

COMPOSITION.

UNE ROUTE SINUEUSE



SHIBATAFENDERTEAM

► on the safe side

Sommaire.

Dossiers Techniques de SFT.....	02
Dossiers Techniques de SFT – N° 1.....	03
A. Composés en caoutchouc – le diable est dans les détails..	04
B. Noir de carbone – essentiel dans les mesures	05
C. Carbonate de calcium – mieux que sa réputation	07
D. Le bon composé – une route sinueuse.....	08
Groupe ShibataFenderTeam.....	10

Résumé analytique.

Le premier Dossier Technique de SFT sur la conception des défenses expose les grandes lignes des considérations à prendre en compte pour déterminer ce qui fait une bonne défense. Elle se concentre sur les matières premières utilisées dans la production de caoutchouc, les propriétés physiques d'une défense, ainsi que leur corrélation avec la composition des composés.

Il existe des normes et lignes directrices internationales apportant des conseils sur les propriétés physiques des défenses en caoutchouc – comme AIPCN2002 et ASTM D2000. Cependant, il n'existe pas de norme internationale spécifiant la composition chimique du composé de caoutchouc utilisé dans la conception des défenses en caoutchouc.

Le rapport montre que, dans la conception des défenses, les propriétés physiques sont le seul indicateur fiable de la qualité d'un composé de caoutchouc qui soit défini par les normes internationales. De plus, il recommande que les ratios entre additifs et agents de renforcement tels que le noir de carbone, le carbonate de calcium et la silice soient déterminés par des spécialistes ayant une profonde connaissance des matériaux, puisque la quantité et la taille des particules influencent grandement le composé ainsi que ses performances et sa durabilité. Le rapport attire également l'attention sur le fait que les composés de caoutchouc mélangés correctement avec du carbonate de calcium par des fabricants expérimentés respectent et surpassent les normes de test internationales.

Dossiers Techniques de SFT.

Sécurité, fiabilité, durabilité : les exigences de performance d'une défense se réduisent à ces trois aspects, et à juste titre. **Les défenses sont conçues pour créer un environnement sûr pour les bateaux et les passagers tout en protégeant les infrastructures portuaires et toutes les personnes y travaillant – fiabilité pendant la durée de vie de calcul et au-delà.** C'est l'idéal auquel les ports et les opérateurs portuaires aspirent.

Dans cet esprit, les quatre Dossiers Techniques de SFT visent à fournir une vue non biaisée de ce qui fait précisément une défense de qualité – des matériaux bruts au processus de conception.

Le Dossier Technique n°1 aborde cette question en examinant les composants constituant une défense et leur rôle pour déterminer les propriétés physiques liées aux performances. Les Dossiers n°2 et n°3 détaillent les processus de mélange et de séchage impliqués dans la production d'une défense en caoutchouc de haute qualité. Le Dossier n°4 conclut la série avec un rapport détaillé sur le test.



Dossiers Techniques de SFT :
N° 1 Composition | N° 2 Mélange | N° 3 Séchage | N° 4 Test

Dossiers Techniques de SFT – N° I.

Le cœur de toute défense étant constitué d'un composé de caoutchouc renforcé, le premier Dossier Technique de SFT sur la conception de défenses porte sur les matières premières utilisées dans la production de caoutchouc, les propriétés physiques d'une défense, et leur corrélation avec la composition des composés. Son objectif est de détailler les considérations à prendre en compte pour déterminer ce qui fait une bonne défense.

Pourtant, aussi simple que cela puisse paraître, lors de la prise en compte des caractéristiques du produit requises pour de telles performances, certains éclaircissements sont nécessaires. Il existe des normes et lignes directrices internationales, comme AIPCN2002, ASTM D2000, EAU 2004, ROM 2.0-11 (2012) ou BS6349 (2014), qui garantissent que les défenses se comportent comme prévu lorsqu'elles sont installées au poste d'accostage.

Ces normes apportent des conseils sur les propriétés physiques des défenses en caoutchouc, entre autres sur



Défenses Tronconiques SPC | IJmuiden | Pays-Bas

la compression rémanente, l'élongation à la rupture et la résistance à la traction. **Il n'existe cependant pas de norme internationale spécifiant la composition chimique du composé de caoutchouc utilisé dans la conception des défenses en caoutchouc.**

En d'autres termes, il existe des normes industrielles définissant un objectif clair dans la conception des défenses maritimes, leurs performances, leurs propriétés physiques et leur durabilité, mais aucune recommandation quant aux moyens d'y parvenir. La raison à cela est simple : aucun projet de défense ni fabricant de défense n'est semblable à un autre. Chaque projet a des besoins uniques qui nécessitent des compositions de caoutchouc personnalisées. De plus, tous les polymères utilisés dans la production de défense ne sont pas pareillement disponibles dans toutes les parties du monde, ce qui oblige les fabricants à ajuster leurs composés de caoutchouc en fonction.

