



**Le recyclage du polystyrene par microondes**  
*Une collaboration fructueuse entre Pyrowave et Michelin*

**Rencontres académie-industrie**  
*Le recyclage chimique en science des matériaux :  
vers une économie circulaire*

# **LA DÉPOLYMERISATION DU POLYSTYRENE**

**DES PRODUITS PERFORMANTS ET AVEC  
UNE EMPREINTE CARBONE RÉDUITE**

*L'économie circulaire dans les déchets et le recyclage*

*Notre Vision*

*Technologies*

*Piloté par l'ACV*

*Apprentissages*

Tout durable

Recyclage  
chimique des  
monomères

Electrification des  
procédés

Ecosystème de  
partenariats

***“DEMAIN, TOUT  
SERA DURABLE”***

## ***NOTRE STRATÉGIE MICHELIN IN MOTION***



*Notre vision de l'avenir repose sur une conviction : demain, tout sera durable chez Michelin. Toutes nos décisions reposent sur le meilleur équilibre entre enjeux humains, économiques et environnementaux*

*Florent Menegaux, Président de Michelin*

# UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE

## L'APPROCHE DES 4R RÉDUIRE, RÉUTILISER, RECYCLER, RENOUVELER





**UNE FEUILLE DE  
ROUTE AVEC UN  
PREMIER POINT  
DE PASSAGE EN  
2030**

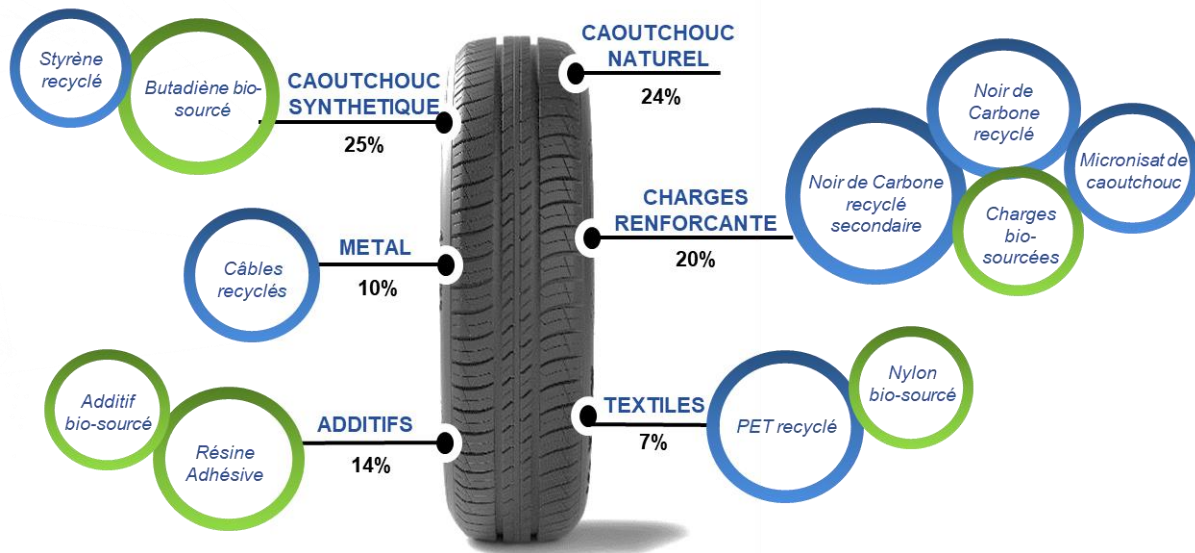
**VERS 100% DE MATÉRIAUX  
DURABLES DANS LE PNEU**

**UNE AMBITION TECHNOLOGIQUE  
SANS PRÉCÉDENT**



# UNE APPROCHE SYSTÉMATIQUE

## PLUS DE 200 MATIÈRES PREMIÈRES PLUS DE 50 PARTENARIATS





# **UNE ORIGINE NATURELLE SOUVENT OUBLIÉE UN RECYCLAGE RESTANT À INVENTER**

## **STYRENE - PERSPECTIVE HISTORIQUE**



*Liquidambar  
Styraciflua*



*Le styrène autrefois s'extrayait du benjoin  
Provenant du styrax, arbuste indonésien.*

