm \alpha$  degrés) d'un projectile de poids et de type indiqués, sans lacet ( $\alpha = 3$  degrés maximum pour une balle de 9 mm et 5 degrés pour les projectiles CCD et PSF), dans la plage de vitesses indiquée et à l'endroit indiqué sur l'échantillon cible.

Coup non admissible : Coup qui n'est pas conforme aux critères indiqués (voir le tableau 6.1). Voici quelques exemples : le lacet et l'obliquité dépassent les exigences; la vitesse est supérieure ou inférieure à celle indiquée pour le projectile; le coup ne respecte pas le groupement et la séquence (il est trop près du bord de l'échantillon ou d'un autre coup, par exemple). Pour les essais de déformation de la face arrière ( $V_{proof}$ ), coup pour lequel la vitesse se trouve hors de la plage indiquée.

Coup refusé (impact non valide) : Impact qui est refusé et qui doit être repris s'il est non admissible et qu'il ne fait pas partie des exceptions prévues pour les coups acceptés. Un coup admissible peut aussi être refusé si l'échantillon d'essai touché ne répond pas aux critères de passage et qu'il a été tiré après un coup non admissible mais accepté en raison de conditions d'essai plus sévères.

Cylindre circulaire droit (CCD) : Simulateur de fragment cylindrique normalisé avec nez plat et bords tranchants (voir la figure 6.4).

Décélération balistique (R) : Mesure de l'atténuation moyenne de la vitesse d'un projectile ou de la décélération d'un projectile due à la résistance de l'air par unité de distance (m/s/m) depuis le dispositif de lancement jusqu'à l'échantillon d'essai.

Déformation de la face arrière : Déplacement transitoire maximal de la surface arrière d'un échantillon d'essai causé par l'impact d'un projectile non perforant. Cela correspond à la profondeur maximale de l'empreinte laissée dans le matériau d'appui, mesurée à partir de la surface avant intacte du matériau.

Diamètre ou dimension de l'empreinte : Diamètre de l'empreinte laissée dans le matériau d'appui, mesuré à partir de la surface avant intacte (voir la figure 6.2). Dans le cas d'une empreinte non symétrique, le diamètre le plus petit (largeur) et le diamètre le plus grand (longueur) doivent être mesurés et notés.

Distance d'écartement : Distance entre la face arrière du matériau pare-balles et la feuille témoin.

Distance d'essai : Distance entre la bouche du canon d'essai et la surface du côté menace de l'échantillon cible (voir la figure 6.3).

Écart : Distance entre les centres de deux coups ou entre le centre d'un coup et le bord de l'échantillon du matériau pare-balles ou du dispositif qui retient la cible.

Face arrière : Surface d'un échantillon d'essai conçue pour être portée vers l'intérieur; aussi appelée face près du corps.

Fourchette des vitesses : Différence entre la vitesse la plus élevée et la vitesse la plus basse d'un groupe comportant un nombre égal de pénétrations partielles et de pénétrations complètes.

HPP : Vitesse maximale de pénétration partielle.

Lacet : Angle entre l'axe principal du projectile et sa trajectoire (vecteur vitesse – voir la figure 6.1). Il devrait être mesuré le plus près possible de la cible. Le lacet du projectile à l'impact peut influencer considérablement sur l'ampleur de la pénétration. Les projectiles ayant un sabot détachable sont plus sujets à présenter un lacet.

LCP : Vitesse minimale de pénétration complète.

Limite balistique  $V_{50}$  : Vitesse à l'impact à laquelle 50 % des impacts d'un type de projectile donné devraient pénétrer complètement un échantillon cible ayant un nombre d'épaisseurs et des propriétés physiques données, à un angle d'impact indiqué, durant un essai statistique limité. La méthode exige au moins quatorze (14) coups à l'aide de la technique de tir modifiée de haut en bas. La  $V_{50}$  est calculée au moyen de la méthode de vraisemblance maximale (méthode Probit de RDDC selon le fichier EXCEL que vous pouvez obtenir de RDDC Valcartier). Elle est utilisée comme mesure quantitative de la capacité d'une protection pare-balles.

Longueur du pas des rayures : Distance horizontale le long du canon sur laquelle les rayures font un tour complet. Ne pas confondre avec la longueur réelle des rayures sur le canon entier.

Masse surfacique : Mesure du poids du panneau assemblé contenant le matériau balistique (assemblé sous forme d'ensemble de matériau balistique, de panneau de tir ou de composant de production) par unité de surface. La masse surfacique est exprimée en  $\text{kg/m}^2$ . Elle représente également le rapport de la masse du matériau sur sa superficie de couverture. Cette valeur est utilisée pour comparer diverses solutions balistiques.

Matériau d'appui : Bloc de matériau, qui simule les tissus humains, placé contre la face arrière de l'échantillon d'essai et utilisé pour soutenir l'échantillon pendant l'essai. De l'argile à modeler non durcissable à base d'huile est utilisée pour matérialiser l'empreinte laissée par l'impact lors de l'essai de déformation de la face arrière ( $V_{\text{proof}}$ ). Pour les mesures de la  $V_{50}$ , aucun matériau d'appui n'est utilisé.



$m_p$  : Masse du projectile ou du simulateur de fragment.

$MV_{50}$  : Moyenne des valeurs  $V_{50}$  individuelles pour une menace spécifiée, présentant une fourchette inférieure à 30 m/s. Si cette valeur n'est pas respectée, il faudra effectuer des essais avec des échantillons additionnels jusqu'à l'obtention du nombre requis à l'intérieur de cette fourchette (voir les tableaux 6.4 et 6.5 de l'appendice 1).

$MV_{50gc}$  : Valeur moyenne minimale ( $MV_{50}$ ) d'un lot de matériaux de production, utilisée pour le contrôle de la qualité. Cette valeur doit être égale ou supérieure à 97 % de la valeur  $V_{50ca}$ .

Panneau balistique : Panneau de production ou de qualification entièrement assemblé selon la construction finale des couches de remplissage balistiques, mais sans la housse.

Panneau de tir balistique : Échantillon d'essai de 400 x 400 mm utilisé pour les essais destructifs. Cet échantillon est entièrement représentatif du panneau de production, mais il est utilisé uniquement aux fins de validation balistique. Les panneaux de tir balistiques doivent être assemblés et piqués aux coins (ou surpiqués si une solution avec surpiquûres est proposée) afin de reproduire les CPB, mais sans aucune housse. La traçabilité doit être maintenue conformément à la section 4.6.

Pénétration complète (CP) : Se produit lorsqu'un projectile, une partie d'un projectile ou toute partie du matériau de protection balistique, traverse complètement l'échantillon d'essai et pénètre dans le matériau d'appui ou traverse ce dernier pendant l'essai  $V_{proof}$ , ou traverse le papier témoin pendant l'essai  $V_{50}$  (fissure ou orifice permettant le passage de la lumière). Si le projectile reste logé dans l'échantillon d'essai et qu'une partie de celui-ci est visible depuis la face arrière de l'échantillon, cette pénétration sera également considérée comme complète aux fins de l'essai  $V_{proof}$ .

Pénétration partielle (PP) : Tout coup admissible qui n'est pas considéré comme un coup à pénétration complète, selon la définition donnée dans la présente, doit être considéré comme un coup à pénétration partielle. En d'autres mots, le projectile a rebondi ou est resté logé dans l'échantillon d'essai sans perforer la feuille témoin ou le matériau d'appui ni laisser d'empreinte dans ceux-ci.

Plaque témoin en papier : Papier d'affichage Hilroy n° 20210 (270 g/m<sup>2</sup>) de 0,38 mm d'épaisseur, placé à  $150 \pm 2$  mm derrière la surface de la cible, parallèle à celle-ci, au point d'impact utilisé pour qualifier le résultat de la perforation.

Projectile simulant un fragment (PSF) : Simulateur de fragment consistant en un projectile cylindrique normalisé tranchant (voir la figure 6.5).

Résistance balistique : Mesure de la capacité d'un matériau de protection à arrêter un projectile ou à en réduire l'impact; dans le présent document, la résistance balistique

est mesurée à l'aide des essais de limite balistique ( $V_{50}$ ) et des essais de déformation de la face arrière ( $V_{proof}$ ).

Sabot : Support en plastique (voir la figure 6.6) dans lequel un projectile est centré pour permettre qu'il soit tiré dans un canon de plus grand calibre. Le sabot se détache habituellement en vol peu après le tir, et seul le projectile sous-calibré atteindra la cible.

Simulateur de fragment : Type de projectile générique utilisé pour les essais balistiques. Les simulateurs de fragments sont dotés de diverses caractéristiques géométriques et physiques conçues pour simuler les effets terminaux des munitions à fragmentation.

Superficie de couverture : Superficie en mètres carrés du CPB souple utilisé dans une VAF; désigne également la superficie du panneau de tir balistique utilisé pour les essais balistiques.

$V_{50Ca}$  : Valeur  $MV_{50}$  établie pendant l'évaluation d'une soumission, pour chaque menace spécifiée.

Vitesse à l'impact ( $V_s$ ) : Vitesse du projectile lorsqu'il frappe l'échantillon d'essai, mesurée à 1,5 m en avant de la cible.

Vitesse mesurée par instrument ( $V_m$ ) : Vitesse mesurée à une distance donnée devant le panneau de tir (figure 6.3) par un instrument offrant la précision nécessaire. Lorsque deux détecteurs sont utilisés, la mesure doit être prise au centre des deux détecteurs.

Vitesse résiduelle ( $V_r$ ) : Dans le cas des impacts à pénétration complète, vitesse du projectile après que celui-ci a percuté et traversé le matériau pare-balles.

$V_{proof}$  (vitesse de non-pénétration) : Vitesse minimale indiquée d'un projectile donné pour un essai de type acceptation-rejet, p. ex., l'essai de résistance à la déformation de la face arrière où un nombre donné de coups sont tirés sur un échantillon d'essai et où aucune pénétration complète n'est permise.

Zone de résultats variables (ZRV) : Différence entre la vitesse de pénétration partielle la plus élevée et la vitesse de pénétration complète la plus basse obtenue durant un essai  $V_{50}$  (HPP-LCP).

## APPENDICE 1

### 6.0 MÉTHODES D'ESSAI BALISTIQUE

**6.1 Portée.** Le présent appendice décrit les procédures d'essai reproductible définies pour l'évaluation des panneaux de tir balistiques et la qualification des solutions de remplissage balistique employées pour la VAF. Ces procédures seront utilisées pour confirmer les exigences minimales prescrites en matière de performance balistique. Les méthodes d'essai suivantes sont définies :

[1] essai de limite balistique  $V_{50}$  (divers projectiles : petite sphère, grande sphère, CCD, PSF OTAN);

[2] essai de résistance à la déformation de la face arrière à une vitesse de non-pénétration ( $V_{proof}$ ) (projectiles de 9 mm).

### 6.2 Équipement d'essai

**6.2.1 Projectiles.** Les détails relatifs aux projectiles à utiliser pour les essais balistiques indiqués dans la présente (type, calibre, propriétés) sont indiqués au tableau 6.1. Les sources de projectiles acceptables pour la présente description d'achat sont indiquées au tableau 6.1. Une description précise (poids, diamètre, numéro de lot, etc.) de tous les projectiles utilisés doit être incluse dans tous les rapports d'essai. Puisque les projectiles peuvent être endommagés au moment de l'impact sur l'échantillon d'essai, ils ne doivent être utilisés qu'une seule fois.

**6.2.2 Système de lancement.** Le dispositif de lancement (lanceur et agent propulsif) doit être tout dispositif en mesure de propulser de façon reproductible les projectiles indiqués à un angle d'impact acceptable et dans la plage de vitesses indiquée pour les essais  $V_{proof}$  ou  $V_{50}$ , selon le cas. Il peut s'agir d'une arme à poudre ou d'un canon d'essai. Les dispositifs de lancement reconnus qui présentent des problèmes de stabilité de vitesse connus ne doivent pas être utilisés. Les projectiles doivent être lancés un à la fois afin d'obtenir le nombre de coups admissibles requis pour chaque échantillon. Lorsqu'un canon rayé est utilisé, la longueur du pas du canon (consulter les définitions à la section 6.1.2) doit être consignée et doit correspondre aux spécifications du tableau 6.1. Lorsque la taille du lanceur est supérieure au calibre du projectile ou lorsque des vitesses d'impact élevées sont requises, le projectile peut être inséré dans un sabot de plastique fendu, p. ex., une sphère de 6,34 mm peut être tirée d'un canon régulier de 7,62 mm (0,308 po). La méthode préférée pour lancer la sphère de 6,34 mm est un canon à âme lisse chambré pour une cartouche à blanc Ramset de calibre 22. Le dessin d'un sabot convenable pour lancer la sphère de 2,5 mm à l'aide d'un canon de 5,56 mm est illustré à la figure 6.6. Le dispositif de lancement doit aussi être tenu de façon à ce que son alignement ne soit pas modifié pendant le tir. Pour les essais balistiques, le système de lancement (lanceur et agent propulsif) doit être capable de lancer le projectile à des vitesses pouvant atteindre 1000 m/s.

**6.2.3 Étalonage du système de lancement.** Afin d'obtenir la vitesse indiquée avec une carabine à poudre, il faut habituellement charger les munitions à la main. La vitesse à la bouche peut aussi être réglée en ajustant le siège du projectile dans le canon. La vitesse du projectile doit être contrôlée avec une précision de  $\pm 10$  m/s par rapport à la vitesse voulue pour les essais  $V_{50}$  et  $V_{proof}$ , pour une série de 10 tirs. La courbe de la vitesse du projectile en fonction de la masse de l'agent propulsif (ou la courbe de pression du gaz) du système de lancement utilisé doit être déterminée avant de réaliser un essai. Cette courbe est utilisée pour sélectionner la charge d'agent propulsif afin d'obtenir la vitesse désirée. Lorsque des charges réduites sont tirées, le lacet du projectile peut être supérieur au lacet susceptible d'être produit lors d'un tir à pleine charge.

L'arme d'essai doit être fermement montée de façon à ce que son alignement ne change pas lors du tir. La distance entre la bouche et l'échantillon d'essai doit être de 5 m (voir la figure 6.3). Elle doit viser de façon à produire une obliquité de zéro degré par rapport à l'échantillon, à l'endroit de l'impact. Lorsqu'un canon neuf est utilisé, il faut d'abord tirer un minimum de 25 coups pour le roder.

**TABLEAU 6.1 – Résumé des projectiles et du lanceur**

PROJECTILES	Petite sphère	Grande sphère	PSF OTAN	CCD	Balle blindée 9 x 19 mm
<b>Essai balistique</b>	Section 6.1 [1]	Section 6.1 [1]	Section 6.1 [1]	Section 6.1 [1]	Section 6.1 [2]
<b>Masse du projectile g (grain)</b>	$0,064 \pm 0,002$ (1)	$1,042 \pm 0,03$ (16)	$1,12 \pm 0,03$ (17)	$4,15 \pm 0,02$ (64)	$8,03 \pm 0,13$ (124)
<b>Matériau du projectile</b>	Acier au chrome	Acier au chrome	Acier 4340 ou l'équivalent	Acier 4340 ou l'équivalent	Chemise de cuivre, noyau de plomb
<b>Dureté du projectile</b>	60-66 RC	60-66 RC	28-32 RC	28-32 RC	---
<b>Source acceptable</b>	Qualité de bille G20, G28 ou G40 SKF, FAG ou l'équivalent	Qualité de bille G20, SKF, FAG ou l'équivalent	Figure 6.5 ou l'équivalent	Figure 6.4 ou l'équivalent	Hornady n° 3557 ou l'équivalent
<b>Diamètre du projectile (mm)</b>	$2,49 \pm 0,01$	$6,34 \pm 0,01$	$5,46 \pm 0,02$	$8,74 \pm 0,02$	9,02
<b>Longueur du projectile (mm)</b>	$2,49 \pm 0,01$	$6,34 \pm 0,01$	6,52 nominal	9,17 nominal	---
<b>LANCEUR</b>					
<b>Longueur des rayures du canon (mm)</b>	Séparation de sabot 406	Canon à âme lisse	Max. 250	Max. 406	Max. 250

## 6.3 Systèmes-témoins

6.3.1 Témoin de pénétration. Le système-témoin pour les essais balistiques limites  $V_{50}$  consiste en un papier Bristol d'une épaisseur nominale de 0,38 mm placé à une distance de sécurité de  $150 \pm 2$  mm derrière la surface de la cible au point d'impact et parallèlement à celle-ci (voir la figure 6.3). Le système-témoin doit s'étendre sur une superficie suffisante de façon à ce que tous les projectiles ayant une quantité de mouvement suffisante soient détectés. La perforation de la feuille sera considérée comme étant une perforation (pénétration complète) du matériau cible. Les impacts non identifiés comme étant des perforations, selon cette définition, doivent être consignés comme étant des non-perforations.

