

MÉLANGE.

PROCESSUS ÉTAPE PAR ÉTAPE



SHIBATAFENDERTEAM

► on the safe side

Sommaire.

Dossiers Techniques de SFT.....	02
Dossiers Techniques de SFT – N° II.....	03
A. La composition des ingrédients – Des choix fondamentaux.....	05
B. La mastication du caoutchouc – Une préparation cruciale.....	06
C. L'équipement de mélangeage – L'efficacité du travail d'équipe avec la machine	07
D. La mise en feuille – Créer l'uniformité	09
E. Le mélange-maître – Tout sur les additifs.....	10
F. La finalisation – Une pointe de soufre	11
Conclusion.....	12
Le Groupe ShibataFenderTeam.....	13

Résumé.

La deuxième partie de cette série de Dossiers Techniques de SFT sur la fabrication de la défense s'inscrit dans la continuité de la première partie, en présentant une vue générale du processus de mélange des composés de caoutchouc. S'appuyant sur les résultats de la composition des ingrédients du caoutchouc exposés dans le document précédent, cette section s'intéresse aux étapes de préparation et de mélange des matières premières et de la manière dont elles influent sur la performance d'une défense en caoutchouc.

La fabrication des défenses – comme les autres secteurs de fabrication de produits en caoutchouc – est généralement considérée comme un secteur qui repose avant tout sur les connaissances pratiques et l'expérience. La complexité et l'infinité de possibilités en matière de composition du composé en caoutchouc et de techniques différentes de mélange, ainsi que les exigences spécifiques à chaque produit en caoutchouc, font qu'il est difficile de déterminer des procédures unifiées. Le présent document décrit les différentes étapes du mélange du caoutchouc afin de donner un aperçu de cette partie très délicate de la fabrication d'une défense. L'examen de l'interaction complexe entre les matériaux et leur traitement et la présentation des différents appareils de mélange disponibles montrent à quel point la production de défenses de haute qualité dépend de l'expertise du fabricant. Le choix et l'utilisation appropriée de l'équipement reposent sur une expéri-

ence de longue date dans cette partie clé de la fabrication du caoutchouc et influent sur la qualité finale de la défense.

Dossiers Techniques de SFT.

Les systèmes de défenses maritimes jouent un rôle essentiel en termes de protection des personnes, des bateaux et de l'infrastructure portuaire ainsi que pour garantir la sécurité des opérations d'accostage. La qualité d'une défense maritime se mesure exclusivement à travers ses propriétés en matière de performance, qui peuvent se résumer à trois aspects : Sécurité, fiabilité et durabilité.

Néanmoins, les exigences associées à chaque système de défense sont toutes différentes, raison pour laquelle la mise au point d'une défense est un processus unique, allant de la conception et de l'ingénierie de solutions personnalisées au choix des matières premières, en passant par les procédés de fabrication.

Les normes et recommandations internationales en vigueur, telles que AIPCN 2002, ASTM D2000, EAU 2004, ROM 0.2-90 ou BS 6349 font référence uniquement aux propriétés physiques finales d'une défense maritime. Elles ne contiennent pas de spécifications concernant la composition chimique, tout comme il n'existe pas de règlements dans le secteur sur le mélange et les équipements utilisés dans le cadre de ces procédés. **Par conséquent, la qualité d'une défense et ses propriétés physiques sont et resteront l'objectif défini de la fabrication d'une défense.**

Cette série de Dossiers Techniques de SFT en quatre parties décrit la totalité du processus allant de la composition



Mélange-maître coupé et empilé pour la finalisation

des ingrédients du caoutchouc aux tests sur la défense en caoutchouc finale, afin de donner un aperçu non biaisé et exact d'une défense de haute qualité. Elle illustre la manière dont il est possible d'obtenir, à chaque étape de la production, les propriétés physiques qui auront une influence sur la performance de la défense.

La Partie I traite de la corrélation entre, d'une part, les matières premières et leur composition et d'autre part, les propriétés de la défense finale. La Partie II décrit d'importants aspects du processus de mélange et de l'équipement correspondant. La Partie III décrit les processus de fabrication et de vulcanisation et la Partie IV conclut cette série avec un rapport détaillé sur les tests.



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

À travers ses Dossiers Techniques, SFT souhaite promouvoir une plus grande transparence dans la production de défenses, afin d'assurer des standards de qualité, découlant d'un engagement en faveur de produits de haute performance et d'un grand sens des responsabilités.

Dossiers Techniques de SFT – N° II

Étant donné que le mélange est une étape essentielle dans la production des produits en caoutchouc, la présente partie

Dossiers Techniques de SFT décrit les différentes phases du processus de mélange et de la manière dont elles influent sur la performance d'une défense en caoutchouc. Le traitement du caoutchouc requiert une incorporation et une dispersion minutieuses des ingrédients de la composition, tels que plusieurs types de caoutchoucs bruts, des agents de remplissage et différentes substances chimiques. **Il est crucial de s'intéresser à la manière dont ces éléments s'allient pour former une défense de haute qualité.** Une résistance mécanique, une flexibilité et une durabilité supérieures sont quelques-unes des exigences qui jouent un rôle clé dans la vie utile d'une défense. **Il y a une interdépendance entre toutes les étapes de la fabrication d'une défense, qui vont du choix des matières premières, contribuant à équilibrer la conception de la composition, à la précision du processus de mélange produisant le produit final prédéfini.** L'élaboration de la recette de composition et le processus de mélange qui s'ensuit sont les parties les plus délicates de la production d'une défense.

Il existe un grand éventail de compositions différentes de composés en caoutchouc, par conséquent le processus de mélange doit prendre en compte ces différences en termes de processus et d'équipement. **Puisqu'il n'y a pas deux projets de défense identiques, la singularité attachée à chaque projet dans le cadre du processus de production est essentielle.**

La complexité de l'interaction entre la composition et les propriétés du produit requièrent des connaissances approfondies et un solide et long savoir-faire de la part du fabricant - des qualités qui traditionnellement se développent et s'affinent grâce à une longue expérience dans ce domaine.



