



La roue élastique Airless.

Si les innovations présentées lors du Mondial 2004 atteignent un jour la série on se souviendra que Bibendum a initié là une plus grande révolution que celle du radial ! Depuis que le pneu est né on rêve qu'il soit vraiment increvable, Airless et Tweel ébauchent enfin des solutions intéressantes de roues élastiques sans pression d'air, qui offrent aussi - en théorie - des qualités routières et un confort proches des pneumatiques. La Roue active semble être une réplique aux roues motorisées trimbalées depuis plusieurs Salons par Bridgestone mais celle de Bibendum est cependant nettement plus évoluée et complète dans ses fonctions puisqu'elle intègre un moteur électrique de traction, un frein à disque et même une suspension à guidage électronique pour le véhicule. C'est d'autant plus inattendu que Michelin égale là les meilleures performances mondiales dans le domaine... des moteurs électriques !

7

Airless, Tweel et Roue active : Bibendum explore le futur du pneu

Joli coup ! Avec une vitrine d'un petit mètre carré Michelin a totalement éclipsé le reste du Mondial. Bien évidemment, il fallait être hyper attentif et très au courant de la technique automobile pour tenir semblable raisonnement, mais les faits ne mentent pas, Michelin a présenté là des innovations de première importance. Si elles arrivent à terme - ce qui n'est pas prouvé - elles transformeront de façon définitive toute l'industrie du pneu, y compris la distribution et la réparation ! Tout cela n'est pas rien. Stratégiquement, cette présentation discrète mais efficace arrive à point car il y avait urgence à redorer le blason technique de Bibendum. Depuis la machine de production C3M les innovations sorties des laboratoires de Ladoux ne bouleverseraient pas le pneumatique même si les X-One et AntiSplash laissent présager de grands changements dans le PL. Embourbé avec le Pax, qui avance trop lentement pour devenir rapidement un nouveau standard, Michelin s'est enfin souvenu qu'il était aussi le premier à avoir proposé son ZP (Zero Pressure) à flancs porteurs. Ce type

de pneu se montant sur jante standard est réclamé à cor et à cri par les constructeurs, tandis que Bibendum jouait tout sur le Pax il a permis de jolies percées en OE à ses rivaux. Clermont vient pourtant de remettre les pendules à l'heure en équipant la BMW Série 1 de son ZP, en l'ac-

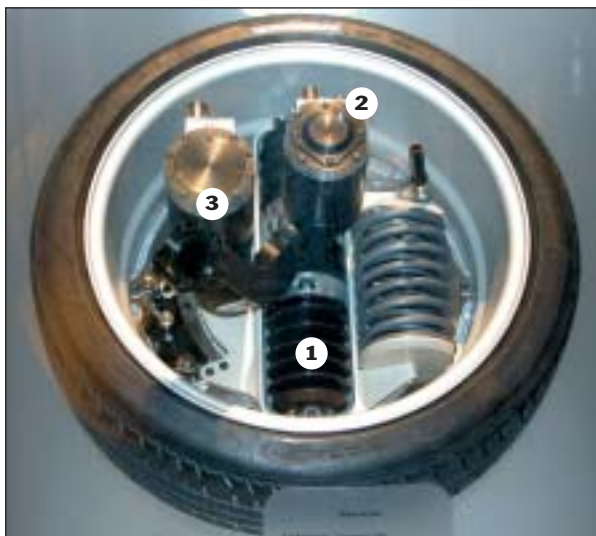
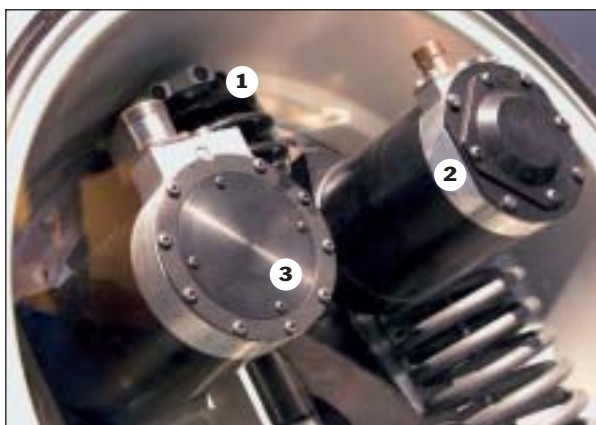


