

TESTS.

UNE APPROCHE FONDÉE SUR LES
MEILLEURES PRATIQUES



SHIBATA**FENDER**TEAM

► on the safe side

Sommaire.

Dossiers Techniques de SFT.....	02
Dossiers Techniques de SFT – #4	03
A. Aperçu des différentes méthodes de test.....	04
Tests fondamentaux	04
Tests de durabilité	04
Tests d'homologation de type.....	05
Tests de vérification	05
B. Tests de vérification – Les détails.....	06
Tests des matériaux	06
Traçabilité	07
Tests de performance	08
Vérification des dimensions	11
Contrôle visuel	11
Guide des meilleures pratiques de SFT pour les questions fréquemment posées.....	11
C. Informations supplémentaires – Défenses en mousse, défenses pneumatiques et boucliers en acier	12
Conclusion.....	14
Le Groupe ShibataFenderTeam	14

Résumé.

La quatrième et dernière partie de la série de Dossiers Techniques de SFT fait suite aux trois parties précédentes, #1 à 3, qui présentaient des illustrations détaillées de la composition, du mélange, de la fabrication et du durcissement. Le Dossier Technique #4 de SFT complète la série avec un examen approfondi des méthodes de test des systèmes de défense, des approches fondées sur les meilleures pratiques permettant de vérifier les propriétés requises en matière de performance et la durabilité d'une défense commerciale. Le dossier souligne l'importance des tests en expliquant de manière transparente la façon d'interpréter les résultats des différents tests. Il peut servir de guide pratique destiné aux clients sur l'approche idéale du programme complexe des tests de défenses, en se basant sur le point de vue d'un fabricant expérimenté.

L'aperçu des quatre méthodes de test – tests fondamentaux, de durabilité, d'homologation de type et de vérification – présente des informations précieuses sur les pratiques actuelles de l'industrie et les connaissances essentielles sur les tests de défenses en général.

Le dossier porte principalement sur les tests de vérification, car il s'agit du domaine de test le plus pertinent pour garantir au client que la défense finale a été fabriquée conformément au produit commandé. Les cinq différentes parties des tests de vérification (tests de matériaux, traçabilité, tests de performance, vérification des dimensions et contrôle visuel) sont expliquées, y compris les facteurs les plus importants à prendre en compte pour les tests de performance. Reflétant les exigences de l'industrie, des informations pratiques sur les questions les plus fréquentes et les plus importantes concernant les facteurs de correction, la manière de corriger les déviations et l'obtention des résultats des tests ont été incluses dans une section Questions et Réponses.

En outre, le dossier #4 traite des éléments essentiels des défenses pneumatiques, des défenses en mousse et des boucliers en acier pour une couverture du sujet à 360 degrés.



Série de Dossiers Techniques SFT:
#1 Composition | #2 Mélange | #3 Durcissement | #4 Tests

Dossiers Techniques de SFT.

Les défenses étant conçues pour créer un environnement sûr pour les navires, les passagers et les infrastructures portuaires, la sécurité, la fiabilité et la durabilité sont extrêmement importantes pendant la durée de vie d'une défense et au-delà. **La qualité d'une défense se mesure exclusivement par ses propriétés physiques et ses performances dans son domaine d'application spécifique.** Chaque projet de défense est unique et constitue une solution sur mesure adaptée à chaque cas et scénario. **Les Dossiers Techniques visent à partager avec l'industrie les connaissances et l'expertise approfondies de SFT et à examiner de près ce qui fait précisément une défense de qualité - des matériaux bruts et des processus de production aux tests.**

Avec la série de dossiers techniques de SFT ([Composition](#), [Une route sinueuse](#), [Mélange](#), [Processus étape par étape](#), [Fabrication](#) et [durcissement](#), [Perfection avancée](#)), des méthodes de fabrication pertinentes ont été décrites et il a été démontré qu'il n'existe aucune ligne directrice ou norme spécifiant la composition chimique du caoutchouc ou de dispositions contraignantes concernant les processus de mélange et de fabrication. **Les directives et lignes directrices internationales telles que AIPCN2002, ASTM D2000, EAU 2004, ROM 2.0-11 (2012) ou BS6349 (2014) garantissent toutefois que les défenses se comportent comme prévu lorsqu'elles sont installées au poste d'accostage et définissent les qualités physiques indispensables des défenses**



Série de Dossiers Techniques SFT:
#1 Composition des ingrédients | #2 Mélange | #3 Durcissement | #4 Tests

en caoutchouc. C'est pourquoi les résultats des différentes méthodes de test sont si importants: ils constituent la preuve finale et essentielle qu'une défense possède les propriétés physiques requises et que c'est un produit de grande qualité, prêt à relever tous les défis d'accostage qu'il peut rencontrer. Le Dossier Technique sur les tests des défenses conclut la série de quatre Dossiers Techniques de SFT comme l'une des étapes les plus critiques de la fabrication des défenses.

En tant que fabricant expérimenté, le groupe SFT considère que l'une de ses principales responsabilités est de contribuer à l'établissement de normes de qualité élevées dans l'industrie, grâce à son ferme engagement en faveur d'une conception et d'une fabrication holistiques des défenses.

Dossiers Techniques de SFT – #4.