Caoutchouc brut naturel

Le traitement du caoutchouc, la fiabilité des processus et l'efficacité économique sont des caractéristiques qui peuvent s'obtenir de différentes manières. **Pour obtenir une distribution homogène des ingrédients de la composition ainsi qu'une dispersion élevée, le fabricant s'appuie sur un équipement industriel de mélange à haute performance.** Le présent document décrit ci-après l'équipement approprié pour chaque étape de la production, et émet quelques remarques sur certaines idées fausses largement répandues concernant les différents types de mélangeurs fréquemment utilisés dans l'industrie du caoutchouc.

Ce document présente le processus de mélange du caoutchouc (constitué de la mastication, de la production du mélange-maître et de la finalisation ; voir figures 1 et 2 pour un aperçu ainsi que les étapes plus en détail) et l'équipement tel que recommandé par ShibataFenderTeam Group (SFT) et visant à servir d'exemple pour le secteur.

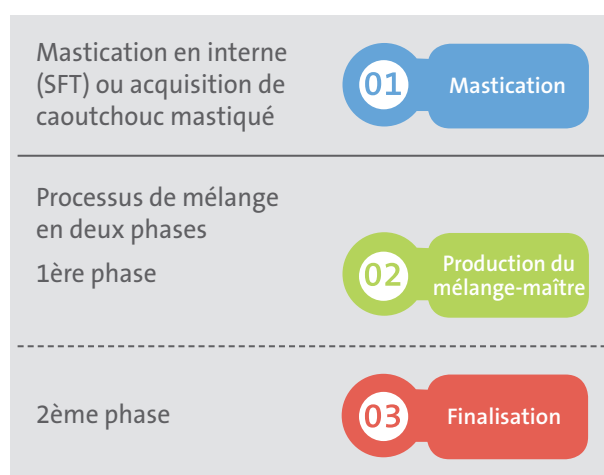


Figure 1 : Processus de mélange – Aperçu général

Remarque :

La procédure suivante présente un processus de mélange en deux phases qui ne prétend en aucun cas être la seule manière de fabriquer une bonne défense. Elle montre cependant la corrélation entre les différentes étapes du processus de mélange et les facteurs à prendre en compte pour la qualité finale d'une défense. Le mélange en une seule phase dans des mélangeurs internes est possible, ainsi que l'usage d'un seul type de mélangeur interne, bien que cette solution ne convienne pas à tous les composés en caoutchouc.

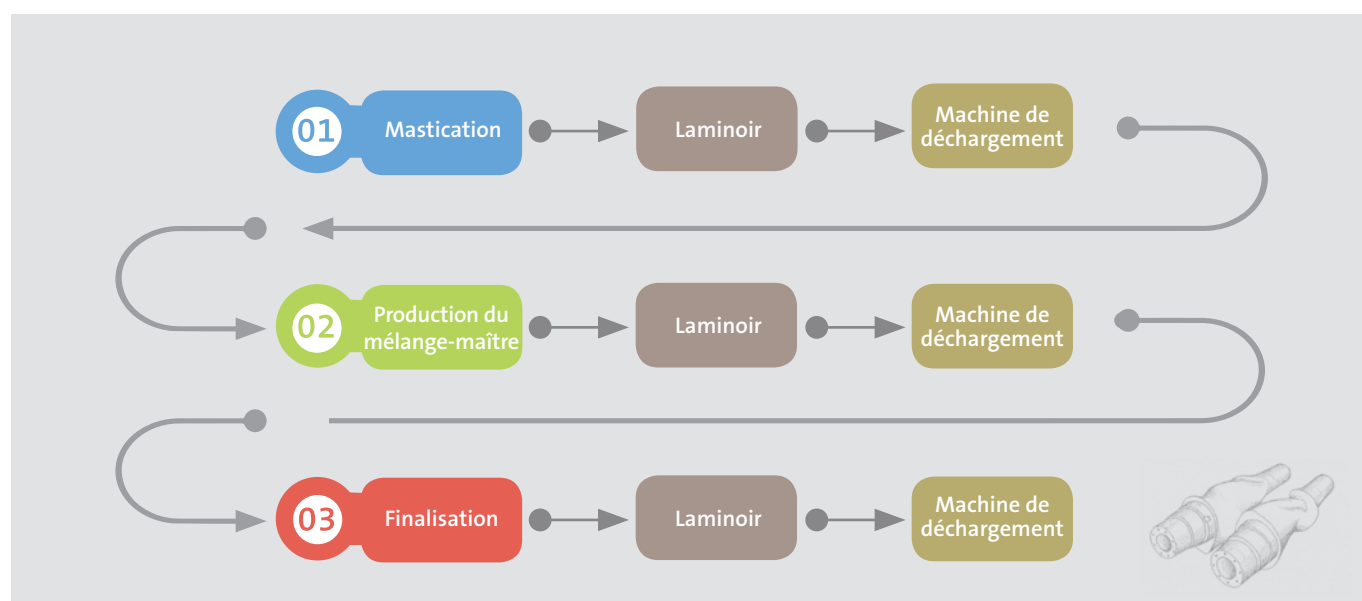


Figure 2 : Processus de mélange – Étapes détaillées

A. La composition des ingrédients – Des choix fondamentaux.

Comme nous l'avons vu dans la Partie I de cette série de Dossiers, une composition chimique du caoutchouc bien conçue est essentielle pour obtenir une défense de haute qualité et un comportement du mélange favorable. Pour éviter toute incohérence dans les propriétés finales du produit, la sélection des matières premières est particulièrement importante. L'état initial du caoutchouc naturel (NR), étant donné qu'il s'agit d'un produit naturel, peut présenter des viscosités différentes en raison de la variation du poids moléculaire et d'une distribution moléculaire inégale. Le NR se présente initialement sous forme de latex, extrait d'un arbre appelé *Hevea brasiliensis*. Une forte consommation et les contraintes géographiques de cette matière première au XVIII^e siècle ont entraîné le développement du caoutchouc synthétique (SR). Le caoutchouc synthétique le plus souvent utilisé dans les composés des défenses est le caoutchouc butadiène-styrène (SBR). De nos jours, il est habituel de mélanger le NR avec le SR, ce qui, en raison des propriétés complémentaires variées des différents types de caoutchouc, permet de renforcer les propriétés physiques de la défense telles que la résistance au vieillissement, la résistance à la traction et le traitement. **En fonction de la composition du mélange du caoutchouc, les autres ingrédients de la composition doivent être très précisément dosés afin d'obtenir une défense en caoutchouc finale présentant**



