



**Principes généraux des tests
balistiques sur des produits, des
constructions et des matériaux**

**- Prescriptions, niveaux d'essai et
méthodes d'essai -**

**VPAM
APR 2006**

Version établie le
12/05/2010

Principes généraux des tests balistiques sur des produits, des constructions et des matériaux


Éditeur :

Association des laboratoires d'essai de matériaux et
de constructions résistants aux balles
(Vereinigung der Prüfstellen für
angriffshemmende Materialien und
Konstruktionen - VPAM)

Französische Übersetzung, es gilt immer die deutsche Originalfassung!

Traduction en français, la version originale en allemand prévaut toujours !

Version établie le 12/05/2010

	<p align="center">Principes généraux des tests balistiques sur des produits, des constructions et des matériaux - Prescriptions, niveaux d'essai et méthodes d'essai -</p>	<p align="center">VPAM APR 2006 Version établie le 12/05/2010</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Première édition de la directive générale VPAM APR 2006 : 13/10/2006

Relevé des modifications

N°	Date	Des modifications ont été apportées et numérotées comme suit
1	25/10/2007	4.1 (Extension à 14 niveaux d'essai, d'où des modifications s'appliquant aux niveaux de 12 à 14)
2	08/05/2008	Page de garde (modification des termes, d'où des modifications aux paragraphes 3.1.2, 4.1, 6.4.1 et 7.3), préface, 6.4.3, 6.5.1, 6.5.2, 6.6, annexe 2 (méthode de calcul) et annexe 3
3	14/05/2009	Préface, 4.1 (niveau d'essai 9 et complément de la légende se rapportant au tableau 1), paragraphe 6.2 (5 ^{ème} énumération), paragraphe 6.6 (valeur d'énergie dans l'exemple) et annexe 3 (supprimée)
4	12/05/2010	Annexe 1 (note de bas de page)



**Principes généraux des tests
balistiques sur des produits, des
constructions et des matériaux**
**- Prescriptions, niveaux d'essai et
méthodes d'essai -**

**VPAM
APR 2006**

Version établie le
12/05/2010

Préface

Cette directive a été élaborée par l'Association des laboratoires d'essai de matériaux et de constructions résistants aux balles (VPAM).

Source de la directive VPAM - APR 2006 :



Bureau administratif

**Deutsche Hochschule der Polizei
(université de la police allemande)**

**Polizeitechnisches Institut
(institut technique de la police)**

Postfach 48 03 53 48080

Münster

Allemagne

Téléphone : +49 (0) 25 01 806-259

Télécopieur : +49 (0) 25 01 806-239

Courriel : pti@dhpol.de

Internet: www.dhpol.de ou www.dhpol.de



**Principes généraux des tests
balistiques sur des produits, des
constructions et des matériaux
- Prescriptions, niveaux d'essai et
méthodes d'essai**

**VPAM APR
2006**

Version établie le
12/05/2010

Objectifs de l'association VPAM

La VPAM a été créée en 1999 avec l'objectif de promouvoir l'échange d'expérience et l'assistance mutuelle en ce qui concerne l'essai de matériaux et de constructions résistants aux balles.

La coopération s'appuie sur des prises de position communes eu égard aux normes techniques, aux directives et à diverses dispositions juridiques.

La publication de propres lignes directrices pour les essais assure des résultats reproductibles d'une part, elle procure une meilleure transparence du marché aux clients et aux utilisateurs d'autre part, en leur permettant d'évaluer les produits de différents fournisseurs selon une procédure objectivement comparable et reproductible.

Les membres de la VPAM sont indépendants et astreints à la neutralité. Les laboratoires affiliés à la VPAM travaillent d'après les normes de qualité pertinentes EN ISO/IEC 17025 (Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais) et EN 45011 (Exigences générales, relatives aux organismes procédant à la certification de produits).

Les adresses des institutions de la VPAM sont mentionnées sur le site Internet www.vpam.eu.



Table des matières

	Page
1	Champ d'application..... 7
2	Références normatives..... 7
3	Terminologie..... 8
3.1	Termes généraux..... 8
3.1.1	Résistance aux balles..... 8
3.1.2	Niveau d'essai..... 8
3.1.3	Classification..... 8
3.1.4	Nom ou numéro du modèle..... 8
3.2	Termes applicables aux éprouvettes..... 8
3.2.1	Face subissant l'impact..... 8
3.2.2	Échantillon..... 8
3.2.3	Éprouvette..... 9
3.3	Termes applicables à la procédure d'essai..... 9
3.3.1	Vitesse d'impact..... 9
3.3.2	Point d'impact..... 9
3.3.3	Angle d'impact..... 9
3.3.4	Valeur limite balistique V_{50}..... 9
3.3.5	Pénétration..... 9
3.3.6	Indicateur de pénétration / d'éclats 10
3.3.7	Matière absorbante..... 10
3.3.8	Diamètre de l'empreinte..... 10
3.3.9	Profondeur de l'empreinte 10
3.3.10	Distance de tir..... 10
3.3.11	Distance entre les impacts de tir..... 10
3.3.12	Distance entre le point d'impact et le bord..... 10
3.4	Termes applicables aux balles..... 11
3.4.1	Balles pleines..... 11
3.4.1.1	Balle à bout rond en plomb..... 11
3.4.1.2	Balle tronconique en laiton massif..... 11
3.4.2	Balles à noyau mou..... 11
3.4.2.1	Balle blindée (chemisée) en métal massif à bout rond et à noyau mou..... 11
3.4.2.2	Balle blindée en métal massif à bout pointu..... 11
3.4.2.3	Balle blindée en métal massif à pointe conique et à noyau mou..... 11
3.4.2.4	Balle blindée en métal massif à bout plat et à noyau mou..... 11
3.4.2.5	Balle à noyau en fer (acier non trempé)..... 11
3.4.2.6	Pénétrateur en acier..... 11
3.4.3	Balles à noyau dur..... 12
3.4.3.1	Balle à noyau dur HC..... 12
3.4.3.2	Balle à noyau dur HC incendiaire..... 12
3.4.3.3	Balle à noyau dur en carbure de tungstène WC..... 12
4	Conditions d'essai..... 13
4.1	Essai avec des types de munition normalisés..... 13



