

Projet de définition à des fins d'utilisation ultime

## **POUDRETTE DE CAOUTCHOUC**

*Préparé par Chahneet Sidhu pour l'ACARP  
Août 2021*

### **INTRODUCTION**

Saviez-vous qu'on a recyclé plus de 370 000 tonnes de pneus usés au Canada l'an dernier? Depuis plus de 20 ans, les programmes de recyclage au Canada contribuent à la protection de l'environnement en réacheminant les pneus en fin de vie hors des sites d'enfouissement et en les recyclant en divers produits écologiques dérivés de pneus. La poudrette de caoutchouc est l'un de ces nombreux produits écologiques dérivés des pneus usagés non réutilisables. L'an dernier au Canada, on a recyclé plus de 141 732 tonnes de pneus en poudrette de caoutchouc qui a servi à la fabrication de produits valorisés à partir de déchets qui autrement finiraient dans les sites d'enfouissement. (CATRA, 2021).

### **FABRICATION DE LA POUDRETTE DE CAOUTCHOUC**

On obtient la poudrette de caoutchouc en broyant les pneus usagés non réutilisables de voitures et de camions en des granulats de taille spécifique. Durant l'opération de broyage, on retire l'acier et les fibres des pneus et l'on broie le caoutchouc pour en obtenir des granules de taille uniforme.

Il existe deux méthodes principales pour le broyage et la granulation en poudrette de caoutchouc : le broyage à **température ambiante** et le broyage **cryogénique**. La méthode la plus utilisée est celle du broyage à température ambiante. On transforme des pneus usés entiers par une démarche en plusieurs étapes où des déchiqueteuses broient les pneus à température de la pièce pour créer de la poudrette de caoutchouc. (Fazli & Rodrigue, 2020). Pour le broyage cryogénique, on se sert d'azote liquide pour abaisser la température des pneus usés sous - 80° C afin de rendre la matière cassante (Fazli & Rodrigue, 2020). Une fois que le pneu est gelé on broie le caoutchouc en le faisant passer dans un broyeur à marteaux.

On peut observer le broyage à [température ambiante](#) dans une vidéo produite par Eco Green Equipment (É.-U.). On peut voir comment les pneus hors d'usage sont d'abord déchiquetés en broyats. Les broyats sont ensuite transformés plus avant afin d'obtenir le produit final, la poudrette de caoutchouc qui aura une taille spécifique.

Le broyage à température ambiante et le broyage cryogénique utilisent chacun une technologie et de l'équipement différents. Le produit final est légèrement différent pour chaque méthode qui a chacune ses avantages et ses inconvénients. La plus grande différence est la forme finale du produit. Avec la méthode ambiante, les contours du broyat sont rugueux, ce qui lui donne une plus grande surface,

faisant de la poudrette idéale pour fabriquer des produits moulés, tel que des tapis de caoutchouc (Dondi et al., 2014). Un des inconvénients de la méthode à température ambiante est que cette technique produit une quantité importante de chaleur résiduelle ce qui peut détériorer le produit. Pour prévenir ce risque, on doit réduire le taux de production de l'équipement et s'assurer d'un refroidissement intensif (Hoyer et al., 2020). La méthode cryogénique quant à elle donne un broyat plus fin et moins rugueux qui est idéal comme remplissage dans les terrains de sports (Dondi et al., 2014). En outre, la méthode cryogénique a comme avantage de permettre un plus grand rendement de production et une consommation d'énergie moindre comparativement à la méthode de broyage à température ambiante. (Scrap Tire News, 2021). Un des inconvénients du broyage cryogénique est le coût élevé de l'azote liquide utilisé, ce qui augmente le coût de production de la poudrette de caoutchouc.

Chaque méthode de broyage produit de la poudrette servant à des usages différents, et donc ni l'une ni l'autre n'est plus avantageuse. Les experts recommandent donc de choisir une méthode en fonction de l'usage final que l'on fera de la poudrette tout en s'assurant d'obtenir la plus haute qualité au moindre coût (N. Bansal & J. Cassell, communication personnelle, juillet 2021).