Caoutchouc synthétique (caoutchouc butadiène-styrène)

des caractéristiques optimales. Les ingrédients supplémentaires qui renforcent les propriétés physiques requises de la défense, ainsi que le traitement du caoutchouc, sont le noir de carbone (CB), le carbonate de calcium naturel et synthétique (CC), l'huile de procédé, des agents antioxydants et antiozone pour protéger le caoutchouc contre le vieillissement et la détérioration par l'ozone, ainsi que du soufre qui agit en tant qu'agent vulcanisant. **L'interaction chimique et l'influence réciproque entre les différents éléments doivent être correctement prises en compte pour chaque composition de caoutchouc.** Comme mentionné ci-dessus, il y a une infinité de formules possibles et la composition est une affaire de précision au gramme près. [La partie I de Dossiers Techniques](#) présente des informations détaillées sur les différents ingrédients et sur la composition du caoutchouc.



Caoutchouc naturel mastiqué

B. La mastication du caoutchouc – Une préparation cruciale.

Le caoutchouc naturel, sous sa forme d'origine, possède un poids moléculaire élevé (équivalant à une viscosité élevée) et une structure moléculaire inégale – une caractéristique qui rend difficile le mélange homogène avec du caoutchouc synthétique ainsi que la dispersion uniforme avec d'autres ingrédients. C'est la raison pour laquelle une mastication mécanique (voir figure 3) est effectuée avant le processus de mélange réel, en vue d'obtenir une surface de matériau sensible à la dispersion du mélange de polymères et des ingrédients de la composition.

Au cours du processus de mastication mécanique, les forces de cisaillement des rotors dans un mélangeur interne décomposent la structure moléculaire du caoutchouc, raccourcissent les longues chaînes moléculaires et créent un alignement parallèle des molécules. Le produit qui en résulte est un caoutchouc à faible viscosité doté d'une plasticité et d'une aptitude à l'écoulement uniformes et constitue donc une matière première présentant des propriétés de mélange et un traitement idéaux. **Les fabricants de caoutchouc peuvent choisir d'acheter du caoutchouc mastiqué ou bien**

d'effectuer une mastication en interne (ce que fait SFT), qui présente des avantages supplémentaires en matière de gestion de la qualité et d'uniformité intra-lots et inter-lots.

La mastication est généralement réalisée à l'aide de mélangeurs internes (pour en savoir plus sur les mélangeurs, voir la section suivante portant sur l'équipement de mélange). Lors de l'utilisation d'un mélangeur interne, le caoutchouc naturel entre dans la chambre de mélange par la porte de trémie sous forme de bloc, puis est traité par les deux pales du rotor en acier épais du mélangeur. Le caoutchouc mastiqué est déchargé et déversé directement dans un laminoir, où il est mis en feuille pour un traitement ultérieur (voir figure 4). Toutes les étapes, de la mastication à la finalisation, sont surveillées et documentées avec précision.