Les caractéristiques d'un composé en caoutchouc et son comportement pendant le processus de mélange, de fabrication et de durcissement sont complexes. Comme nous l'avons appris dans les précédents Dossiers Techniques de SFT, les propriétés physiques requises par une défense peuvent varier en fonction du projet, c'est pourquoi elles sont fabriquées spécifiquement pour chaque mission. **Le Dossier Technique #4 fournit des conseils et des exemples de meilleures pratiques concernant les différentes méthodes d'essai et la façon dont elles sont mises en œuvre.** Il est divisé en trois sections: un aperçu des différentes méthodes de test (section A), une attention particulière aux tests de vérification (section B) et des informations complémentaires concernant les défenses pneumatiques, les défenses en mousse et les boucliers en acier (section C). Le dossier donne la priorité aux tests de vérification avec des conseils pratiques sur ce qu'il faut prendre en compte du point de vue du client et un guide sur les questions fréquentes concernant les facteurs de correction, les déviations et la façon de relever certains défis susceptibles de survenir au cours du processus de tests.

Le document contient des informations essentielles sur la pratique des tests de défense selon les lignes directrices et normes internationales actuelles et démontre l'approche de tests recommandée du point de vue d'un fabricant de défense digne de confiance, fiable et expérimenté.

A. Aperçu des différentes méthodes de test.

Il existe un certain nombre de méthodes de test différentes à des fins de test différentes, par exemple pour obtenir une homologation de type pour une défense, pour établir des valeurs standard mentionnées dans le catalogue, pour tester la durabilité, les propriétés physiques ou les performances. **Les différentes méthodes reposent sur des normes internationales et des recommandations largement reconnues. Certains tests sont effectués avant la commande du client, par exemple pendant la phase de développement de la défense.** Les tests de vérification permettent au client d'examiner la défense finale et de vérifier qu'il reçoit exactement ce qu'il a commandé. Quatre méthodes de test différentes sont présentées ci-dessous.

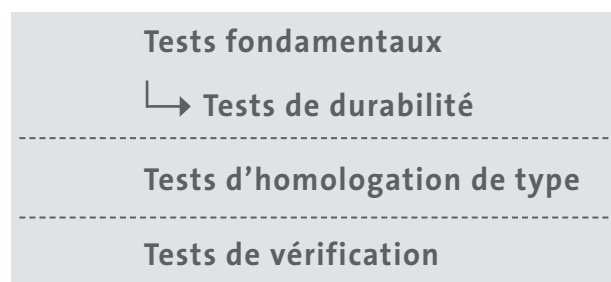


Figure 1: Aperçu des différentes méthodes de tests

Tests fondamentaux

Les tests fondamentaux sont réalisés à l'aide d'un modèle réduit afin d'établir les données de performance du catalogue et de déterminer les facteurs de correction qui constituent les données fondamentales pour l'homologation de type d'un produit. Comme ces essais sont conçus pour tester, au minimum, les types de conditions et de situations définis dans les recommandations de l'industrie, **les tests fondamentaux ne peuvent pas être réalisés pour chaque projet de défense en raison du temps et du coût élevés qu'ils impliquent.** Les tests fondamentaux sont principalement appliqués au développement des défenses pour obtenir des données techniques générales ou une spécification unique des valeurs du catalogue. Les données publiées sur les tests fondamentaux comprennent les performances standard, les facteurs de correction (par exemple, la température, la vitesse, l'angle) et les résultats des tests, tandis que les résultats de la recherche et du développement technologique sont utilisés exclusivement par le fabricant pour améliorer le produit et restent confidentiels.

Tests de durabilité

Le test de durabilité, qui fait partie des essais fondamentaux, est effectué une seule fois par type de défense sur une défense dont la taille n'est pas inférieure à celle de la plus petite défense commercialisée du même modèle. **La procédure de test impose à la défense une fatigue à long terme sur une courte période et évalue sa durabilité. L'échantillon de défense stabilisé en température est exposé à une compression répétitive jusqu'à sa déflexion nominale, ce qui représente 3,000 cycles de compression ou plus à une durée maximale de 150 secondes par cycle, conformément à l'accord entre le fabricant et le client ou à la ligne directrice applicable.** Les tests de durabilité ne peuvent généralement pas être effectués sur des défenses grandeur nature. Les critères de réussite/échec fixés pour les tests de durabilité exigent que les défenses testées ne présentent pas de craquelures visibles à l'œil nu. **Tant que le type de défense ou la méthode de production n'a pas changé, il n'est pas nécessaire d'effectuer un nouveau test pour chaque nouveau projet.**

Il est également recommandé d'effectuer un test de compression et de cisaillement combiné au lieu du test de compression simple. Ce test combine la déflexion en cisaillement à la déflexion axiale. Chez SFT, l'équipement combiné de test de cisaillement et de compression permet de tester presque toutes les tailles de défense, mais le nombre de cycles de compression est intrinsèquement limité pour les défenses de plus grandes dimensions. Pour les modèles réduits, 25,000 cycles d'essai et plus sont possibles et ont déjà été testés avec succès dans le cadre d'un audit externe à plein temps. **En général, le coût des tests de durabilité ne doit pas être sous-estimé, car certains protocoles de test peuvent entraîner des dizaines de milliers de dollars de coûts supplémentaires.** Avant que ce test ne soit exigé dans les spécifications, le client doit consulter le fabricant pour obtenir des précisions et des tarifs afin de dégager le budget nécessaire à cet effet.



Test de cisaillement et de compression

Tests d'homologation de type

Afin d'obtenir une homologation de produit ou un certificat d'examen de type pour une défense, il est nécessaire qu'une tierce partie accréditée atteste et vérifie les tests respectifs. **La portée minimale des tests comprend les performances standard, la durabilité, les facteurs de correction et les propriétés physiques telles que publiées dans le catalogue.** L'homologation de type d'un produit est généralement valable cinq ans et doit être renouvelée après la période de validité. **Il faut noter que seuls les certificats qui ont été téléchargés sur le site web de l'organisme certificateur sont authentiques et valides.** Tout au long du cycle de validité, des évaluations périodiques doivent être effectuées pour revoir constamment les processus de fabrication.