*Le styrène est produit en grande quantité  
À partir de l'éthylbenzène surchauffé.*

*Il s'extraît du pétrole, et aussi du charbon  
Pour faire l'un et l'autre, et l'autre et l'un sont bons*



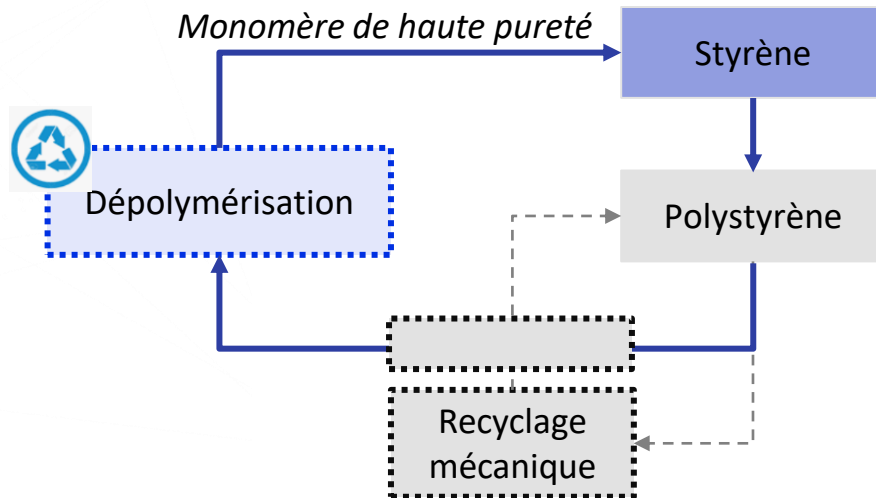
**RECYCLAGE  
VERS LES  
MONOMÈRES**

**CIRCULAIRE**

**ET**

**CONSERVE UNE  
TRAÇABILITÉ  
PHYSIQUE**

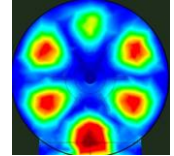
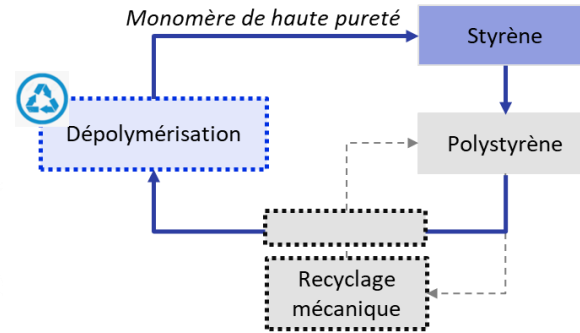
## **BOUCLER LA BOUCLE**



- **Recyclage chimique vers les monomères :** Une boucle plus courte que le retour au naphta.
- **Complémentaire au recyclage mécanique**

**MICROONDES**  
-  
**UNE EMPREINTE  
RÉDUITE SUR  
L'ENVIRONNEMENT**

## **PROCÉDÉ ÉLECTRIFIÉ & INTENSIF**



- **Microondes** : intensité énergétique et accès potentiel à une énergie décarbonée.
- **Plateforme modulaire** : permet d'adapter la taille de l'unité de production à des gisements de proximité.
- **Procédé intensif optimisé** : rendement et sélectivité élevés clefs pour une faible empreinte environnementale.