Caoutchouc mastiqué dans un laminoir

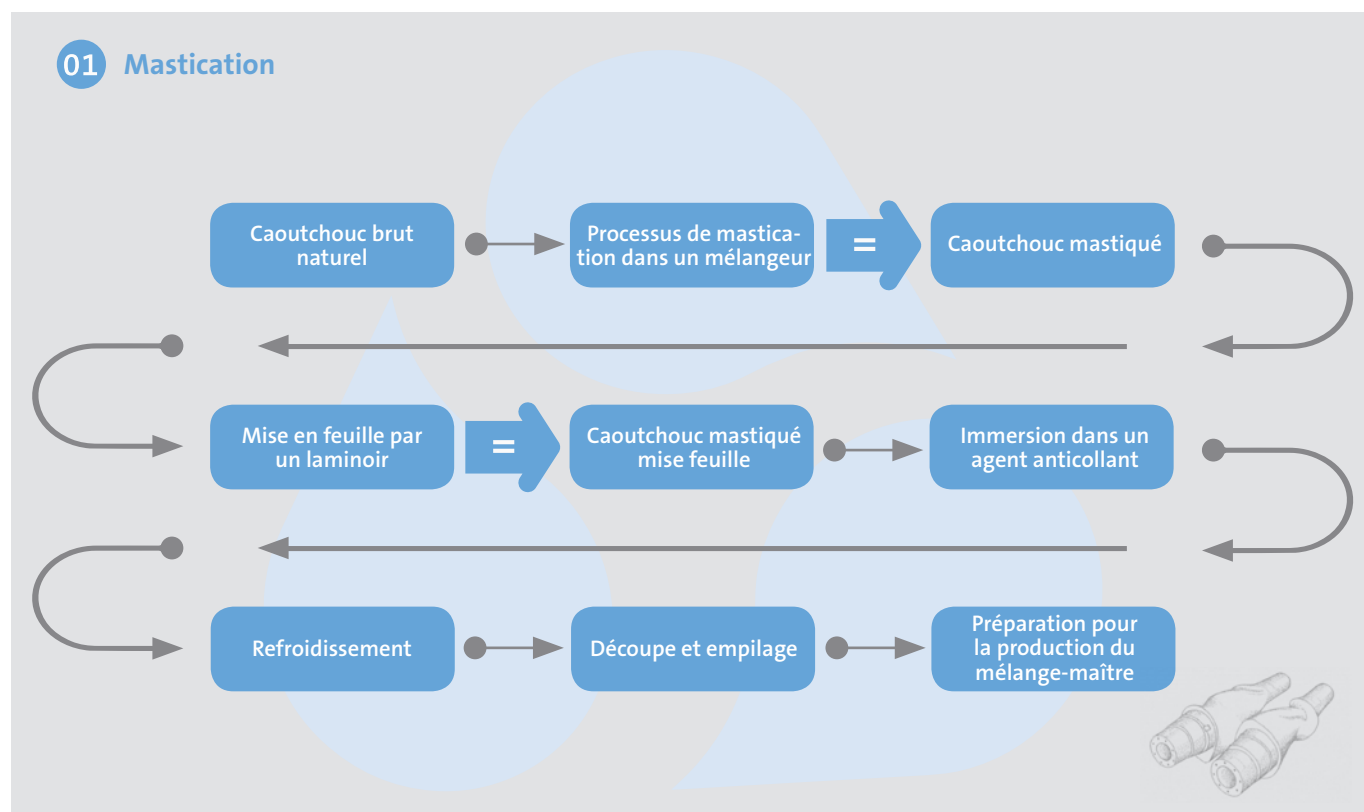
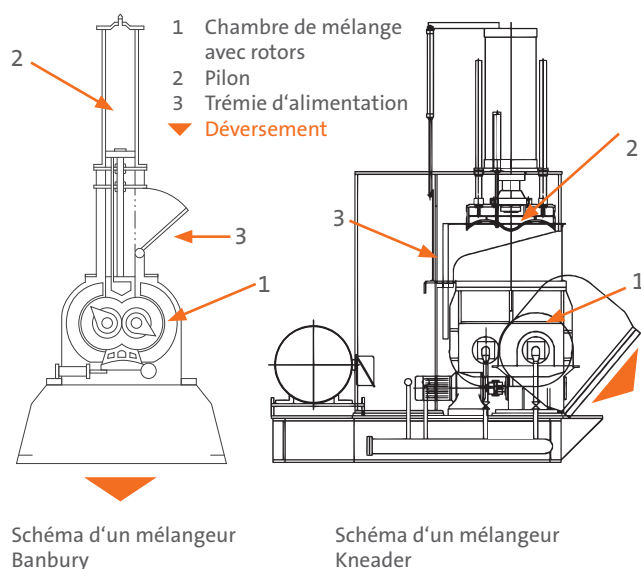


Figure 3 : Mastication – Étapes détaillées

C. L'équipement de mélange – L'efficacité du travail d'équipe avec des machines.

Les mélangeurs les plus fréquemment utilisés dans la fabrication de caoutchouc sont le Banbury et le Kneader, tous les deux des mélangeurs internes, ainsi que le laminoir. **Bien que la construction de ces deux mélangeurs internes soit similaire du point de vue de leurs caractéristiques mécaniques, chacune d'entre elles a ses procédés de prédilection et elles peuvent être utilisées toutes les deux de façon complémentaire pour optimiser la gestion du temps et l'efficacité économique.** Toutes deux sont constituées fondamentalement de paires de rotors contrarotatifs, d'une chambre de mélange, d'un poids flottant (pilon) et d'une trémie d'alimentation. Les deux mélangeurs comportent des mécanismes d'évacuation du caoutchouc différents : dans le Kneader, le caoutchouc sort directement de la chambre de mélange, qui est inclinée vers l'arrière afin de pouvoir déverser le matériau. Le Banbury, quant à lui, présente une trappe de vidange à travers laquelle le caoutchouc est déversé dans le laminoir.

Les deux machines sont disponibles avec différentes dimensions de chambres. **Contrairement à une croyance largement répandue dans le secteur, une plus grande taille de mélangeur ne signifie pas une plus grande efficacité du processus ou une plus grande qualité du résultat final ;** avec des polymères thermosensibles tels que le NR ou le SBR, il convient de ne pas dépasser une certaine température pendant le processus de mélange. Le principal avantage des petits mélangeurs est de présenter un meilleur rapport entre le



volume de la chambre et la surface de refroidissement. Les systèmes de mélange de dimensions réduites ont un rapport surface-refroidissement supérieur à celui des systèmes plus grands : Le volume du cube augmente quand la surface de refroidissement du carré augmente. Par conséquent, la



Mélangeur Banbury



Mélangeur Kneader

température de mélange sera toujours considérablement plus élevée dans un plus grand mélangeur. En outre, dans les grands mélangeurs, le mélange de grands lots prend plus de temps, ce qui peut endommager la structure moléculaire du caoutchouc et nuire à la qualité du composé final. La qualité diminue lorsque la durée de mélange s'allonge, et affecte en définitive de façon négative les propriétés physiques du produit final. **En effet, un plus grand mélangeur est économiquement avantageux en raison de ses taux de production plus élevés mais si l'on choisit de faire primer la qualité sur la quantité, il convient de privilégier un mélangeur de taille moyenne.**

En dépit des similitudes entre les deux mélangeurs internes, chacune de ces machines a des avantages qui amènent à privilégier l'une ou l'autre suivant les étapes de production (pour un aperçu général, voir tableau 1). Le Banbury est un mélangeur qui convient mieux pour la production du mélange-maître grâce à son moteur à haute performance, sa vitesse de rotor réglable et son système de pesage automatique. De hauts degrés de dispersion et le mélange d'un caoutchouc à haute viscosité peuvent être obtenus dans de courts laps de temps. Étant donné que le Banbury fonctionne à des températures plus élevées que le Kneader, il ne constitue pas la meilleure solution pour la mastication et la finalisation, bien que ces étapes puissent être réalisées. La température plus élevée du Banbury est compensée par un temps de mélange plus court. Le Kneader présente cependant certains avantages par rapport au Banbury, à savoir :

- ▶ La mastication : le chargement des blocs de caoutchouc brut est facile.
- ▶ La production du mélange-maître : pour produire des composés colorés, gris par exemple, parce que la température du mélange doit être relativement faible.
- ▶ Finalisation : l'effet de refroidissement est plus important et le déchargement du matériau depuis la chambre de mélange est plus facile.