## APPLICATIONS DE LA POUDRETTE DE CAOUTCHOUC

Au Canada, les programmes de recyclage des pneus se consacrent à la mise au point de solutions novatrices pour recycler les pneus usés en des produits écologiques. Grâce à ces efforts, le Canada est devenu un chef de file mondial dans l'industrie du recyclage des pneus en poudrette de caoutchouc. La poudrette de caoutchouc sert à diverses applications, tel que dans les produits moulés, les surfaces de terrains de jeu, l'asphalte caoutchouté et d'autres applications de gazon synthétique.

### **Produits moulés :**

La poudrette de caoutchouc sert de matière première dans la fabrication de divers produits de consommation. On mêle la poudrette à du liant afin de la mouler en divers produits, dont des tapis, des bordures de trottoir, des pièces d'automobile et des disques d'haltérophilie. L'usage de poudrette de caoutchouc recyclé contribue à réduire l'impact sur l'environnement que cause l'extraction et le traitement de matériaux vierges.

### **Surfaces de terrains de jeux :**

Dans les terrains de jeux, on se sert de la poudrette de caoutchouc mêlée à du liant que l'on verse sur la surface. Cela donne une surface suffisamment ferme mais à la fois amortissante, grâce à la haute compressibilité de la poudrette de caoutchouc comparativement aux surfaces plus dures traditionnelles de gravillon et de copeaux de bois (PlayPower Canada, 2019). Au Canada, les surfaces de terrains de jeux doivent répondre aux normes établies par l'Association canadienne de normalisation (CSA) afin de réduire les risques de blessures causées par des chutes des structures de jeu. Un autre avantage important de surfaces de jeu en caoutchouc répandu est qu'on peut en adoucir

les contours, comme le démontre la figure 1, afin de réduire ou d'éliminer les angles droits et les marches escarpées. Un tel usage dans les terrains de jeux rend ces derniers plus accessibles permettant aux enfants de tous niveaux d'aptitude de jouer ensemble.



Figure 1. La surface d'un terrain de jeux moulé avec de la poudrette de caoutchouc, à Vancouver, en Colombie-Britannique.  
Photo : Suttle Recreation Development

Regardez cette vidéo montrant [l'installation d'une surface de terrain de jeux à l'aide de poudrette de caoutchouc](#).

### **Asphalte caoutchouté :**

L'asphalte caoutchouté est utilisé en remplacement de matériaux d'asphaltage traditionnels. On incorpore de la poudrette de caoutchouc à de l'asphalte conventionnel. Cela permet de détourner des pneus usés des sites d'enfouissement et de réduire les coûts de production de l'asphalte fait uniquement avec des ressources naturelles. En remplaçant les ressources naturelles par de la poudrette de caoutchouc dans le pavage d'asphalte, on en reconnaît la durabilité et la viabilité écologique. Un autre avantage de l'asphalte caoutchouté est que les routes pavées avec ce produit présentent des caractéristiques acoustiques améliorées, ayant une absorption plus élevée du bruit, diminuant ainsi le bruit considérable de la circulation routière dans les collectivités environnantes (CalRecycle, 2020). L'ajout de poudrette de caoutchouc dans l'asphalte permet d'en améliorer la durabilité et la sûreté, de réduire l'orniérage, d'améliorer la résistance à la fissuration lors du gel et du dégel et de favoriser l'adhérence des véhicules. (CalRecycle, 2020).



Figure 2. Pavage de route à l'aide d'asphalte caoutchouté.  
Photo : Liberty Tire Recycling

### Usage de poudrette de caoutchouc comme remplissage pour le gazon synthétique dans les terrains de sports :

On a introduit les pelouses de gazon synthétique dans les années soixante aux États-Unis. Depuis, les pelouses de gazon synthétique sont un choix populaire dans nombre de pays, dont le Canada. Dans la figure 3, on peut voir comment la poudrette de caoutchouc est déposée sur une base de sable et sert de remplissage permettant de maintenir les fibres de gazon synthétique, ce qui donne au terrain une texture des plus naturelles (Agence de protection environnementale, 2019).