5	Équipement de contrôle, de mesure et d'essai.....	15
5.1	Montage d'essai.....	15
5.2	Système d'arme.....	15
5.3	Précision des instruments de mesure.....	15
5.4	Indicateur d'éclats	15
5.5	Indicateur de pénétration.....	15
5.6	Matière absorbante.....	16
6	Procédures d'essai.....	17
6.1	Généralités	17
6.2	Paramètres retenus pour l'essai.....	17
6.3	Répétition de l'essai.....	17
6.4	Détermination de la valeur limite balistique V_{50}	18
6.4.1	Procédures d'essai.....	18
6.4.2	Méthode d'après la norme de test STANAG 2920.....	18
6.4.3	Méthode selon VPAM-KNB.....	18
6.5	Analyse statistique des risques.....	21
6.5.1	Détermination de la vitesse limite pour une probabilité de pénétration donnée	21
6.5.2	Détermination de la probabilité de pénétration pour une vitesse d'impact donnée	21
6.6	Matériaux de référence (mesure de l'énergie résiduelle).....	21
7	Évaluation et documentation de l'essai	25
7.1	Évaluation de l'essai.....	25
7.2	Rapport d'essai.....	25
7.3	Certificat d'essai / attestation d'essai.....	26
7.4	Validité du certificat d'essai / de l'attestation d'essai.....	27
7.5	Traçabilité des résultats.....	27
7.6	Données relatives aux matériaux et à leur transformation.....	27
Annexe 1 :	montage d'essai	28
Annexe 2 :	formulaire pour déterminer la valeur V_{50} et l'écart-type s	29

1 Champ d'application

Cette directive décrit les principes régissant les tests balistiques et/ou les évaluations de la conformité¹ de matériaux, de constructions et de produits offrant une protection contre les attaques avec des armes à feu.

Ces principes englobent :

- Les termes dûment définis
- Les conditions d'essai
- L'équipement de contrôle et de mesure
- La (ou les) procédure(s) d'essai
- L'évaluation et la documentation de l'essai

Cette directive est complétée par les directives d'essai de la VPAM relatives au produit pouvant spécifier des conditions d'essai, un équipement de contrôle et de mesure ainsi qu'une procédure d'essai divergents.


2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des stipulations faisant partie intégrante de cette directive sous la forme de références citées dans ce texte.

Les normes, les directives et les dispositions juridiques doivent toujours être appliquées dans leurs versions respectivement applicables.

- **Norme EN 10204** relative aux Produits métalliques – Types de documents de contrôle
- **Norme EN 1063** relative au Verre dans la construction – Vitrage de sécurité spécial – Mise à essai et classification de la résistance aux balles
- **Norme STANAG 2920** relative à la Méthode de test balistique applicable aux matériaux de blindage et aux vêtements de combat
- **Norme STANAG 4569** relative aux Niveaux de protection pour les occupants de véhicules blindés légers et logistiques
- **Directives de la VPAM**
- **TDCC**, feuilles de données dimensionnelles de la commission internationale permanente pour l'épreuve des armes à feu portatives (C.I.P.)

¹ Le terme « test ou essai » va être utilisé par la suite pour simplifier ce texte.

 <p>VPAM Vereinigung der Prüfstellen für angriffs- hemmende Materialien und Konstruktionen</p>	<p>Principes généraux des tests ballistiques sur des produits, des constructions et des matériaux - Prescriptions, niveaux d'essai et méthodes d'essai -</p>	<p>VPAM APR 2006 Version établie le 12/05/2010</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

3 Terminologie

Les termes énoncés ci-après s'appliquent à la mise en œuvre de cette directive générale.

3.1 Termes généraux

3.1.1 *Résistance aux balles*

Elle désigne la résistance balistique qu'un matériau ou une construction oppose à la pénétration d'un projectile (d'une balle) dans des conditions définies.

Un matériau ou une construction sont résistants aux balles ou pare-balles lorsqu'il ou elle offre une résistance définie aux attaques avec certaines types d'armes et de munitions.

3.1.2 *Niveau d'essai*

Désignation de la classification d'une résistance à un certain potentiel d'attaque.

3.1.3 *Classification*

Répartition dans une classe d'après le comportement lors du test de la résistance aux balles dans des conditions définies.

3.1.4 *Nom ou numéro du modèle*

Le nom ou le code attribué une seule fois caractérisant le modèle, le type de construction et les matériaux utilisés d'un produit contrôlé.

3.2 Termes applicables aux éprouvettes

3.2.1 *Face subissant l'impact*

La face de l'éprouvette exposée à l'impact devant être indiquée ou marquée par le fabricant ou le client.

3.2.2 *Échantillon*

Un ou plusieurs éprouvettes nécessaires au test.

3.2.3 Éprouvette

Un objet prévu pour se prêter au test et exécuté conformément à une directive d'essai relative au produit.

Remarque : le modèle, le type de construction et les matériaux utilisés de l'éprouvette doivent coïncider avec les données du fabricant ou du client et être représentatifs du produit. L'éprouvette doit être accompagnée de certificats de réception (par ex. le numéro de lot) ou de la description précise de sa structure, notamment en cas de compositions de matériaux, et des procédés de fabrication et de transformation.

3.3 Termes applicables à la procédure d'essai

3.3.1 Vitesse d'impact

La vitesse du projectile (de la balle) en m/s relevée à une distance max. de 2,5 m avant le point d'impact.

3.3.2 Point d'impact

Le point défini sur l'éprouvette devant être frappé par le projectile (la balle). Il est marqué à l'endroit approprié avant que le tir parte.

3.3.3 Angle d'impact

L'angle entre la direction du projectile (de la balle) et une ligne perpendiculaire (à 90°, équivalent à 0° selon l'OTAN) au plan tangentiel z localisé autour du point d'impact sur la face de l'éprouvette subissant l'impact.

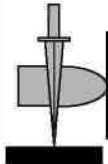
3.3.4 Valeur limite balistique V_{50}

Une vitesse de projectile correspondant à une probabilité de 0,5 (50%) qu'un projectile (une balle) défini pénètre l'éprouvette.

3.3.5 Pénétration

Elle est avérée lorsque

1. le projectile (la balle) ou un fragment de projectile a complètement pénétré l'éprouvette
2. la face arrière de l'éprouvette est pénétrée par des fragments de projectile ou par le projectile (la balle) restant à l'intérieur
3. l'éprouvette présente une ouverture laissant passer la lumière sur sa face arrière, sans mettre en évidence le point n° 1 ni le point n° 2

 <p>VPAM Vereinigung der Prüfstellen für angriffs- hemmende Materialien und Konstruktionen</p>	<p>Principes généraux des tests balistiques sur des produits, des constructions et des matériaux - Prescriptions, niveaux d'essai et méthodes d'essai -</p>	<p>VPAM APR 2006 Version établie le 12/05/2010</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

4. l'indicateur de pénétration éventuellement prescrit est effectivement transpercé.