Le choix du bon mélangeur en fonction de l'étape de production concernée et son bon usage requièrent une longue expérience ; l'utilisation des deux mélangeurs peut s'avérer très avantageuse.

Le laminoir est constitué de deux cylindres tournants, avec un écart entre les deux qui peut être ajusté. Le laminoir peut être utilisé pour toutes les étapes du processus de mélange. Pour la production du mélange-maître, d'autres ingrédients entrant dans la composition sont ajoutés au caoutchouc. Les forces de cisaillement extrêmement élevées du laminoir à de faibles températures entraînent une plus grande dispersibilité des ingrédients, mais contrairement aux mélangeurs internes qui sont dotés de chambres hermétiques, le laminoir est un système mécanique ouvert, et les matières premières s'éparpilleraient.



Laminoir

Cela créerait un environnement de production poussiéreux et dangereux, ce qui représente un argument de poids en faveur de l'usage de mélangeurs internes. En outre, un temps de mélange plus important réduit l'efficacité du laminoir. Par conséquent, celui-ci est donc plus fréquemment utilisé pour la mise en feuille, un processus qui sera décrit dans la section suivante.

ÉTAPE DE MÉLANGEAGE	MÉLANGEURS INTERNES		LAMINOIR
	BANBURY	KNEADER	LAMINOIR À DEUX CYLINDRES
Mastication 01	+ possible, mais moins efficient	+ remplissage efficient des blocs de caoutchouc	+ forces de cisaillement supérieures – plus faible productivité
Production du mélange-maître 02	+ convient aux caoutchoucs à viscosité élevée + vitesse du rotor réglable + dispersion rapide + chambres hermétiques + pesage automatique + la température est adéquate pour la dispersion chimique	+ chambres hermétiques + approprié pour les composés colorés en raison de sa température plus faible – plus faible productivité que le Banbury – ne convient pas aux caoutchoucs à viscosité élevée	+ forces de cisaillement élevées et dispersion très complète – plus faible productivité – éparpillement des matières premières – requiert un opérateur qualifié – environnement de travail dangereux
Finalisation 03	+ possible, mais moins efficient	+ effet de refroidissement plus important + déchargement facile du matériau	+/- voir ci-dessus

Tableau 1 : Les équipements de mélangeage en un coup d'œil



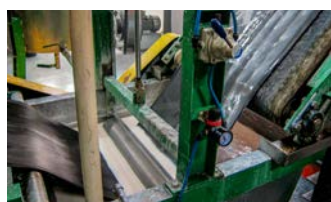
Mélange-maître dans le laminoir

D. La mise en feuille – Créer l'uniformité.

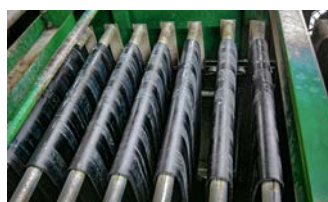
Après chaque opération de mélange (mastication, production de mélange-maître et finalisation), le caoutchouc est préparé pour l'étape de production suivante à travers la mise en feuille sur un laminoir. **Le caoutchouc qui est déchargé dans l'espace entre les cylindres est de nouveau mélangé par les cylindres rotatifs et subit les forces de cisaillement élevées.** Le caoutchouc s'enroule ensuite autour du cylindre frontal et est transformé en une feuille par les deux cylindres. La machine de déchargement est placée à côté du laminoir. Elle exécute quatre étapes principales au moyen d'un couteau rotatif situé en fin de ligne (voir figure 4). D'abord, les feuilles de caoutchouc sont embossées avec le code de composition (mélange-maître et composé finalisé uniquement) et immergées dans un récipient rempli d'un agent anticollant dilué qui empêche les feuilles de caoutchouc non vulcanisées de se coller les unes aux autres. Les feuilles de caoutchouc sont ensuite transférées dans une chambre de refroidissement qui diminue rapidement leur température et contribue, en outre, à sécher l'agent anticollant. Enfin, le caoutchouc est transféré au couteau rotatif, où les feuilles sont découpées suivant la longueur souhaitée. Le caoutchouc finalisé reste non coupé et est plié en une seule pièce afin d'améliorer l'aptitude au traitement pour le processus de fabrication suivant.