Exemples de certificats d'examen de type de produit de SFT - pour vérification, veuillez consulter: <https://approvalfinder.dnvgl.com>

Tests de vérification

Les tests des défenses finales et des matériaux utilisés servent à démontrer les performances et la qualité des matériaux du produit. Les tests sont effectués sur les matériaux et les défenses réels qui sont produits pour un projet. **Une fois que les paramètres et les exigences spécifiques d'un projet ont été déterminés, il incombe au fabricant de s'assurer que les défenses finales et les matériaux utilisés sont conformes aux exigences du projet individuel du client.** Les essais de vérification permettent de s'assurer que les défenses finales ont été produites conformément aux spécifications des projets respectifs et/ou aux valeurs du catalogue.

Les tests de vérification comprennent les tests de matériaux, la traçabilité, les tests de performance, la vérification des dimensions et le contrôle visuel, qui sont traités plus en détail dans la section B du présent dossier. **Les tests des matériaux sont effectués sur les matériaux réels utilisés pour la production de la défense, tandis que les autres procédures de test sont effectuées sur la défense finale qui a été produite pour le projet. En revanche, les tests fondamentaux ou de durabilité sont généralement effectués sur un modèle réduit.**

METHODE DE TEST	DEFINITION/ OBJECTIF	TYPE DE TEST	METHODE DE DIVULGATION	PROFESSIONNEL
TESTS FONDAMENTAUX	Déterminer des données techniques générales et établir des facteurs de correction	Compression en tenant compte de différentes contraintes, matériaux, durabilité, performance, etc.	Informations fournies par le fabricant, catalogues, site web	Fabricant et/ou tierce partie
TESTS DE DURABILITE	Évaluer la durabilité	Compression répétitive jusqu'à la déflexion nominale		
TESTS D'HOMO- LOGATION DE TYPE	Obtenir le certificat d'homologation	Performances standards, durabilité, facteurs de correction, propriétés physiques	Documents de certification émis par des tiers	Attesté et vérifié par une tierce partie
TESTS DE VERIFICATION	Vérifier que les défenses ont été produites conformément aux spécifications du projet ou aux valeurs du catalogue	Tests de matériaux et de performances, traçabilité, vérification des dimensions et contrôle visuel	Rapport de test du fabricant et/ou d'une tierce partie	Fabricant et/ou tierce partie

Tableau 1 : Comparaison de différentes méthodes de test

B. Tests de vérification – Les détails.

Les tests de vérification constituent la méthode permettant de déterminer que les clients reçoivent exactement ce qu'ils ont commandé. **Cette procédure de test est de la plus haute importance pour le client car elle confirme la qualité du produit avant qu'il ne soit expédié et installé au poste d'accostage.**

Il est important que le cahier des charges du projet comporte déjà les exigences du client en matière de tests et les paramètres importants liés au projet, notamment pour pouvoir budgétiser le coût des tests en amont. Il est essentiel de savoir que les exigences particulières en matière de tests ont un certain coût et il est conseillé de prévoir le budget des tests à l'avance. **Le fait d'exiger des tests au-delà des normes industrielles pèse sur le budget global du projet et dépend de la taille et de l'importance du projet** Si le client, par exemple, n'achète que deux défenses qui serviront de pièces de rechange, il ne serait pas justifié d'exiger des tests complets qui entraîneraient des dizaines de milliers de dollars de frais. Un autre facteur important est le délai de livraison: si le calendrier du projet est serré, toutes les défenses ne peuvent pas faire l'objet de tests complets, car les exigences particulières en matière de tests, et notamment les tests par des tiers, peuvent dépasser ce calendrier. **Un cahier des charges détaillé est essentiel et il est fortement recommandé de consulter un fabricant de défenses fiable et reconnu pour obtenir de l'aide et des conseils sur toutes les exigences liées au projet.**

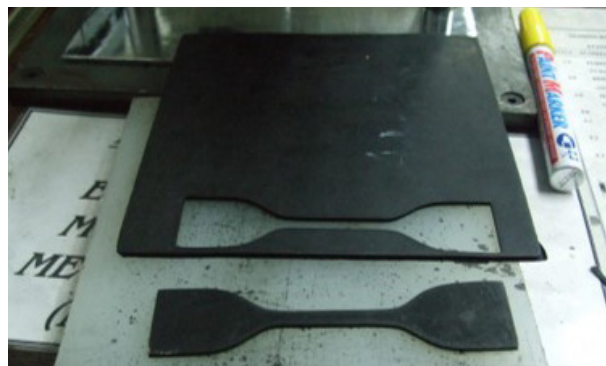
Selon les normes industrielles relatives aux tests de vérification, il existe généralement deux procédures différentes pour réaliser le test. **Les tests standards en interne peuvent être effectués par le fabricant**, ou alors le client ou le fabricant choisit une **tierce partie comme témoin des tests et les tests sont effectués dans les installations du fabricant avec l'équipement du fabricant**. La tierce partie assiste aux tests et vérifie que tous les équipements sont étalonnés et possèdent une certification valide au moment du test. **Ce processus est une bonne pratique et est recommandé contrairement à d'autres solutions individuelles pouvant être convenues entre le fabricant et le client.** Les sections suivantes décrivent les cinq différentes parties des tests de vérification: test des matériaux, traçabilité, test de performance, vérification des dimensions et contrôle visuel.