Edouard Michelin, au centre, avec une partie de l'équipe Airless, Daniel Laurent à gauche, Antonio Delfino à droite.

cueillant aussi sur son stand français tandis qu'on reste sans nouvelles des études menées depuis 3 ans avec Bosch et que les espoirs entrevus sur des essieux et suspensions révolutionnaires tardent à être concrétisés. Dans ce contexte en grisaille, que Michelin reprenne des couleurs et sa place de n°1 en innovation avec Airless, Tweel et Roue active rassure sur la santé intellectuelle de l'entreprise. Si les deux premières concernent les pneus sans air (qu'il faudrait nommer autrement mais le terme est si pratique !) la Roue active déborde du cadre traditionnel du pneumatique.

Toutes les fonctions sur une roue

En effet, avec elle Michelin propose rien de moins qu'une nouvelle possibilité de construction des voitures ! Pour simplifier, et en exagérant à peine, une grosse caisse en bois dotée de 4 roues actives à chaque angle pourrait en remonter à des voitures de sport de grande lignée ! Avantage décisif, cette roue de 30 kilos (poids non suspendu) sait tout faire, propulser le véhicule grâce à un moteur électrique, le ralentir grâce à un frein à disque à couronne intérieure (comme certaines Audi) et surtout l'amortir de la meilleure façon grâce à une suspension électrique commandée électroniquement. On le voit sur les photos ci-dessous, en 1 les soufflets cachent un

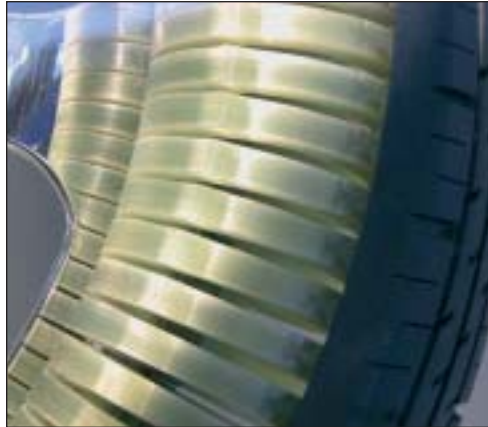


pivot (vertical, et dans l'axe de la roue) doté d'une suspension commandée électriquement. Son principe de fonctionnement est simple, lors du passage d'un obstacle dès qu'un capteur détecte une contrainte sur la roue, il met en route le moteur électrique 2. Celui-ci fait aussitôt monter la roue, elle « efface » ainsi l'obstacle en se soulevant juste avant de l'être par le choc, tout est affaire de millièmes de seconde. Tant que la pression est maintenue au niveau de la roue, celle-ci monte mais la voiture reste horizontale et les passagers ne sont pas secoués. Inversement, sur la partie descendante de la bosse le moteur fait redescendre progressivement la roue, il n'existera aucun cahot à la descente comme il n'y en a pas eu à la montée puisque tout est synchronisé avec la vitesse. Cette « crémaillère verticale » autorise un débattement de 180 mm, comme un 4x4, et donc une garde au sol réglable. Active roue par roue, elle peut aussi être commandée par un processeur central en fonction du véhicule. Clairement, celui-ci peut « se pencher » dans le bon sens, vers l'intérieur du virage, comme une moto, et doper la tenue de route. Transfert de charge favorable, bien meilleure exploitation des pneus, tout ceci est obtenu grâce à une électronique de pointe et un petit moteur de quelques centaines de watts, à peu près 300 en roulage ordinaire et jusqu'à 2 kW maxi en instantané. Voilà une suspension active peu gourmande en énergie !