Embossage



Immersion dans un agent anticollant



Refroidissement



Découpe

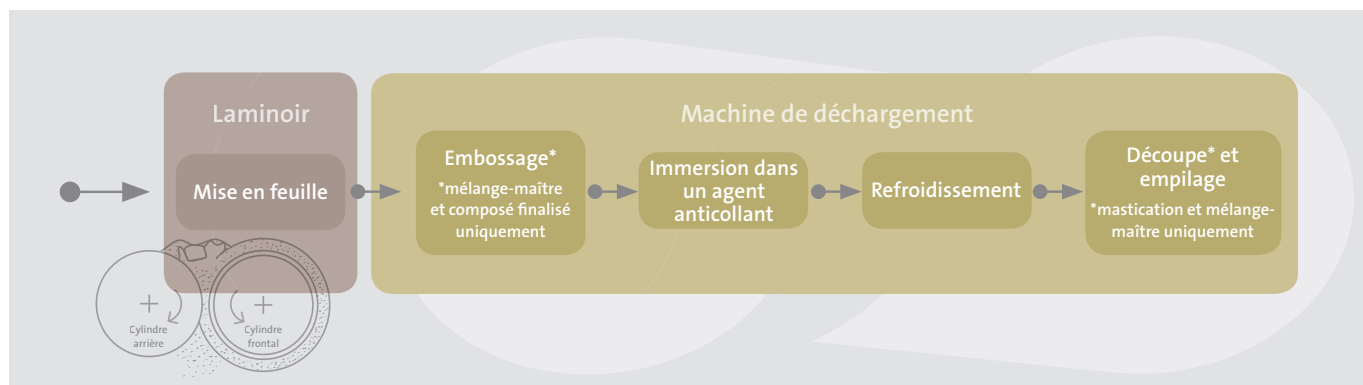


Figure 4 : Processus de mélange – Laminoir et machine de déchargement

E. Le mélange-maître – Tout sur les additifs.

Le processus de mélange en deux phases commence par la production du mélange-maître, une étape cruciale du processus de mélange, qui doit de préférence être effectuée au moyen du Banbury (voir figure 5). Pendant cette étape, tous les ingrédients de la composition, à l'exception de l'agent vulcanisant, sont mélangés. **Il convient de prêter une attention particulière à la séquence d'ajout des ingrédients et des délais de mélange correspondants.** Dans un premier temps, le caoutchouc naturel mastiqué (NR) est mélangé avec le caoutchouc synthétique (caoutchouc butadiène-styrène, SBR) pour former un mélange de caoutchouc uniforme. En raison des propriétés naturelles du caoutchouc obtenu à l'issue de la mastication, le mélange de caoutchouc peut être mélangé de façon optimale avec tous les agents de remplissage et substances chimiques requis pour obtenir les propriétés physiques désirées. La deuxième étape est marquée par l'ajout du noir de charbon et de l'huile de procédé et, après le temps de mélange, les agents de remplissage et substances chimiques sont libérés dans la chambre. Après l'ajout de chaque ingrédient, la porte de trémie est refermée et le matériau est écrasé par le pilon dans la chambre, où il est ensuite mélangé tandis que l'évolution de la température et les forces de rotation sont strictement surveillées.

Plusieurs paramètres doivent être précisément contrôlés lors de cette opération. Premièrement, le système de pesage automatique et le contrôleur automatique du processus de mélange du Banbury préviennent les erreurs humaines concernant la composition chimique du composé et les réglages du mélangeage. **Si lors de cette phase le mélange est inadéquat, le noir de charbon n'est pas dispersé de façon homogène, ce qui va se répercuter de façon négative sur le composé final.** Le mélange doit être effectué à une température relativement élevée, afin de faire fondre les substances chimiques pour obtenir une dispersion adéquate. Mais si les températures sont trop élevées, le caoutchouc devient trop mou et les forces de cisaillement créées sont insuffisantes, ce qui entraîne une plus faible dispersion des ingrédients. En outre, étant donné que le NR et le SBR ne sont pas résistants aux hautes températures, des températures trop élevées vont avoir un effet négatif sur les propriétés physiques du composé. **Le besoin de créer le juste équilibre au niveau des températures requiert donc la surveillance étroite de la vitesse et des temps de mélange.** De plus, le Banbury est équipé d'un système de refroidissement très efficace qui aide à contrôler la température pendant tout le déroulement du processus. Le mélange-maître est ensuite de nouveau traité par le laminoir et la machine de déchargement, puis sera stocké pendant une période de refroidissement avant de subir un nouveau traitement.