3.3.6 Indicateur de pénétration / d'éclats

Il est disposé derrière l'éprouvette pendant toute la durée du test en fonction des exigences spécifiques du produit. Il montre la pénétration de l'éprouvette exposée au projectile (à la balle) et/ou aux fragments de projectile ou bien à des éclats de l'éprouvette.

3.3.7 Matière absorbante

Elle est aménagée derrière une éprouvette pendant toute la durée du test en fonction des exigences spécifiques du produit. Le matériau indique la déformation subie par la face arrière de l'éprouvette du fait du projectile (de la balle).

3.3.8 Diamètre de l'empreinte

Le plus grand diamètre de l'empreinte générée dans la matière absorbante lorsque le projectile (la balle) vient percuter l'éprouvette.

3.3.9 Profondeur de l'empreinte

La plus grande profondeur de l'empreinte laissée dans la matière absorbante après que le projectile (la balle) a heurté l'éprouvette. La profondeur est mesurée par rapport à la surface d'origine de la matière absorbante, telle qu'elle existe dans le plan du matériau environnant, non affecté.

3.3.10 Distance de tir

La distance entre la bouche de l'arme et le point d'impact du projectile (de la balle) sur l'éprouvette.

3.3.11 Distance entre les impacts de tir

L'écart entre les centres de deux coups portés sur l'éprouvette.

3.3.12 Distance entre le point d'impact et le bord

L'écart entre le point d'impact et la ligne la plus proche matérialisant le bord de la zone de protection.

3.4 Termes applicables aux balles

3.4.1 *Balles pleines*

Des balles pleines se composent d'un matériau homogène comme le plomb, le laiton, le tombac sans chemise de projectile.

3.4.1.1 *Balle à bout (ou nez) rond en plomb*

Désignation : L/RN = Lead / Round Nose

3.4.1.2 *Balle tronconique en laiton massif*

Désignation : FM/CB = Full Ms / Coned Bullet

3.4.2 *Balles à noyau mou*

Des balles à noyau mou se composent d'un noyau déformable en plomb ou en fer et d'une chemise de projectile.

3.4.2.1 *Balle blindée (chemisée) en métal massif à bout (nez) rond et à noyau mou*

Désignation : FMJ/RN/SC = Full Metal Jacket / Round Nose / Soft Core

3.4.2.2 *Balle blindée en métal massif à bout pointu*

Désignation : FMJ/PB/SC = Full Metal Jacket / Pointed Bullet / Soft Core

3.4.2.3 *Balle blindée en métal massif à pointe conique et à noyau mou*

Désignation : FMJ/CB/SC = Full Metal Jacket / Coned Bullet / Soft Core

3.4.2.4 *Balle blindée en métal massif à bout (nez) plat et à noyau mou*

Désignation : FMJ/FN/SC = Full Metal Jacket / Flat Nose / Soft Core

3.4.2.5 *Balle à noyau en fer (acier non trempé)*

Désignation : FMJ/FeC = Full Metal Jacket / Fe-Core

3.4.2.6 *Pénétrateur en acier (chemise en métal massif / à noyau mou)*

Désignation : FMJ/SCP = Full Metal Jacket / Soft Core Penetrator

3.4.3 Balles à noyau dur

Des balles à noyau dur se composent d'un noyau ou d'un composant de noyau non déformable et d'une chemise de projectile.

3.4.3.1 Balle à noyau dur HC

Désignation : FMJ/HC = Full Metal Jacket / Hard Core (noyau en acier)

3.4.3.2 Balle à noyau dur HC incendiaire

Désignation : FMJ/PB/HCI = Full Metal Jacket / Pointed Bullet / Hard Core (noyau en acier) / Incendiary

3.4.3.3 Balle à noyau dur en carbure de tungstène WC

Désignation : FMJ/WC = Full Metal Jacket / Wolfram-Carbide

4 Conditions d'essai

4.1 Essai avec des types de munition normalisés

Tableau 1 : classification des niveaux d'essai

Niveau d'essai	Type d'arme	Calibre	Munition et projectile			Conditions d'essai	
			Type	Masse [g]	Fabricant/type	Distance de tir [m]	Vitesse de la balle [m/s]
1	K/L	22 Long Rifle	L/RN	2,6 ± 0,1	Winchester	10 + 0.5	360 ± 10
2	K	9 mm Luger ⁵⁾	FMJ/RN/SC, étamé	8,0 ± 0,1	DAG, DM 41	5 + 0.5	360 ± 10
3	K	9 mm Luger ⁵⁾	FMJ/RN/SC, étamé	8,0 ± 0,1	DAG, DM 41	5 + 0.5	415 ± 10
4 ¹⁾	K	357 Magnum	FMJ/CB/SC	10,2 ± 0,1	Geco	5 + 0.5	430 ± 10
		44 Rem. Mag.	FMJ ¹⁾ /FN/SC	15,6 ± 0,1	Speer	5 + 0.5	440 ± 10
5	K	357 Magnum	FMs/CB	7,1 ± 0,1	DAG, spécial	5 + 0.5	580 ± 10
6	L	7,62 x 39	FMJ/PB/FeC	8,0 ± 0,1 noyau 3,6	PS durci à froid	10 + 0.5	720 ± 10
7 ¹⁾	L	223 Rem. ²⁾	FMJ/PB/SCP	4,0 ± 0,1	MEN, SS 109	10 + 0.5	950 ± 10
		308 Win.	FMJ/PB/SC	9,55 ± 0,1	MEN, DM 111	10 + 0.5	830 ± 10
8	L	7,62 x 39	FMJ/PB/HCI	7,7 ± 0,1 noyau 4,1 dureté 65 HRC	BZ	10 + 0.5	740 ± 10
9	L	308 Win. ³⁾	FMJ/PB/HC	9,70 ± 0,2 noyau 4,0 ± 0,1 dureté 62 ± 2 HRC	MEN/CBC, FNB, P 80	10 + 0.5	820 ± 10
10	L	7,62 x 54 R	FMJ/PB/HCI	10,4 ± 0,1 noyau 5,3 dureté 63 HRC	B32	10 + 0.5	860 ± 10
11	L	308 Win. ³⁾	FMJ/PB/WC	8,4 ± 0,1 noyau 5,9	Nammo, AP 8	10 + 0.5	930 ± 10
12	L	308 Win. ³⁾	FMJ/PB/WC	12,7 ± 0,1 noyau 5,58 dureté 1330 HV 10	RUAG, SWISS P AP	10 + 0.5	810 ± 10
13	L	50 Browning	FMJ/PB/HC	45,5 ± 0,5	M2 AP	⁶⁾	860 ± 20
14	L	14,5 x 114 ⁴⁾	FMJ/PB/HCI	63,4 ± 0,5	B32	⁶⁾	911 ± 20

Les longueurs de pas des rayures figurent dans les feuilles de données dimensionnelles (TDCC) de la C.I.P.