Tests des matériaux

Les composés en caoutchouc peuvent présenter des compositions chimiques très différentes en fonction des critères de performance requis, qui doivent être conformes aux normes et lignes directrices internationales telles que AIPCN2002, ASTM D2000, EAU 2004, ROM 2.0-11 (2012) ou BS6349. Ces lignes directrices garantissent qu'une défense se comporte comme prévu lorsqu'elle est installée à un poste d'accostage.



Echantillon du composé finalisé pour les tests de matériaux



Echantillon de test fabriqué à partir d'un échantillon prélevé sur le composé final

Les échantillons de caoutchouc nécessaires pour les tests de matériaux sont prélevés sur le composé finalisé et sont préparés avec précision, puis durcis en laboratoire. Ensuite, leurs propriétés physiques, notamment la résistance à la traction et à l'adhérence, la compression rémanente, la dureté, l'élongation, la résistance à la déchirure et à l'abrasion, la résistance aux produits chimiques et à l'ozone, et le vieillissement, sont testées dans des conditions de laboratoire strictes.

Les normes de test ASTM, DIN, JIS et ISO, qui sont toutes très similaires en termes de procédures et de limites, définissent la forme et l'épaisseur exactes des échantillons de caoutchouc et les procédures de test. La plage de référence pour les résultats des tests repose généralement sur la norme ASTM D2000. **Il est essentiel de respecter scrupuleusement la norme concernée, qui s'applique non seulement à la préparation des échantillons de test, mais aussi à leur stockage correct et au délai dans lequel ils doivent être testés après leur production, afin d'éviter des résultats de test hors de la plage de référence et des variations par rapport aux résultats de test du fabricant.** Des informations détaillées concernant les exigences de test peuvent être obtenues auprès du fabricant.

Traçabilité

La traçabilité est effectuée pour vérifier que la défense finale a été fabriquée à partir du même composé qui a servi pour tester les propriétés physiques lors des tests de matériaux. À cette fin, un test ATG (analyse thermogravimétrique) doit être réalisé pour comparer la composition des deux échantillons de caoutchouc provenant de la défense finale et du test de matériaux. La seule chose importante est que les valeurs correspondent/soient cohérentes, quelle que soit

la valeur réelle. La configuration du test est la suivante: On prélève un petit échantillon sur la défense finale et on effectue un test ATG. Un test ATG est une méthode d'analyse thermique dans laquelle l'échantillon de caoutchouc est pesé en continu pendant le chauffage. Comme les différents composants brûlent à des températures différentes, la réduction de poids donne une indication sur la composition de l'échantillon. Ces résultats sont comparés au test ATG qui avait été réalisé à partir de l'échantillon de caoutchouc du composé finalisé, qui avait été utilisé au départ pour les tests de matériaux. **Si les résultats des deux tests ATG concordent, on vérifie que la défense finale est constituée du même composé dont les propriétés physiques ont été testées lors des tests de matériaux.**

Il convient toutefois de noter que des variations dans les laboratoires ou entre les laboratoires peuvent se produire. Les conditions de laboratoire peuvent varier entre le laboratoire qui effectue le test ATG sur l'échantillon de test du matériau (généralement le fabricant) et le laboratoire qui effectue le test ATG sur l'échantillon final de la défense (généralement un institut mandaté par le client). D'autre part, de petites différences dans le corps de la défense peuvent se produire – notamment en raison des variations de mélange – de sorte que la composition de l'échantillon

TESTS DES MATÉRIAUX	TRAÇABILITÉ
Effectué par le fabricant	Effectué par le fabricant ou un institut indépendant
L'échantillon-test est prélevé sur le composé finalisé	Après le durcissement, un petit échantillon est prélevé sur la défense finale
Les échantillons de test sont préparés avec précision, conformément aux normes	L'échantillon doit être de petite taille pour ne pas endommager la défense, généralement 50-100 g
Les échantillons de test sont durcis en laboratoire	
Les échantillons de test sont testés pour leurs propriétés physiques dans des conditions de laboratoire	
Le test ATG est effectué sur l'échantillon du composé	Le test ATG est effectué sur un échantillon de la défense finale
L'extraction Soxhlet est recommandée dans tous les cas, la procédure doit être la même pour les deux essais	
Les résultats des deux tests ATG sont comparés pour vérifier s'ils correspondent	
Cohérence des résultats des essais: la défense finale a été fabriquée à partir du composé avec lequel les tests sur les matériaux ont été effectués	

Tableau 2 : Processus de tests des matériaux et de traçabilité

prélevé pour la traçabilité peut légèrement différer de celle de l'échantillon prélevé dans le lot. Ces irrégularités sont courantes et n'affectent pas les performances de la défense. Par ailleurs, on peut également s'attendre à l'apparition des variations décrites ci-dessus si le fabricant et l'institut effectuent tous deux un essai ATG sur des échantillons provenant de la même défense.

Si le test de traçabilité de la défense finale n'est pas effectué par le fabricant, le client doit s'assurer qu'il est réalisé par un laboratoire accrédité (par exemple, certifié selon la norme ISO 17025), spécialisé dans les tests de caoutchouc. En outre, il est important que le laboratoire soit indépendant et que l'équipement de test soit soigneusement étalonné.

Il convient toutefois de noter que l'ATG n'est qu'une analyse quantitative et qu'elle ne fournit aucune indication sur la qualité de la défense.

Avant d'effectuer l'ATG, il faut procéder à une extraction Soxhlet en ajoutant un solvant, tel que de l'acétone, au caoutchouc, ce qui permet d'en extraire les substances chimiques. Si cette étape est omise, la teneur en polymère présente des valeurs plus élevées qu'à la normale. **L'extraction Soxhlet est recommandée pour obtenir des résultats plus précis et pour optimiser la comparabilité entre le test de l'échantillon de caoutchouc et celui de la défense finale.** Les deux tests doivent obligatoirement suivre la même règle – soit une extraction Soxhlet est effectuée pour les deux échantillons, soit pour aucun des deux, sinon les résultats différeront considérablement. Il est donc extrêmement important que le client ou le laboratoire qui effectue le test sur la défense finale sache si l'extraction Soxhlet a été effectuée par le fabricant.