Tout ceci laisse beaucoup de place à la différenciation du marché et de possibilités aux fabricants de défense pour présenter leurs propres approches de meilleure pratique afin de créer des produits de haute performance. Pourtant, c'est également devenu le terrain fertile pour certaines idées fausses largement acceptées, et activement défendues par certaines parties prenantes, sur la production de composés, la plus tenace étant que la qualité d'une défense est essentiellement déterminée par la composition chimique de ses composés de caoutchouc.

Au sein du groupe ShibataFenderTeam (SFT), nous croyons que la qualité d'une défense doit être mesurée au vu de ses performances, c.-à-d. par le degré auquel une défense est à la hauteur des besoins de son champ spécifique d'application.

Le dossier technique a été conçu en tirant parti de l'expertise du Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V. (DIK), un institut de recherche indépendant allemand spécialisé dans les matériaux polymères et la technologie du caoutchouc, et des représentants ASTM, ainsi que des précédentes discussions menées par des spécialistes des composants en polymère de l'Université de Gdansk, en Pologne.

A. Composants en caoutchouc – le diable est dans les détails.

Typiquement, les défenses en caoutchouc sont fabriquées à partir d'un mélange de polymères, par ex. caoutchouc naturel et caoutchouc synthétique, avec des additifs tels que le noir de carbone, le carbonate de calcium et d'autres additifs pour apporter du renfort et une capacité de traitement. **Bien qu'il y ait un consensus général dans l'industrie sur la plupart des composants utilisés dans la production de défenses, les avis sur la qualité des ingrédients et leur ratio divergent largement d'un fabricant à l'autre - certains essayant de généraliser leur opinion sur la composition chimique des composés de caoutchouc comme véritable indicateur de qualité du produit fini.** Une fausse idée répandue prétend que la teneur des composants respectifs dans le composé de caoutchouc détermine sa qualité. Dans ce qui suit, nous nous pencherons avec attention sur les composants constituant un composé de caoutchouc et leurs corrélations.



Matière brute en caoutchouc

Le caoutchouc naturel se présente sous la forme du latex provenant de l'arbre à caoutchouc (*Hevea brasiliensis*) dans une zone située à 15° Nord et Sud de l'Équateur, l'Asie du Sud-Est en étant le principal producteur mondial. Environ 40 % de la consommation mondiale de caoutchouc concerne le caoutchouc naturel qui est commercialisé sous forme de matière première sur les marchés boursiers. La limitation géographique de la disponibilité du caoutchouc naturel et sa pénurie au début du XXe siècle a entraîné le développement de caoutchoucs synthétiques dans d'autres régions du monde. Les plus connus et fréquemment utilisés sont le caoutchouc styrène-butadiène (SBR), le caoutchouc monomère d'éthylène propylène diénique (EPDM) ou le néoprène. Parmi tous les caoutchoucs synthétiques, le SBR est le plus fréquemment utilisé pour les composés de défense. Le SBR est un copolymère de styrène et de butadiène qui

peut être polymérisé dans tout ratio. Il s'agit d'un dérivé de sous-produits pétroliers dépendant du prix du pétrole brut et du caoutchouc naturel. Environ 60 % de la consommation mondiale de caoutchouc est à base de caoutchoucs synthétiques.

Les composés de caoutchouc naturel et uniquement de SBR diffèrent dans leurs caractéristiques ainsi que par leur impact sur la capacité de traitement du composant, les performances des défenses et leurs propriétés physiques.

Caoutchouc naturel (composés à 100 % de caoutchouc naturel)

- + bien renforcé par nature
- + rapport d'étréage large (élongation)
- + haute résilience
- + extrêmement étanche à l'eau



- modestes propriétés de vieillissement
- modeste résistance au pétrole
- sujet à la réversion (ainsi sensible à la vulcanisation)
- Sensible au vieillissement à l'ozone
- En tant que produit naturel et en raison du processus d'approvisionnement naturel, il contient des impuretés comme des protéines, de la cendre,* des saletés (feuilles, poussière)



* Roberts, A. D. (1990). Natural rubber science and technology. Oxford: Oxford University Press

Caoutchouc synthétique (composés à 100 % de SBR)

- + bonne résistance à l'abrasion
- + bonne stabilité pendant le vieillissement



- modeste résistance à la traction fondamentalement
- modeste résistance au vieillissement à la chaleur
- plus difficile à travailler



En comparaison, alors que le SBR à l'état pur est moins collant et a une densité et une température de transition vitreuse plus élevées que le caoutchouc naturel, il présente également un module et une résistance à la déchirure moindres et a besoin de renforts supplémentaires et d'une quan-

tité supérieure d'amollissants. Le caoutchouc naturel au contraire est bien renforcé dès le départ.