6.3.2 Témoin de déformation de la face arrière. Il s'agit d'un matériau d'appui en argile utilisé pour mesurer la déformation maximale de la face arrière de l'échantillon cible, peu importe la tendance du matériau balistique à reprendre sa forme initiale. Le matériau d'appui homologué par le gouvernement est l'argile à modeler Roma Plastilina n° 1 (argile plastique non durcissable à base d'huile). Il est possible de se la procurer chez Sculpture House, 38 East 30th St., New York, NY 10016, États-Unis, tél. : 718-386-1354, téléc. : 718-386-3292, ou dans d'autres centres de fournitures pour artistes. Elle doit être étalonnée afin de confirmer qu'elle est homogène et qu'elle a la bonne consistance. Si la méthode d'étalonnage endommage le matériau d'appui, les zones endommagées doivent être évitées lors des essais balistiques.

Il n'est pas recommandé d'utiliser d'autres argiles. Les recherches ont révélé, au moyen d'essais consistant à laisser tomber des billes, que malgré leur consistance adéquate, les autres produits ne produisent pas nécessairement la même déformation de la face arrière lors des impacts aux vitesses balistiques.

## 6.4 Méthode de retenue des échantillons

6.4.1 Système de retenue des échantillons ( $V_{50}$ ). Le panneau de tir balistique doit être monté le long de son arête sur un support de fixation rigide (encadrement de fenêtre de type sandwich) de dimensions appropriées, de sorte que la zone d'impact non supportée soit de 30 cm x 30 cm et qu'il reste bien en place avant, pendant et après l'impact du projectile. Le montage de fixation périphérique doit être pourvu de nervures verrouillables afin que la cible glisse le moins possible pendant les essais. Une fixation de cible type est illustrée à la figure 6.7. Le cadre de la cible doit être serré de façon à ce que la force de fermeture soit de  $30 \pm 3$  kN. L'échantillon d'essai doit être déposé à plat et être lisse et doit être légèrement étiré entre les deux cadres. La déviation du centre de la cible avant le tir doit être telle que, lorsque le panneau est poussé depuis son centre sur une distance de 9 mm au-delà du plan de la surface avant d'origine avec une cellule de charge ayant un diamètre de sonde cylindrique de  $12,5 \pm 0,5$  mm, la charge enregistrée se situe entre 2 et 30 N (voir la figure 6.13).

Les échantillons d'essai en tissu peuvent être remis à leur forme initiale après chaque tir, si désiré, mais cela n'est pas nécessaire. L'échantillon d'essai peut devoir être

rajusté entre les tirs si la fixation de retenue exerce une traction excessive, afin que la déviation requise soit maintenue pendant toute la durée de la séquence d'essai. La retenue de la cible permet d'obtenir une méthode d'acquisition de données plus précise, reproductible et économique.

Le support de fixation doit pouvoir s'ajuster à la verticale et à l'horizontale afin que les points d'impact puissent se trouver partout sur le côté menace et que les projectiles frappent la surface de la cible qui est perpendiculaire à la ligne de tir (l'angle d'impact est alors de zéro degré). La fixation doit permettre à l'échantillon conditionné d'être rapidement monté ou démonté afin de réduire au minimum les variations de la température de conditionnement.

**6.4.2**     Système de retenue des échantillons (déformation de la face arrière). Le panneau de tir balistique doit être monté dans une boîte métallique rigide (dimensions internes minimales de 340 x 340 x 100 mm) remplie du matériau d'appui en argile indiqué à la section 6.3.2. Le panneau de tir doit être fixé au bloc du matériau d'appui au moyen de deux bandes élastiques ou de dispositifs semblables afin d'assurer un bon contact entre l'échantillon et le bloc. La distance entre les deux bandes élastiques doit être d'environ 150 mm, et le point d'impact doit être à une distance égale des deux bandes, de sorte qu'il n'y ait pas d'interférence avec le groupement de tir. Aucun coup ne doit être tiré à moins de 50 mm de toute sangle ou bande de fixation. Le bloc lui-même doit être monté sur un dispositif rigide afin de demeurer immobile avant, pendant et après l'impact du projectile. Le dispositif de support doit pouvoir être réglé afin d'ajuster la position du bloc à la verticale et à l'horizontale de façon à ce que les points d'impact puissent être obtenus selon le patron précisé et que l'obliquité nulle du projectile soit possible partout sur l'échantillon d'essai.

## **6.5       Mesures**

**6.5.1**     Mesure de la vitesse. La vitesse du projectile avant l'impact et, s'il y a lieu, après l'impact, doit être mesurée au moyen d'un système de mesure approprié qui peut assurer une précision de  $\pm 0,3 \%$  (p. ex., une vitesse vraie de 1000 m/s devrait être enregistrée avec une précision de  $\pm 2$  m/s). Le système de mesure doit être étalonné et sa précision doit être homologuée annuellement conformément aux instructions du fabricant. Les procédures et les registres d'étalonnage doivent être conservés et fournis sur demande. Si la précision n'est pas certifiée, deux systèmes de mesure distincts doivent être utilisés. La différence entre les deux vitesses mesurées au moyen de ces deux systèmes distincts doit être inférieure à 0,5 %. Lorsque des chronographes sont utilisés, ils doivent avoir une précision de 1  $\mu$ s.

Les détecteurs peuvent être des écrans photoélectriques, des écrans conducteurs, des rubans laser ou de type acoustique, à inductance ou capacitif. Les systèmes à radar doppler sont aussi appropriés. Lorsque des capteurs sont utilisés, ils doivent être orientés perpendiculairement à la trajectoire du projectile. Toutes les distances doivent être fixes pendant la durée d'un essai. La distance de séparation entre les plans de déclenchement des détecteurs doit être mesurée et consignée avec une précision de

1 mm, et maintenue à une tolérance de  $\pm 1$  mm. La position de l'arme, des détecteurs de vitesse et de la cible ne doit pas changer pendant toute la séquence d'essai.

Avant de commencer une séquence d'essai, trois coups doivent être tirés pour s'assurer que la vitesse requise pour l'essai est atteinte. Des coups supplémentaires peuvent être tirés, au besoin, jusqu'à ce qu'une vitesse d'impact stable soit obtenue.

Toutes les vitesses d'impact doivent être mesurées et consignées. Si elles ne correspondent pas à la précision requise, l'impact ne doit pas être pris en compte. Lorsque deux jeux d'instruments sont utilisés, les vitesses de chacun des jeux doivent être consignées, et la moyenne des deux vitesses doit être calculée.

**6.5.2 Mesure du lacet.** Le lacet du projectile au point d'impact peut être mesuré au moyen d'une méthode appropriée (p. ex., carte de lacet, radiographie éclair ou photographie), précise à  $\pm 0,5$  degré, et qui ne provoque pas l'instabilité du projectile. Les cartes de lacet sont simples et peu onéreuses; elles doivent être utilisées à moins d'être jugées insatisfaisantes. Les cartes de lacet sont généralement faites d'un matériau rigide au travers duquel le fragment percera un trou net démontrant sa zone d'impact. Du papier photographique traité, simple épaisseur, de 200 mm  $\times$  200 mm, peut être utilisé pour les cartes de lacet. Celles-ci doivent être placées perpendiculairement à la ligne de tir et être aussi près que possible de la surface de la cible (préférentiellement à moins de 150 mm du panneau de tir).

Lorsque des PSF ou des projectiles CCD sont utilisés, les dimensions D1, D2 et L (voir la figure 6.8) doivent être mesurées immédiatement avant le tir. Le lacet est ensuite calculé en mesurant, à l'aide d'un appareil optique ayant un pouvoir grossissant d'au moins 5, la plus grande dimension (A) du trou fait par la perforation de la plaque-témoin. Pour les projectiles PSF n'ayant pas de jupe arrière, D1 = D2. Le lacet ( $\theta$ ) est ensuite déterminé au moyen des formules suivantes :

$$DM = \frac{D1 + D2}{2}$$

$$T = \sqrt{L^2 + DM^2}$$

$$\theta = \alpha - \beta = \sin^{-1}(A / T) - \tan^{-1}(DM / L)$$

Lorsque le trou dans la carte de lacet est un cercle parfait, il n'y a pas de lacet. Pour les projectiles PSF et CCD, le lacet ( $\theta$ ) acceptable maximal ne doit pas dépasser 5°, et il est souhaitable qu'il ne dépasse pas 3°. Tout coup dont le lacet mesuré dépasse 5° doit être rejeté en raison d'un lacet excessif, et un autre coup doit être tiré dans les mêmes conditions d'essai. Si trois coups sur cinq présentent un lacet inadmissible, le canon doit être remplacé. En cas de différend, le lacet doit être mesuré au moyen d'un système de photographie orthogonal ou d'un système de radiographie éclair avec une précision de  $\pm 0,25^\circ$ .



6.5.3 Mesure du matériau d'appui. La profondeur de l'empreinte laissée dans le matériau d'appui et tout renseignement pertinent (p. ex., longueur et largeur) doivent être notés. L'installation recommandée utilisée pour mesurer la déformation de la face arrière doit être similaire à celle illustrée à la figure 6.2.

## 6.6 Méthodes d'essai

6.6.1 Zone d'essai. La configuration utilisée pour mener les essais balistiques doit être semblable à celle illustrée à la figure 6.3. Lorsque le lanceur utilisé est une arme à poudre, conjointement avec des détecteurs de lumière, les directives suivantes s'appliquent. Le premier détecteur doit être placé à une distance (F) minimale de 1,5 m de la bouche du canon du banc d'essai pour éviter un faux déclenchement dû à la détonation. La distance de séparation (D) entre les deux détecteurs doit être d'au moins 0,5 m et ne pas dépasser 1,5 m. La distance exacte utilisée doit être précisée dans le rapport d'essai. Le panneau de tir balistique doit être placé à une distance x du dispositif de lancement compatible avec les systèmes de mesure de la vitesse utilisés, systèmes avec lesquels le projectile doit être stable (angle d'impact inférieur à 3 ou 5°). Lorsque des armes à poudre sont utilisées, la distance de la cible recommandée est 5 m. Pour mesurer la vitesse résiduelle à l'aide de deux détecteurs, le point de mesure doit être à une distance maximale de 0,5 m de la cible. Les deux détecteurs doivent être séparés de 0,5 m.

6.6.2 Conditions ambiantes de la zone d'essai. Les essais balistiques doivent être réalisés dans une installation d'essai où prévalent les conditions ambiantes standard, c'est-à-dire une température de  $20 \pm 5$  °C et une humidité relative de  $65 \pm 10$  %, ou ils doivent être réalisés au plus 45 minutes après la fin du conditionnement préalable des échantillons d'essai. Les mesures de température et d'humidité peuvent être faites avec tout matériel ayant une précision minimale de 1 °C pour la température et de 3 % pour l'humidité. Si ces conditions changent, les conditions réelles doivent être consignées dans le rapport final.

6.6.3 Sélection et quantité des échantillons d'essai. Les échantillons pour les conditions d'essai à sec et d'essai au mouillé doivent être des panneaux de tir balistique comme il est défini à la section 5. Seuls des échantillons de matériau pare-balles neufs offerts dans la soumission ou pour la vente seront testés. Le nombre indiqué d'échantillons (voir l'énoncé de travail), choisis au hasard dans un lot précis, constituera une série d'essais statistiquement valide aux fins de qualification. Avant de procéder aux essais, tous les panneaux de tir doivent être pesés et examinés visuellement pour s'assurer qu'ils sont exempts de défauts ou d'autres dommages. Une description complète de chaque échantillon d'essai doit être donnée comme il est indiqué à la section 6.8.1.

6.6.4 Conditionnement préalable des échantillons d'essai. Avant les essais balistiques, chaque échantillon d'essai doit faire l'objet d'un conditionnement préalable à une température de  $20 \pm 1$  °C et à une humidité relative de  $65 \pm 5$  % pendant au moins 12 heures. Si des conditions différentes sont utilisées, elles devraient être



clairement décrites et notées dans le rapport d'essai. Dans le cas des conditions d'essai où la température de l'échantillon d'essai diffère des conditions de l'installation d'essai, la température de chacun des échantillons d'essai, en degrés Celsius, doit être mesurée avant et après l'exécution de l'essai. La température et le pourcentage d'humidité relative dans l'installation d'essai doivent être notés au début et à la fin d'une séquence d'essai. Si des exigences additionnelles sont prescrites pour un conditionnement à des températures extrêmes, elles doivent être définies dans le contrat ou la demande de proposition.

**6.6.5 Conditions d'essai avec immersion dans l'eau (cible humide).** Dans le cas des essais nécessitant une cible humide, le panneau de tir balistique doit être pesé à sec, puis immergé à la verticale (au moyen d'un système de fixation) dans l'eau à une température de 15 à 25 °C, pendant trente (30) minutes. Le panneau de tir doit ensuite être retiré de l'eau et maintenu verticalement par deux coins afin de laisser l'eau s'égoutter pendant trois minutes. L'échantillon doit ensuite être pesé de nouveau, et l'essai balistique doit être réalisé selon la méthode d'essai prescrite. Le premier coup doit être tiré dans les cinq minutes suivant la fin de la période de drainage, et le dernier coup pas plus de 40 minutes après, pour une durée d'essai maximale de 45 minutes. Si l'essai n'a pas été effectué dans le délai indiqué, les données de cet essai doivent être rejetées, et l'essai au mouillé doit être repris, mais avec un nouvel échantillon.

**6.6.6 Positionnement des échantillons d'essai et angle d'impact.** Chaque panneau de tir balistique doit être monté sur un support rigide de façon à ce que la zone d'impact soit perpendiculaire à la ligne de tir, de sorte que chaque impact soit perpendiculaire au point d'impact prévu. L'échantillon d'essai et le support peuvent être alignés au moyen d'un système de visée au laser et de miroirs, pour que l'axe du canon coïncide avec la perpendiculaire à la surface de l'échantillon d'essai, au point d'impact prévu. Cette procédure est utilisée pour s'assurer que l'angle d'obliquité de l'échantillon d'essai au point d'impact du projectile se rapproche le plus possible de zéro.

**6.6.7 Endroit et nombre des tirs.** L'espacement et les séquences de tir utilisés sont illustrés aux figures 6.10 à 6.12. Le nombre maximal de tirs est de 18 par échantillon (généralement 14) pour les sphères et les PSF (figures 6.10 et 6.12), et de 9 par échantillon pour les projectiles CCD et de 9 mm, plus gros (figure 6.11). Comme le montrent les figures 6.10 et 6.11, la séquence de tir pour les essais à sec doit se faire de façon radiale depuis le centre vers l'extérieur dans le sens des aiguilles d'une montre. Pour l'essai au mouillé, la séquence de tir va du coin gauche supérieur au coin droit inférieur (figure 6.12). Puisque les fibres tendent à se déformer et à être tirées dans le sens de la chaîne et le sens de la trame, les points de visée doivent être décalés, à la verticale et à l'horizontale, d'au moins 12 mm de tout point précédent.

L'angle de lacet maximal pour les projectiles à CCD et les PSF doit être tel qu'il est défini sous « Coups admissibles » dans les définitions (voir le tableau 6.2). Les endroits de tir prévus doivent être clairement indiqués directement sur l'échantillon d'essai. L'endroit exact et la séquence utilisée doivent être décrits dans le rapport d'essai.

Toutes les vitesses d'impact doivent être mesurées et consignées. Si elles ne correspondent pas à la précision requise, l'impact ne doit pas être pris en compte. Lorsque deux jeux d'instruments sont utilisés, les vitesses de chaque jeu doivent être consignées, et la moyenne des deux vitesses doit être calculée et être utilisée pour l'estimation de  $V_{50}$ .

**TABLEAU 6.2 – Critères pour les coups admissibles/non admissibles**

<b>Séquence d'essai</b>	<b>Petite sphère <math>V_{50}</math></b>	<b>Grande sphère <math>V_{50}</math> (sec et mouillé)</b>	<b>PSF <math>V_{50}</math></b>	<b>CCD <math>V_{50}</math></b>	<b>9 mm <math>V_{proof}</math></b>
<b>Angle d'impact max.</b>	$\pm 3^\circ$	$\pm 3^\circ$	$\pm 3^\circ$	$\pm 3^\circ$	$\pm \square 3^\circ$
<b>Angle de lacet max.</b>	---	---	$\pm 5^\circ$	$\pm 5^\circ$	$\pm 3^\circ$
<b>Séparation des bords</b>	> 50 mm	> 50 mm	> 50 mm	> 50 mm	> 75 mm
<b>Séparation des coups</b>	> 40 mm	> 40 mm	> 40 mm	> 75 mm	> 75 mm
<b>Nbre min. de coups par échantillon</b>	9	9	9	5	5
<b>Nbre max. de coups par échantillon</b>	18	18 (16 – mouillé)	18	9	9

L'angle d'impact et les emplacements des coups doivent correspondre aux valeurs définies précédemment pour les coups admissibles. Les coups non admissibles ne seront pas comptés; ils doivent être répétés et consignés. Pour l'essai de déformation de la face arrière, un coup non admissible peut, dans certains cas, être accepté comme coup admissible. Ces cas sont indiqués et résumés dans le tableau 6.3.

