

## PROGRAMME DE FORMATION CONTINUE : FORMATION TECHNIQUE EN TRANSFORMATION DES CAOUTCHOUCS

Module 1 Les polymères et leurs applications 1 jour	Module 2 Les notions de formulation 2 jours
<p><b>Objectif général :</b> Amener le participant à développer une approche systémique et analytique des notions de chimie des élastomères afin de l'aider, dans le cadre de son travail, à faire les meilleurs choix en fonction des besoins spécifiques de l'entreprise et des exigences des produits à fabriquer.</p> <p><b>Objectifs spécifiques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître les notions de liaisons chimiques afin de comprendre le comportement des polymères et leurs caractéristiques chimiques.</li> <li>• Connaître et comprendre les paramètres physiques importants qui caractérisent les polymères.</li> <li>• Connaître les principales méthodes de synthèse des élastomères.</li> <li>• Connaître et comprendre les caractéristiques physiques et chimiques des principales familles d'élastomères.</li> <li>• Appliquer les notions de rhéologie afin de comprendre le comportement des élastomères lors des procédés de transformation.</li> </ul> <p><b>Éléments de contenu :</b></p> <p>1) Notions de chimie organique Structure moléculaire - Les principales fonctions chimiques</p> <p>2) Définitions et caractérisations des polymères Définitions - Caractéristiques d'un polymère - Comportement en température : Tg - Caractérisation et distribution du poids moléculaire des macromolécules – La structure d'un polymères</p> <p>3) Méthodes de synthèse des polymères La polymérisation par étapes - La polycondensation en chaîne - La copolymérisation</p> <p>4) Les élastomères : termes et classification Les élastomères à usage général – Les élastomères à usage spécial, Les élastomères à usage très spéciale – Les élastomères thermoplastiques</p> <p>5) Rhéologie appliquée aux élastomères Notions de base - Rhéologie des mélanges de caoutchouc - Instrument de mesure des valeurs rhéométriques</p>	<p><b>Objectif général :</b> Amener le participant à développer une approche systémique et analytique des notions de formulation des composés en caoutchouc afin de l'aider, dans le cadre de son travail, à faire les meilleurs choix en fonction des besoins spécifiques de l'entreprise et des exigences des produits à fabriquer.</p> <p><b>Objectifs spécifiques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître les propriétés chimiques, physiques et mécaniques des différents élastomères disponibles, afin de faire le meilleur choix en fonction des besoins spécifiés.</li> <li>• Connaître les différents systèmes de vulcanisation / pontage afin de faire le meilleur choix selon les types d'élastomères et les propriétés chimiques et mécaniques recherchées.</li> <li>• Connaître les particularités des charges, des plastifiants et des agents de protection afin de répondre adéquatement aux exigences du produit à fabriquer.</li> </ul> <p><b>Éléments de contenu :</b></p> <p>1) Introduction Les marchés - Principe de la formulation en caoutchouc (PHR)</p> <p>2) Choix d'un élastomère Élastomères thermodurcissables – Élastomères thermoplastiques</p> <p>3) Les systèmes de vulcanisation Considérations générales - Vulcanisation au soufre - Réticulation aux peroxydes – Réticulation aux résines et aux oxydes – Polymères et systèmes de vulcanisation</p> <p>4) Les charges Caractérisation des charges - Les noirs de carbone - Les charges claires renforçantes : les silices - Les charges claires semi-renforçantes - Autres charges</p> <p>5) Les plastifiants Définitions – Les plastifiants pétroliers – Les plastifiants synthétiques – Les plastifiants naturels</p> <p>6) Les systèmes de protection Les mécanismes de vieillissement (hors agents de protection) et la mise en œuvre - Les systèmes de protection</p> <p>7) Les autres ingrédients Les agents gonflants – L'adhésion au métal et au textiles colles - Autres ingrédients</p> <p>8) Les élastomères thermoplastiques Définition - La structure et les catégories - Les copolymères blocs ou segmentés - Les mélanges d'élastomères et de composés thermoplastiques</p>