Légende des abréviations employées dans le tableau 1

FMJ	Blindage (chemise) massif en acier	C.I.P.	Commission internationale permanente pour l'épreuve des armes à feu portatives
FMJ [*])	Blindage (chemise) massif en cuivre	TDCC	Feuilles de données dimensionnelles de la C.I.P.
CB	Balle à pointe conique	DAG	RUAG Ammotec, Allemagne
RN	Bout (nez) rond	Geco	RUAG Ammotec, Allemagne
PB	Bout (nez) pointu	RUAG	RUAG AG, Suisse
FN	Bout (nez) plat	MEN	Metallwerk Elisenhütte Nassau, Allemagne
L	Plomb massif	Nammo	Nammo AS, Norvège
SC	Noyau mou en plomb	FNB	FN Herstal, Belgique
FeC	Noyau en fer	Speer	Federal Cartridge Company, États-Unis
SCP	Noyau mou en plomb à pénétrateur en acier	1)	Les deux calibres doivent être systématiquement utilisés à ces niveaux
HC	Noyau dur en acier	2)	Longueur de pas des rayures 178 mm \pm 5%
WC	Carbure de tungstène	3)	Longueur de pas des rayures 254 mm \pm 5%
FMs	Laiton massif	4)	Longueur de pas des rayures librement sélectionnable
I	Incendiaire	5)	Canon d'épreuve avec une transition de 7,5 mm
		6)	Distance de tir librement sélectionnable. Des coups au but adéquats doivent être assurés en termes de vitesse, d'oscillations pendulaires et de point d'impact.
		K	Arme à feu courte
		L	Arme à feu longue

Les niveaux d'essai mentionnés de 1 à 14 dans le tableau 1 (au paragraphe 4.1) sont présentés par ordre croissant de leur résistance aux balles. Le niveau d'essai 1 offre ainsi la résistance à la pénétration la plus faible, tandis que le niveau d'essai 14 procurant la résistance la plus élevée. Lorsqu'une éprouvette satisfait un certain niveau de résistance, elle remplit aussi toutes les conditions des niveaux inférieurs.

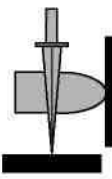
Si des constructions et des véhicules doivent être testés à tous les niveaux d'essai avec une munition à noyau dur ou à noyau de fer, il convient d'en contrôler en plus les fentes, les joints et les chevauchements avec une munition à noyau mou.

Les essais du niveau 6 sont exécutés de surcroît avec le projectile FMJ/PB/SC, 8,0 \pm 0,2 g, v: 740 \pm 10 m/s du calibre 7,62 x 39.

Les essais du niveau 8 sont exécutés de surcroît avec le projectile FMJ/PB/SC, 8,0 \pm 0,2 g, v: 740 \pm 10 m/s du calibre 7,62 x 39.

Les essais du niveau 9 sont exécutés de surcroît avec le projectile du niveau 7 du calibre 308 Win.

Les essais du niveau 10 sont exécutés de surcroît avec le projectile de type D (FMJ/PB/SC), 11,8 \pm 0,2 g, v: 810 \pm 10 m/s du calibre 7,62 x 54R.

 <p>VPAM Vereinigung der Prüfstellen für angriffs- hemmende Materialien und Konstruktionen</p>	<p>Principes généraux des tests balistiques sur des produits, des constructions et des matériaux - Prescriptions, niveaux d'essai et méthodes d'essai -</p>	<p>VPAM APR 2006 Version établie le 12/05/2010</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

5 Équipement de contrôle, de mesure et d'essai

5.1 Montage d'essai

Le montage d'essai est schématisé dans l'annexe 1. Les distances de tir figurent dans le tableau 1 au paragraphe 4.1. Des exigences divergentes ou supplémentaires sont décrites dans les directives et/ou les normes spécifiques du produit.

5.2 Système d'arme

Il faut s'assurer que les paramètres définis dans le tableau 1 au paragraphe 4.1 sont bien remplis avec l'arme et la munition utilisées. Le respect des prescriptions établies (par ex. les points d'impact, les vitesses de balle) peut requérir l'emploi de moyens et de canons particuliers ainsi que d'une munition spécialement chargée.

5.3 Précision des instruments de mesure

La détermination de grandeurs de mesure pertinentes dans le cadre du test doit se dérouler avec les précisions suivantes :


- Dispositif de mesure de la vitesse du projectile : $\leq 1 \%$
- Thermomètre : $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Hygromètre : $\pm 1\%$ d'humidité relative
- Instrument de mesure de longueur : 1% de la valeur mesurée
- Goniomètre : $\pm 0,5^\circ$
- Instrument de pesage : 1‰ de la valeur mesurée

5.4 Indicateur d'éclats

Dans la mesure où aucune stipulation n'est spécifiée dans les directives d'essai spécifiques du produit, il convient d'utiliser comme indicateur d'éclats une feuille d'aluminium épaisse de 0,02 mm et d'une masse surfacique de 54 g/m² conformément au paragraphe 7.1.3 de la norme EN 1063. Celle-ci doit être disposée à une distance de 500 mm \pm 10 mm derrière l'éprouvette, de manière à ce qu'il reste une surface de feuille dégagée d'au moins 440 x 440 mm.

5.5 Indicateur de pénétration


Dans la mesure où aucune stipulation n'est spécifiée dans les directives d'essai spécifiques du produit, il convient d'utiliser comme indicateur de pénétration une tôle d'aluminium épaisse de 0,5 mm (AlCuMg1, F 40). Celle-ci doit être disposée à une distance de 150 mm \pm 5 mm derrière l'éprouvette.

 <p>VPAM Vereinigung der Prüfstellen für angriffs- hemmende Materialien und Konstruktionen</p>	<p>Principes généraux des tests balistiques sur des produits, des constructions et des matériaux - Prescriptions, niveaux d'essai et méthodes d'essai -</p>	<p>VPAM APR 2006 Version établie le 12/05/2010</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

Si un indicateur d'éclats doit être employé en association avec un indicateur de pénétration, il faut placer l'indicateur de pénétration derrière l'indicateur d'éclats à une distance de 150 mm \pm 5 mm.

5.6 Matière absorbante

La matière absorbante, si tant est qu'elle existe, est décrite dans les directives d'essai spécifiques du produit.