Ainsi, les composés de caoutchouc avec du caoutchouc naturel ou du SBR en tant que seul polymère ont de fortes limitations et l'industrie utilise donc généralement des mélanges de caoutchouc naturel et de SBR pour profiter des propriétés avantageuses des deux composés. Si les caractéristiques nécessitent des composés à 100 % de caoutchouc naturel ou de SBR, les rédacteurs de devis doivent s'assurer de bien connaître la nature problématique de ces matériaux, puisqu'une mauvaise approche ici pourrait mettre un poste d'accostage en danger et entraîner une réclamation en responsabilité substantielle pour le rédacteur de devis.

Le choix ainsi que la quantité de caoutchouc naturel ou de SBR dans le mélange déterminent la quantité des autres composants à ajouter pour améliorer les propriétés du composé, les plus connus étant le noir de carbone (CB) et le carbonate de calcium (CC). Le rapport de mélange des polymères avec ces composants définit la composition chimique du composé de caoutchouc. Détailler la relation proportionnelle entre tous les composants dans le composé a une valeur informative limitée par rapport à la qualité d'une défense. **Deux composés en caoutchouc peuvent différer dans leur composition chimique, mais toujours présenter des propriétés physiques qui respectent ou dépassent les conditions des normes internationales (voir également le tableau 2).** Néanmoins, il est devenu courant pour certaines parties prenantes des défenses d'arguer que la présence et la quantité des composants respectifs dans le composé servent d'indicateur de qualité. Un œil plus attentif sur les additifs CB et CC montre que de telles généralisations sont erronées.

B. Noir de carbone – essentiel dans les mesures.

Le noir de carbone (CB) est un renfort bien établi pour les composés de caoutchouc disponible en différentes tailles de particules. Ses capacités dépendent non seulement de sa teneur dans le composé de caoutchouc, mais également sur

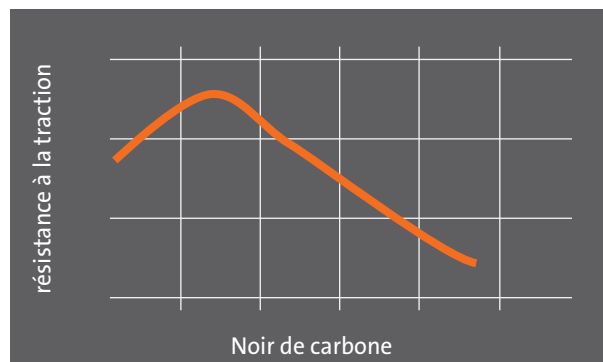


Figure 1 : Influence typique du CB sur la résistance à la traction dans les composés de caoutchouc naturel

sa qualité et la taille de ses particules. Ses effets peuvent être mieux mesurés en examinant le développement de la résistance à la traction en particulier lorsque la quantité de CB est progressivement augmentée. La Figure 1 illustre la façon dont la résistance à la traction du composé augmente en ajoutant du CB jusqu'à un point de rupture. Après avoir atteint ce stade critique, la résistance à la traction diminue, puisqu'il n'y a pas assez de caoutchouc restant pour disperser les particules de CB, signifiant que le composé est surchargé de CB.

Cet exemple était le fait que la quantité de CB est en effet importante, mais modérément et selon le caoutchouc utilisé, puisque le caoutchouc naturel nécessite moins de renfort que le SBR. En d'autres termes, lorsqu'il s'agit de la quantité de CB, plus n'est pas toujours synonyme de mieux. Ainsi, pour garantir la qualité du composé voulu, la concentration de CB doit être choisie avec attention à un stade précoce de la production, en gardant à l'esprit tous les facteurs importants.



Défense Pneumatique grise | Karlskrona | Suède

Il convient de remarquer que les défenses grises ne contiennent pas de CB du tout. Comme les défenses de remorqueurs pneumatiques grises et extrudées entrent en contact direct avec le navire, les utilisateurs finaux demandent qu'elles ne fassent pas de marque. Puisque l'ajout de CB entraînerait inévitablement un composé de caoutchouc noir, elles contiennent de la silice en renfort. Et pourtant elles se conforment aux mêmes normes de test rigoureuses que les défenses noires de haute durabilité prévues pour un cycle de vie de plus de 20 ans. **Cela montre à nouveau que la qualité d'une défense ne peut pas être déterminée par la quantité de CB dans son mélange de caoutchouc.**