**TABLEAU 6.3 – Critères des coups acceptés et rejetés  
(déformation de la face arrière)**

Condition	Vitesse d'impact	Distance de séparation coup/bord	Angle d'impact	Coup adm. ou non	Pénétration partielle	Pénétration complète
Normale	OK	OK	OK	<b>Adm.</b>	<b>Accepté</b> Continuer	<b>Accepté</b> Échec et arrêt
Plus sévère	OK, mais vitesse du coup précédent trop élevée	OK	OK	<b>Adm.</b>	<b>Accepté</b> Continuer	<b>Rejeté</b> Nouvel essai
Plus sévère	Trop élevée ou OK	OK ou trop court	OK	<b>Non adm.</b>	<b>Accepté</b> Continuer	<b>Rejeté</b> Nouvel essai
Moins sévère	Trop faible	OK	OK	<b>Non adm.</b>	<b>Rejeté</b> Nouvel essai	<b>Accepté</b> Échec et arrêt
Moins sévère	OK	OK	Trop haut	<b>Non adm.</b>	<b>Rejeté</b> Nouvel essai	<b>Accepté</b> Échec et arrêt

Si les conditions d'essai sont plus sévères que les conditions indiquées (vitesse trop élevée ou coups trop rapprochés) mais que les exigences de performance sont satisfaites, le coup sera jugé admissible et réussi. Si les conditions d'essais sont moins sévères que les conditions indiquées (vitesse trop basse ou angle d'impact ou de lacet trop grand), et que les exigences de performance ne sont pas satisfaites, le coup sera jugé admissible, mais l'échantillon échouera l'essai.

**6.6.8 Étalonnage des dispositifs de mesure.** Avant de commencer la procédure d'essai, tous les appareils de mesure doivent être étalonnés à une précision qui leur permettra de satisfaire aux tolérances décrites à la section pertinente du présent document.

**6.6.9 Préparation et contrôle du matériau d'appui.** L'argile doit être formée en la pressant lentement dans une boîte-cadre rigide (métallique ou en bois de 19 mm d'épaisseur). Les dimensions internes minimales de la boîte doivent être de 100 x 340 x 340 mm, c.-à-d. assez grandes pour bien soutenir l'échantillon qui sera testé. Le bloc d'argile doit être façonné de façon à éliminer tout vide ou toute imperfection, c.-à-d. le rendre aussi homogène que possible. Le cadre rigide doit être fermé à l'arrière (une plaque amovible peut être utilisée). Le remplissage par fonte lente de l'argile est aussi permis, pourvu qu'il ne se produise pas de dommages.

Les blocs d'argile doivent ensuite être conditionnés à une température constante ( $\pm 1^\circ$ ) entre 20 et 38 °C pendant au moins trois heures avant l'essai afin d'obtenir la

consistance désirée. De l'argile supplémentaire, conditionnée avec le cadre rigide, doit être utilisée pour remplir les vides et remettre la surface avant en état, au besoin.

Le bloc d'argile utilisé comme matériau d'appui doit être remplacé au moins une fois l'an pour assurer la consistance de l'argile. La date de remplacement doit être indiquée sur le cadre du matériau d'appui. La pénétration complète de la cible par les projectiles contaminera l'argile avec le temps. Pour préserver autant que possible la pureté et la propreté du bloc d'argile, l'argile dans la zone entourant l'empreinte doit être enlevée après chaque pénétration complète et la cavité remplie. Le bloc d'argile devrait aussi être remplacé après 50 pénétrations complètes.

6.6.10 Étalonnage du matériau d'appui. Comme la consistance de l'argile varie avec le temps, l'argile doit être étalonnée au moyen d'un essai de choc avec masses tombantes, au début de chaque série d'essais et toutes les quatre heures par la suite. La consistance de l'argile du bloc pendant l'essai doit être telle que lorsqu'une bille d'acier de  $1041 \pm 5$  g et de  $63,5 \pm 0,05$  mm de diamètre est lâchée et tombe en chute libre sans tube de guidage d'une hauteur de  $2000 \pm 5$  mm, mesurée entre la surface du matériau d'appui et la surface inférieure de la bille, la profondeur des empreintes laissées par trois de ces chutes doit être de  $20 \pm 3$  mm (voir la figure 6.9). Cette condition doit s'appliquer pendant toute la durée de l'essai. Les billes d'acier RB-63.5 de SKF ont été jugées satisfaisantes, bien que toute bille d'acier répondant aux exigences de masse et de diamètre soit acceptable. L'écart entre les centres de deux empreintes doit être supérieur ou égal à 90 mm. L'écart entre le centre d'une empreinte et le bord doit être supérieur ou égal à 60 mm. Cette méthode est illustrée à la figure 6.9. L'uniformité du matériau d'appui pendant les essais balistiques doit également être mesurée au moyen d'un pénétromètre de poche, avec une tête plate d'un diamètre de 8 mm. La valeur de dureté maximale doit être de  $50 \pm 3$  N/mm<sup>2</sup>.

6.6.11 Correction de la vitesse des projectiles PSF. Aucune correction pour la résistance de l'air n'est requise pour les projectiles de 9 mm. Pour évaluer la vitesse des projectiles PSF à la cible, la vitesse mesurée à une distance **X** de la cible doit être corrigée pour tenir compte de la perte de vitesse due à la résistance de l'air et au ralentissement causé par les écrans de détection. Pour les corrections relatives à la résistance de l'air, l'équation suivante doit être utilisée :

$$V_s \text{ ou } V_r = V_m + R \cdot X$$

où :

- R** : décélération balistique (m/s/m);
- X** : distance entre le point de mesure et la cible (m);
- V<sub>m</sub>** : vitesse mesurée (m/s);
- V<sub>s</sub>** : vitesse à la cible (m/s);
- V<sub>r</sub>** : vitesse résiduelle (m/s).

Lors d'une correction de la mesure de la vitesse résiduelle, la distance **X** est négative, c.-à-d. la vitesse d'impact est plus grande que la vitesse mesurée. Pour maximiser

l'exactitude de la vitesse, la distance **X** doit être gardée à une valeur inférieure. Les distances mesurées recommandées sont de 1,5 m devant la cible pour la vitesse d'impact, et de 1,0 m derrière la cible pour la vitesse résiduelle. La décélération utilisée **R** (m/s/m) dépend de la forme du projectile et de sa vitesse au point de mesure. Les sections qui suivent présentent les relations à utiliser :

**CCD (64 grains)**

La décélération **R** (m/s/m) est obtenue à partir de l'équation suivante :

$$\underline{R = 0,01272 V_m + 0,1986}$$

où :

***V<sub>m</sub>*** : vitesse mesurée (m/s)

Cette équation pour **R** est valide seulement pour :

$$275 \text{ m/s} < V_m < 450 \text{ m/s}$$

**PSF (17 grains)**

La décélération **R** (m/s/m) est obtenue à partir de l'équation suivante :

$$\underline{R = 0,0185 V_m}$$

où :

***V<sub>m</sub>*** : vitesse mesurée par instrument (m/s)

Cette équation pour **R(V)** est valide seulement pour :

$$450 \text{ m/s} < V_m < 700 \text{ m/s}$$

**Sphère (1 et 16 grains)**

La décélération **R** (m/s/m) est obtenue à partir de l'équation suivante :

$$R(V) = \frac{\rho \cdot \pi \cdot D^2 \cdot C_d \cdot V_m}{8 \cdot m}$$

où :

***V<sub>m</sub>*** : vitesse mesurée par instrument (m/s)

***D*** : diamètre de la sphère (m);

***m*** : masse du projectile (kg)

***ρ*** : masse volumique de l'air (1,225 kg/m<sup>3</sup>)

***C<sub>D</sub>*** : coefficient de résistance de l'air du projectile

Le coefficient de résistance de l'air du projectile,  $C_D$ , se calcule comme suit :

$$C_D(M) = 0,1045 M^3 - 0,7322 M^2 + 1,6139 M - 0,1245$$

où :

$M$  : nombre de Mach;  $M = V_m/a$ ;  $a = 340$  m/s (vitesse du son)

Cette équation pour  $C_D$  est valide seulement pour :

$$340 < V_m < 1\,000$$

Pour les vitesses plus basses,  $C_D$  peut être évalué selon :

$$C_D(M) = 0,9224 M^3 - 0,8595 M^2 + 0,2718 M + 0,4501$$

Cette équation pour  $C_D$  est valide seulement pour :

$$0,0 < V_m < 340$$

Une autre méthode de correction de la vitesse pour tenir compte du ralentissement dû à la résistance de l'air consiste à mesurer directement la vitesse à au moins deux distances distinctes, ou à utiliser un système à radar doppler.

## 6.7 Séquence des tirs d'essais

6.7.1 Séquence des tirs d'essais  $V_{50}$  (technique modifiée de haut en bas). Au moins 14 impacts valides ( $N_T$ ) (incidence nominale) doivent être obtenus par essai  $V_{50}$  en utilisant le groupement illustré aux figures 6.10 à 6.12 selon le cas. Tous les tirs doivent être effectués après que les échantillons ont été conditionnés et doivent se poursuivre jusqu'à ce que le nombre total de coups admissibles requis soit atteint. L'identification des tirs (avec ou sans perforation) doit être faite après chaque tir en inspectant la plaque témoin en papier. Il faut s'assurer que la feuille-témoin est montée en position appropriée derrière l'échantillon d'essai. Après chaque tir ayant traversé complètement le panneau de tir balistique, le trou correspondant dans la feuille-témoin doit être marqué et numéroté au crayon-feutre. Lorsque des dommages excessifs sont occasionnés à la feuille-témoin, cette dernière doit être remplacée par une nouvelle feuille avant la séquence d'essai suivante. La vitesse de chaque tir doit être réglée selon la technique la plus appropriée à l'aide de la séquence modifiée de haut en bas recommandée, comme suit :

- Tir numéros 1 à  $N_{T-2}$  fait en utilisant la technique modifiée de haut en bas
- Tir numéro  $N_{T-1}$  fait à la vitesse minimale de pénétration complète (LCP)
- Tir numéro  $N_T$  fait à la vitesse maximale de pénétration partielle (HPP)

$$V_1 = V_{50} \text{ estimée}$$

$V_i = V_{i-1} + \Delta V$ , où  $V_i$  = vitesses prévues,  $i = 2$  à  $14$ ;  
et où  $\Delta V$  est l'incrément ou le décrément de vitesse fixe à utiliser.

Pour la première évaluation  $V_{50}$  de l'échantillon  $(V_{50})_1$ ,  $\Delta V$  doit être :

$\Delta V = +20$  (si le coup précédent est à pénétration partielle après l'examen du papier-témoin)

$\Delta V = -20$  (si le coup précédent est à pénétration complète)

Pour les évaluations des  $V_{50}$  subséquentes de l'échantillon  $(V_{50})_{2-4}$ ,  $\Delta V$  doit être :

$\Delta V = +15$  (si le coup précédent est à pénétration partielle)

$\Delta V = -15$  (si le coup précédent est à pénétration complète)

Comme il est mentionné ci-dessus, la technique modifiée de haut en bas est fondée sur l'utilisation d'un incrément de vitesse fixe pour chaque  $V_{50}$ . La vitesse prévue est aussi utilisée pour indiquer la prochaine vitesse de tir au lieu de la vitesse réelle obtenue. Ces deux modifications rendent l'essai moins sensible dans les cas où il n'est pas possible de maîtriser la vitesse avec la précision voulue.

Les tirs doivent continuer (plus de 14 tirs peuvent être requis) jusqu'à ce que les cinq (5) vitesses les plus faibles pour les pénétrations complètes et les cinq (5) vitesses les plus grandes pour les pénétrations partielles se trouvent dans une fourchette de 60 m/s. Une zone de résultats variables (ZRV) existe lorsqu'il y a pénétration partielle à une vitesse plus élevée que celle d'au moins une pénétration complète. La ZRV est la différence entre la vitesse minimale de pénétration complète (LCP) et la vitesse maximale de pénétration partielle (HPP) réellement obtenues. La ZRV de chaque  $V_{50}$  doit être inférieure à 60 m/s. Si la ZRV est supérieure à 60 m/s et que la différence entre la vitesse HPP et la deuxième vitesse maximale de pénétration partielle est supérieure à 20 m/s, le tir à vitesse HPP peut être considéré comme un coup aberrant et peut être rejeté. Cela permettrait de ramener la ZRV sous 60 m/s. Il s'agit d'une approche prudente, puisqu'elle réduit effectivement la  $V_{50}$  mesurée. Si une de ces deux conditions n'est pas atteinte, un nouvel échantillon doit être sélectionné pour l'essai.

Il est également nécessaire que les conditions supplémentaires suivantes soient remplies pour que l'analyse Probit fonctionne adéquatement :

- le tir donnant la vitesse d'impact la plus basse devrait produire une pénétration partielle et cette vitesse ne devrait pas différer de la vitesse minimale de pénétration complète (LCP) par plus de 20 m/s.



- le tir donnant la vitesse d'impact la plus élevée devrait produire une pénétration complète et cette vitesse ne devrait pas différer de la vitesse maximale de pénétration partielle (HPP) par plus de 20 m/s.

Si des résultats anormaux sont obtenus, des coups supplémentaires devraient être tirés afin d'obtenir plus de renseignements ou l'essai devrait être repris en utilisant un nouvel ensemble d'échantillons.

**6.7.1.1 Calcul de  $V_{50}$ .** La  $V_{50}$  et l'écart-type pour chaque échantillon doivent être calculés par une analyse statistique de vraisemblance maximale (analyse Probit du CRDV) basée sur la distribution cumulative normale de tous les coups admissibles. Si  $V_{50}$  ne peut être obtenue pour un échantillon (p. ex., pour les projectiles à CCD de 64 grains), parce que la fourchette de vitesses prescrite n'est pas respectée ou qu'un nombre suffisant d'impacts admissibles ne peut être atteint avec un seul panneau de tir balistique, l'essai doit continuer sur un deuxième panneau de tir provenant du même lot. La  $V_{50}$  pourra ensuite être calculée à partir des résultats obtenus avec ces deux échantillons. La moyenne arithmétique de la  $V_{50}$  doit aussi être calculée aux fins de référence en utilisant la moyenne arithmétique de dix (10) vitesses d'impact admissibles constituées des 5 vitesses les plus grandes pour la pénétration partielle, et des 5 vitesses les plus faibles pour la pénétration complète, le tout dans une fourchette de 60 m/s. Si une méthode différente est utilisée pour calculer la  $V_{50}$ , elle doit être clairement indiquée dans le rapport d'essai, et la norme suivie doit être précisée.

**6.7.1.2 Vérification de la conformité de la  $V_{50}$ .** Un matériau de remplissage balistique valide doit être déclaré conforme aux exigences de performance si la  $V_{50}$  calculée pour chaque solution est plus grande que la valeur individuelle minimale pour les conditions prescrites et que toutes les autres exigences sont satisfaites. La moyenne des essais combinés ( $MV_{50}$ ) pour chaque projectile sera évaluée par rapport aux exigences minimales prescrites et la fourchette ne doit pas dépasser 30 m/s. Si les exigences minimales ne sont pas satisfaites, l'essai doit être refait en utilisant de nouveaux échantillons sélectionnés de façon aléatoire à partir du même lot.

**6.7.2 Séquence d'essais de déformation de la face arrière.** Un nombre suffisant de coups doivent être tirés avant l'essai pour avoir une certitude raisonnable que chaque tir d'essai (balles blindées de 9 mm) aura une vitesse d'impact se situant dans la fourchette de vitesses définie. L'échantillon d'essai doit être pesé et placé sur le matériau d'appui en argile à l'aide de deux bandes élastiques pour l'empêcher de se déplacer. Le positionnement des bandes élastiques ne doit pas nuire au point d'impact sur l'échantillon ni produire de tensions importantes dans le matériau cible. La distance entre les bandes doit être d'environ 150 mm, et elles doivent être centrées de part et d'autre du point d'impact prévu.

Des coups doivent être tirés sur l'échantillon d'essai aux cinq points d'impact (voir la figure 6.11) en utilisant l'arme et le projectile appropriés, pour s'assurer que l'angle de lacet est inférieur à 3°. Toute pénétration par un coup admissible ou par un projectile à une vitesse inférieure à la vitesse d'impact minimale requise constitue un non-respect



du niveau de protection requis. Même s'il est possible de faire le nombre de tirs requis avec un seul échantillon, les coups non admissibles peuvent nécessiter des échantillons additionnels. Un maximum de 9 coups par panneau de tir doivent être tirés. Tous les coups non admissibles doivent être ignorés dans l'évaluation de la conformité aux exigences.

Après chaque coup, la surface intérieure de l'échantillon d'essai doit être examinée et toute preuve visible de pénétration complète doit être consignée. La déformation de la face arrière sera mesurée par rapport à la surface plane d'origine de l'argile préparée, au moyen d'un calibre de profondeur approprié (voir la figure 6.2). L'échantillon d'essai doit être remis en place et aplati afin d'assurer l'uniformité. L'échantillon doit être ramené à son état d'origine autant que possible, tout en s'assurant que les couches sont lissées le plus à plat possible. Toutes les 30 minutes, l'uniformité du matériau d'appui en argile doit être mesurée au moyen d'un pénétromètre de poche afin de s'assurer que les conditions requises sont maintenues.