--	--

<b>Module 3</b> <b>Les méthodes d'essai et d'évaluation du comportement à long terme des pièces de caoutchouc</b> <b>Durée : 1 jour</b>	<b>Module 4</b> <b>Le mélange</b> <b>2 jours</b>
<p><b><u>Objectif général :</u></b> Amener le participant à acquérir des connaissances techniques sur les méthodes d'essai utilisées lors de la sélection des matières premières, lors du contrôle de production et lors du développement de nouvelles formulations afin d'être en mesure de faire les meilleurs choix en fonction des besoins spécifiques de l'entreprise et des exigences des produits à fabriquer.</p> <p><b><u>Objectifs spécifiques :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se familiariser avec l'approche et les méthodes d'essai effectuées sur les matières premières afin de vérifier leur conformité aux normes et caractéristiques exigées.</li> <li>• Se familiariser avec l'approche et les méthodes d'essai utilisées en cours de production afin de vérifier et contrôler les paramètres du procédé, et assurer la conformité aux normes établies.</li> <li>• Se familiariser avec les principes, la méthodologie et les limitations des méthodes d'essai utilisées afin de vérifier le comportement désiré, à plus long terme, des produits manufacturés.</li> </ul> <p><b><u>Éléments de contenu :</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Raison d'être et caractéristiques désirées des tests</li> <li>2) Le contrôle des matières premières Le contrôle des élastomères - Le contrôle des charges - Le contrôle des huiles - Le contrôle des additifs</li> <li>3) Le contrôle des mélanges en cours de fabrication Le système ASTM - Le contrôle des mélanges en cours de fabrication</li> <li>4) Le contrôle des vulcanisats Les caractéristiques physiques - Les caractéristiques physico-chimiques</li> <li>5) Performance et durabilité</li> </ol>	<p><b><u>Objectif général :</u></b> Amener le participant à acquérir une connaissance globale des différents procédés et équipements de mélange utilisés pour la production de composés en caoutchouc à partir des matières premières; approfondir des connaissances techniques sur les principes de fonctionnement des mélangeurs et faire le lien entre les méthodes de mélange, les matières premières utilisées et la qualité (uniformité et reproductibilité) des caoutchoucs produits.</p> <p><b><u>Objectifs spécifiques :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre le fonctionnement des équipements de mélange et des périphériques utilisés dans le procédé de mélange du caoutchouc.</li> <li>• Être capable de choisir une séquence d'addition, selon le procédé de mélange utilisé et le type de produit fini désiré.</li> <li>• Déterminer les paramètres d'opération et de contrôle, afin d'optimiser la qualité et la productivité.</li> <li>• Comprendre la réaction et le comportement du caoutchouc pendant et après sa fabrication.</li> <li>• Identifier, analyser, comprendre et résoudre des problèmes relevant du procédé de mélange.</li> </ul> <p><b><u>Éléments de contenu :</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Caractérisation du processus de mélange</li> <li>2) Les équipements de mélange Les équipements périphériques - Les mélangeurs internes - Les mélangeurs en continu - Comparaison des équipements de mélange</li> <li>3) Séquence d'addition des ingrédients et paramètres de contrôle Principe généraux - Le calcul de la masse d'un lot - Différentes méthodes de mélange - Paramètres de contrôle</li> <li>4) Les agents de mise en œuvre</li> <li>5) La résolution de problèmes Méthode d'analyse - Étude de cas</li> </ol>

**Module 5  
L'extrusion  
2 jours**

**Objectif général :**

Amener le participant à acquérir une connaissance globale du procédé d'extrusion et des équipements qui s'y rattache; approfondir des connaissances techniques sur les principes de fonctionnement des extrudeuses et des équipements de vulcanisation afin d'être en mesure de faire le lien entre les équipements, la formulation et les paramètres de production et d'en optimiser la qualité et la productivité.

**Objectifs spécifiques :**

- Comprendre le fonctionnement des extrudeuses et des périphériques utilisés dans le procédé d'extrusion.
- Comprendre le fonctionnement des équipements de vulcanisation utilisés dans le procédé d'extrusion.
- Déterminer les paramètres d'opération et de contrôle, afin d'optimiser la qualité et la productivité.
- Comprendre les étapes de conception de la tête et des filières.
- Connaître et comprendre le comportement du caoutchouc lors de l'extrusion et faire le lien avec les matières premières utilisées.
- Identifier, analyser, comprendre et résoudre des problèmes relevant du procédé d'extrusion.

**Éléments de contenu :**

- 1) Les types d'extrudeuses et les périphériques en amont et en aval  
Le procédé d'extrusion dans l'industrie - Les périphériques en amont d'une extrudeuse - Les périphériques en aval d'une extrudeuse - Les extrudeuses.
- 2) L'équipement de vulcanisation  
Le système de vulcanisation continu à air chaud - Le système de vulcanisation continu avec four à micro-ondes - Le système de vulcanisation continu à bain de sel - Le système de vulcanisation continu à lit fluidisé - Le système de vulcanisation continu avec « Shear Head » - Le système de vulcanisation du caoutchouc éponge.
- 3) Les paramètres d'opération et de contrôle  
Comportement rhéologique des caoutchoucs - Design de tête - Design de filière - Paramètres d'opération.
- 4) La résolution de problèmes  
Les problèmes liés à l'extrudeuse - Étude de cas.