La taille des particules de CB est un facteur d'influence pertinent dans la production de défenses, et fait l'objet de nombreuses discussions parmi les chercheurs. **Il a été montré que plus la taille des particules de CB est grande, plus le module du composé de caoutchouc est faible, un fait étayé par un grand nombre d'études et de tests.** Un faible module

CLASSES DE CB	ISAF N220	HAF N330	FEF N550	GPF N660	SRF- LM
Taille moyenne des particules (nm)	22	28	45	66	78
Module à 300 % de caoutchouc naturel (MPa)	16.1	15.5	15.7	13.3	10.8
Module à 300 % de SBR (MPa)	10.3	9.7	8.8	6	5.4

Tableau 1 : Module par rapport à la classe de CB

signifie que peu de force est requise pour étirer (allonger) un spécimen, ce qui est révélateur d'un composé de faible qualité. Les tests réalisés par Shibata Industrial au Japon montrent la façon dont le module dans les composés à base de caoutchouc naturel et de SBR uniquement, avec une dose constante de CB, change selon la taille des particules de la charge. En comparant les effets de l'utilisation du CB avec une taille de particules moyenne allant de 22 nm à 78 nm, le module de composé chutait significativement plus les particules devenaient grandes. Sur toute la plage de mesure, le module chutait d'environ 30 % avec des composés à 100 % de caoutchouc naturel et de près de 50 % avec des composés à 100 % de SBR (voir Figure 2), une différence montrant accessoirement un fait qui a été discuté plus tôt, que le caoutchouc naturel nécessite moins de renfort supplémentaire.

En résumé, la qualité des composés ne peut pas être évaluée par leur teneur en CB. Les composés ne devraient ainsi pas être exclus des caractéristiques uniquement sur ces bases. Le ratio de composants du composé et la taille de particules de CB requise sont inévitablement liés aux performances et aux propriétés physiques voulues d'une défense. Un raisonnement similaire tient à l'usage du CC dans les composés de caoutchouc.

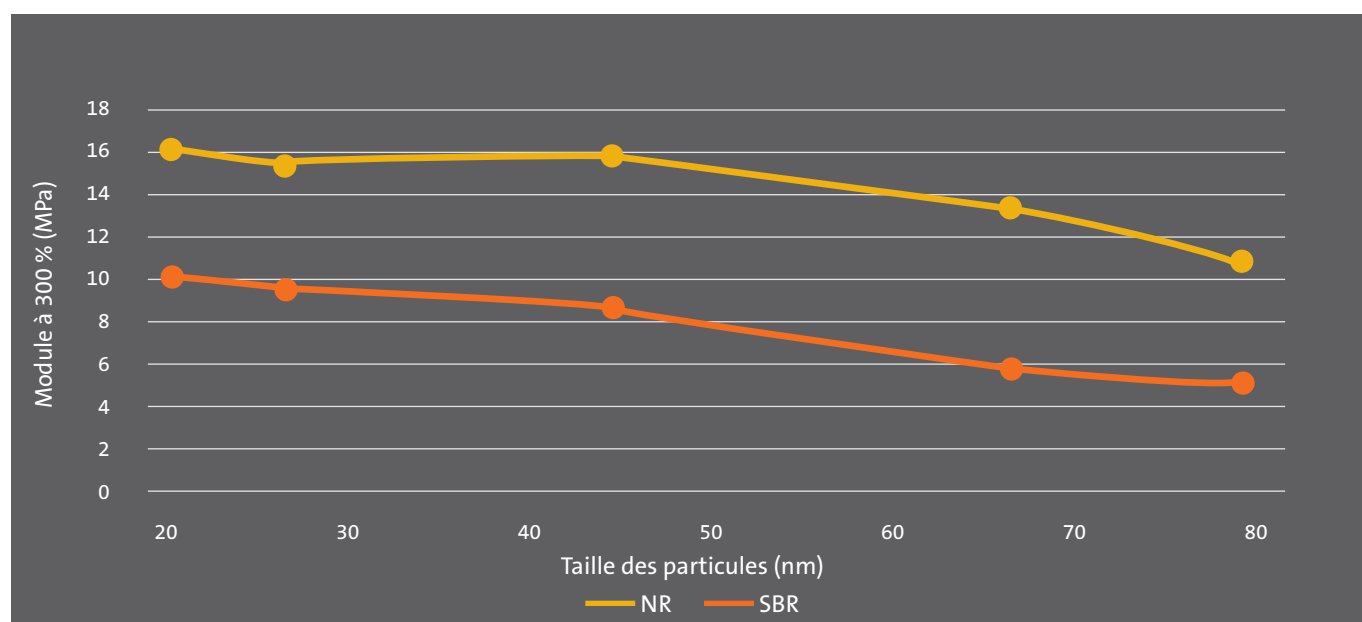


Figure 2: Module et taille des particules de CB (CB à 33%)

C. Carbonate de calcium – mieux que sa réputation.

Hormis le CB, les produits de caoutchouc de haute qualité dans l'industrie et au-delà utilisent plusieurs autres additifs, dont le carbonate de calcium (CC) est le plus connu. Il existe deux types différents de CC : le CC naturel et le CC synthétique.