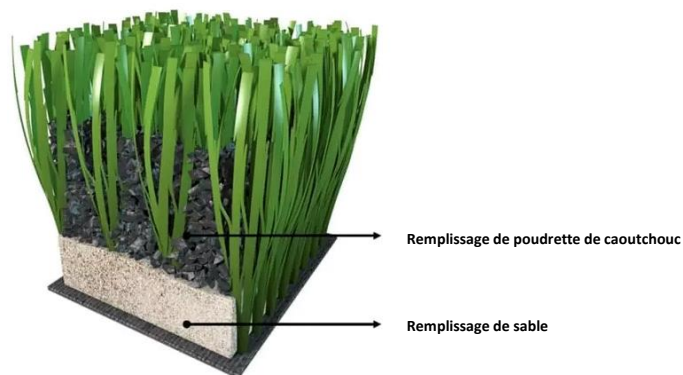


Figure 3. Coupe transversale d'un sol avec gazon synthétique.  
Image : Rubber Mulch Products, É.-U.

L'usage de poudrette de caoutchouc dans les terrains de sports avec gazon synthétique procure de nombreux avantages par rapport aux terrains de gazon naturel. En effet, le gazon naturel nécessite un entretien pouvant s'avérer coûteux, ne permettant pas toujours aux municipalités de conserver leur terrain de sports dans un état optimal et sécuritaire. Comme le gazon synthétique ne nécessite aucun arrosage, tondage, fertilisant ni pesticide, cela contribue à économiser les ressources et à réduire les

coûts d'entretien (Synthetic Turf Council, 2021). Le terrain de sports avec pelouse en gazon synthétique est praticable en continu, toute l'année, et cela dans toutes les conditions climatiques.

## LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DE L'USAGE DE LA POUDRETTE DE CAOUTCHOUC

Même en fin de vie, les pneus continuent de contribuer au système économique. En effet, des millions de pneus hors d'usage sont détournés des sites d'enfouissage au Canada et réinsérés dans l'économie comme matière première dans de nouveaux produits, ce qui contribue à une économie circulaire améliorée (CATRA, 2020). L'industrie du recyclage des pneus a fait d'importants investissements en recherche et en développement pour la poudrette de caoutchouc et cela a contribué de manière importante à sa viabilité économique. Voici quelques-uns des avantages économiques liés au recyclage des pneus hors d'usage transformés en poudrette de caoutchouc :

- Qu'elle soit utilisée seule ou mêlée à d'autres matériaux non recyclés (p.ex. le caoutchouc vierge, le bois, le gravier, le sable, etc.), la poudrette de caoutchouc a un coût peu élevé comparativement aux matériaux conventionnels ce qui contribue généralement à réduire le coût global d'un projet ou d'un produit. Notons qu'il faut tenir compte des coûts tout compris, dont les coûts en énergie et les coûts de transport.
- Les routes construites en asphalte caoutchouté sont plus durables car elles résistent mieux aux fissures et à l'orniérage que l'asphalte conventionnel. Cette durabilité améliorée contribue à réduire les coûts d'entretien à long terme des projets de pavage.
- À titre de remplissage pour le gazon synthétique, la poudrette de caoutchouc est un élément essentiel d'une pelouse en gazon synthétique praticable en continu, toute l'année et offrant une surface sécuritaire (ce qui en augmente la valorisation), tout en réduisant les coûts en entretien et en ressources.
- L'industrie de la poudrette de caoutchouc contribue au secteur manufacturier canadien et crée de l'emploi.

## SANTÉ ET SÉCURITÉ

Avec l'introduction du gazon synthétique, on a soulevé certaines préoccupations quant aux risques sanitaires du produit à cause des composants chimiques présents dans des surfaces faites de pneus recyclés. Il existe plus d'une centaine d'études à ce sujet, dont de multiples recherches universitaires examinées par des pairs et des rapports gouvernementaux provenant de l'Agence de protection environnementale des É.-U. (EPA) et l'Agence européenne des produits chimiques (Agence de protection environnementale, 2019 et Union européenne, 2021).

En 2016, l'EPA lançait une étude répartie en deux volets en collaboration avec le Centre pour le contrôle des maladies. Ce projet constitue la plus importante et la plus robuste étude à ce jour aux

États-Unis des pelouses en gazon synthétique composées de poudrette de caoutchouc. Le premier volet a été publié en 2019 et à l’instar d’autres études, y compris d’études européennes, cette étude conclut que bien qu’il se trouve un certain nombre de composants chimiques dans la poudrette de caoutchouc provenant de pneus recyclés, le risque pour la santé est négligeable (Agence de protection environnementale, 2019). Dans le second volet de cette étude, l’on tentera de collecter plus de données afin de mieux comprendre la possibilité d’exposition humaine aux produits chimiques présents dans la poudrette de caoutchouc (Agence de protection environnementale, 2019).