	<p align="center">Principes généraux des tests balistiques sur des produits, des constructions et des matériaux - Prescriptions, niveaux d'essai et méthodes d'essai -</p>	<p align="center">VPAM APR 2006 Version établie le 12/05/2010</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

6 Procédures d'essai

6.1 Généralités

Dans la mesure où les méthodes d'essai et les paramètres ne sont pas définis ici, il convient de les puiser dans les directives d'essai spécifiques du produit.

6.2 Paramètres retenus pour l'essai

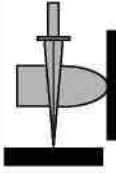
- Vitesse du projectile : d'après le tableau 1 au paragraphe 4.1
- La vitesse balistique de 2,5 m devant le point d'impact correspond à la vitesse de l'impact. Des dispositifs de mesure permettant d'évaluer la vitesse d'impact réelle sont permis.
- Température ambiante : $+20 \pm 3$ °C
- Humidité relative de l'air : 65 ± 10 %
- Température de l'éprouvette : $+20 \pm 3$ °C
- Tolérance admise sur l'emplacement du point d'impact et les distances entre les impacts de tir : ± 10 mm
- Distance de tir : $5 + 0,5$ m ou $10 + 0,5$ m
- Angle d'impact : 90° (0° OTAN) ou, le cas échéant, un autre angle d'impact défini dans les directives d'essai spécifiques du produit
- Schéma et taille de l'éprouvette ainsi que construction et méthodes de fabrication
- Les spécifications du matériau doivent être fournies et, si tant est que les directives d'essai spécifiques du produit l'exigent, justifiées par le demandeur ; il en va ainsi de l'analyse de coulée d'après la norme EN 10204 - 3.1B ainsi que de l'identification afférente dans le cas d'aciers

6.3 Répétition de l'essai

Si les résultats n'autorisent aucune évaluation explicite, le centre de contrôle peut réitérer le test sur un point analogue. Cet emplacement ne doit pas être influencé par l'impact du tir précédent.

Si la vitesse d'impact se situe isolément en dehors de la plage de tolérance, le tir ne doit être alors répété que dans les cas suivants :

- Si aucune pénétration n'a eu lieu à une vitesse d'impact trop faible
- Si une pénétration s'est produite à une vitesse d'impact trop grande.

 <p>VPAM Vereinigung der Prüfstellen für angriffs- hemmende Materialien und Konstruktionen</p>	<p>Principes généraux des tests ballistiques sur des produits, des constructions et des matériaux - Prescriptions, niveaux d'essai et méthodes d'essai -</p>	<p>VPAM APR 2006 Version établie le 12/05/2010</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

6.4 Détermination de la valeur limite balistique V_{50}

6.4.1 Procédures d'essai

La vitesse du projectile (de la balle) doit être déterminée comme la vitesse d'impact conformément au paragraphe 3.3.1.

Il convient de choisir les coups portés sur l'éprouvette de manière à ce qu'il n'y ait aucun dommage préalable, induit dans la zone du point d'impact par des tirs précédents risquant influencer le résultat.

Si l'éprouvette est trop endommagée par les coups déjà portés, il faut poursuivre le test en utilisant une autre éprouvette.

Les essais doivent être accomplis avec un angle d'impact de $90^\circ \pm 2^\circ$ ($0^\circ \pm 2^\circ$ OTAN) et avec la configuration établie selon l'annexe 1.

Si de la pâte à modeler (plastiline ou plasticine) est employée comme matière absorbante, il convient d'en égaliser la surface après chaque tir en la rectifiant à l'aide d'une lame et de lisser l'éprouvette bridée.

Les consignes s'appliquant aux balles à utiliser, à la distance de tir et aux longueurs de pas des rayures doivent être respectées d'après le tableau 1 figurant au paragraphe 4.1.

Si les vitesses de projectile ne peuvent être atteintes avec le canon d'épreuve destiné au niveau d'essai, des chambres à cartouches plus grandes présentant des dimensions bien définies (cône de transition et longueur) peuvent être employées. Il convient de veiller alors à éviter au maximum dans la mesure du possible toute déformation des balles causée par l'usage de poudre progressive.

6.4.2 Méthode d'après la norme de test STANAG 2920

Si la méthode d'après la norme STANAG 2920 est sollicitée pour déterminer la valeur V_{50} , il faut alors y procéder en se référant à la version la plus récente.

Cette méthode ne saurait toutefois permettre de mesurer la dispersion (variance) servant à déterminer n'importe quelle probabilité de pénétration.

6.4.3 Méthode selon VPAM-KNB

La méthode VPAM-KNB offre l'avantage que chaque tir d'essai peut être analysé indépendamment de la plage de vitesses de tir et qu'il en résulte une valeur estimée de l'écart-type en plus de la valeur (moyenne) V_{50} . Il est alors admis que la probabilité de pénétration constitue une fonction normale, continue de la vitesse d'impact. Hormis la valeur limite V_{50} , d'autres seuils de sécurité (par ex. V_{95}) peuvent être également indiqués de la sorte.

Vu que les échantillons comportent constamment un nombre fini d'événements, la fonction de probabilité doit être remplacée par la fréquence relative. Les fréquences



relatives de variables aléatoires continues ne peuvent être néanmoins estimées que si les vitesses sont réparties par classes d'une certaine amplitude (par ex. 5 ou 10 m/s). La modification de la fréquence de classe relative f_k et du centre v_k^* d'une classe donnée k se traduit par l'obtention des valeurs suivantes :

$$V_{s0} = \sum v_k \cdot f_k \quad \text{Moyenne } V_{s0}$$

$$s^2 = \sum (v_k - V_{s0})^2 \cdot f_k \quad \text{Écart-type}$$

$$f_k = \Delta F_k = F_{k+1} - F_k \quad \text{Changement de la fréquence de classe relative}$$

$$v_k = \frac{1}{2} \cdot (v_{k+1}^* + v_k^*) \quad \text{Vitesse associée à la classe afférente}$$

À l'issue de l'exécution d'un test dans la pratique, trois secteurs peuvent être identifiés à l'intérieur des classes (F_k désignant la fréquence de pénétration relative) :

- *Secteur 1* : les tirs stoppés uniquement ($F_k = 0$)
- *Secteur 2* : tant les tirs pénétrants que les tirs stoppés ($0 \leq F_k \leq 1$)
- *Secteur 3* : les tirs pénétrants uniquement ($F_k = 1$).

Les conditions suivantes doivent être observées en vue d'une analyse correcte :

- Le nombre de tirs doit s'élever à 16 au minimum (de préférence de 20 à 30)
- Chaque secteur doit contenir au moins 2 tirs.