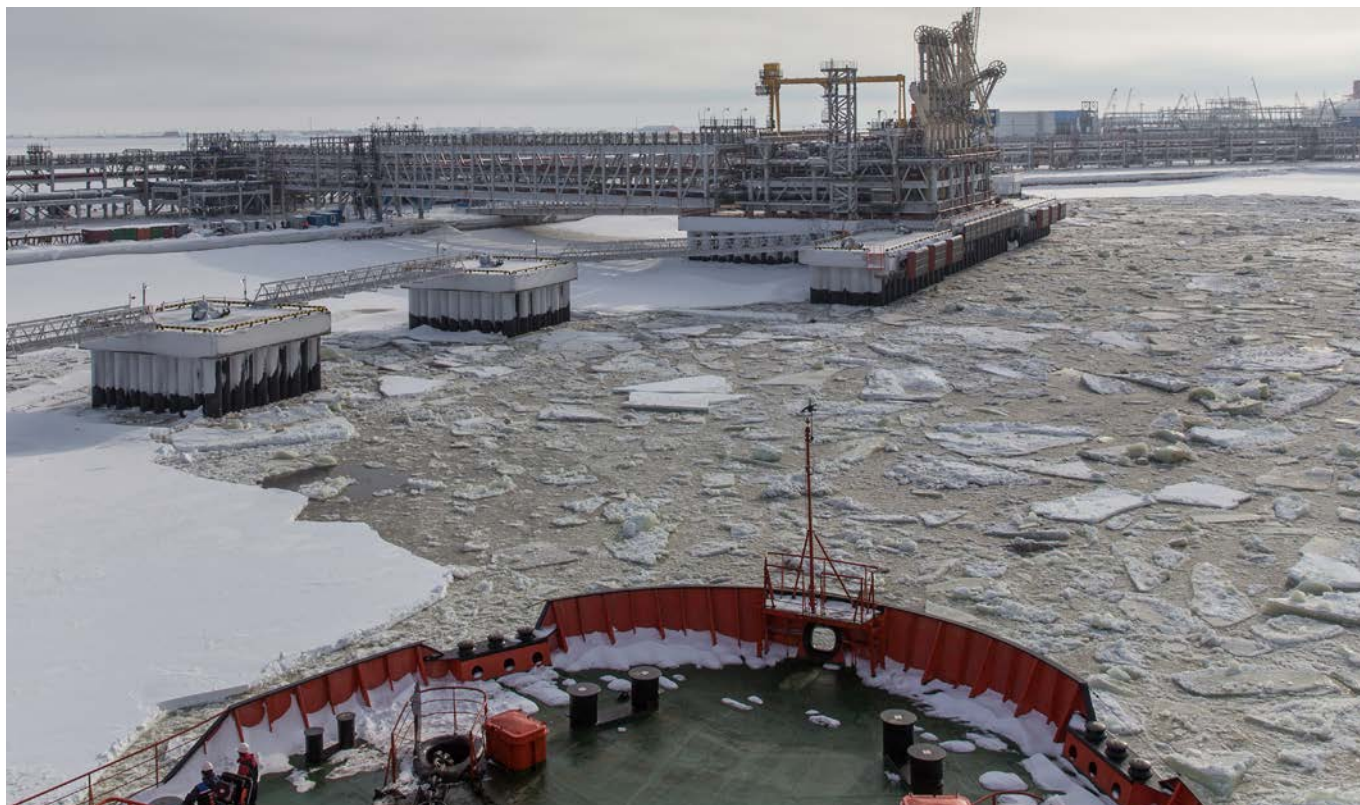
Les deux existent sous forme de poudre, même si les tailles de particules peuvent varier. Ajouter du CC augmente la capacité de traitement et améliore le comportement pendant la vulcanisation et les résultats de la compression rémanente. De même, la bonne quantité de CC synthétique en petites tailles de particules a un effet de renforcement prononcé.

Malgré ses avantages, le CC a plutôt mauvaise réputation sur le marché. Il est dit qu'il est un remplaçant à bas coût des polymères et qu'il entraîne une diminution des propriétés physiques ainsi qu'une réduction des performances et de la durabilité des composés en caoutchouc. Selon le cas, ces

assertions peuvent être avérées, mais elles ne sont pourtant pas la pure vérité au sujet du CC.