Si les résultats de n'importe quel coup admissible produisent une pénétration complète ou une empreinte dépassant 50 mm de profondeur, le matériau protecteur doit être jugé non conforme aux exigences de performance. Tous les coups non admissibles doivent être ignorés dans l'évaluation de la conformité aux exigences. Un minimum de cinq coups admissibles doivent être obtenus sur les neuf possibles, sur un panneau, pour que l'échantillon d'essai soit valide. Si moins de cinq coups valides sont obtenus, l'échantillon d'essai doit être rejeté et être remplacé par un nouveau provenant du même lot, et l'essai doit être répété.

**6.7.2.1** Vérification de la conformité de la déformation de la face arrière. Un échantillon d'essai doit être déclaré conforme aux exigences de performance si la déformation de la face arrière pour tout coup admissible est inférieure à 50 mm, et s'il n'y a aucune pénétration complète du matériau pare-balles.

## **6.8 Rapport d'essai**

**6.8.1** Un rapport d'essai balistique contenant les renseignements suivants doit être préparé :

- a) Date(s) des essais, nom et adresse de l'installation.
- b) Procédure d'échantillonnage et description complète de tous les panneaux de tir balistiques testés : poids, taille, épaisseur, nombre de couches, agencement des couches (hybride), masse surfacique nominale, configuration des surpiqûres (le cas échéant), type de matériau, fabricant et numéro de lot.
- c) Pour chaque série d'essais : le calibre, la longueur et le pas du canon, le cas échéant, la configuration de montage de l'échantillon, ainsi qu'une description précise des projectiles.

- d) Température et taux d'humidité dans l'installation d'essai et température de préconditionnement de l'échantillon si elle est différente de la température dans l'installation d'essai.
- e) Pour chaque impact : endroit de l'impact (n° du groupement de tirs), vitesses d'impact prévues et réelles obtenues, pénétration partielle ou complète, coup admissible ou non admissible, impact accepté ou refusé.
- f) Pour chaque essai  $V_{50}$  : séquence de tir utilisée, calcul de la  $V_{50}$  en utilisant la méthode de vraisemblance maximale, plus faible vitesse de pénétration complète, plus grande vitesse de pénétration partielle, ZRV et fourchette de vitesses pour les dix valeurs prises en compte.
- g) Pour la combinaison de toutes les valeurs d'essai de  $V_{50}$  (selon les indications du présent document) obtenues avec un projectile donné : valeurs moyennes obtenues ( $MV_{50}$ ) et fourchette des vitesses du groupe.
- h) Pour l'essai de déformation de la face arrière : profondeur des empreintes et nombre de couches pénétrées par chaque coup, et profondeur moyenne des cinq coups acceptés.
- j) Pour chaque série, indiquer la conformité par rapport aux exigences de performance balistique.
- k) Toute information supplémentaire ou remarque pertinente au sujet de la réalisation des essais ou du comportement des matériaux.
- l) Noms des techniciens ayant procédé aux essais et de tout témoin présent.

**TABLEAU 6.4.a – Résumé de la qualification de pré-production du remplissage balistique**

<b>Séquence des tirs d'essais</b>		<b>V<sub>50</sub> PSF</b>	<b>V<sub>50</sub> (essai au sec) Grande sphère</b>	<b>V<sub>50</sub> (essai au mouillé) Grande sphère</b>
Nbre minimal de panneaux balistiques		3	3	3
Nbre minimal de coups admissibles par V <sub>50</sub>		14	14	14
Nbre total de coups admissibles		42	42	42
Angle d'impact nominal (degrés)		0	0	0
Angle d'impact max. (degrés)		5	3	3
Conditionnement de l'échantillon du matériau pare-balles		Section 6.6.4 Sec	Section 6.6.4 Sec	Section 6.6.5 Mouillé
Témoin / Matériau d'appui		Section 6.3.1 Cadre rigide	Section 6.3.1 Cadre rigide	Section 6.3.1 Cadre rigide
Rétention de la cible		405 ± 10 (feuille de 12,37 mm)	405 ± 10 (feuille de 9,12 mm)	405 ± 10 (feuille de 9,12 mm)
Étalonnage V <sub>50</sub> (m/s) (feuille Lexan 9034)		500	455	415
V <sub>50</sub> individuelle min. (m/s)		≥ 0,97 x V <sub>50ca</sub>	≥ 0,97 x V <sub>50ca</sub>	≥ 0,97 x V <sub>50ca</sub>
MV <sub>500c</sub> moyenne min. (m/s) (moyenne de 3 V <sub>50</sub> )		30	30	40
Diff. max. de 3 essais V <sub>50</sub> (m/s)		60	60	70
ZRV individuelle max. (m/s)		50	50	60
ZRV moyenne max. (m/s) (3 essais V <sub>50</sub> )				

**TABLEAU 6.4.b – Résumé de la qualification de pré-production du remplissage balistique**

Séquence des tirs d'essais	V <sub>50</sub> Petite sphère	V <sub>50</sub> CCD	V <sub>proof</sub> Balle blindée de 9 mm
Nbre minimal de panneaux ballistiques	3	6 (2 échantillons/V <sub>50</sub> )	1
Nbre minimal de coups admissibles par V <sub>50</sub>	14	14	---
Nbre total de coups admissibles	42	42	5
Angle d'impact nominal (degrés)	0	0	0
Angle d'impact max. (degrés)	3	3	3
Conditionnement de l'échantillon du matériau pare-balles	Section 6.6.4 Sec	Section 6.6.4 Sec	Section 6.6.4 Sec
Témoin / Matériau d'appui	Section 6.3.1	Section 6.3.1	Section 6.3.2
Rétention de la cible	Cadre rigide	Cadre rigide	2 bandes élastiques avec remise en forme entre les coups
Étalonnage V <sub>50</sub> (m/s) (feuille Lexan 9034)	<b>562 ± 10</b> (feuille de 5,80 mm)	<b>275 ± 10</b> (feuille de 12,37 mm)	---
Vitesse sans perforation, V <sub>proof</sub> (m/s)	---	---	<b>365 ± 7</b>
Déformation de la face arrière (DFA)	---	---	5 coups sans perforation <b>DFA moyenne &lt; 44 mm</b> <b>DFA individuelle</b> <b>max. &lt; 50 mm</b>
V <sub>50</sub> individuelle min. (m/s)	<b>525</b>	<b>350</b>	---
MV <sub>50qc</sub> (m/s) moyenne min. (moyenne de 3 V <sub>50</sub> )	<b>≥ 0,97 x V<sub>50ca</sub></b>	<b>≥ 0,97 x V<sub>50ca</sub></b>	---
Diff. max. des essais V <sub>50</sub> (m/s)	<b>30</b>	<b>30</b>	---
ZRV individuelle max. (m/s)	<b>60</b>	<b>60</b>	---
ZRV moyenne max. (m/s) (essais V <sub>50</sub> combinés)	<b>50</b>	<b>50</b>	---

**TABLEAU 6.5 – Contrôle de la qualité des lots de matériaux balistiques**

Séquence des tirs d'essais	V <sub>50</sub> Sphère de 1 g	V <sub>50</sub> (essai à sec) Sphère de 16 g	V <sub>50</sub> PSF de 17 g	V <sub>50</sub> (essai au mouillé) Sphère de 16 g
Nbre min. de panneaux de tir par lot de matériaux pour 3 essais V <sub>50</sub>	3	3	S.O.	S.O.
Nbre min. de panneaux de tir par sous-lot pour l'essai V <sub>50</sub>	S.O.	S.O.	1	1
Nbre min. de coups admissibles par essai	14	14	14	14
Nbre total min. de coups admissibles	42	42	14	14
Angle d'impact nominal (degrés)	0	0	0	0
Angle d'impact max. (degrés)	3	3	3	3
Conditionnement de l'échantillon du matériau pare-balles	Section 6.6.4 Sec	Section 6.6.4 Sec	Section 6.6.4 Sec	Section 6.6.5 Mouillé
Témoïn / Matériau d'appui	Section 6.3.1	Section 6.3.1	Section 6.3.1	Section 6.3.1
Rétention de la cible	Cadre rigide	Cadre rigide	Cadre rigide	Cadre rigide
V <sub>50</sub> individuel min. (m/s)	525	455	CONTRÔLE 500	415
MV <sub>50gc</sub> moyenne min. (m/s) (moyenne de 3 V <sub>50</sub> )	≥ 0,97 x V <sub>50ca</sub>	≥ 0,97 x V <sub>50ca</sub>	S.O.	S.O.
Différence max. de 3 essais V <sub>50</sub> (m/s)	30	30	S.O.	S.O.
ZRV individuelle max. (m/s)	60	60	60	60
ZRV moyenne max. (m/s) 3 essais V <sub>50</sub>	50	50	S.O.	S.O.

## LISTE DES FIGURES

- Figure 6.1 – Angle d'impact et de lacet
- Figure 6.2 – Dimensions du bloc d'argile et mesure des empreintes
- Figure 6.3 – Montage type pour les essais balistiques
- Figure 6.4 – Dimensions du cylindre circulaire droit (CCD)
- Figure 6.5 – Dimension du projectile à simulation de fragment (PSF)
- Figure 6.6 – Sabot en plastique pour le lancement d'une sphère de 1 grain
- Figure 6.7 – Dispositif de fixation du panneau de tir
- Figure 6.8 – Mesure du lacet au moyen d'une carte en papier
- Figure 6.9 – Étalonnage du bloc d'argile
- Figure 6.10 – Groupement de coups pour projectiles de diamètre  $\leq 7$  mm (cible sèche)
- Figure 6.11 – Groupement de coups pour projectiles de diamètre  $> 7$  mm (cible sèche)
- Figure 6.12 – Groupement de coups pour projectiles de diamètre  $\leq 7$  mm (cible mouillée)
- Figure 6.13 – Dispositif de mesure de la rigidité du panneau de tir balistique

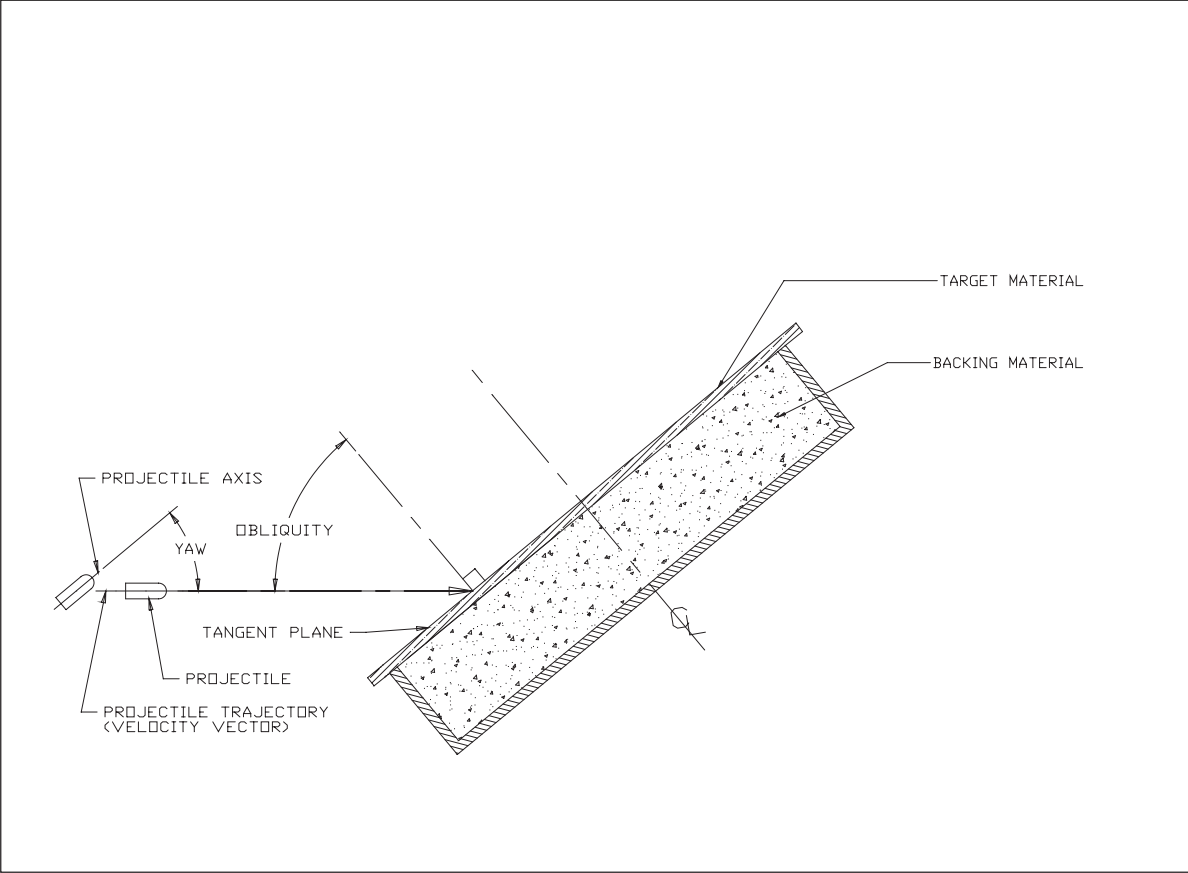


Figure 6.1 – Angle d’impact et de lacet

TARGET MATERIAL	MATÉRIAU CIBLE
BACKING MATERIAL	MATÉRIAU D’APPUI
PROJECTILE AXIS	AXE DU PROJECTILE
YAW	LACET
OBLIQUITY	OBLIQUITÉ
TANGENT PLANE	PLAN TANGENT
PROJECTILE	PROJECTILE
PROJECTILE TRAJECTORY (VELOCITY VECTOR)	TRAJECTOIRE DU PROJECTILE (VECTEUR VITESSE)
CL	AXE

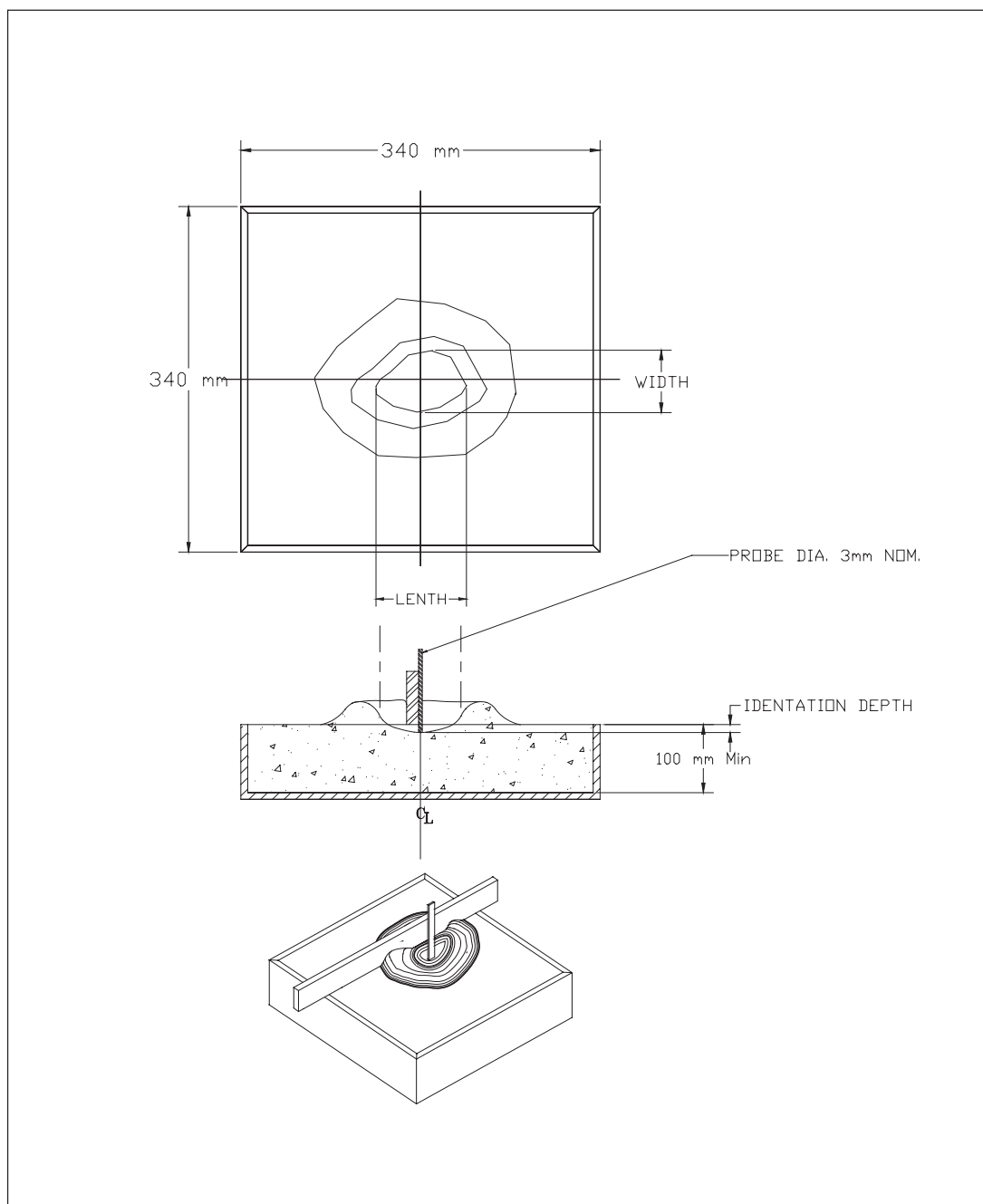


Figure 6.2 – Dimensions du bloc d'argile et mesure des empreintes

WIDTH	LARGEUR
LENTH	LONGUEUR
PROBE DIA. 3mm NOM.	SONDE, DIAMÈTRE NOMINAL 3 mm
IDENTATION DEPTH	PROFONDEUR DE L'EMPREINTE
Min	Min.
CL	AXE