En outre, en 2018, une publication passée en comité de lecture contenait une étude sur le risque d’exposition humaine aux composants chimiques du caoutchouc recyclé (Peterson et al., 2018). Les chercheurs ont constaté que les niveaux estimés de risque d’exposition se trouvaient en-deçà des niveaux prescrits par l’EPA et que le risque de cancer associé à l’usage des terrains de sol synthétique étaient comparables au risque associé à l’usage des terrains de sol naturel.

## PROJETS NOTABLES

En 2020, environ 38 p. cent des pneus collectés au Canada étaient recyclés en poudrette de caoutchouc. Cela est dû en grande partie à l’appui des agences de recyclage de partout au Canada, sous forme d’octroi de subventions et de financement pour la recherche et le développement afin d’encourager l’usage de produits locaux de caoutchouc dérivés de pneus dans des projets locaux (ACARP, 2021). Le Manitoba, l’Ontario, la Colombie-Britannique, l’Alberta et la Saskatchewan disposent de programmes de subventions communautaires ayant financé de nombreux projets utilisant de la poudrette de caoutchouc, dont des surfaces de terrains de jeux, du remplissage pour les terrains de sports avec pelouse en gazon synthétique et de l’asphalte caoutchouté.

En 2018, l’entreprise ontarienne Eterra Tire Recycling a fourni de la poudrette de caoutchouc aux programmes caritatifs Bon départ de Canadian Tire pour la construction du tout premier terrain de jeux accessible à Charlottetown, à l’Î.-P.-É. On a utilisé de la poudrette de caoutchouc pour fabriquer la surface du terrain de jeux afin de permettre aux enfants de tous niveaux d’aptitude de jouer ensemble.

On trouve aussi une multitude de projets comportant de la poudrette de caoutchouc aux États-Unis, allant des terrains de jeux jusqu’aux routes. On s’est d’abord servi de poudrette de caoutchouc en tant qu’additif dans des projets de pavage d’asphalte à Phoenix, en Arizona dans les années soixante, et l’on en a continué la progression à l’échelle des États-Unis, notamment en Californie, en Arizona et au Texas (Département des transports des É.-U., 2014).

De nombreux pays d’Europe reconnaissent la valeur de l’usage de poudrette de caoutchouc dans l’économie circulaire. Par exemple, le gouvernement du Royaume-Uni a financé son tout premier projet technologique d’asphalte caoutchouté dans le pavage de routes (Highways Magazine, 2019). Ce



projet pilote constitue une première étape visant à réduire la quantité de pneus envoyés dans les sites d'enfouissement au Royaume-Uni.

L'organisme Tyre Stewardship Australia finance un projet de recherche qui étudiera le rendement de plusieurs tronçons de route pavée à l'aide d'asphalte caoutchouté en Australie. Cette recherche fondée sur des données probantes constitue le premier projet australien pilotant l'usage de poudrette de caoutchouc dérivée de pneus dans l'asphalte, dans le but de mieux comprendre l'application et le rendement de la poudrette de caoutchouc dans l'asphalte caoutchouté. Pour de plus amples renseignements sur ce projet de recherche, il suffit de visiter le site : Tyre Stewardship Australia.

## PERCÉES TECHNOLOGIQUES

Au fil des ans, de nombreuses percées technologiques en ce qui concerne la poudrette de caoutchouc ont contribué à améliorer la qualité des broyats et à en élargir la gamme de caractéristiques – y compris en ce qui a trait à l'équipement et aux technologies novatrices. Cela a permis d'étendre le champ d'application du produit à d'autres usages. Par exemple, des chercheurs et des ingénieurs des É.-U. et de l'Australie ont élaboré un type de béton qui incorpore de la fine poudrette de caoutchouc pour utilisation dans la construction d'immeubles de béton, de ponts et de digues. En renforçant le béton à l'aide de poudrette de caoutchouc, ces derniers ont élaboré un produit durable qui, à leur avis, surpasse le rendement du béton traditionnel. (Université Royal Melbourne Institute of Technology [RMIT], 2021).