Comme avec le CB, l'origine, la classe, la dispersion et surtout la taille des particules et la pureté du CC déterminent la façon dont la charge influence les propriétés physiques et la durabilité du composé de caoutchouc. Ainsi, il est impossible de généraliser en disant que le CC a uniquement des effets négatifs. Utilisé correctement, il aide à donner à un composé des propriétés physiques qui respectent voire dépassent les normes de test internationales pour les défenses en caoutchouc. Les experts ASTM et des autres instituts sont unanimes :

« Lorsqu'il s'agit de la composition de caoutchouc pour les défenses maritimes, il n'existe pas de norme par rapport à la composition chimique, puisque la qualité de ces défenses est déterminée par leur capacité à être à la hauteur des conditions de performances rigides de leur champ de fonctionnement. Par conséquent, les propriétés physiques du composé doivent être envisagées comme le seul indicateur fiable de la qualité de produit des défenses de caoutchouc. »



Défenses Axiales CSS | Yamal | Russie

D. Le bon composé – une route sinueuse.

En résumant ce que nous avons vu jusqu'à maintenant, le Tableau 2 illustre parfaitement que deux composés en caoutchouc peuvent avoir des compositions chimiques très différentes et pourtant posséder les propriétés physiques nécessaires pour se conformer aux critères de performances requises pour les défenses maritimes et ainsi respecter les normes internationales. Les raisons les plus importantes pour cela sont les différents besoins de renfort du caoutchouc naturel et du SBR. **Le choix de la base de caoutchouc du composé dépend de la disponibilité du polymère et des caractéristiques du produit requises dans la défense.** La même logique causale s'applique également au choix et à la quantité des autres composants avec lesquels le composé de caoutchouc est mélangé.

Aussi plausible que cela puisse sembler, il est devenu courant dans l'industrie de la défense de dévier de cette vérité simple tout en diffusant des informations erronées. Dans ce cadre, affirmer à tort que la composition chimique d'un composant de caoutchouc est un critère principal de qualité pour une défense, déforme dangereusement les faits. **La composition chimique est importante dans la production de défense, mais ne fait pas tout. Comme montré auparavant, ce sont les propriétés physiques qui déterminent en définitive la qualité d'une défense.** Une telle distorsion des faits devient problématique lorsque des critères subjectifs sont invoqués par les parties prenantes en tant qu'indicateur de qualité des défenses. Un exemple assez bénin de cela concerne la densité des composés de caoutchouc. Une haute densité est considérée comme un symptôme de faible qualité - ce qui est une assertion problématique lorsqu'elle est acceptée sans remise en question.

COMPOSITION CHIMIQUE

TEST ATG			
	COMPOSE 1		COMPOSE 2
Polymère [%]	47.5		46.9
Noir de carbone [%]	37.5		27.5
Résidus (cendre) [%]	2.9		17.9

PROPRIETES PHYSIQUES

TEST DE PROPRIETES PHYSIQUES						
PROPRIETES	METHODE DE TEST	CARACTE- RISTIQUE	RESULTAT COMPOSE 1	REMARQUE	RESULTAT COMPOSE 2	REMARQUE
Résistance à la traction [MPa]	ASTM D412 Forme C – valeur d'origine avant vieillissement	≥ 16	20.20	✓	19.11	✓
Élongation à la rupture [%]	ASTM D412 Forme C – valeur d'origine avant vieillissement	≥ 400	514.00	✓	586.08	✓
Résistance à la déchirure [kN/m]	ASTM D624 Forme B	≥ 70	127.34	✓	104.42	✓
Compression rémanente [%]	ASTM D395 Méthode B – à 70 °C pendant 22 heures	≤ 30	19.31	✓	17.93	✓

Tableau 2 : Comparaison des composés au regard de la composition chimique et des propriétés chimiques | Composés 1 et 2 prélevés sur des défenses qui ont fonctionné avec succès pendant des années

Comme les composants tels que les additifs et les agents de vulcanisation ont une densité supérieure au caoutchouc, tout composé nécessitant un renfort est susceptible d'avoir une densité supérieure. Et, comme nous l'avons vu précédemment, de tels composés se conforment également aux normes internationales. **Ainsi la densité est uniquement un paramètre significatif lorsqu'elle est envisagée dans son contexte.** Un exemple plus frappant de ce type d'aveuglement est la pratique consistant à évaluer la qualité d'un composé de caoutchouc en le soumettant à une analyse thermogravimétrique (ATG).