En d'autres termes, le tir présentant la plus petite vitesse ne doit pas être un tir pénétrant, tandis que le tir effectué à la vitesse la plus élevée doit être un tir pénétrant. Cette condition est corrélée à la forme élémentaire de la fonction de probabilité de pénétration tendant vers 0 pour les valeurs moindres et vers 1 pour les valeurs supérieures.

Si la section moyenne est vide, la dispersion (variance) ne peut être déterminée, étant donné que $s = 0$ dans ce cas.

- Il ne doit pas y avoir plus d'une classe de vitesse vide entre deux secteurs voisins.

Un faible nombre de tirs (< 100) aboutissant systématiquement à un trop petit écart-type d'après les formules susmentionnées, une correction dépendant du nombre de tirs s'avère donc nécessaire :

$$s_{\text{korr}} = s \cdot [1.71 - 0.151 \cdot \ln(n)]$$

où n représente le nombre de tirs et \ln le logarithme naturel. Un formulaire servant à calculer la valeur V_{50} et l'écart-type s_{corr} figure dans l'annexe 2. Les résultats (pénétration « DS » ou aucune pénétration « KD ») doivent être reportés dans les colonnes correspondantes.

L'analyse se déroule d'après les formules susmentionnées.

D'autres seuils de sécurité que 50% peuvent être également déterminés. Il convient alors d'appliquer la relation ci-après (k_p selon le tableau 2) :

$$v_p = V_{50} + k_p \cdot s_{\text{corr}}$$

Tableau 2 : coefficients applicables aux seuils de sécurité

p [%]	k_p
75	0,674
90	1,282
95	1,645
99	2,326
99,5	2,576
99,9	

6.5 Analyse statistique des risques

Si la vitesse de pénétration moyenne (V_{50}) et l'écart-type correspondant s sont déterminés d'après le paragraphe 6.4.3 en vue d'une protection balistique, des analyses de risques peuvent être alors réalisées à l'aide de méthodes statistiques.

6.5.1 Détermination de la vitesse limite pour une probabilité de pénétration donnée

Dans le cas d'une probabilité de pénétration prédéfinie p , la vitesse limite afférente v_p de la protection balistique est évaluée avec la relation établie ci-après, ce qui permet de comparer directement cette vitesse limite avec la vitesse d'attaque maximale n , prédéterminée par l'utilisateur :

$$v_p = V_{50} + \alpha_p \cdot s_{\text{corr}} \text{ [m/s]}$$

Les valeurs du nombre α_p sont réunies dans le tableau 3 en fonction de la probabilité de pénétration. Elles proviennent de la distribution normale standardisée.

Tableau 3 : nombres servant à calculer la vitesse limite pour une probabilité de pénétration donnée

p	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	0,01	0,02	0,05	0,1
α_p	-4,753	-4,265	-3,719	-3,090	-2,326	-2,054	-1,645	-1,282

Exemple :

$$V_{50} = 465 \text{ m/s}$$

$$S_{\text{corr}} = 12,5 \text{ m/s}$$

La formule $V_p = V_{50} + \alpha_p \cdot S_{\text{corr}}$ donne comme vitesse limite pour la probabilité de pénétration $p = 10^{-3}$ (1 pénétration pour 1000 tirs) :

$$V_p = 465 - 3,090 \cdot 12,5 = 426,4 \text{ m/s}$$

6.5.2 Détermination de la probabilité de pénétration pour une vitesse d'impact donnée

La détermination de la probabilité de pénétration p_v à une vitesse d'impact maximale prédéfinie v_p permet d'apprécier le risque résiduel.

Connaissant la valeur V_{50} et l'écart-type S_{corr} , il est possible de calculer la probabilité de pénétration pour la vitesse d'attaque V_p comme suit :

Détermination de la valeur α_p avec :

$$\alpha_p = \frac{v_p - V_{50}}{S_{\text{corr}}} \quad [-]$$

Disposant de α_p , il est possible de calculer la probabilité p_v recherchée en appliquant la formule suivante :

$$p_v = P(\alpha_p) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \int_{-\infty}^{\alpha_p} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad [-]$$

Ou à l'aide du tableau suivant :

Tableau 4 : probabilité de pénétration $p_v = P(v_p)$ en fonction de α_p

	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-5	2,87e-07	1,70 e-07	9,98e-08	5,80e-08	3,34e-08	1,90e-08	1,07e-08	6,01e-09	3,33e-09	1,82e-09
-4	3,17e-05	2,07e-05	1,34e-05	8,55e-06	5,42e-06	3,40e-06	2,11e-06	1,30e-06	7,94e-07	4,80e-07
3	1,35e-03	9,68e-04	6,87e-04	4,83e-04	3,37e-04	2,33e-04	1,59e-04	1,08e-04	7,24e-05	4,1e-05
-2	2,28e-02	1,79e-02	1,39e-02	1,07e-02	8,20e-03	6,21e-03	4,66e-03	3,47e-03	2,56e-03	1,87e-03
-1	1,59e-01	1,36e-01	1,15e-01	9,68e-02	8,08e-02	6,68e-02	5,48e-02	4,46e-02	3,59e-02	2,87e-02
-0	5,00e-01	4,60e-01	4,21e-01	3,82e-01	3,45e-01	3,09e-01	2,74e-01	2,42e-01	2,12e-01	1,84e-01
0	5,00e-01	5,40e-01	5,79e-01	6,18e-01	6,55e-01	6,91e-01	7,26e-01	7,58e-01	7,88e-01	8,16e-01
1	8,41e-01	8,64e-01	8,85e-01	9,03e-01	9,19e-01	9,33e-01	9,45e-01	9,55e-01	9,64e-01	9,71e-01
2	9,77e-01	9,82e-01	9,86e-01	9,89e-01	9,92e-01	9,94e-01	9,95e-01	9,97e-01	9,97e-01	9,98e-01
3	9,99e-01	9,99e-01	9,999-01	1,00e+00	1,00e+00	1,00e+00	1,00e+00	1,00e+00	1,00e+00	1,00e+00

Exemple :

$$V_{50} = 465 \text{ m/s}$$

$$S_{\text{corr}} = 12.5 \text{ m/s}$$

La formule $\alpha_p = \frac{v_p - V_{50}}{S_{\text{corr}}}$ appliquée à une vitesse d'impact de 420 m/s donne :

$$\alpha_p = -3,6$$

Pour une vitesse de 420 m/s, le tableau 4 permet de déduire la valeur de la probabilité de pénétration : $1,59 \times 10^{-4}$

Il faut s'attendre en moyenne à env. 1,6 pénétration pour 10 000 tirs.