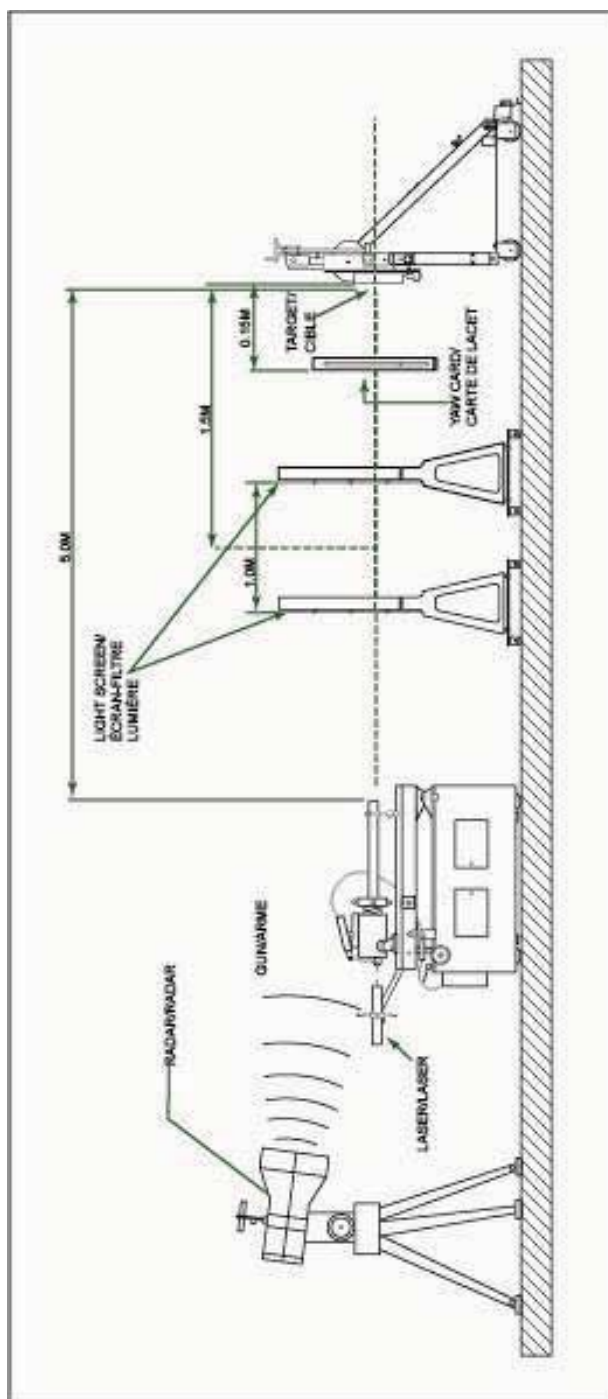


Figure 6.3 – Montage type pour les essais balistiques

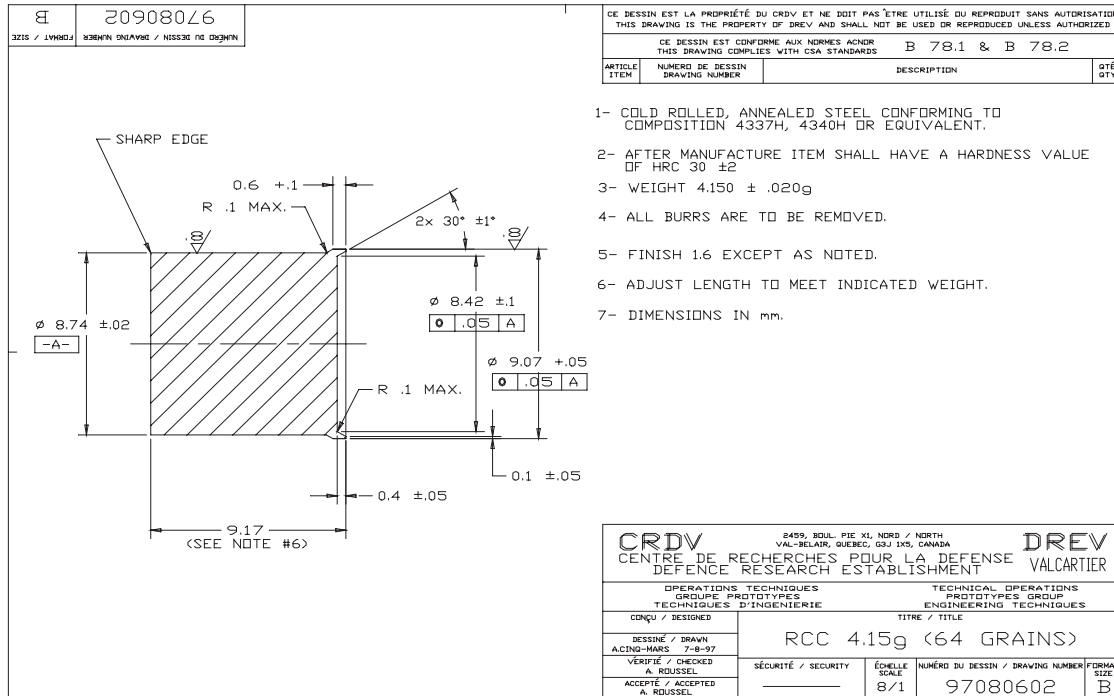


Figure 6.4 – Dimensions du cylindre circulaire droit (CCD)

RCC 4.15g (64 GRAINS)	CCD 4,15 g (64 GRAINS)
SHARP EDGE	BORD TRANCHANT
R .1 MAX.	R .1 MAX.
(SEE NOTE #6)	(VOIR LA NOTE N° 6)
1- COLD ROLLED, ANNEALED STEEL CONFORMING TO COMPOSITION 4337H, 4340H OR EQUIVALENT.	1- ACIER RECUIT, LAMINÉ À FROID, CONFORME À LA COMPOSITION 4337H, 4340H OU L'ÉQUIVALENT
2- AFTER MANUFACTURE ITEM SHALL HAVE A HARDNESS VALUE OF HRC 30 ±2	2- APRÈS FABRICATION, L'ARTICLE DOIT AVOIR UNE DURETÉ HRC DE 30 ± 2
3- WEIGHT 4.150 ± 0.20g	3- POIDS DE 4,150 ± 0,20 g
4- ALL BURRS ARE TO BE REMOVED.	4- TOUTES LES BAVURES DOIVENT ÊTRE ENLEVÉES.
5- FINISH 1.6 EXCEPT AS NOTED.	5- FINITION 1.6, SAUF COMME IL EST INDiqué.
6- ADJUST LENGTH TO MEET INDICATED WEIGHT.	6- AJUSTER LA LONGUEUR SELON LE POIDS INDiqué.
7- DIMENSIONS IN mm.	7- DIMENSIONS EN mm.

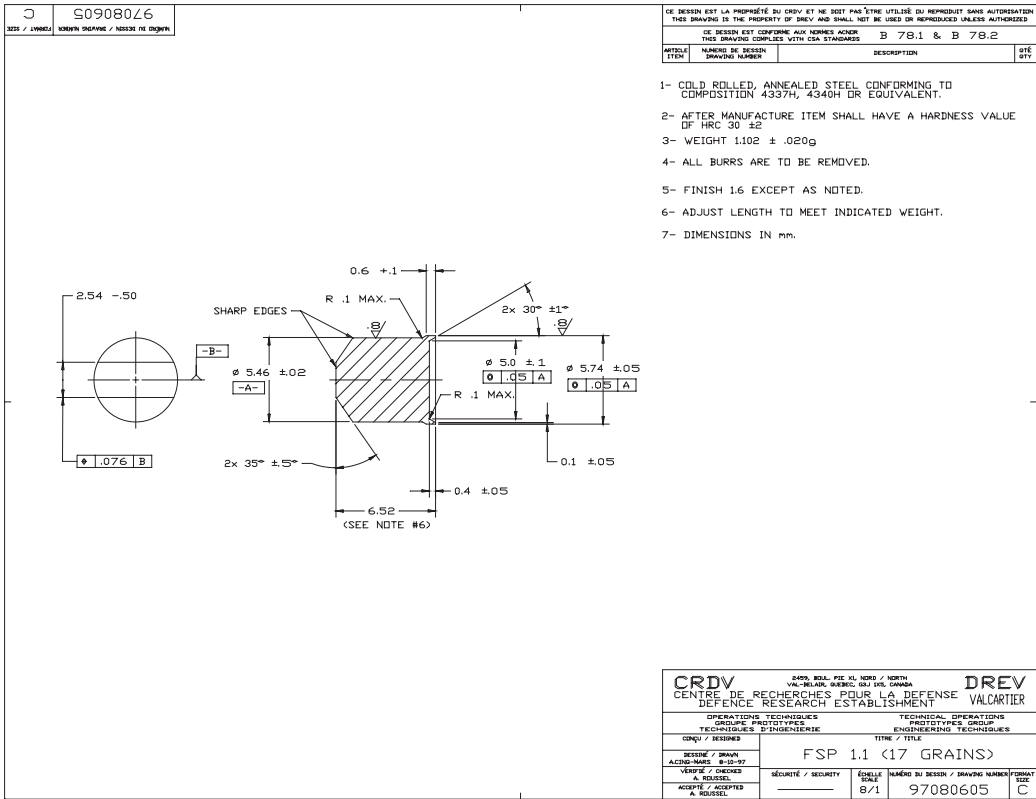


Figure 6.5 – Dimensions du projectile à simulation de fragment (PSF)

FSP 1.1 (17 GRAINS)	PSF 1.1 (17 GRAINS)
SHARP EDGES	BORDS TRANCHANTS
R .1 MAX.	R .1 MAX.
(SEE NOTE #6)	(VOIR LA NOTE N° 6)
1- COLD ROLLED, ANNEALED STEEL CONFORMING TO COMPOSITION 4337H, 4340H OR EQUIVALENT.	1- ACIER RECUIT, LAMINÉ À FROID, CONFORME À LA COMPOSITION 4337H, 4340H OU L'ÉQUIVALENT
2- AFTER MANUFACTURE ITEM SHALL HAVE A HARDNESS VALUE OF HRC 30 ±2	2- APRÈS FABRICATION, L'ARTICLE DOIT AVOIR UNE DURETÉ HRC DE 30 ± 2
3- WEIGHT 1.102 ± 0.20g	3- POIDS DE 1,102 ± 0,20 g
4- ALL BURRS ARE TO BE REMOVED.	4- TOUTES LES BAVURES DOIVENT ÊTRE ENLEVÉES.
5- FINISH 1.6 EXCEPT AS NOTED.	5- FINITION 1.6, SAUF COMME IL EST INDiqué.
6- ADJUST LENGTH TO MEET INDICATED WEIGHT.	6- AJUSTER LA LONGUEUR SELON LE POIDS INDiqué.
7- DIMENSIONS IN mm.	7- DIMENSIONS EN mm.

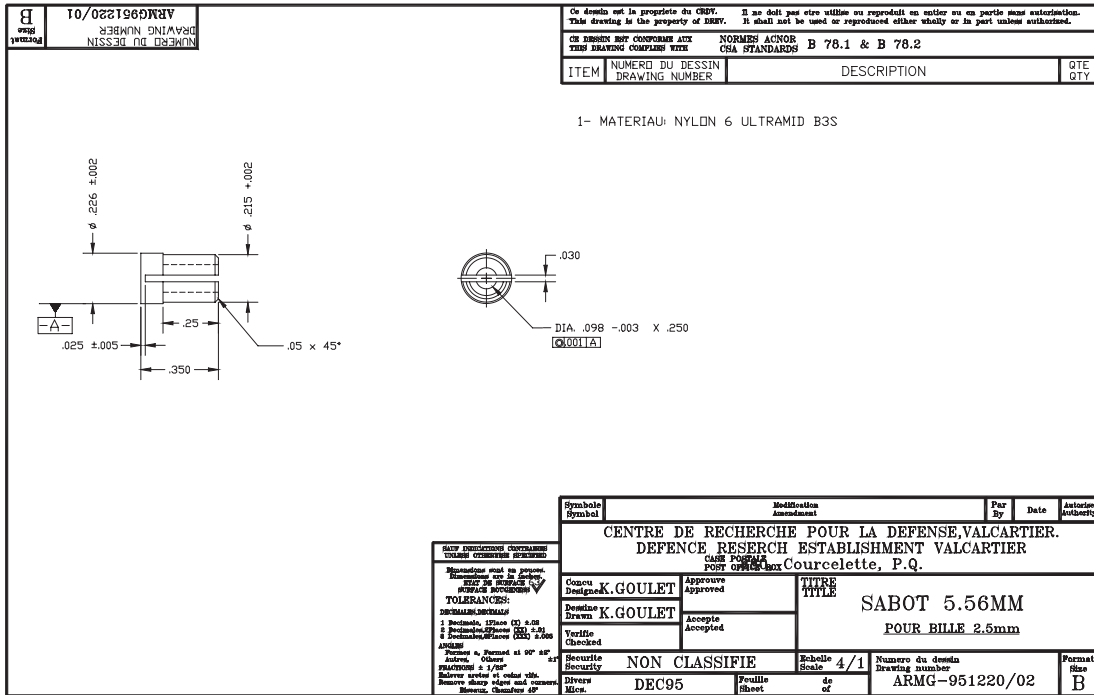


Figure 6.6 – Sabot en plastique pour le lancement d'une sphère de 1 grain

DEC95	DEC95
DIA. .098 -.003 X .250	DIAMÈTRE 0,098 – 0,003 X 0,250
ITEM	ARTICLE
1- MATERIAU : NYLON 6 ULTRAMID B3S	1- MATÉRIAU : NYLON 6 ULTRAMID B3S

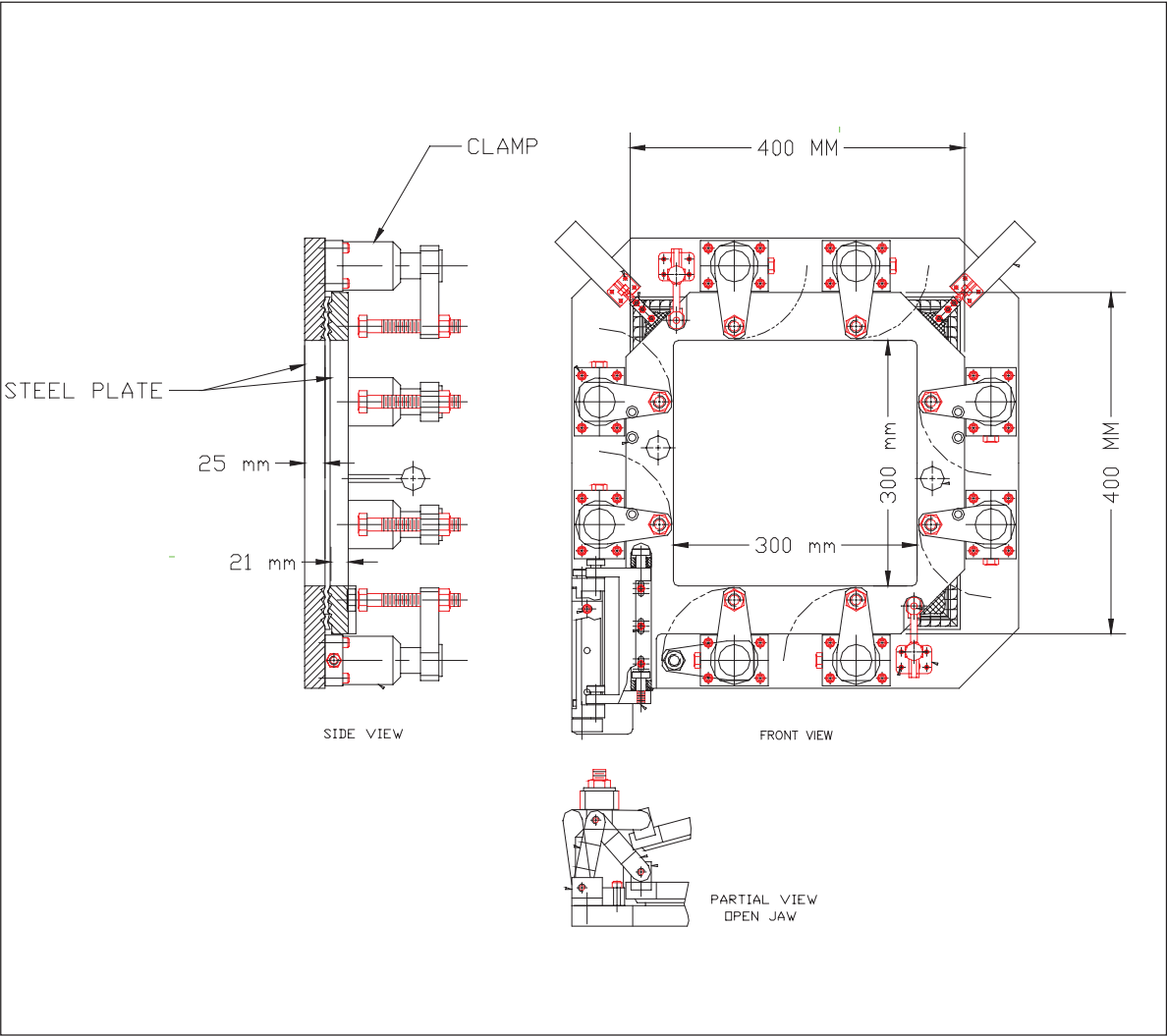


Figure 6.7 – Dispositif de fixation du panneau de tir

STEEL PLATE	PLAQUE D'ACIER
CLAMP	PINCE
400 MM	400 mm
25 mm	25 mm
SIDE VIEW	VUE LATÉRALE
FRONT VIEW	VUE AVANT
PARTIAL VIEW OPEN JAW	VUE PARTIELLE MÂCHOIRE OUVERTE