L'ATG est une méthode d'analyse thermique dans laquelle un échantillon - dans ce cas précis, d'une défense en caoutchouc - est pesé en continu au cours du chauffage. Les différents composants brûlant à des températures différentes, la perte de poids fournit une indication de la composition de l'échantillon. Certaines parties, cependant, ne brûlent pas, même à de très hautes températures et malgré l'ajout d'oxygène atmosphérique. D'autres sont libérés sous forme de CO₂ au cours du processus. Les parties qui ne se consomment pas restant à la fin sont appelées des résidus (cendre). **Même si l'ATG est utile pour vérifier de façon pratique la composition chimique d'un composé, elle ne fournit pas de corrélation significative sur la qualité du composé.** Néanmoins, un pourcentage élevé de cendre est considéré

par erreur par certains comme un indicateur de faible qualité, même s'il existe des raisons parfaitement logiques pour de tels résidus. Comme mentionné avant, le caoutchouc naturel, en tant que produit naturel, contient de la cendre. Il n'est donc pas surprenant que des quantités supérieures de cendre restent après avoir brûlé un composé de caoutchouc à base de caoutchouc naturel. Un autre résidu, l'oxyde de zinc, est communément ajouté au cours du processus de séchage comme additif de vulcanisation nécessaire. La silice, qui est l'agent de renforcement pour les défenses grises (voir également la page 5), ne brûle pas non plus et de plus grandes quantités de cendre restent. La même chose s'applique pour le CC mentionné précédemment.

L'utilisation des résultats de l'ATG pour discréditer des composants qui sont typiques dans la production de caoutchouc, essentiels même dans la conception de défense afin de se conformer à certaines exigences, peut être considérée comme une pratique trompeuse, mais également comme une pratique potentiellement dangereuse. Comme mentionné précédemment, les résultats de l'ATG ne permettent pas de tirer de conclusion significative quant à la qualité d'une défense ou de sa compatibilité avec un projet. Ainsi, les résultats de l'ATG ne garantissent pas qu'une défense soit à la hauteur de ce qui est prévu dans son champ de fonctionnement. **Et, si une défense de**

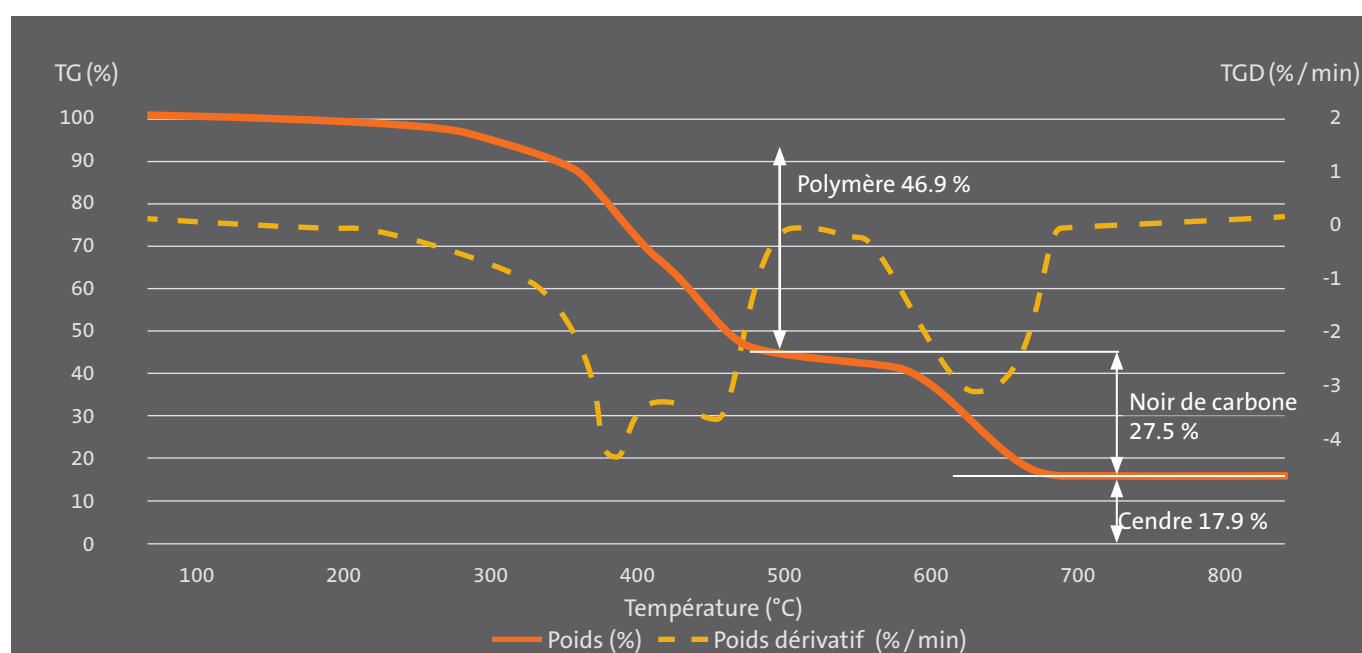


Figure 3 : Analyse thermogravimétrique (ATG) | Valeurs basées sur le composé 2 (voir Tableau 2)

caoutchouc ne se comporte pas comme prévu, la sécurité des opérations marines ne peut être assurée. Après tout, les défenses sont d'une importance capitale pour sécuriser les structures portuaires et créer un environnement sûr pour les bateaux et les équipages. Dans ce contexte, nous croyons que la réponse à ce qui fait une bonne défense doit non seulement refléter un haut niveau d'expertise technique, mais donner également des preuves d'un sens clair de responsabilité d'entreprise.