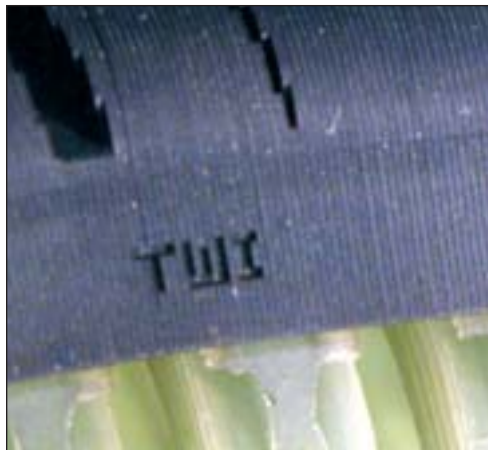
La propulsion est dévolue au moteur électrique 3, plus gros mais pas tant que ça sachant qu'il développe 30 kW bien que ne pesant pas plus que 5 kilos. De tels chiffres ont attiré les équipementiers présents sur le Mondial, leurs ingénieurs spécialisés ayant du mal à croire que Michelin - considéré par eux comme un non spécialiste de la chose - avait battu là quelques records du monde en matière de rapport poids puissance. Ces moteurs hyper compacts sont refroidis (on voit les branchements sur leur partie supérieure) mais pas encore optimisés à 100%, Michelin n'a pas fini de nous épater !

Pochette surprise !

À côté de cette Roue active, les roues électriques suspendues de Bridgestone semblent quasiment préhistoriques. On se demande alors « qui a bien pu concevoir ça » chez Bibendum. La réponse est sur le stand du Mondial, avec l'équipe internationale de **Daniel Laurent**. Ce Monsieur mérite le plus grand respect, cet ingénieur hyper créatif est déjà le père de la C3M et de bien d'autres innovations majeures. On découvre avec surprise qu'il travaille avec une trentaine de collaborateurs (des docteurs-ingénieurs en pagaille !) dans un discret centre de recherche situé en Suisse, non loin de Fribourg, anonymement nommé « Conception et Développement Michelin ». Par rapport à Ladoux, il dispose d'une grande autonomie et peut s'attaquer à des problèmes en apparence bien éloignés du pneu et de ses composants et surtout très en amont de l'industrie. Cette équipe bouillonne d'idées et peut disposer des compétences de l'Institut Paul Scherrer



Les anneaux, en polyuréthane et fibre de verre, sont collés sur la jante. La bande de roulement, mince et ceinturée en interne, est aussi collée. La partie supérieure de l'anneau, au contact de la bande de roulement, sert au réglage fin de tous les paramètres du pneu.



Une innovation particulièrement astucieuse mise en évidence par la macrophoto : la bande de roulement de l'Airless (ci-contre) comme le pneu chaussant la roue active (photo bas de page) sont produits par un moule « démontable » constitué par empilement de 3600 tôles minces, découpées par laser directement à partir d'un fichier numérique.

9

pour mettre en forme ce qu'elle n'a pas les moyens de faire elle-même. Le système fonctionne à merveille, on s'en rendra aussi compte lors du Challenge Bibendum, mais la question lancinante est « pourquoi cette roue active chez un pneumaticien ? ». Il n'est surtout pas question que Bibendum se mette à fabriquer des voitures, pas plus qu'il n'a envie d'imiter Conti en se lançant dans l'équipement, il est là avec ses innovations pour aider les constructeurs existants. Ceux-ci deviennent de plus en plus des « assembleurs » et ont transféré une bonne partie de leur recherche sur leurs fournisseurs de rang 1. Ceux-ci doivent sans cesse innover, proposer de nouvelles solutions pour des « fonctions » complètes et non plus seulement des composants. Dans cette nouvelle logique, Michelin joue son rôle de « facilitateur » technologique en même temps qu'il peut préparer les pneus qui vont avec l'innovation et bétonner ses positions de fournisseur privilégié. Prendre la Roue active pour la développer ce peut être, pour un constructeur, gagner des années sur la concurrence même si l'innovation dépend tout autant des voitures hybrides (proches) ou des piles à combustible (d'ici 20 à 30 ans). Reste un écueil de taille, les suspensions restent un domaine réservé du constructeur car elles permettent, même à partir d'une plate-forme commune, de typer la tenue de route d'un véhicule. Second frein, le NIH, « Not Invented Here », qui voit les bureaux d'études constructeur systématiquement dénigrer et repousser tout ce qui « n'a pas été inventé ici », peut jouer de défaveur de la Roue active, tout comme son prix de

revient. Là on retombe dans des domaines où elle marque des points, avec des fabrications connues, des composants fiabilisés depuis longtemps et un bilan de poids favorable.