**MICROONDES**  
-  
**UNE EMPREINTE  
RÉDUITE SUR  
L'ENVIRONNEMENT**

# ACV : EMPREINTE CLIMAT RÉDUITE DE 45%



**Reference scenario:**

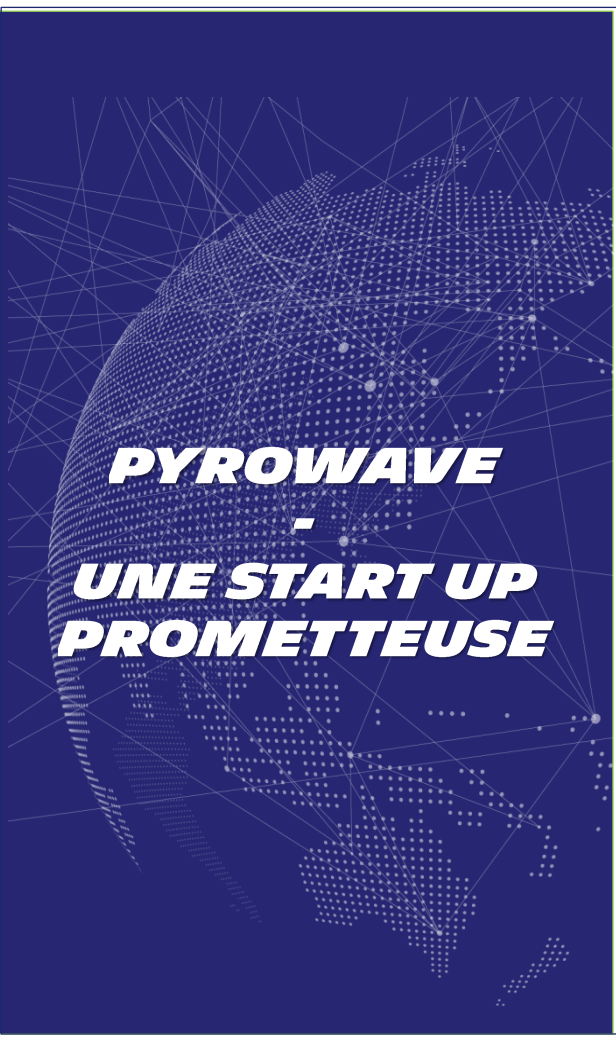
- / Production of 1 kg of virgin styrene from crude
- / Current EOL of 2.16 kg of polystyrene



**Pyrowave scenario:**

- / Production of 1 kg of recycled styrene using 2.16 kg of polystyrene

- *Styrène monomère recyclé en France sur un site Michelin avec le procédé Pyrowave.*
- *45% de réduction d'impact réchauffement climatique avec amélioration de la plupart des autres éléments de l'ACV.*



**PYROWAVE**  
-  
**UNE START UP  
PROMETTEUSE**

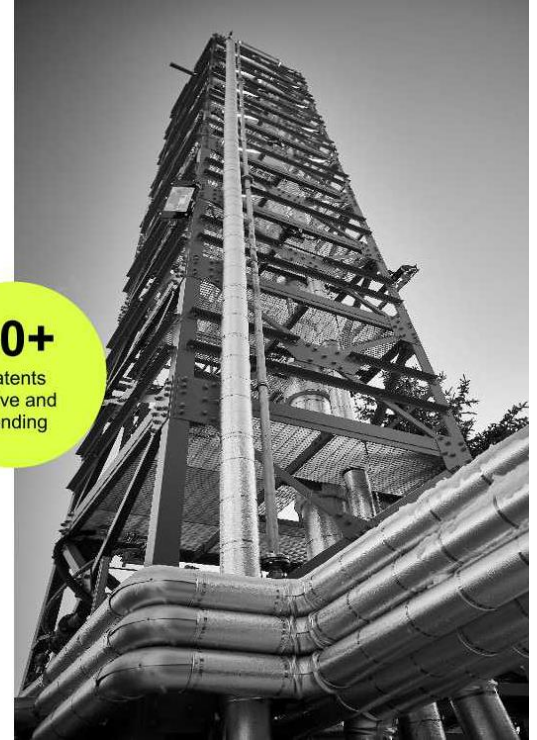
## PYROWAVE AT A GLANCE

- / Based in Canada, 35+ employees
- / 10 years development
- / Microwave technology for plastic recycling
- / Equipment manufacturer and technology licensor
- / Leader in electrification of chemical processes
- / Our mission is to make better products with lower carbon footprint