6.6 Matériaux de référence (mesure de l'énergie résiduelle)

Pour déterminer l'énergie résiduelle, transmise au corps se trouvant derrière une protection balistique en cas de non-pénétration, des matériaux plastiquement déformables (pâte à modeler) sont utilisés, dans lesquels le volume de l'empreinte formée lors de l'impact est proportionnel à l'énergie déployée.

Il est possible d'évaluer approximativement l'énergie résiduelle, propagée derrière une protection balistique, en déterminant ce volume. Le facteur de proportionnalité existant entre le volume et l'énergie est établi simultanément par l'évaluation de la plasticité de la pâte à modeler au moyen de la méthode reposant sur la chute d'une bille.

Procédure

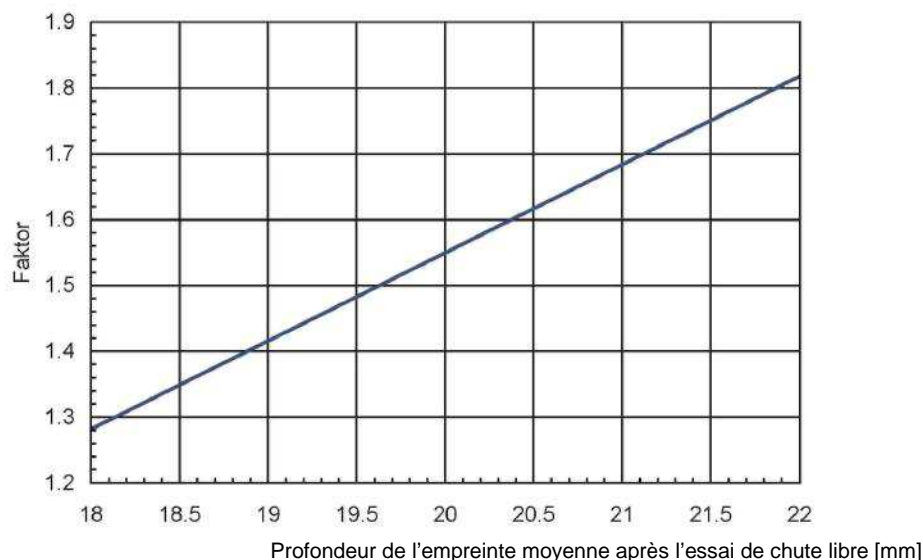
Lors du calibrage de la pâte à modeler, les profondeurs des creux (empreintes) des cinq essais de choc vertical en chute libre sont calculées en moyenne. Cette valeur moyenne d_m pouvant atteindre 20 ± 2 sert à déterminer le volume maximal admissible V_{per} de l'empreinte formée à l'aide de la formule suivante :

$$V_{per} = F \cdot E_{per} = (0,114 \cdot d_m - 1,13) \cdot E_{per} \text{ (} d_m \text{ en mm) [cm}^3\text{]}$$

Exemple : si une valeur de 70 J s'applique à l'énergie permise, transmise au corps, et qu'une profondeur d'empreinte moyenne de 20,5 mm a été relevée lors de la mesure de plasticité, il s'ensuit le volume maximal admissible de l'empreinte formée derrière la protection balistique (arrondie au nombre entier immédiatement supérieur en cm^3) :

$$V_{per} \quad (0,134 \cdot 20,5 - 1,13) \cdot 70 \quad 1,62 \cdot 70 \quad 113,4 \text{ cm}^3$$

Au lieu de la formule, il est aussi possible d'utiliser le graphique suivant pour évaluer le facteur F :



Après l'impact du tir, les bourrelets engendrés autour de l'empreinte doivent être enlevés pour aplanir la surface. Le creux est alors rempli d'eau, puis le volume ainsi comblé est mesuré et comparé avec la valeur permise, déterminée selon la procédure susmentionnée.



7 Évaluation et documentation de l'essai

7.1 Évaluation de l'essai

Un test accompli d'après cette directive est considéré comme étant concluant, si les exigences énoncées dans le paragraphe 4.1 sont remplies.

L'essai de résistance aux balles est considéré comme ayant échoué, s'il existe une pénétration concordant avec la définition figurant au paragraphe 3.3.5.

Selon le résultat enregistré, les définitions et/ou les abréviations suivantes doivent être employées dans le rapport d'essai :

oM	=	ohne Merkmal = sans caractéristique
BmRmL	=	Beule mit Riss mit Lichtdurchlass (Durchschuss, wenn Splitter im Plastilin) = bosse avec fissure laissant passer la lumière (pénétration en présence d'éclats dans la pâte à modeler)
BmRoL	=	Beule mit Riss ohne Lichtdurchlass (Kein Durchschuss) = bosse avec fissure ne laissant passer la lumière (aucune pénétration)
BoR	=	Beule ohne Riss (Kein Durchschuss) = bosse sans fissure (aucune pénétration)
Ds	=	Durchschuss = pénétration
Ss	=	Steckschuss = tir stoppé dans l'éprouvette
Apr	=	Abpraller an der Oberfläche = ricochet à la surface
GaO	=	Geschossaustritt aus der Oberfläche = balle sortie de l'éprouvette en surface
GaS	=	Geschossaustritt an der Seite = balle sortie par un côté de l'éprouvette
NS	=	Keine Absplitterungen (No-Splinters) = aucun éclat
S	=	Absplitterungen (Splinter) = éclats
KD	=	Kein Durchschuss = aucune pénétration

7.2 Rapport d'essai

Le test et ses résultats doivent être documentés dans le rapport d'essai qui doit ainsi contenir au moins les données et les informations suivantes :

- Nom et adresse du centre de contrôle
- Nom et adresse du client
- Fabricant et lieu de fabrication de l'éprouvette
- Nom commercial et/ou désignation du type de l'éprouvette
- Numéro et date du rapport d'essai
- Date de la réception de l'éprouvette
- Date du test
- Schéma, taille et nombre d'éprouvettes ainsi que d'autres indications significatives (par ex. poids surfacique, épaisseur de l'éprouvette)
- Données relatives au matériau, consignes de mise en œuvre et numéro de lot
- Mention des exigences d'essai
- Mention des spécifications d'essai

- Écarts et restrictions par rapport aux exigences d'essai et aux spécifications d'essai
- Indication des incertitudes de mesure (si besoin est) et des erreurs constatées
- Mesures, analyses, résultats obtenus par déduction, le cas échéant, tableaux, graphiques, schémas et/ou photos
- Constats portant sur la pénétration et/ou d'autres détériorations
- Observations et constatations particulières, faites durant l'essai
- Remarque que les résultats de l'essai se réfèrent exclusivement à l'éprouvette
- Indication d'un certificat ou d'une attestation d'essai éventuellement établis
- Stipulation que le rapport d'essai ne doit pas être reproduit sous la forme d'extraits sans l'autorisation du centre de contrôle
- Nom et signature du responsable de l'essai.