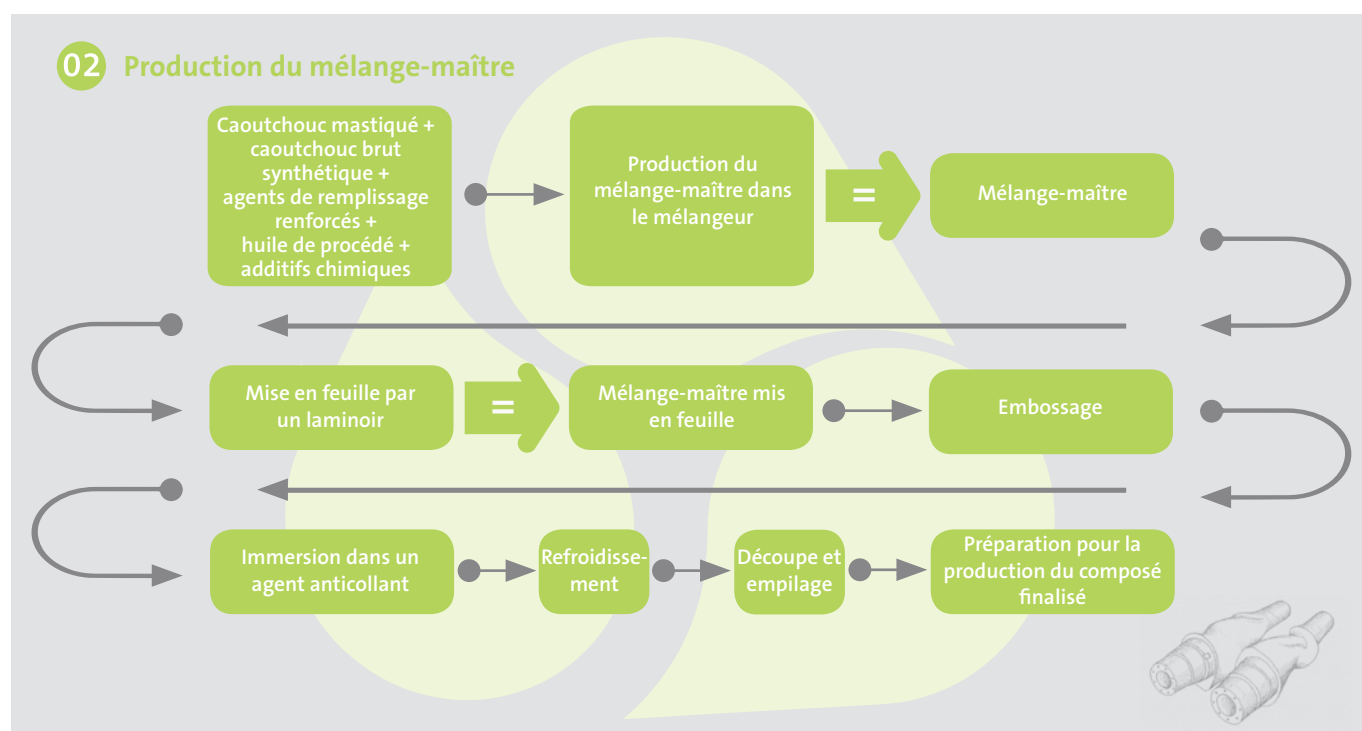


Figure 5 : Production du mélange-maître – Étapes détaillées

F. La finalisation – Une pointe de sulfure.

Lors de la deuxième étape du processus de mélange, à savoir la finalisation, le mélange-maître est mélangé avec du soufre pour la préparation du processus de fabrication et de vulcanisation, qui sera traité dans la partie III de cette série de Dossiers Techniques (voir figure 6).

Le soufre est l'agent vulcanisant le plus fréquent pour les défenses en caoutchouc. Il est utilisé en association avec d'autres substances chimiques qui accélèrent la vulcanisation et évitent le grillage, notamment de l'oxyde de zinc ou de l'acide stéarique. **Alors que cette étape est importante pour améliorer l'efficacité de la réticulation des chaînes de polymères du caoutchouc (vulcanisation), l'ajout et le mélange minutieux de soufre renforcent la dureté finale du caoutchouc et ses propriétés élastiques.** Après l'ajout de soufre, il faut éviter une augmentation de la température pour empêcher une vulcanisation prématurée. **Le Kneader est le dispositif de mélange recommandé pour la finalisation, car contrairement au Banbury, il ne dépasse pas facilement la température critique de vulcanisation.** Le composé final est traité dans le laminoir et la machine de déchargement, puis est ensuite stocké en une seule pièce pliée, mais



Composé finalisé dans le laminoir

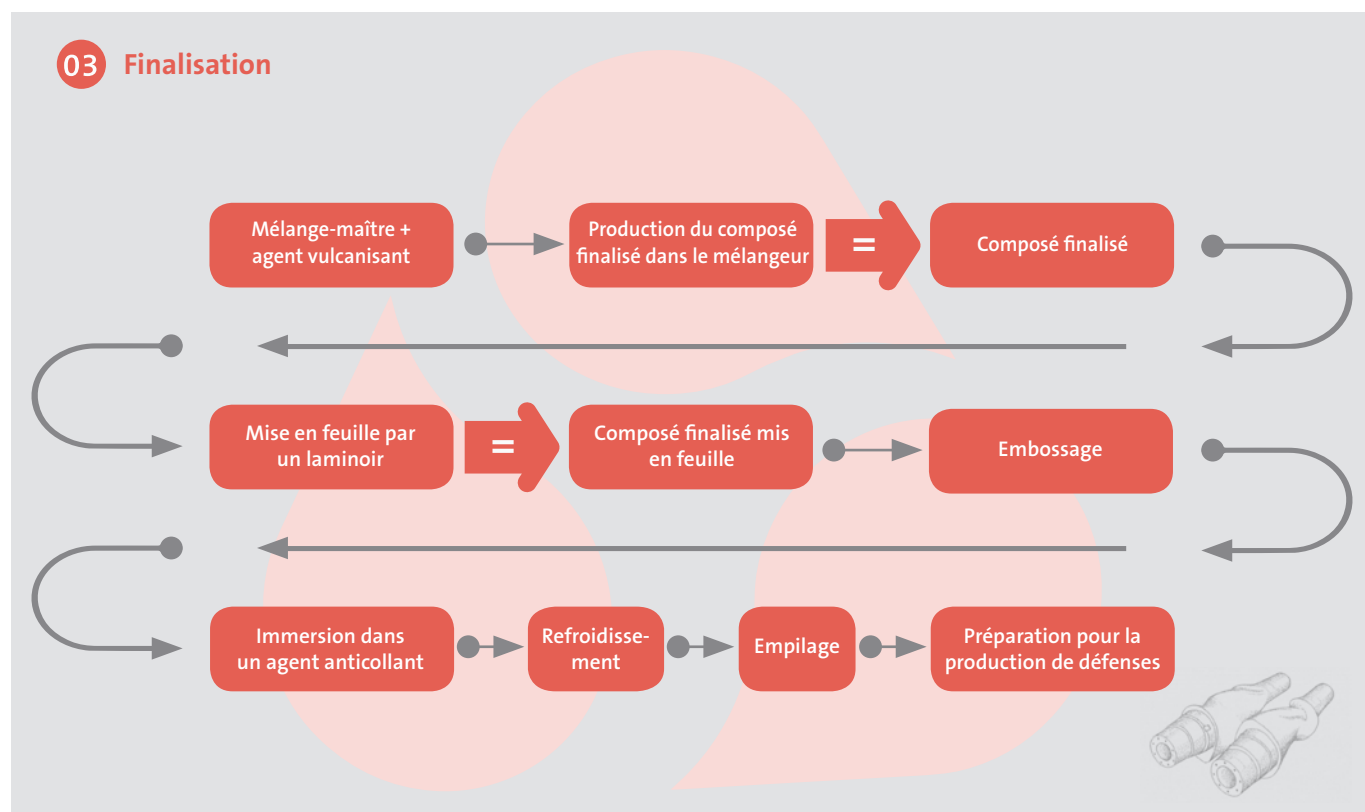


Figure 6 : Finalisation – Étapes détaillées

non découpée, ce qui facilite le processus de fabrication ultérieur (partie III de la série de Dossiers Techniques).