Le secteur industriel se demande parfois pourquoi les essais de propriétés physiques ne devraient pas être effectués sur la défense finale elle-même au lieu de préparer des échantillons d'essai à partir du composé avant la production. Tester les propriétés physiques à partir de défenses finales est inhabituel et extrêmement difficile, car cela impliquerait de découper un grand morceau d'une défense finale, ce qui pourrait endommager la défense. Cela s'explique par le fait qu'il faut beaucoup plus de matériau pour tester les propriétés physiques que pour tester la traçabilité (ATG). Il faut également tenir compte des variations de 15 à 20 % par rapport aux valeurs du catalogue, car il existe une

grande différence entre les résultats obtenus à partir d'un morceau du corps de la défense ou d'une plaque d'essai durcie et préparée dans des conditions de laboratoire. En outre, le durcissement d'une défense est différent de celui d'un petit échantillon d'essai - il est presque impossible de faire correspondre les propriétés physiques à celles d'une section quelconque du produit.*

Test de performance

Les tests de performance sont également connus sous le nom de tests d'acceptation en usine (FAT) et sont effectués sur le produit final afin de s'assurer qu'il répond aux exigences de performance. En général, et si le client et le fabricant n'en conviennent pas autrement, 10% des défenses finales sont testées.

Les défenses qui sont testées sont choisies au hasard, ce qui peut être fait par le client s'il supervise le processus des tests. Elles sont comprimées dans une grande presse de test ou un bâti de test jusqu'à leur déflexion nominale, tandis que la force de réaction est mesurée à l'aide de cellules de charge et/ou de capteurs de pression. Il est particulièrement important pour les défenses de grande taille que le bâti de test ait une course suffisante pour atteindre la déflexion requise de la défense. **Il existe seulement un nombre limité de bâtis de test disponibles dans le monde pour les défenses de grande taille, c'est pourquoi les tests de performance sont généralement effectués dans les installations du fabricant.**



Test de performance

* Normes techniques et commentaires sur les installations portuaires au Japon

LES QUATRE FACTEURS LES PLUS IMPORTANTS A PRENDRE EN COMPTE POUR LES TESTS DE PERFORMANCE

01 Stabilisation de la température

Après le durcissement d'une défense, la chaleur persiste dans le corps en caoutchouc et il est important que la température de la défense soit stabilisée avant le test de performance. Cela signifie qu'une défense est exposée à une certaine température pendant un certain temps afin d'obtenir une répartition uniforme de la température sur toute la défense.

La température uniforme peut être obtenue en laissant la défense à la température ambiante de l'usine de fabrication ou en utilisant une chambre de stabilisation de la température. Des chambres de stabilisation de la température existent sur le site du fabricant, mais l'espace est limité de sorte que seules quelques défenses peuvent être stabilisées à la fois. Par conséquent, si des températures de stabilisation spécifiques sont requises, la durée des essais peut se voir prolongée de plusieurs semaines.

Exemple: À sa sortie du moule, il faut environ une journée pour que l'ensemble d'une défense Cone 600 atteigne la même température de l'extérieur au cœur, tandis qu'il faut jusqu'à 7 jours pour une défense Cone 1800.



Chambre de stabilisation de la température

Deux options sont disponibles pour les tests de performance :

- Les défenses sont stabilisées et testées à température ambiante. Les résultats des tests sont ajustés à la ligne directrice/norme ou à une température spécifique au projet en appliquant des facteurs de température. **Cette méthode est connue pour être la plus efficace et la plus économique.**
- Les défenses sont stabilisées dans la chambre de stabilisation de la température selon les lignes directrices ou les spécifications du projet sans tenir compte des facteurs de température. La durée du test peut donc augmenter considérablement, de même que les frais y afférents.

02 Rodage de la défense

Le cycle de rodage doit consister habituellement en, au minimum, une compression complète jusqu'à la déflexion nominale de la défense après le processus de fabrication. La force de réaction de cette première compression varie par rapport à la valeur du catalogue et n'est pas représentative des performances de la défense pendant sa durée de vie et au-delà. Le cycle de rodage est généralement recommandé pour les défenses de grande taille avec des forces de réaction élevées. Les défenses moulées peuvent présenter des adhérences fragiles ou temporaires qui doivent être rompues pour que la défense puisse atteindre ses propriétés de performance à long terme.

Les défenses qui ont été choisies pour les tests de performance subissent généralement un minimum de trois cycles de compression au cours desquels une attention particulière est accordée à la période de repos de 15 à 20 minutes entre les compressions. Après la troisième compression, le cycle de repos est prolongé d'au moins une heure, après quoi le processus de test proprement dit est introduit par le quatrième cycle de compression.

03 Facteurs de correction

Si les conditions de test diffèrent des conditions nominales, des facteurs de correction sont appliqués afin d'assurer la comparabilité. Ces facteurs de correction sont établis lors des tests fondamentaux. Des données comparables sont obtenues en comparant les résultats des tests avec les données du catalogue ou les exigences spécifiques au projet, afin d'observer si une défense répond aux exigences et de vérifier de manière concluante ses performances.