7.3 Certificat d'essai / attestation d'essai

Si les résultats du test sont positifs, un certificat d'essai est dressé. Seuls les membres de la VPAM sont habilités à établir un certificat d'essai selon les termes de la présente directive.

Le certificat d'essai doit faire état du niveau d'essai conformément à cette directive et des diverses exigences en dépassant le cadre. Si le test n'est pas réussi, il ne donne lieu à aucun certificat d'essai. Le client reçoit un rapport d'essai.

Si le test est exécuté avec un type de munition non répertorié dans le tableau 1 (paragraphe 4.1) de cette directive à la demande du client, ce dernier reçoit un rapport d'essai et une attestation d'essai à l'issue du test probant. Il doit clairement ressortir du certificat d'essai / de l'attestation d'essai qu'il/elle ne s'applique qu'à l'échantillon contrôlé. Il/elle doit contenir au moins les données suivantes :

- Nom et adresse du centre de contrôle
- Nom et adresse du client
- Fabricant et lieu de fabrication de l'éprouvette
- Objet et désignation du type de l'éprouvette
- Mention des prescriptions d'essai
- Classification d'après le tableau 1 (paragraphe 4.1)
- Numéro et date de publication du certificat d'essai / de l'attestation d'essai
- Numéro du rapport d'essai
- Date et lieu de l'essai

	<p align="center">Principes généraux des tests balistiques sur des produits, des constructions et des matériaux - Prescriptions, niveaux d'essai et méthodes d'essai -</p>	<p align="center">VPAM APR 2006 Version établie le 12/05/2010</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

- Indication de la validité et de la diffusion du certificat d'essai / de l'attestation d'essai.

7.4 Validité du certificat d'essai / de l'attestation d'essai

Le certificat d'essai / l'attestation d'essai n'est valable qu'à partir du moment où des produits fabriqués par la suite sont identiques à l'échantillon testé.

La validité cesse lorsque

- des transformations ou des modifications ont été apportées au processus de fabrication, aux matériaux ou, le cas échéant, au système de gestion de la qualité pouvant influencer sur la conformité du produit ou bien
- lorsqu'un contrôle ultérieur aboutit à un résultat négatif.

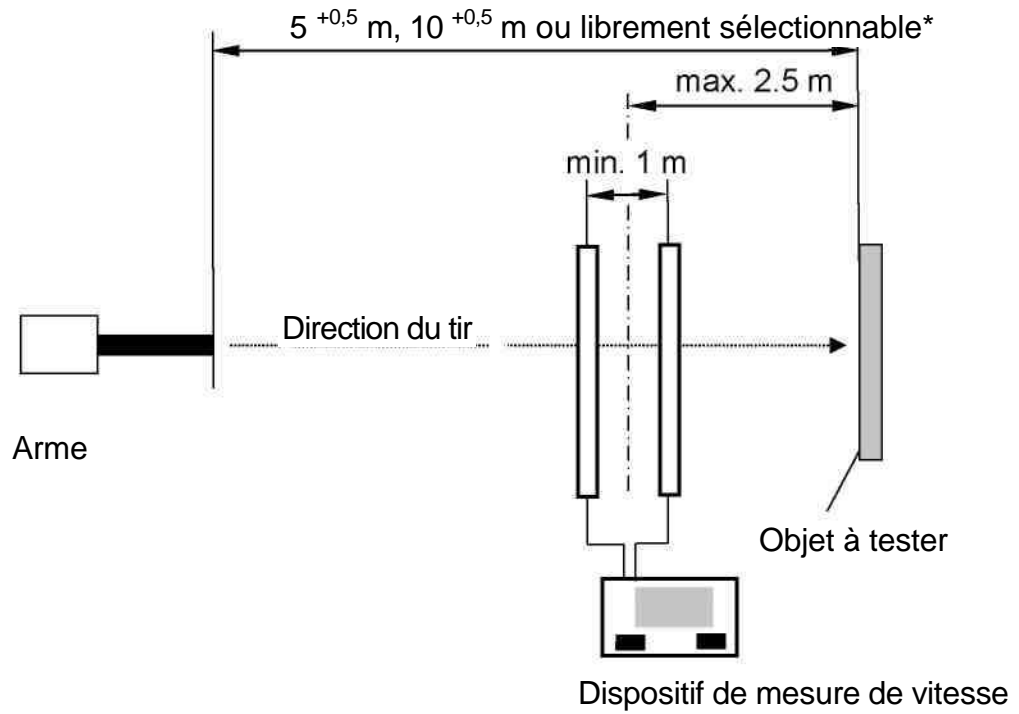
7.5 Traçabilité des résultats

Le client doit assurer lui-même le rangement des échantillons servant à prouver la traçabilité des résultats d'essai.

7.6 Données relatives aux matériaux et à leur transformation

Les spécifications afférentes au matériau, à la construction et au procédé de fabrication, ainsi que l'analyse de coulée d'après la norme EN 10204 dans le cas de métaux, doivent être déposées auprès du centre de contrôle.

Annexe 1: montage d'essai



La distance de tir peut être adaptée en fonction des niveaux d'essai de 1 à 12, si tant est que ce soit nécessaire eu égard à la vitesse, aux oscillations pendulaires et au point d'impact.

Annexe 2 : formulaire pour déterminer la valeur V_{50} et l'écart-type s

**Vitesse de pénétration de matériaux de protection
Détermination de la moyenne et de l'écart-type**

Objet à tester :

Date :

Seuil de l'essai : 0,01%

Vitesse limite : 450 m/s

Largeur de classe : 5 m/s

vu [m/s]	vo [m/s]	KD	DS	Fk	fk = AFk	vk [m/s]	v50 [m/s]	s [m/s]
450	455	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
455	460	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
460	465	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
465	470	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
470	475	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
475	480	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
480	485	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
485	490	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
490	495	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
495	500	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
500	505	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
505	510	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
510	515	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
515	520	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
520	525	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
525	530	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
530	535	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
535	540	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
540	545	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
545	550	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
550	555	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
555	560	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
560	565	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
565	570	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
570	575	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
575	580	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
580	585	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
585	590	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
590	595	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
595	600	0	0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00
Total		0	0				0,0	0,00

Vitesse de pénétration moyenne (v_{50}) :

0,0 m/s

Écart-type (s_{corr}) :

0,0 m/s

0,0100% - vitesse limite :

0,0 m/s

Probabilité de pénétration entre

0

0 m/s

0,0E+00