D'un point de vue technique, une bonne défense est le résultat d'une combinaison de matériaux bruts de haute qualité et d'un fabricant de défense expert dans la composition, garantissant ainsi que les performances du produit final se conforment, voire dépassent, les exigences individuelles du produit et également les normes internationales. D'un point de vue éthique, une bonne défense est la preuve physique d'une culture d'entreprise qui place les exigences de performances individuelles du client au premier plan pour déterminer la qualité du produit, et non son propre besoin de différenciation sur le marché. En résumé, la qualité d'une défense est déterminée par ses performances sur le terrain et non par les revendications du fabricant de défenses.

En tant que fabricants de défenses ayant une connaissance intense et une expertise inégalée en matière de production de caoutchouc, nous, au sein du groupe ShibataFenderTeam (SFT), croyons que la composition est une discipline nécessitant une expertise à ne pas prendre à la légère, et si spécifique à chaque projet qu'elle ne peut pas être généralisée. **Finalement, une défense maritime nécessite un composé de caoutchouc personnalisé en le dotant des bonnes propriétés physiques pour son champ d'application spécifique.** Avec ses Dossiers Techniques, SFT souhaite plaider pour plus de transparence dans la production de défense afin d'assurer

des normes de qualité qui soient guidées par des produits de haute performance et un sens aigu de la responsabilité.

Groupe ShibataFenderTeam.

Le groupe ShibataFenderTeam est l'un des principaux fabricants de défense avec plus de 50 ans d'expérience dans la production de défense, plus de 100 000 défenses en service et plus de 90 ans d'expérience dans la production de produits en caoutchouc. Shibata Industrial, dont le siège social est situé au Japon, est responsable de la production et de la Recherche et du développement tandis que ShibataFenderTeam, dont le siège se situe en Allemagne, gère la conception et la vente. Leurs bureaux régionaux aux États-Unis, en Europe et en Asie sont soutenus par un large réseau de représentants locaux bien établis sur six continents. Créer et protéger de la valeur sont l'essence même de ce pourquoi nos produits sont prévus. Nous offrons une gamme complète de produits de défense maritimes, allant des profils en caoutchouc simples aux systèmes les plus sophistiqués, en passant par les accessoires et les dispositifs de fixation. Une ingénierie d'excellence permet à nos partenaires d'être sûrs de recevoir le meilleur de ce que nous faisons, peu importe l'endroit. Notre expérience nous a valu la réputation d'être un partenaire de confiance dans le marché des ports et des voies navigables international.

info@shibata-fender.team

 www.shibata-fender.team

Références :

Sauf indication contraire, toutes les références au caoutchouc et à la composition du caoutchouc dans ce rapport proviennent de :
- Abts, G. (2007). Einführung in die Kautschuktechnologie (Introduction à la technologie du caoutchouc). Munich : Hanser
- Hofmann, W. & Gupta, H. (2009). Handbuch der Kautschuktechnologie (Guide de référence pour la technologie du caoutchouc). Ratingen: Gupta

Remarque :

- ▶ Les propriétés physiques sont le seul indicateur fiable de la qualité d'un composé de caoutchouc qui est défini par les normes internationales.
- ▶ Les ratios des additifs et des agents de renforcement tels que le noir de carbone, le carbonate de calcium et la silice doivent être déterminés par des spécialistes ayant une profonde connaissance des matériaux, puisque la quantité et la taille des particules influencent grandement le composé ainsi que ses performances et sa durabilité.
- ▶ Les composés mélangés correctement avec du CC par des fabricants expérimentés respectent et dépassent les normes de test internationales, les défenses réalisées à partir de tels composés ont une haute durabilité et atteignent une durée de vie de plus 20 ans.

GROUPE SHIBATAFENDERTEAM.

Siège :

ShibataFenderTeam AG – Allemagne

+49 (0)40 63 86 10 - 170

info@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Inc. – É.-U.

+1 (571) 281-3770

contact-americas@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam S.A.S. – France

+33 (0)1 48 73 00 96

contact-france@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Sdn. Bhd. – Malaisie

+60 (0)3 5545 9215

contact-malaysia@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam Spain SLU – Espagne

+34 960 913 108

contact-spain@shibata-fender.team