Les facteurs de correction typiques sont la vitesse d'essai (VF ; facteur de vitesse) ou la plage de température (TF ; facteur de température). Il n'existe pas de bâtis de test indépendants capables de tester les défenses à la vitesse réelle d'accostage et, par conséquent, une vitesse lente constante (CV) est appliquée pendant les essais, conformément au rapport 33 du groupe de travail de l'AIPCN (AIPCN 2002).

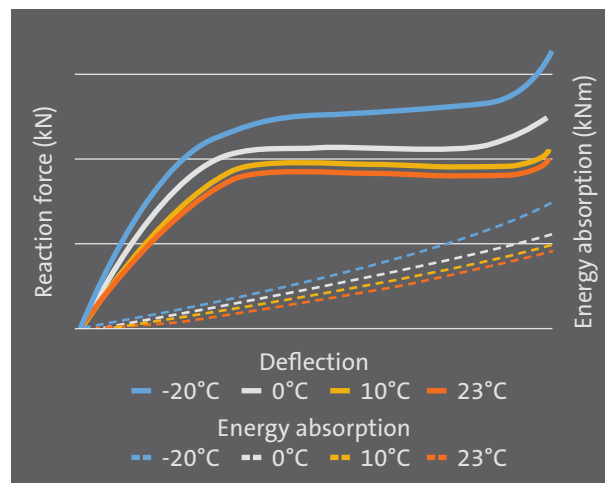


Figure 3: Results of performance testing at different rubber temperatures

Exemple de calcul de l'application du facteur température

- La défense est testée à 30° (stabilisée à la température ambiante de l'usine de fabrication); Résultat du test: 766 kNm
- Le facteur de correction de la température à 30° est de 0.976 (cette valeur a été établie lors des essais fondamentaux)
- Absorption d'énergie corrigée pour le facteur de température: $766 \text{ kNm} / 0.976 = 784 \text{ kNm}$
- Le résultat après facteur de correction (784 kNm) est comparé à la valeur minimale requise (pour notre exemple 782 kNm)
- L'absorption d'énergie de la défense est conforme aux exigences minimales.

04 Critères de réussite / échec

Pendant le test de performance, la défense est compressée jusqu'à sa déflexion nominale et réussit le test lorsque l'énergie minimale est atteinte à tout moment du test sans dépasser la force de réaction maximale. À ce propos, il est important de mentionner que la déflexion n'est pas un critère de réussite/échec* et que la défense réussit l'essai même si l'énergie et la réaction sont atteintes avant la déflexion nominale.

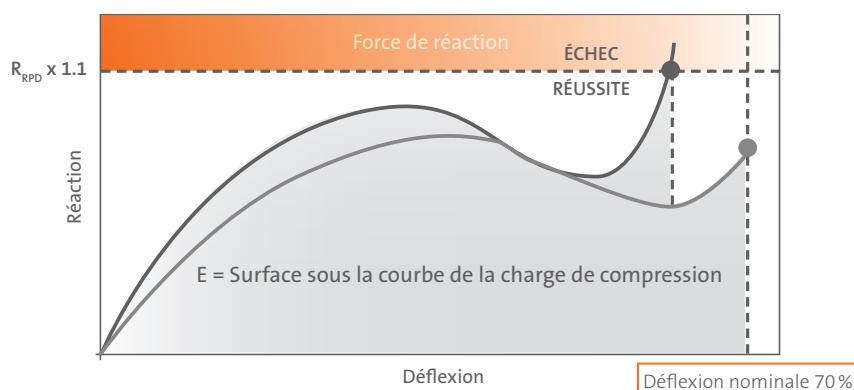


Figure 4: Courbe de la charge de compression

Deux défenses sont comprimées jusqu'à la déflexion nominale de 70. L'une des défenses atteint son énergie minimale et sa force de réaction maximale avant la déflexion nominale, l'autre à la déflexion nominale : les deux défenses réussissent l'essai.

* AIPCN: 2002 Section 6.1.2, ASTM F2192 Alinéa 7.1.2

Vérification des dimensions

Les dimensions sont vérifiées et comparées aux données du catalogue et doivent se situer dans la tolérance du fabricant. Lors de la mesure des dimensions sur le site de production, il faut tenir compte de la dilatation et de la contraction thermiques. Les variations de dimensions entre les défenses sont rares car elles ont été produites dans le même moule.



Contrôle dimensionnel

Contrôle visuel

Au cours du test de vérification, la défense finale fait l'objet d'un examen visuel pour vérifier son apparence afin de détecter les craquelures ou les défauts. Si la défense présente une protubérance apparente de petite taille, le produit est retouché. **En général, les protubérances apparentes n'affectent pas les performances.** Les défenses peuvent présenter des traces de flux en surface, ce qui est habituel tant qu'elles ne sont pas trop étendues. Si elles relèvent d'une question purement esthétique, elles n'ont pas d'incidence sur la qualité. Si la zone du défaut est importante, le client doit consulter le fabricant.

Par ailleurs, dans le cas où une défense cylindrique est ovale, il peut être nécessaire de la refaire.



Protubérance apparente (doit être réparée ou remplacée)

Guide des meilleures pratiques de SFT pour les questions fréquemment posées.

La partie suivante traite des problèmes importants, des défis et des questions concernant la vérification des facteurs de correction, la manière de catégoriser et de corriger les variations des résultats de tests et ce qui se passe si un produit ne répond pas aux exigences.



Quelle est la meilleure pratique pour vérifier les facteurs de correction?



Il serait possible de vérifier une nouvelle fois les facteurs de correction pour un projet spécifique, mais la pratique courante consiste à appliquer les facteurs de correction prédéfinis lors des tests d'homologation de type. La question importante à prendre en compte dans ce contexte est de savoir à quoi ressembleraient le protocole de test et la configuration pour la définition originale des facteurs de correction et de faire correspondre la configuration originale pour les nouveaux tests afin d'obtenir des données comparables. De légères variations peuvent se produire et sont la norme - même avec exactement la même configuration.