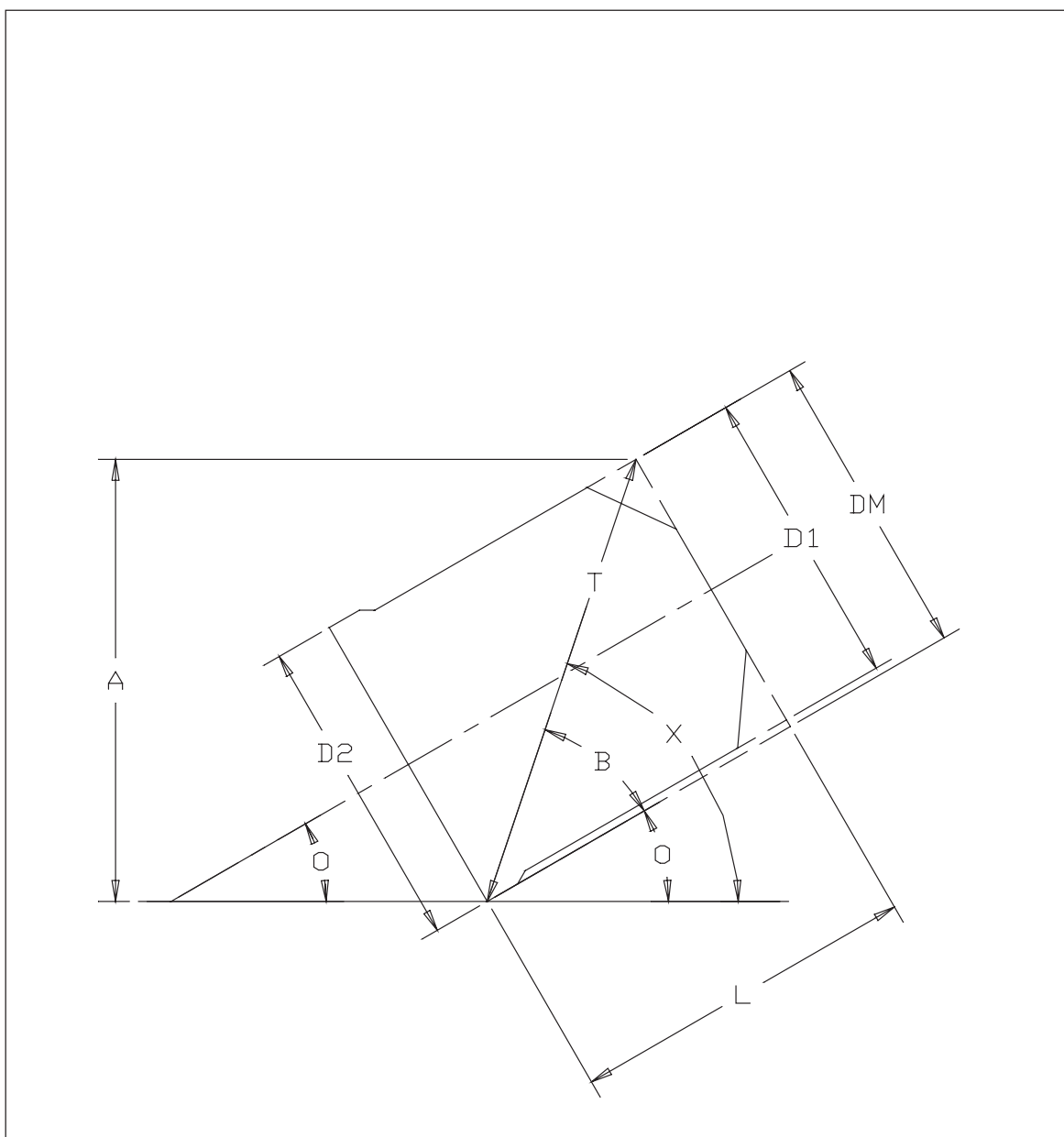


Figure 6.8 – Mesure du lacet au moyen d'une carte en papier

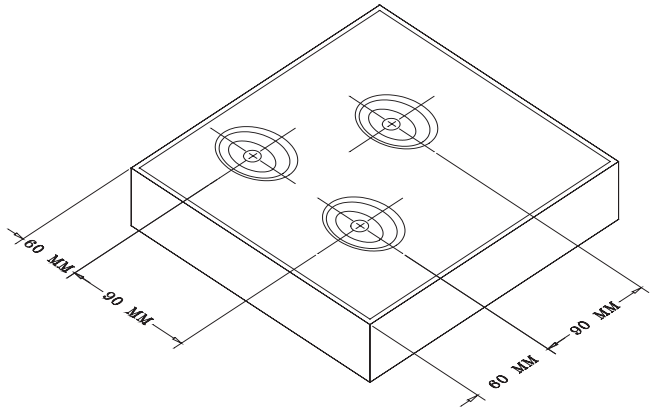
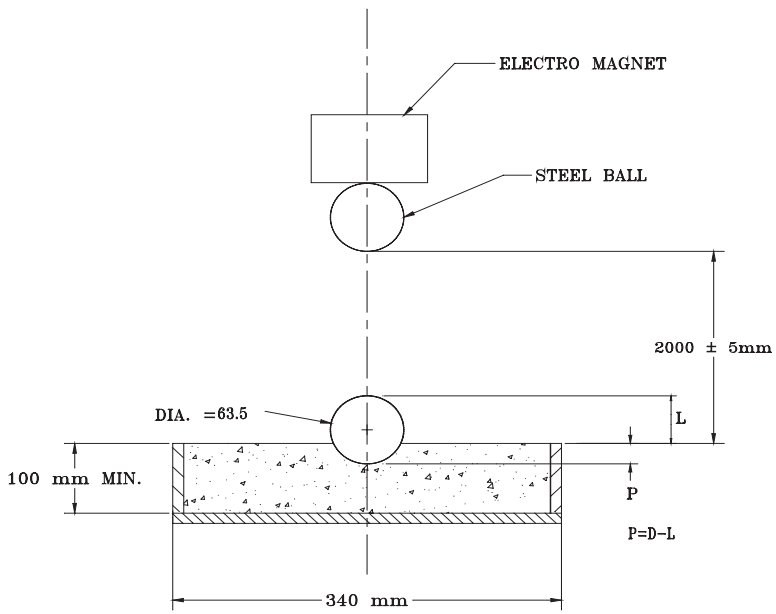


Figure 6.9 – Étalonnage du bloc d'argile

100 mm MIN.	100 mm MIN.
DIA. = 63.5	DIAMÈTRE = 63,5
ELECTRO MAGNET	ÉLECTRO-AIMANT
STEEL BALL	BILLE D'ACIER

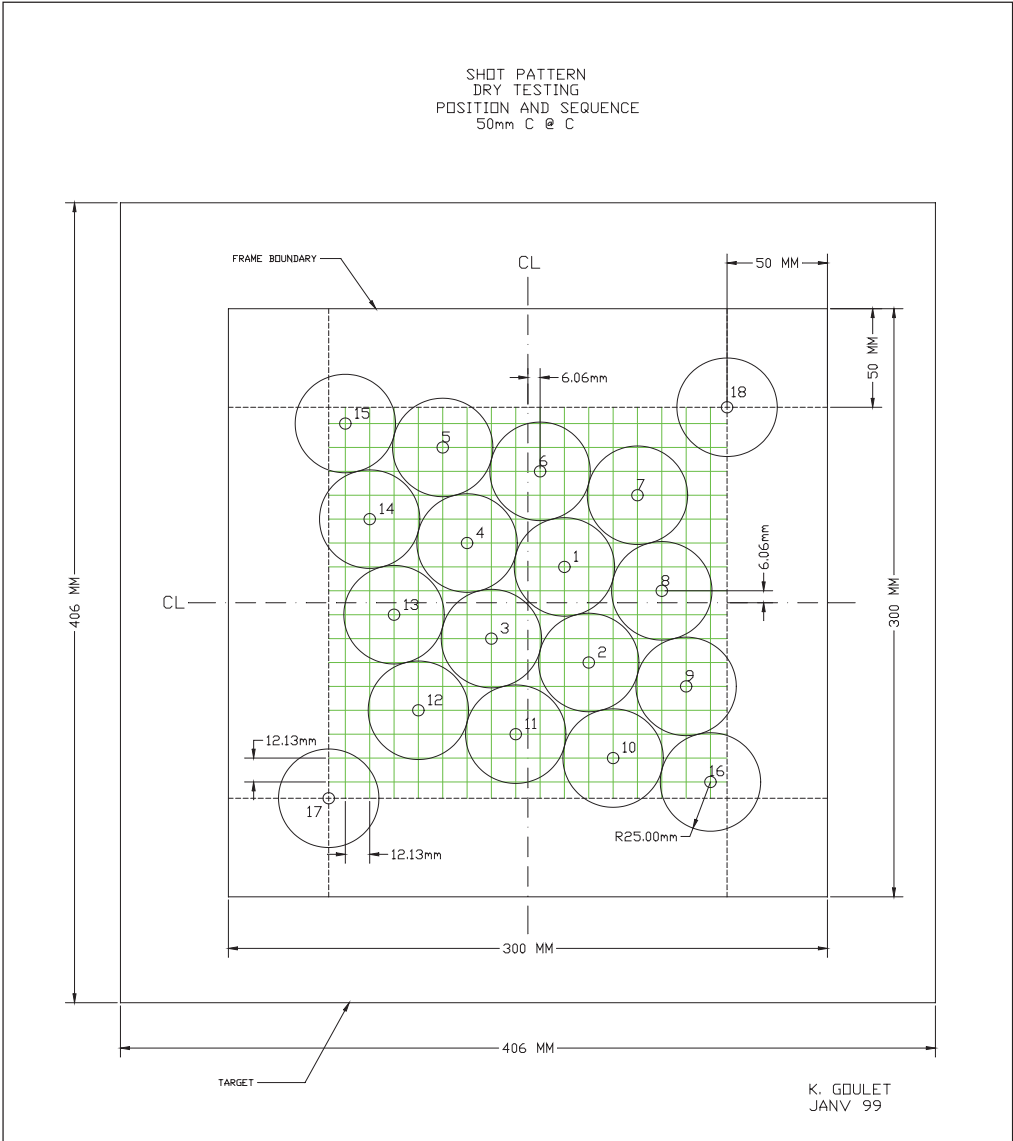


Figure 6.10 – Groupement de coups pour projectiles de diamètre  $\leq 7$  mm (cible sèche)

SHOT PATTERN DRY TESTING POSITION AND SEQUENCE 50mm C @ C	GROUPEMENT DES COUPS ESSAI À SEC EMPLACEMENT ET SÉQUENCE 50 mm C/C
FRAME BOUNDARY	LIMITE DU CADRE
6.06mm	6,06 mm
CL	AXE
12.13mm	12,13 mm
R25.00mm	R 25,00 mm
TARGET	CIBLE
K. GOULET	K. GOULET
JANV 99	JANVIER 1999



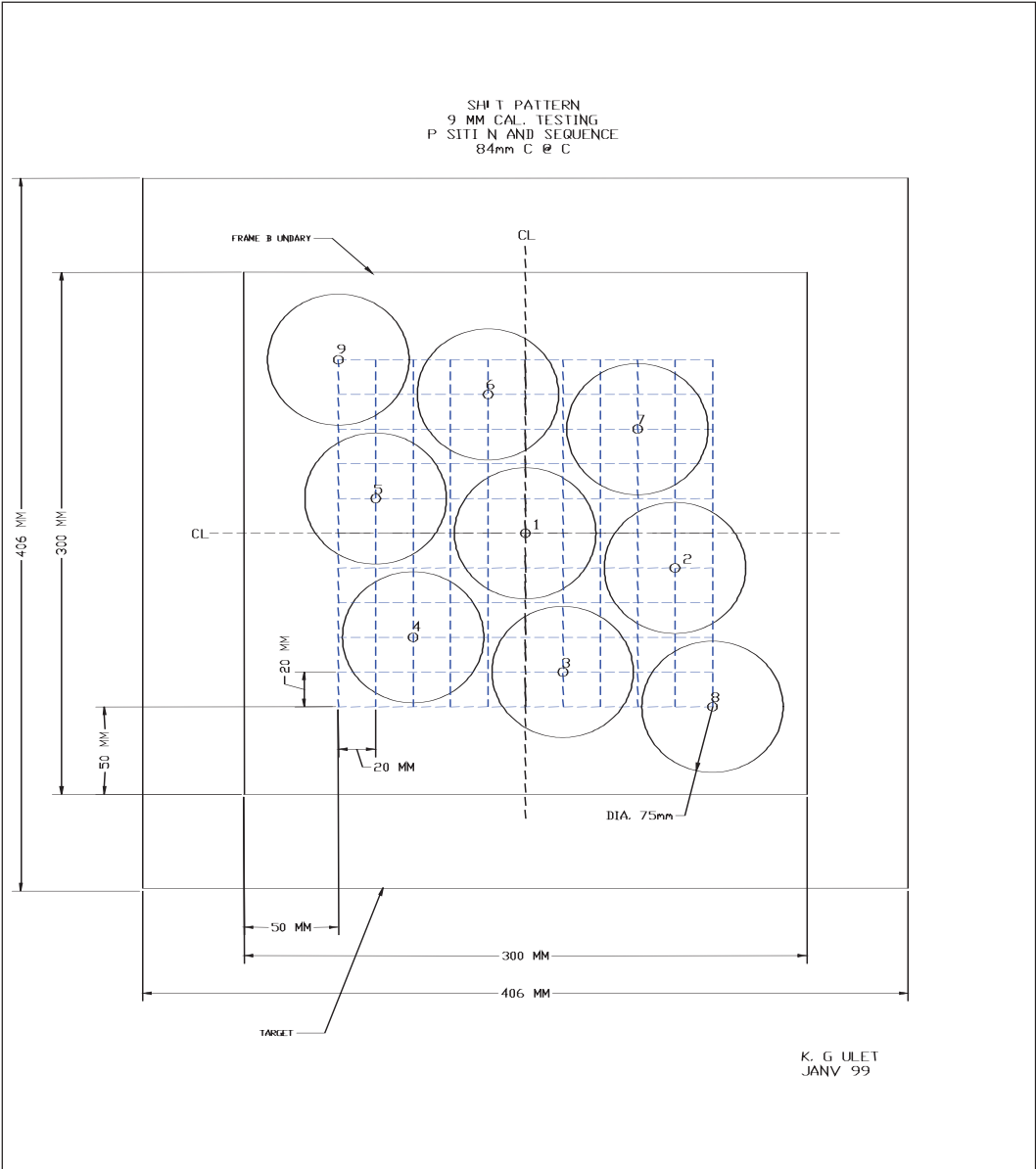


Figure 6.11 – Groupement de coups pour projectiles de diamètre > 7 mm (cible sèche)

SHOT PATTERN 9 MM CAL. TESTING POSITION AND SEQUENCE 84mm C @ C	GROUPEMENT DES COUPS ESSAI AVEC PROJECTILES DE 9 mm EMPLACEMENT ET SÉQUENCE 84 mm C/C
FRAME BOUNDARY	LIMITE DU CADRE
CL	AXE
TARGET	CIBLE