La production de grands volumes de poudrette de caoutchouc de haute qualité a été un défi de taille pour l'industrie. La production efficace de poudrette de caoutchouc est maintenant possible grâce à de l'équipement moderne. Par exemple, le fabricant Eco Green Equipment, spécialisé en recyclage de pneus, a développé une technologie novatrice de broyage à température ambiante qui lui permet d'augmenter le niveau de production de broyage de pneus en poudrette de caoutchouc tout en réduisant la consommation d'énergie (Recycling Product News, 2020).

## CONCLUSION

De nos jours, le traitement des pneus en fin de vie constitue un élément essentiel de la gestion des déchets. L'industrie du pneu a fait de grandes avancées au Canada en ce qui a trait au recyclage responsable de pneus hors d'usage en des produits comme la poudrette de caoutchouc.

Grâce à des investissements continus en matière de recherche et de développement, il règne un vent d'optimisme en ce qui concerne la viabilité de l'usage de la poudrette de caoutchouc comme matière première dans notre quotidien – qu'il s'agisse de surfaces de terrains de jeux et de terrains de sports, des routes et autoroutes – cela, tout en contribuant à améliorer l'avenir de l'environnement et l'avenir de l'économie.

## Références :

- CalRecycle. (2020). CalRecycle: Asphalte caoutchouté.
- ACARP. (2020). Association canadienne des agences de recyclage de pneus : Rapport annuel 2019 de l'ACARP.
- ACARP. (2021). Association canadienne des agences de recyclage de pneus : Rapport annuel 2020 de l'ACARP.
- Dondi, G., Tataranni, P., Pettinari, M., Sangiorgi, C., Simone, A., & Vignali, V. (2014). Usage de poudrette de caoutchouc dans les mélanges de bitume froid recyclés : comparaison entre la poudrette de caoutchouc traditionnelle et celle produite par cryogénéisation. *Construction and Building Materials*, 68, 370–375.
- Agence de protection environnementale. (2019). Poudrette de caoutchouc et pelouses de gazon synthétiques : Rapport final du volet 1 de recherche dans le cadre du plan d'action de recherche fédéral—Annexes caractérisant la poudrette de caoutchouc.
- Union européenne. (2021). RÈGLEMENT (UE) 2021/1199 DE LA COMMISSION du 20 juillet 2021 modifiant l'annexe XVII du règlement (CE) no 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les granulés ou paillis utilisés comme matériau de remplissage dans les pelouses en gazon synthétique ou, dans leurs formes en vrac, sur les aires de jeux ou pour des applications sportives.
- Fazli, A., & Rodrigue, D. (2020). Le recyclage des pneus mis au rebut en poudrette de caoutchouc broyé/composés de caoutchouc : Étude. *Journal of Composites Science*, 4(3).
- Highways Magazine. (2019). Projets pilotes d'asphalte caoutchouté dans le pavage des autoroutes en Angleterre.
- Hoyer, S., Kroll, L., & Sykutera, D. (2020). Production de fine poudrette de caoutchouc dérivée de pneus en fin de vie : comparaison des technologies utilisées. *Procedia Manufacturing*, 43, 193–200.
- Peterson, M. K., Lemay, J. C., Pacheco Shubin, S., & Prueitt, R. L. (2018). Évaluation exhaustive à voies multiples des risques provoqués par les produits chimiques associés au caoutchouc recyclé (poudrette) dans les pelouses en gazon synthétique. *Environmental Research*, 160, 256–268.
- PlayPower Canada. (2019). Guide de sûreté des terrains de jeux.
- Recycling Product News. (2020). ECO Green Equipment utilise des broyeuses alimentées en énergie hydraulique afin d'accélérer le taux de production de la poudrette de caoutchouc.
- Université RMIT. (2021). Plus propre, plus fort, plus dur : du béton encore plus durable grâce aux nouvelles technologies.
- Scrap Tire News. (2021). Scrap Tire News: présentation de la poudrette de caoutchouc.
- Synthetic Turf Council. (2021). The Synthetic Turf Council : Foire aux questions.
- Département des transports des É.-U. (2014). Usage de caoutchouc dérivé de pneus usagés dans la composition des liants et mélanges d'asphalte.