La meilleure pratique ici est obtenue lorsque le fabricant dispose d'une homologation de type, car les facteurs de correction sont calculés et établis au cours de ce processus. L'homologation de type doit être certifiée par un organisme indépendant et fiable et il est, comme toujours, conseillé au client de travailler avec un fournisseur de confiance ayant une expérience avérée. Il est également possible de créer un niveau de confiance supplémentaire lorsque l'établissement des facteurs de correction a été développé en collaboration avec une entité indépendante, par exemple un institut technique, tel que l'université de Kyushu au Japon. Dans tous les cas, si cela est demandé ou exigé pour une raison quelconque, les facteurs de correction peuvent être testés à nouveau. Étant donné que ce test est réalisé dans des conditions de laboratoire, cela entraîne des délais et des coûts supplémentaires. **Toutefois, si la commande est passée auprès d'un fournisseur de confiance, il est rarement nécessaire ou justifié de procéder à un autre test.** Par ailleurs, il arrive souvent que les facteurs de correction soient remis en question lorsqu'il s'agit de tester, bien qu'il n'y ait en fait aucune raison logique à cela : **le système de défense a été conçu selon les mêmes facteurs de correction que ceux qui sont appliqués lors des tests.**



Comment traiter les variations entre les résultats des tests et les données du catalogue? Quelle est la procédure à suivre en cas de variations?



La procédure de meilleure pratique pour corriger les variations consiste à établir une communication très claire tout au long du projet et à faire en sorte que le client et le fabricant conviennent de la procédure avant le début des tests.

Le protocole de test doit être clairement convenu par les deux parties. Les variations ne signifient pas nécessairement qu'un mauvais produit a été livré ou que le matériau est de mauvaise qualité. En cas de variations, le fabricant peut vérifier l'étalonnage de son équipement de test et revoir les conditions d'essai. Les étapes suivantes consisteront à vérifier les résultats des tests des matériaux et du processus de moulage et de durcissement.

Une des causes possibles des variations est que le protocole de test n'a pas été suivi. Par exemple, la défense n'a pas été stabilisée en température et a donc été testée avec une température incorrecte, ou le temps défini entre chaque cycle de test pour les tests de performance a pu être négligé. **Le non-respect des protocoles de test modifie les résultats des tests et empêche de les comparer aux données du catalogue. Pourtant, cela ne signifie pas que le produit est mauvais, mais que les résultats ne sont tout simplement pas comparables.**



Et si tout le processus a été respecté mais que des variations persistent ?



Si les résultats des tests finaux présentent encore des variations, même si toutes les causes possibles ont été éliminées, le fabricant consultera le client pour savoir si le produit peut être accepté sous certaines conditions. **Dans ce cas, le degré de variations doit être mis en balance avec les éventuelles conséquences sur la performance de la défense ou son installation. La décision sera prise sur la base d'une évaluation minutieuse et d'un accord entre le fabricant et le client.** Certaines variations sont négligeables, comme quelques millimètres de différences dimensionnelles par exemple.



Que faire si le produit ne répond pas aux exigences des tests?



Si les résultats du test de vérification ne correspondent pas aux valeurs requises dans les tolérances correspondantes, un nouveau test est effectué en utilisant deux autres ensembles d'échantillons ou de défenses provenant du même lot de mélange. La défense qui n'a pas réussi le test est écartée et sera produite à nouveau. Si tous les échantillons supplémentaires réussissent les tests de performance et tous les autres tests de vérification de la qualité, on peut supposer que les autres défenses sont également conformes aux exigences.

C. Renseignements supplémentaires – Défenses en mousse, défenses pneumatiques et boucliers en acier.

Le même principe qui s'applique à tous les aspects de la fabrication des défenses est également valable pour les tests: les différents projets de défense ainsi que les différents types de défense requièrent une attention particulière selon des critères distincts. Cette section résume les points clés des tests des défenses pneumatiques, des défenses en mousse et des boucliers en acier.

Défenses en mousse

Pour la vérification de la performance d'une défense en mousse, il est important de définir si un modèle réduit ou une défense grandeur nature est testée (selon la norme ASTM 2192, des modèles réduits doivent être utilisés pour les défenses de grande taille). La tolérance de performance normale d'une défense en mousse est de +/-15 %, la tolérance dimensionnelle recommandée se situe dans une plage de +5 %/-0 % ou comme convenu entre le fabricant et le client.

D'autres tests portent sur l'épaisseur du revêtement de la défense, la densité de la mousse et la traction axiale. **Pour plus d'informations, veuillez consulter le fabricant et vous assurer de vous mettre d'accord sur un protocole de test qui sera ensuite strictement respecté et sur la manière dont les variations seront corrigées.**

Défenses pneumatiques

Le test de matériaux du caoutchouc extérieur et du caoutchouc intérieur doit être effectué conformément aux informations spécifiées dans la norme ISO 17357. Le contrôle dimensionnel doit être effectué à la pression interne initiale et se situe dans une plage de tolérance de +10 % / -5 % en longueur et en diamètre.

Les défenses pneumatiques sont soumises à un test de fuite d'air qui doit être effectué sur toutes les défenses à la pression initiale pendant plus de 30 minutes. Les résultats du test doivent confirmer qu'il n'y a pas de fuite d'air.