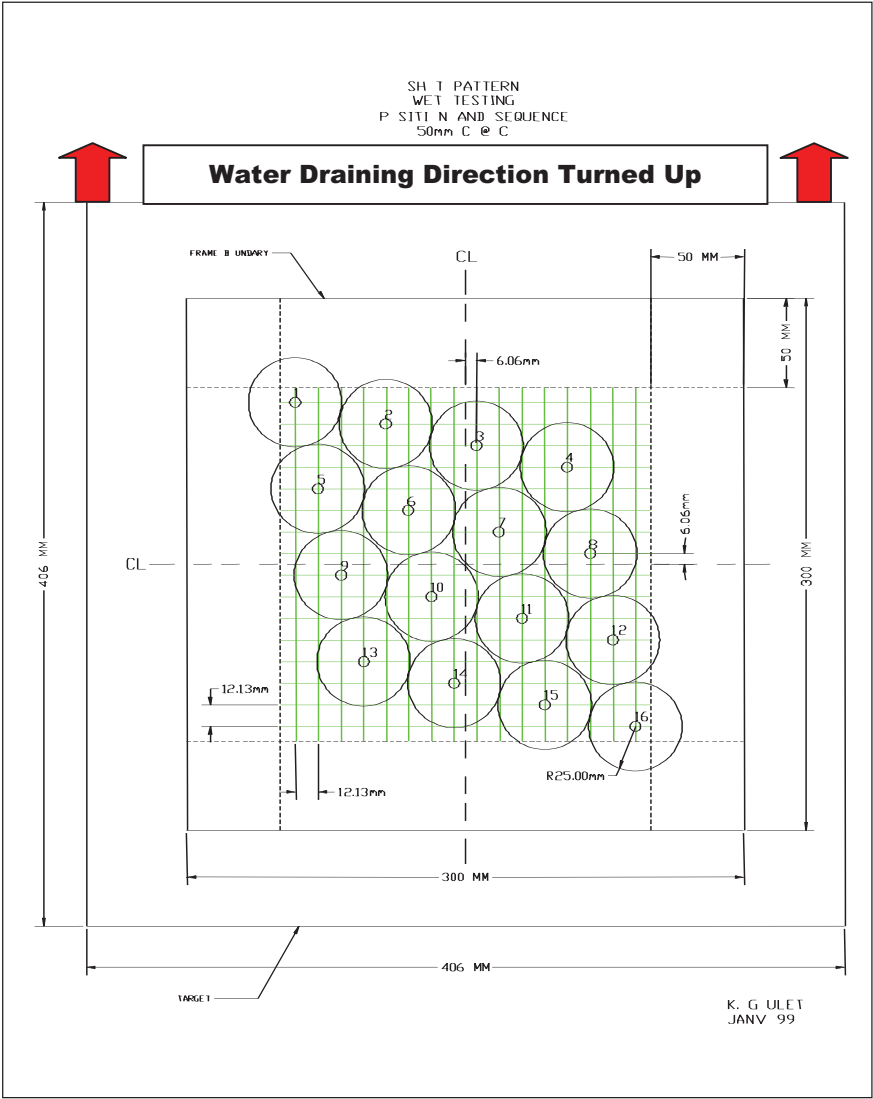


Figure 6.12–Groupement de coups pour projectiles de diamètre  $\leq 7$  mm (cible mouillée)

SHOT PATTERN WET TESTING POSITION AND SEQUENCE 50mm C @ C	GROUPEMENT DES COUPS ESSAI AU MOUILLÉE EMPLACEMENT ET SÉQUENCE 50 mm C/C
Water Draining Direction Turned Up	Sens du drainage de l'eau
50 MM	50 mm
CL	AXE
FRAME BOUNDARY	LIMITE DU CADRE
6.06mm	6,06 mm
406 MM	406 mm
R25.00mm	R 25,00 mm
12.13mm	12,13 mm
TARGET	CIBLE

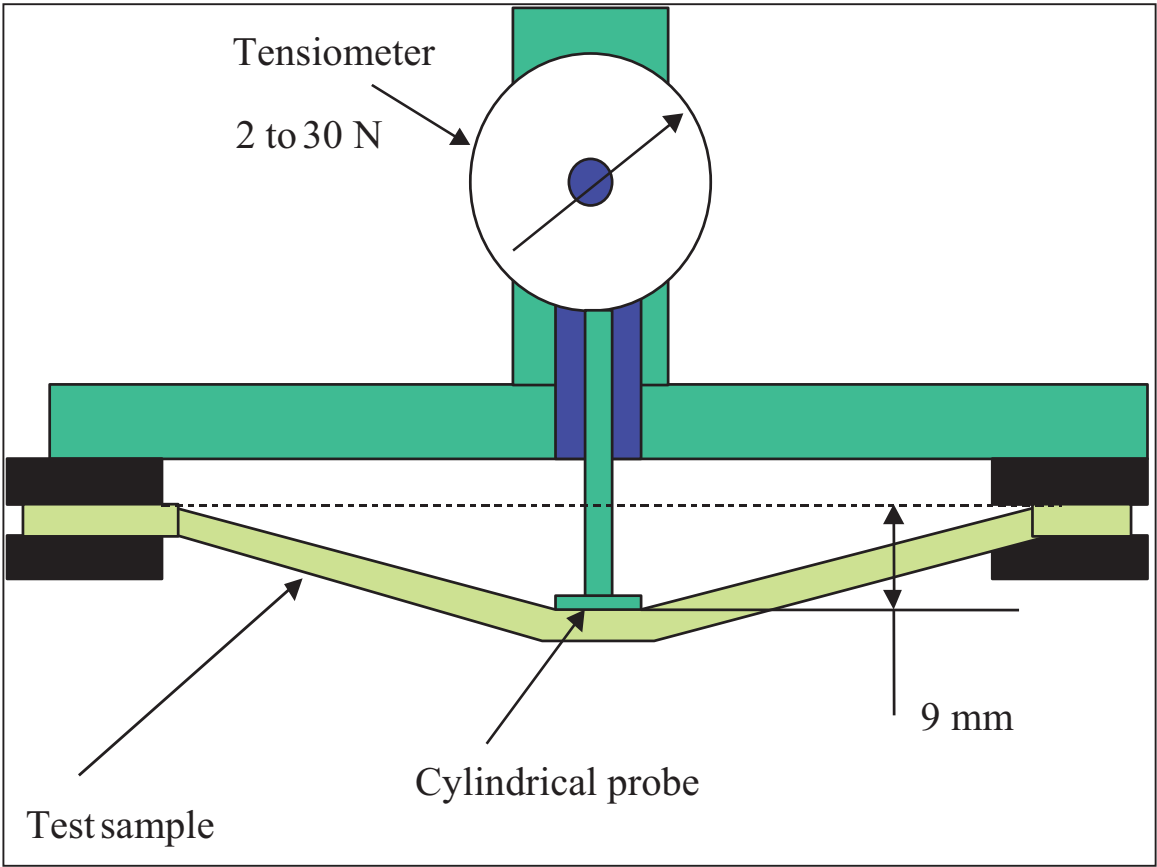


Figure 6.13 – Dispositif de mesure de la rigidité du panneau de tir balistique

Tensiometer 2 to 30 N	Tensiomètre 2 à 30 N
Test sample	Échantillon d'essai
Cylindrical probe	Sonde cylindrique
9 mm	9 mm

## **7.0 MÉTHODE MODIFIÉE D'ESSAI DE FLEXION CIRCULAIRE**

### **7.1 PORTÉE**

7.1.1 La présente méthode d'essai permet de déterminer la rigidité/souplesse des tissus, au moyen de la procédure modifiée de flexion circulaire.

7.1.2 La présente méthode d'essai est applicable à la plupart des types de tissus. Dans ce cas-ci, l'échantillon est un système multicouche, comme ceux qui sont actuellement utilisés dans les gilets pare-balles souples.

7.1.3 La présente procédure n'a pas pour objet de traiter de toutes les préoccupations liées à la sécurité de son utilisation. Il incombe à l'utilisateur de la présente spécification d'établir au préalable des méthodes appropriées qui tiennent compte des questions de santé et de sécurité, et de déterminer les restrictions réglementaires applicables.

7.1.4 Les valeurs indiquées en unités métriques (SI) ou en unités impériales (po-lb) doivent être considérées séparément. Dans le texte, les unités impériales sont indiquées entre parenthèses. Les valeurs indiquées dans chaque système ne sont pas nécessairement des équivalents exacts. Il faut donc utiliser un système d'unités indépendamment de l'autre.

### **7.2 DOCUMENTS CITÉS**

ASTM D123 Standard Terminology Relating to Textiles.

ASTM D1776 Practice for Conditioning Textiles for Testing.

ASTM D1777 Standard Test Method for Thickness of Textile Materials.

ASTM D4032 Standard Test Method for Stiffness of Fabric by the Circular Bend Procedure.

ASTM E6 Practices for Force Verification of Testing Machines.

### **7.2 TERMINOLOGIE**

7.3.1 Flexion circulaire – Déformation simultanée et multidirectionnelle d'un tissu; une face d'un échantillon initialement plat devenant concave, et l'autre convexe.

7.3.2 Rigidité – Résistance au pliage. En ce qui concerne la flexion circulaire des tissus, la résistance au pliage multidirectionnel est exprimée sous forme d'une pente prédéfinie le long de la courbe force-déplacement, lorsqu'un échantillon est soumis à une poussée au travers d'un orifice.

7.3.3 Souplesse – C'est l'opposé de la rigidité : plus la rigidité est faible, plus la souplesse est grande.

7.3.4 Masse surfacique : masse par unité de surface.

## **7.4 PORTÉE ET UTILISATION**

7.4.1 L'essai modifié de flexion circulaire fournit une force par unité de longueur associée à la rigidité du tissu, le calcul de la moyenne de la rigidité étant effectué simultanément dans toutes les directions. La rigidité donne une indication de la souplesse du tissu.

7.4.2 L'essai modifié de flexion circulaire est simple à réaliser, et il convient à la plupart des systèmes multicouche, qui ne peuvent pas être mesurés avec exactitude au moyen des méthodes d'essai existantes. Cette méthode est une modification de la méthode normalisée ASTM D4032, pour tenir compte des tissus multicouches.

## **7.5 RÉSUMÉ DE LA MÉTHODE**

7.5.1 L'essai modifié de flexion circulaire consiste à pousser un système multicouche au travers d'un orifice d'un diamètre ( $\varnothing$ ) de 101,6 mm (4 po) dans une plateforme, au moyen d'un piston hémisphérique d'un diamètre de 25,4 mm (1 po). La rigidité/souplesse du tissu est alors évaluée en observant la pente sécante maximale moyenne après un déplacement de 30 mm. Voir la définition de pente sécante à la section 7.11, Analyse.

## **7.6 RENSEIGNEMENTS RELATIFS À LA SÉCURITÉ, À LA SANTÉ ET À L'ENVIRONNEMENT**

7.6.1 Il convient de respecter la réglementation relative à la sécurité, à la santé et à l'environnement, les procédures générales de laboratoire indiquées sur les fiches signalétiques des produits et dans le manuel de sécurité de l'endroit de même que les règles de sécurité en laboratoire.

## **7.7 MATÉRIEL**

7.7.1 Appareil d'essai – appareil servo-hydraulique ou à vis standard. L'appareil d'essai doit être conforme à la norme ASTM E6 et doit répondre aux exigences suivantes :

- 7.7.1.1 Têtes de l'appareil d'essai – L'appareil d'essai doit comporter à la fois une tête essentiellement stationnaire (base) et une tête mobile (poussoir).
- 7.7.1.2 Mécanisme d'entraînement – Le mécanisme d'entraînement de l'appareil d'essai doit pouvoir déplacer le poussoir à une vitesse contrôlée par rapport à la base.
- 7.7.1.3 Indicateurs de charge et de déplacement – Les capteurs de charge et de déplacement de l'appareil d'essai doivent pouvoir indiquer la charge totale exercée sur l'échantillon d'essai, ainsi que le déplacement vertical, avec une précision de  $\pm 1$  % des valeurs indiquées, ou mieux.

7.7.2 L'appareil employé pour déterminer la rigidité par la méthode modifiée de flexion circulaire (figures 7.1 à 7.4) doit comporter les parties suivantes :

- 7.7.1.1 Bâti-support (figures 7.1 et 7.2), 203 x 305 x 127 mm (8 x 12 x 5 po), ou l'équivalent, boîte en acier, avec orifice d'un diamètre de 152 mm (6 po)

sur la surface supérieure. L'épaisseur de la plaque de la surface supérieure doit être de 12 mm (0,5 po). La structure doit être fixée à la base de l'appareil d'essai.

7.7.1.2 Plateforme, 203 x 203 x 6 mm (8 x 8 x 0,25 po) ou l'équivalent, acier lisse et poli, avec orifice d'un diamètre de 102 mm (4 po) (figures 7.2 a. et b.). Le bord chevauchant de l'orifice doit être arrondi à un rayon de 3,2 mm (0,125 po). Pour assurer des conditions de frottement uniformes et sans heurt, une épaisseur de doublure de polyester□ de mêmes dimensions que l'échantillon doit être placée sur la surface supérieure (figure 7.3 a.). La doublure de polyester doit avoir les mêmes dimensions que l'échantillon et doit pouvoir plier librement avec celui-ci. La plateforme doit être placée au sommet du bâti-support.

7.7.1.3 Piston de forme hémisphérique, diamètre de 25,4 mm (1 po) (figures 1 et 3), acier lisse et poli. Le piston, fixé sur le poussoir de l'appareil d'essai, doit être concentrique avec l'orifice de la plateforme. Le bas du piston doit affleurer la surface supérieure de l'échantillon. La force vers le bas doit être exercée à partir de cette position.

7.7.1.4 Balance pouvant peser à 1,0 mg près.

7.7.1.5 Calibre d'épaisseur ou calibre à cadran pouvant mesurer à 0,01 mm près.

\* Doublure de polyester disponible dans le commerce, ayant les caractéristiques moyennes suivantes :

Masse surfacique :  $66 \pm 4 \text{ g/m}^2$ ; épaisseur :  $0,075 \pm 0,01 \text{ mm}$  (0,003 po).

## 7.8 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS D'ESSAI

7.8.1 Couper des carrés d'échantillons dans du matériau neuf et inutilisé. Les dimensions de l'échantillon doivent être de 152 x 152 mm (6 x 6 po). Les échantillons ne doivent comporter aucune surpiqûre, sauf si une solution avec surpiqûres est proposée (voir les Directives à l'intention des soumissionnaires).

7.8.2 Préparer au moins 10 échantillons pour chaque matériau à tester. Les 10 résultats obtenus serviront à calculer la souplesse du matériau.

7.8.3 Éviter les bordures, les extrémités et les endroits plissés ou pliés.

7.8.4 Manipuler les échantillons le moins possible.

## 7.9 CONDITIONNEMENT

7.9.1 Amener les échantillons à l'équilibre hygroscopique, selon la méthode normalisée ASTM D1776. L'atmosphère standard pour l'essai des textiles est de  $21 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $70 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{F}$ ) et de  $65 \pm 2 \text{ } \%$  d'humidité relative. Cependant, une température de  $23 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $73,4 \pm 3,6^{\circ}\text{F}$ ) et une humidité relative de  $50 \pm 5 \text{ } \%$  sont acceptables.

## **7.10 PROCÉDURE D'ESSAI**

7.10.2 Mesurer les dimensions de l'échantillon, ainsi que son épaisseur et son poids.

7.10.3 Déterminer si les échantillons ont correctement été conditionnés dans une atmosphère standard en vue des essais, selon la section 7.9.1.

7.10.4 Manipuler avec soin les échantillons d'essai afin de ne pas altérer l'état naturel du matériau.

7.10.5 Sélectionner une cellule de charge d'une valeur suffisante pour que les résultats se situent entre 10 et 90 % de sa plage totale.

7.10.6 Monter le bâti-support, la plateforme et le piston sélectionné, celui-ci devant être concentrique avec l'orifice.

7.10.7 Régler la vitesse du poussoir à 15 mm/min (0,6 po/min).

7.10.8 Régler le taux d'acquisition de données à au moins 6,67 points par seconde.

7.10.9 Centrer l'échantillon sur la plateforme avec orifice, sous le piston, en utilisant les marques de centrage. Dans le cas d'un échantillon à couches hybrides non symétriques, la face en contact avec le corps doit être placée vers le bas, contre la doublure.

7.10.10 Abaisser le piston afin qu'il soit tangent avec le sommet de l'échantillon, mais sans le pousser.

7.10.11 Réinitialiser la charge et le déplacement.

7.10.12 Commencer l'essai et consigner les valeurs de charge par rapport au déplacement vertical jusqu'à ce que l'échantillon soit poussé au travers de l'orifice. Éviter de toucher à l'échantillon pendant l'essai. Rejeter tout résultat obtenu si l'échantillon a subi une force externe autre que celle qui est fournie par l'appareil d'essai.

7.10.13 Reprendre les étapes 7.10.8 à 7.10.11 pour faire l'essai des autres échantillons.

## **7.11 ANALYSE**

7.11.1 Pour le montage, calculer les données suivantes pour tous les types de matériaux :

7.11.1 Calculer la masse surfacique des différents échantillons.

7.11.2 Tracer la courbe charge-déplacement pour chaque échantillon.

7.11.3 Déterminer la charge maximale après un déplacement de 30 mm (P).

7.11.4 Déterminer le déplacement (D) associé à la charge maximale trouvée précédemment (P).

7.11.5 Procédure de calcul générale de la pente sécante. Cette méthode de calcul de la pente consiste à définir une ligne entre deux points : l'origine (zéro) et la charge maximale obtenue après un déplacement de 30 mm. (Voir la figure 5.)