L'étape suivante de la production de défenses, à savoir la fabrication et la vulcanisation, repose sur la détermination précise du temps de grillage, du temps de vulcanisation optimal ainsi que des couples minimal et maximal. **Ces paramètres peuvent varier entre différents lots de composé. Par conséquent, il est essentiel de les tester et de les déterminer pour obtenir un produit de haute qualité.** À cette fin, un échantillon de composé finalisé est placé dans un rhéomètre, qui détermine toutes les données pertinentes à l'aide d'un logiciel spécifique, en vue de programmer les paramètres de vulcanisation optimaux pour chaque composé. De cette façon, la qualité de chaque lot de composé peut être en permanence réévaluée.

Le même échantillon-test est utilisé pour tester les propriétés physiques du composé. La réalisation de ces deux tests lors de cette phase de production des défenses permet d'obtenir une évaluation qualitative précoce.



Échantillon-test pour le rhéomètre



Caoutchouc finalisé plié pour le processus de fabrication

Conclusion.

Comme nous l'avons vu dans les parties I et II de cette série de Dossiers Techniques, le processus allant de la conception du composé pour une défense en caoutchouc avec les propriétés physiques souhaitées, jusqu'au procédé de mélange respectant les standards de qualités les plus élevés, est très complexe. Les composés en caoutchouc destinés aux défenses en caoutchouc doivent posséder une résistance mécanique, une flexibilité et une durabilité supérieures tout en présentant un bon rapport qualité-prix. Chez SFT, notre mission est de maximiser et d'exploiter les forces de chaque matériau en combinant différents types de caoutchoucs, d'agents de remplissage et de substances chimiques et en utilisant un excellent processus de mélange.

L'ajustement de la composition pour chaque nouveau projet de défense en fonction des exigences de ce dernier est étroitement surveillé chez SFT, car les caractéristiques des compositions en caoutchouc influent énormément sur la performance et la durabilité des défenses. Les composés des défenses en caoutchouc ne peuvent en aucun cas être généralisés à l'ensemble du secteur.

Et lorsque nous disons qu'un bon dosage des matières premières est absolument nécessaire pour la conception du composé et que cela fait partie intégrante de notre expérience, nous n'exagérons pas. **Il existe une infinité de combinaisons possibles en matière de composition de caoutchouc et toutes dépendent du type et de la quantité de caoutchoucs bruts ainsi que des agents de composition utilisés dans la formulation.** Chez SFT, nous sommes convaincus qu'il est fondamental de posséder une expertise en matière de conception de composés, de mélange, de production et de tests pour garantir la sécurité, la fiabilité et la durabilité d'une défense.

Néanmoins, la meilleure des formulations de composé et la plus grande qualité de matières premières ne garantissent pas la production d'une défense durable si des techniques de mélangeage inappropriées ou un mauvais équipement sont utilisés. **Le Banbury et le Kneader sont deux solutions fiables et efficaces pour le mélange de composé de haute qualité et il peut même s'avérer très avantageux de les utiliser toutes les deux.** La méthode utilisée pour obtenir cette qualité peut varier suivant les propriétés physiques requises du produit final, mais dans la plupart des cas, elle est le fruit d'une longue expérience avec les matériaux et les proces-

sus impliqués. Enfin, la cohérence d'un processus complexe tel que le mélange de caoutchouc personnalisé dépend dans une large mesure du contrôle opérationnel de chaque étape de la production, d'une vision solide de la gestion de la qualité et, encore une fois, de l'expérience du fabricant.

Chez SFT, en tant que fabricant de défenses disposant de connaissances approfondies et d'une expérience de plus de 90 ans dans la production de caoutchouc, nous assumons l'intégralité du processus orienté vers des projets spécifiques, un processus qui va des calculs et de la conception jusqu'à la création et production d'une défense durable et de très grande qualité, tout en respectant pleinement les normes et recommandations internationales et étant pleinement conscients de nos responsabilités.

Références :

Sauf indication contraire, toutes les références au caoutchouc et au mélange 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 (*Guide de référence sur la technologie du caoutchouc*). Ratingen: Gupta
- C. Hopmann, J.P. Dering, and A. Lipski (2015). Process analysis for efficient rubber processing (*Gummi Fasern Kunststoffe*, 68, No. 1, pages 44-50). Ratingen: Gupta
- Nobuyuki, N. (2000). Science and Practice of Rubber Mixing. Shawbury: Capra Technology Limited
- New Edition, Basic Rubber Technology, Third impression of the revised edition (2010). The Society of Rubber Science and Technology, Japan
- Dossier technique n°1 ShibataFenderTeam: Composition

Remarque :

- ▶ Les propriétés physiques d'une défense en caoutchouc ne dépendent pas seulement de la qualité du composé en caoutchouc. Le traitement adéquat du matériau lors du processus de mélange et le choix de l'équipement sont tout aussi importants.
- ▶ Le choix du dispositif de mélange le plus approprié à chaque étape de production au sein d'un éventail d'appareils disponibles, ainsi que le grand savoir-faire des opérateurs, jouent un rôle crucial dans la production d'une défense qui respecte et dépasse les normes de tests internationaux.
- ▶ Les aspects de l'équipement de mélange qui jouent un rôle important dans la qualité du composé final sont notamment la vitesse du rotor, l'évolution des températures et le rapport entre le volume de la chambre et la surface de refroidissement. Les mélangeurs de grande dimension sont peut-être plus rentables, mais ne sont pas forcément avantageux du point de vue de la qualité du composé.

Groupe ShibataFenderTeam.

Le Groupe ShibataFenderTeam est l'un des principaux fabricants internationaux de défenses. Jouissant d'une expérience de plus de 50 ans dans la production de défenses, il compte plus de 100 000 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 des ventes. 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 défenses 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.

info@shibata-fender.team

 www.shibata-fender.team

GROUPE SHIBATAFENDERTEAM.

Siège :

ShibataFenderTeam AG – Allemagne

+49 (0)40 63 86 10 - 170

info@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

+34 960 913 108

contact-spain@shibata-fender.team

ShibataFenderTeam B.V. – Hollande

+31 (0)497 749 - 260

contact-netherlands@shibata-fender.team