Les performances des défenses pneumatiques flottantes en caoutchouc à haute pression doivent être spécifiées en termes d'absorption d'énergie garantie (AEG), de force de réaction à la déflexion de l'AEG et de pression de la coque à la déflexion de l'AEG. Ces tests doivent être effectués à l'aide d'une défense grandeur nature ou d'un modèle réduit dont le diamètre est supérieur à un cinquième du diamètre réel.



Défenses pneumatiques

Boucliers en acier

Les boucliers en acier des systèmes de défense sont généralement protégés contre la corrosion par un système de revêtement conforme à la norme ISO 12944. **Les boucliers doivent être soumis à des contrôles d'épaisseur de peinture afin de vérifier l'épaisseur du revêtement et d'effectuer des retouches si nécessaire.**

Afin de vérifier l'étanchéité à l'air du bouclier, on effectue un test de pression du bouclier. Il s'agit d'un test très courant, facile à réaliser sur le chantier : le bouclier est mis sous pression et grâce à l'utilisation d'un aérosol de savon autour des soudures extérieures, il est possible d'examiner l'étanchéité à l'air. L'apparition de bulles indique une fuite d'air. Dans ce cas, les soudures doivent être réparées par un soudage supplémentaire et contrôlées à nouveau ultérieurement.

Pour les autres exigences de test, il est recommandé de coordonner un ITP (plan d'inspection et d'essai) détaillé avec le fabricant.



Bouclier en acier

Conclusion.

Une défense de haute qualité est le résultat de processus de composition, de mélange, de fabrication, de durcissement et de tests qui doivent être confiés à un fabricant expérimenté. **Les tests garantissent que les performances et les propriétés physiques de la défense finale répondent aux exigences des projets individuels ainsi qu'aux normes internationales. C'est l'une des raisons pour lesquelles il est conseillé au client de consulter le fabricant et d'insister particulièrement sur cette phase de la fabrication de la défense.**

Selon ce dossier technique, il est essentiel de mettre en place un protocole de test détaillé avant de procéder aux tests et il est fortement recommandé de consulter un fabricant de défenses fiable et réputé pour obtenir une assistance et des conseils sur toutes les exigences liées au projet. De plus, une communication claire concernant les facteurs de correction et les déviations est essentielle pour garantir que la défense finale est livrée conformément à la commande du client.

Un fabricant de défenses expérimenté tiendra compte de chaque aspect important des normes de qualité les plus

élevées et trouvera l'équilibre optimal du rapport coût-performance, en particulier en ce qui concerne les tests.

Un traitement incorrect des méthodes de test peut entraîner des délais et des coûts supplémentaires qui peuvent être évités en établissant au préalable l'approche la plus appropriée.

En tant que fabricant de défenses doté d'une expertise inégalée dans la production de caoutchouc, le groupe ShibataFenderTeam considère la création et la promotion de la valeur du produit comme l'un de ses principaux objectifs. **Notre mission est motivée par notre engagement à fournir des produits haute performance et par notre sens aigu des responsabilités.**

Références:

Sauf indication contraire, toutes les références au caoutchouc et à la composition du caoutchouc faites dans ce dossier technique sont extraites des ouvrages suivants:

- Abts, G. (2007). Einführung in die Kautschuktechnologie (Introduction à la technologie du caoutchouc). München: Hanser
- Hofmann, W. & Gupta, H. (2009). Handbuch der Kautschuktechnologie. Band 4 Artikelfertigung und Qualitätssicherung (Guide de référence sur la technologie du caoutchouc. Volume 4 Production et assurance qualité) Ratingen: Gupta

Remarque:

- ▶ Les tests garantissent que les performances de la défense finale répondent aux exigences de chaque projet ainsi qu'aux normes internationales.
- ▶ Il est essentiel d'établir un protocole de test détaillé avant les tests et il est fortement recommandé de consulter un fabricant de défenses fiable et réputé.
- ▶ Une communication claire concernant les facteurs de correction et les variations est essentielle pour garantir que la défense finale est livrée conformément à la commande du client.

Groupe ShibataFenderTeam.

Le Groupe ShibataFenderTeam est le principal fabricant international de défenses. Jouissant d'une expérience de plus de 50 ans dans la production de défenses, il compte plus de 120,000 défenses en service dans le monde entier et est fort de 90 ans d'expertise en matière de produits en caoutchouc. Shibata Industrial a son siège au Japon et est responsable de la production et de la recherche et développement, tandis que ShibataFenderTeam, installé en Allemagne, est chargé de la conception et de la vente. Leurs bureaux régionaux aux États-Unis, en Europe et en Asie s'appuient sur un vaste réseau de représentants locaux bien implantés, présents sur six continents. La création et la protection de valeur, voilà l'essence et la finalité de nos produits. Nous fournissons l'éventail complet de produits de défense maritimes: des simples profils en caoutchouc à des systèmes extrêmement sophistiqués ainsi que des accessoires et des fixations. L'excellence de l'ingénierie signifie que nos partenaires peuvent être sûrs que nous leur offrons le meilleur de nous-mêmes dans tous les domaines. L'expérience nous a permis de nous forger une réputation de partenaire fiable et digne de confiance sur le marché des ports internationaux, petits ports et voies navigables.

GROUPE SHIBATAFENDERTEAM.

Siège:

ShibataFenderTeam AG – Allemagne

+49 (0)40 63 86 10 - 170

contact-germany@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Inc. – États-Unis

+1 (571) 281 - 3770

contact-americas@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Sdn. Bhd. – Malaisie

+60 (0)3 5545 9215

contact-malaysia@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Spain SLU – Espagne

+34 960 550 400

contact-spain@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam B.V. – Pays-Bas

+31 (0)497 749 - 260

contact-netherlands@shibata-fender.team