Airless, le radial absolu

Superbe exercice de style, la roue active restera peut-être orpheline faute d'un constructeur pour l'adopter, Airless sûrement pas puisque cette roue élastique d'un nouveau type va être développée en interne. Lors des 100 ans de Michelin, on a ressorti les photos de la « Cage à mouche » ayant servi



de base au radial. Airless ressemble doublement à une Cage à mouche moderne, d'abord parce que c'est un radial absolu à carcasse composée d'arceaux perpendiculaires au plan médian de la roue, ensuite parce que cette structure n'est même plus recouverte de gomme sur les flancs. Concrètement, Airless se compose d'une série d'anneaux bobinés (115 sur la roue vue au Mondial) en composite stratifié, fibre de verre et résine polyuréthane. La bande de roulement, un anneau de quelques millimètres d'épaisseur, dotée d'une ceinture métallique en sous couche plus 1 à 2 kilos de gomme maxi, est collée sur l'autre face de ces anneaux, et c'est tout. Les flancs en caoutchouc n'existent plus, la structure ouverte est évidemment dépourvue de chambre et de valve. C'est une révolution, Airless (sans air) mérite bien son nom, ce n'est plus un pneumatique au sens propre du terme mais une roue élastique.

Une base de travail solide

Ce pneu - qui n'en est plus un - jaune paille pourra-t-il un jour terrasser les pneus noirs classiques ? Réponse de **Daniel Laurent** « Revenez me voir dans 6 à 10 millions de kilomètres pour la décision ». En attendant, c'est bien plus qu'un principe qui a été présenté au Mondial, c'est une « base de travail ». « On ne peut rien faire si les anneaux ne sont pas tous rigoureusement semblables, explique **Daniel Laurent**, si nous montrons aujourd'hui l'Airless c'est que la machine à fabriquer les anneaux est au point ». En effet, comment pourrait-on équilibrer et évaluer les performances d'un Airless qui ne tournerait pas rond, aurait des anneaux de taille et de poids différents, ou présenterait des flexibilités variables d'un endroit à un autre ? La machine bobine de la fibre de verre suivant des normes très précises, le « feuilleté » avec le polyuréthane se révélant déterminant pour les performances de chaque anneau. « Sa forme, plus complexe qu'il n'y paraît, ses dimensions et la qualité de ses composants doivent être maîtrisés avec une grande précision » ajoute **Daniel Laurent**. A partir d'une idée simple, remplacer la pression de l'air par la résistance à la flexion de l'anneau, il a fallu tester un grand nombre de composants, de renforts et d'architectures, ça n'a pas été facile si l'on en croit les techniciens, mais l'essentiel des performances est là, prêt à être développé. La confiance règne dans l'équipe, toutes les questions « piège » à propos d'Airless reçoivent des réponses satisfaisantes.

Bien sous tous rapports

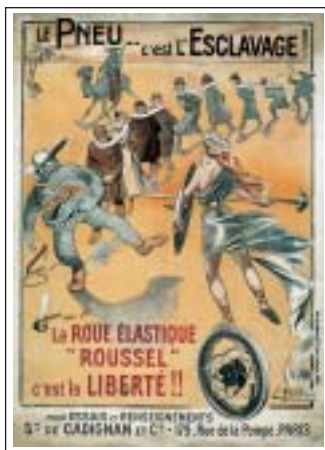
Durée de vie ? L'anneau composite ne se décompose pas, il dure aussi longtemps que le véhicule, soit une quinzaine d'années, quel que soit le kilométrage : autrement dit on ne changera que la petite bande de roulement lorsqu'elle sera usée, on rattrapera Airless 4 ou 5 fois avant de le jeter. Cela veut aussi dire que la colle liant jante et anneaux est aussi solide et résistante qu'eux. Poids ? Comparable à celui d'un pneu radial d'aujourd'hui, 13 kilos (sans la jante) pour celui exposé au Mondial. Vitesse ? L'Airless a été testé à 270 km/h, c'est amplement suffisant mais empêche toute exploi-