PW

**40+**

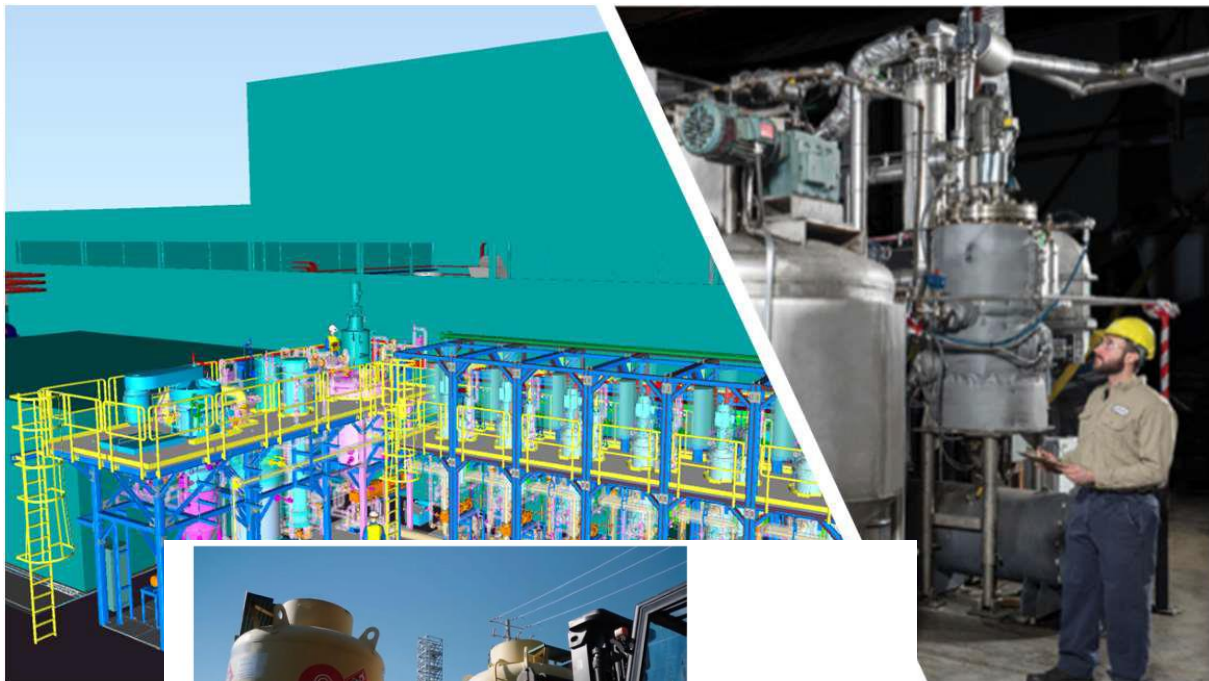
Patents  
active and  
pending





# **PYROWAVE**

## **UN PARTENARIAT FRUCTUEUX**



Pyrowave Sets New Standard With 100% Traceable Recycled Styrene  
2022-11-17 / News

**Montreal, November 17, 2022** – On the sidelines of the *Advanced Recycling Conference* held in

[https://www.pyrowave.com/en/blog/news/iw\\_aeef4ff22a2551628a0d1cd63ddccb3a](https://www.pyrowave.com/en/blog/news/iw_aeef4ff22a2551628a0d1cd63ddccb3a)



**CRÉER LA  
CONFIANCE**

**AVEC DES  
REVENDICTIONS  
MESURABLES**

**PAR LES  
CONSOUMATEURS  
FINAUX**

## **QUELQUES APPRENTISSAGES**

- *Les chaînes de valeurs sont fragmentées avec des Indicateurs variés.*
  - ✓ Une collaboration multi-sectorielle est essentielle
- *Le gisement est clef et doit être préparé mécaniquement*
- *Des technologies de rupture sont nécessaires pour*
  - *La viabilité économique et donc la montée en échelle*
  - *Une empreinte environnementale réduite*

***MERCI***