**Module 6  
Le calandrage  
2 jours**

**Objectif général :**

Amener le participant à acquérir une connaissance globale du procédé de calandrage et des équipements qui s'y rattache; approfondir des connaissances techniques sur les principes de fonctionnement des calandres afin d'être en mesure de faire le lien entre les équipements, la formulation et les paramètres de production et d'en optimiser la qualité et la productivité.

**Objectifs spécifiques :**

- Comprendre les principes de fonctionnement des calandres ainsi que des périphériques en amont et en aval.
- Déterminer les paramètres d'opération et de contrôle, afin d'optimiser la qualité et la productivité.
- Connaître l'utilisation des types de calandres en industrie.
- Connaître, et comprendre le comportement du caoutchouc lors du calandrage et faire le lien avec les matières premières utilisées.
- Connaître les principes et les équipements du procédé de calandrage/extrusion.
- Connaître les principaux procédés de vulcanisation de caoutchouc calandré.
- Identifier, analyser, comprendre et résoudre des problèmes relevant du procédé de calandrage.

**Éléments de contenu :**

- 1) Les types de calandres et les périphériques en amont et en aval  
Les opérations de calandrage - Bref historique de l'évolution technique des calandres - Les périphériques en amont d'une calandre - Les périphériques en aval d'une calandre - Les types de calandres - Les composantes d'une calandre.
- 2) Les paramètres d'opération et de contrôle du procédé de calandrage  
Paramètres d'opération et de contrôle du procédé.
- 3) L'utilisation des différentes calandres en l'industrie  
Calandrage d'ébauche pour moulage - Calandrage pour caoutchoucage de tissu - Calandrage de tissu frictionné - Calandrage de fils métalliques - Calandrage de caoutchouc avec une face profilée - Procédé d'enduction de tissu par caoutchouc liquide.
- 4) Les tissus  
Structure chimique et propriétés des fibres - Tissage et design des tissus - Traitement des tissus - Mécanisme d'adhésion et mesure.
- 5) Le calandrage par extrusion
- 6) Les contraintes de formulation du caoutchouc
- 7) Les procédés de vulcanisation de produits en caoutchouc calandrés  
La vulcanisation en continu avec presse à bande en acier (Rotocure) - La vulcanisation sous pression en autoclave - La vulcanisation au four à air chaud par pression atmosphérique.
- 8) La résolution de problèmes liés au calandrage. Étude de cas.

**Module 7  
Le moulage  
1 jour**

**Objectif général :**

Amener le participant à acquérir une connaissance globale du procédé de moulage et des équipements qui s'y rattache; approfondir des connaissances techniques sur les principes de fonctionnement des différents types de presse afin d'être en mesure de faire le choix le plus approprié, et faire le lien avec la formulation et les paramètres de production et d'en optimiser la qualité et la productivité.

**Objectifs spécifiques :**

- Connaître et comprendre les principes de fonctionnement des différents types de presse.
- Choisir un procédé de moulage en fonction du produit fini.
- Identifier les facteurs à considérer dans le choix, la conception et l'entretien de moules.
- Déterminer les paramètres d'opération et de contrôle, afin d'optimiser la qualité et la productivité.
- Identifier, analyser, comprendre et résoudre des problèmes relevant du procédé de moulage.

**Éléments de contenu :**

- 1) Objectifs, particularités et notions théoriques  
Les principes de base - Notions de rhéologie - L'impact de la formulation - Les moules et le retrait - Encrassement des moules
- 2) Le moulage par compression des thermodurcissables  
La presse à compression - Les moules - Paramètres d'opération
- 3) Le moulage par transfert des thermodurcissables  
La presse à transfert - Les moules - Paramètres d'opération
- 4) Le moulage par injection des thermodurcissables  
La presse à injection - Les moules - Paramètres d'opération
- 5) Le moulage par injection des thermoplastiques  
Les familles de thermoplastiques - Les équipements et les moules - Paramètres d'opération
- 6) Le moulage des polyuréthanes liquides  
Les familles de polyuréthanes - Le moulage par coulage - Le moulage RIM
- 7) Le moulage par injection des silicones liquides  
Les familles de silicones - Le moulage par injection
- 8) La résolution de problèmes  
Cas de moulage par compression - Cas de moulage par injection