- Déterminer la pente de la courbe linéaire (S) entre zéro et le déplacement (D) correspondant à la charge maximale obtenue après 30 mm (P), comme suit :  $S = P/D$
- Répéter les étapes pour chaque échantillon.
- Pour calculer la pente sécante maximale moyenne pour un matériau donné, calculer la moyenne de toutes les pentes sécantes maximales calculées pour chaque échantillon.
- Si une courbe présente une pente sécante qui est **éloignée de 3 écarts-types** de la valeur moyenne calculée précédemment, il faut éliminer cette courbe et recalculer la valeur de la pente sécante maximale moyenne.
- Calculer l'écart-type pour chaque valeur de pente sécante maximale moyenne.

## 7.12 RAPPORT

7.12.1 Indiquer que les échantillons ont été testés selon la présente procédure. Décrire le matériau ou le produit testé.

7.12.2 Présenter l'information suivante dans le rapport.

7.12.3 Masse surfacique de chaque échantillon, masse surfacique moyenne et écart-type.

7.12.4 Épaisseur de chaque échantillon, épaisseur moyenne et écart-type.

7.12.5 Courbes charge-déplacement.

7.12.6 Pentes sécantes maximales moyennes après un déplacement de 30 mm, et écarts-types.

7.12.7 Histogrammes à barres pour tous les matériaux.

7.12.8 Nombre d'échantillons testés.

7.12.9 Type d'appareil d'essai utilisé, et description du montage.



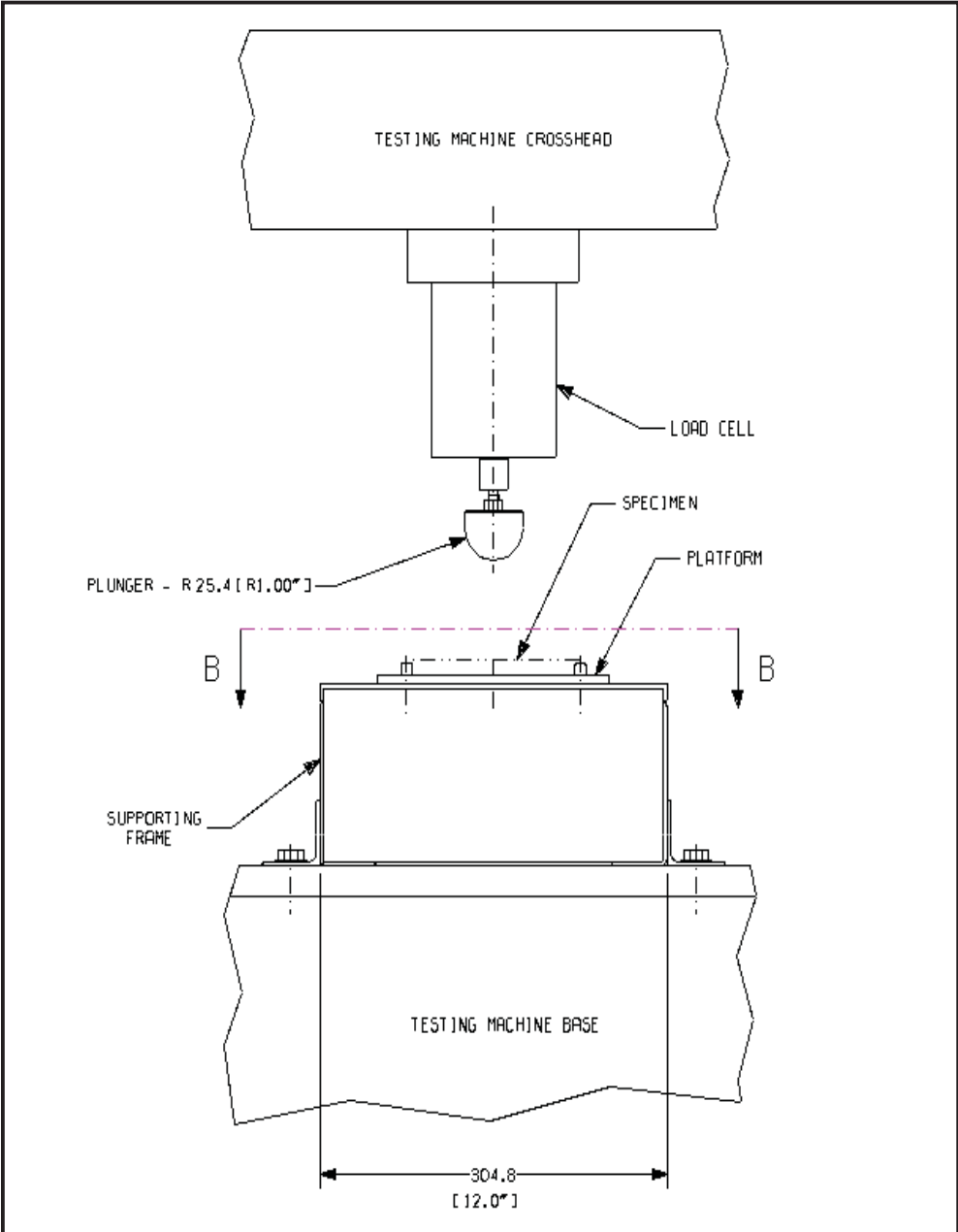
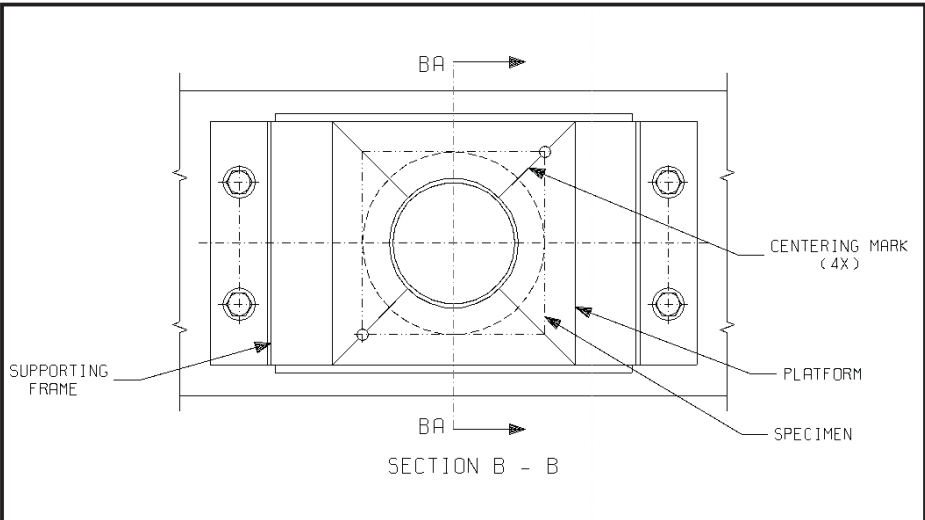


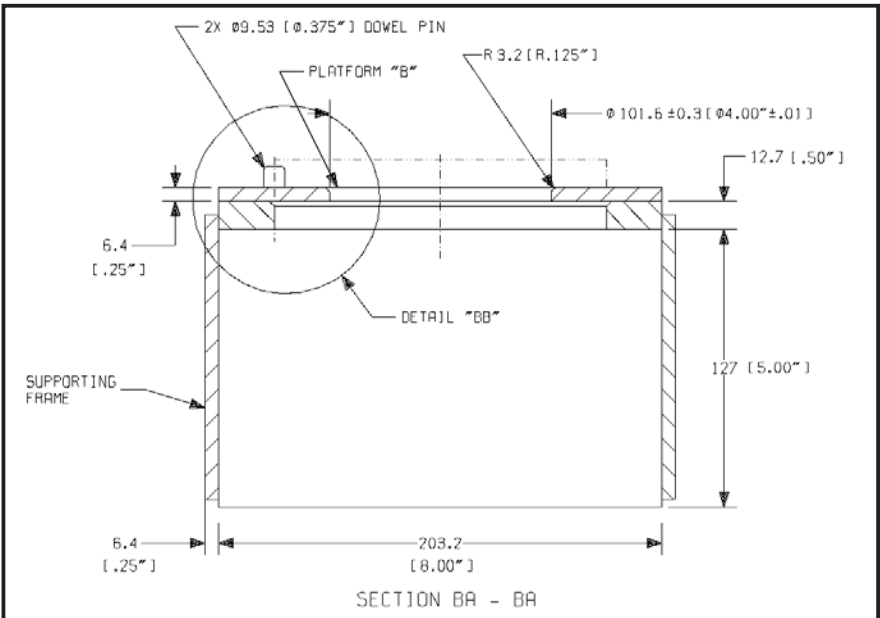
Figure 7.1 – Vue générale de l'appareil pour la nouvelle méthode d'essai

TESTING MACHINE CROSSHEAD	PISTON DE L'APPAREIL D'ESSAI
LOAD CELL	CELLULE DE CHARGE
SPECIMEN	ÉCHANTILLON
PLATFORM	PLATEFORME
PLUNGER – R25.4 [R1.00"]	PISTON – R25,4 [R1,00 po]
SUPPORTING FRAME	BÂTI-SUPPORT
TESTING MACHINE BASE	BASE DE L'APPAREIL D'ESSAI
304.8	304,8
[12.0"]	[12,0 po]



a) Section BB de la figure 7.1

BA	BA
SUPPORTING FRAME	BÂTI-SUPPORT
BA	BA
SECTION B – B	SECTION B – B
CENTERING MARK (4X)	MARQUE DE CENTRAGE (4X)
PLATFORM	PLATEFORME
SPECIMEN	ÉCHANTILLON

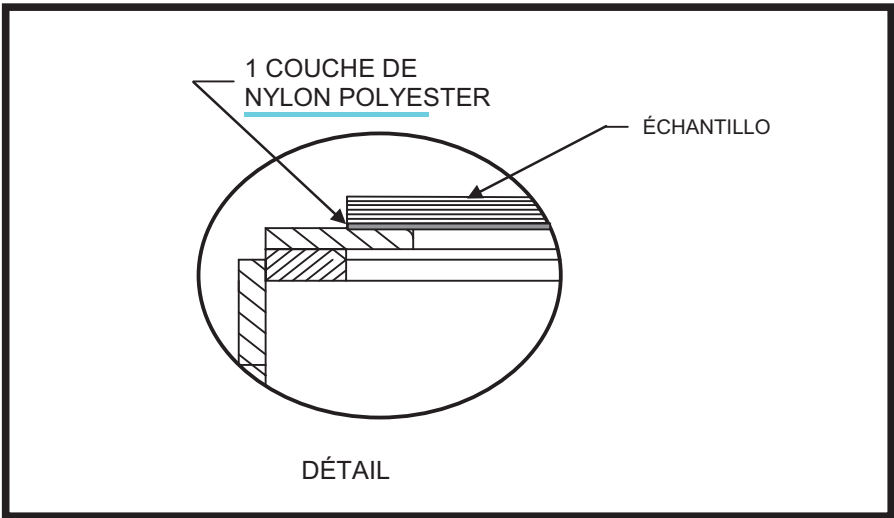


b) Section BA-BA de la section BB

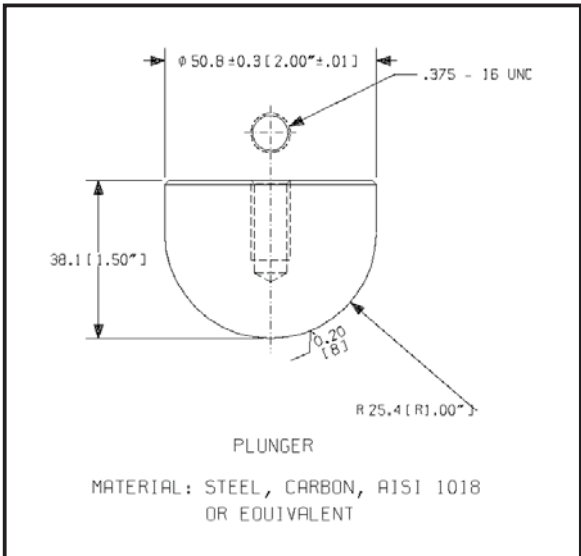
2XØ.53 [Ø.375"] DOWEL PIN	GOIJON 2 X Ø0,53 [Ø0,375 po]
PLATFORM "B"	PLATEFORME « B »

R 3.2 [R.125"]	R 3,2 [R.125 po]
Ø101.6±0.3 [Ø4.00"±.01]	Ø101,6 ± 0,3 [Ø4,00 po ± 0,01]
12.7 [1.50"]	12,7 [0,50 po]
6.4 [1.25"]	6,4 [0,25 po]
DETAIL "BB"	DÉTAIL « BB »
SUPPORTING FRAME	BÂTI-SUPPORT
127 [5.00"]	127 [5,00 po]
203.2 [8.00"]	203,2 [8,00 po]
SECTION BA – BA	SECTION BA – BA

Figure 7.2 – Montage d’essai : Bâti-support et plateforme



a) Détail BB de la figure 2b)



b) Montage d’essai : Piston, 1 po

$\varnothing 50.8 \pm 0.3 [2.00'' \pm .01]$	$\varnothing 50,8 \pm 0,3 [2,00 \text{ po} \pm 0,01]$
$.375 - 16 \text{ UNC}$	$0,375 - 16 \text{ UNC}$
38.1 [1.50'']	38,1 [1,50 po]
R 25.4 [R1.00'']	R 25,4 [R1,00 po]
PLUNGER	PISTON
MATERIAL : STEEL, CARBON, AISI 1018 OR EQUIVALENT	MATÉRIAU : ACIER, CARBONE, AISI 1018 OU L'ÉQUIVALENT

Figure 7.3 – Échantillon d'essai et piston

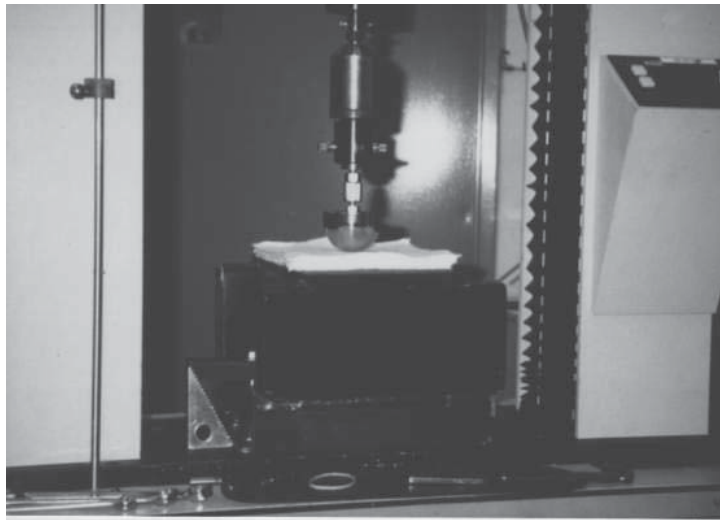


Figure 7.4 – Échantillon type soumis à un essai

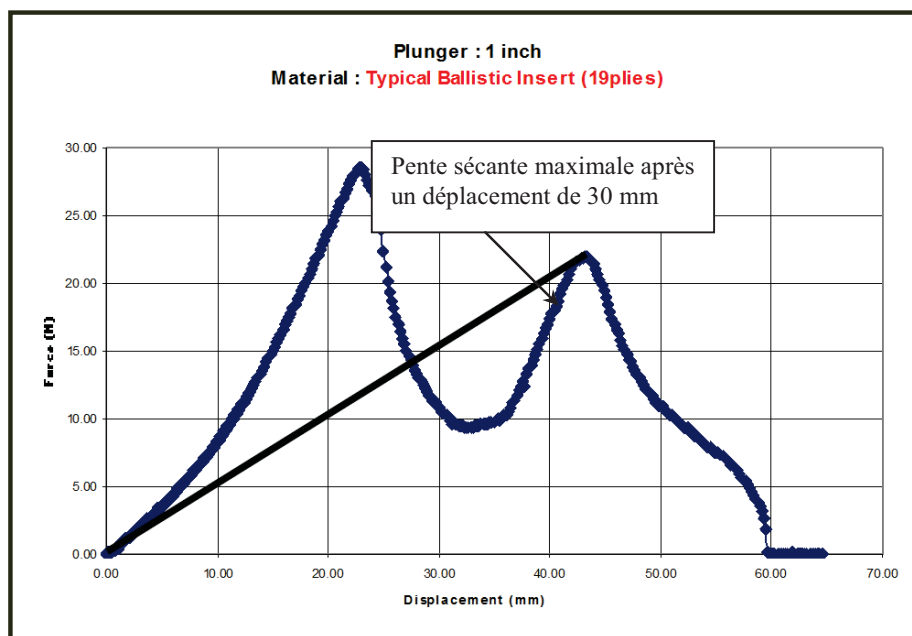


Figure 7.5 – Exemple de pente sécante maximale

Plunger : 1 inch	Piston : 1 pouce (po)
Material : Typical Ballistic Insert (19 plies)	Matériau : CPB type (19 couches)
Displacement (mm)	Déplacement (mm)