tation sportive sur piste, en Rallye à la rigueur. Confort ? L'anneau n'est pas un ressort, il est extrêmement souple mais reprend sa forme sans violence. S'il y a amortissement, il y a donc production de chaleur ? Pas du tout, de plus la structure ouverte du pneu ventile les anneaux, la température de la bande de roulement ne dépasse pas 30°C, on peut donc envisager d'autres mélanges très performants. Empreinte au sol ? Encore plus équilibrée et régulière en pressions au sol que les pneus de dernière génération, d'où une résistance au roulement faible. Comportement en dérive ? Du fait de la rigidité transversale élevée des anneaux et la moindre déformation de l'empreinte, meilleur que celui obtenu avec un pneu. Tuning fin pour la première monte ? Prévu. Du côté de la bande de roulement, l'anneau est plat et surmonté d'une barrette de polyuréthane. On joue sur la taille, le profil et la longueur de ce petit renfort pour régler la charge supportée par l'anneau et ses caractéristiques techniques. Sécurité ? Bien plus grande qu'avec un pneu classique, dans tous les domaines. D'abord on ne peut plus crever ! Exit les runflat, les roues temporaires, les bombes et les gonfleurs. Ensuite on peut surmonter plus facilement les obstacles, **Daniel Laurent** reprend la formule imagée du clavier de piano (une touche = un anneau) pour expliquer comment l'Airless accepte facilement d'escalader une grosse pierre ou grimper un trottoir. Enfin, on peut avancer avec deux anneaux cassés sans aucun problème, ce qui est inimaginable avec un pneu classique. On peut aussi envisager de supprimer l'aquaplaning en perçant des trous dans la bande de roulement, l'eau s'évacuant (en théorie, on ne l'a pas encore vérifié) plus aisément vers l'intérieur de la jante que par les côtés ou l'arrière de la bande de roulement : celle-ci pourrait donc devenir « slick et trous », une nouvelle fois de quoi ouvrir la porte à de nouveaux mélanges de gomme plus performants. Dernier avantage, psychologique celui-là, l'Airless est bien accepté. Monté sur véhicule en compagnie de 3 pneus conventionnels, il est indétectable par le conducteur !

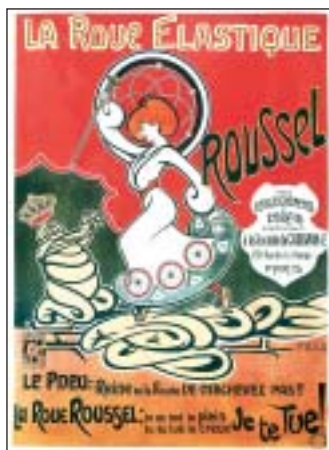
Big Bang

Avec Airless, supprimer la roue de secours devient possible sans arrière-pensées, ni restriction, ni surcoût. Cette fois, vu les avantages offerts on peut estimer que le changement radical de standard pénalisera bien moins l'Airless que le Pax ou le TRX dans le passé. Ceci plaide en faveur d'une entrée facile chez des constructeurs automobiles avides de gains de poids et d'argent, mais d'autres arguments renforcent ses positions. Rêvons un peu et imaginons que les niveaux de confort, tenue de route, usure, qualité, etc, soient satisfaisants et que l'Airless démarre une carrière brillante en première monte. Ce sera vraiment la révolution ! D'abord chez Bibendum, qui devra construire de nouvelles usines - fort différentes des actuelles mais aussi bien plus simples - pour produire l'Airless et fermer progressivement les anciennes. Ce sera pour lui un nouveau métier, celui de plasturgiste, afin de produire en masse des millions d'anneaux qui seront automatiquement assemblés et collés sur

10



Merci à notre meilleur historien du pneu, Jacques Dreux, qui a sorti de ses archives ces publicités pour une roue élastique : chaque début de siècle aura eu la sienne, preuve que si l'histoire ne se recommence jamais, elle bégaie toujours ! Appréciez aussi la vigueur des textes et l'état pitoyable du jeune Bibendum, on se faisait encore moins de cadeaux qu'aujourd'hui...



des jantes. La silice abondante et pas chère pour la fibre de verre soulagera le poste « achats caoutchouc », au moment où les gommes se font plus chères et plus rares c'est un énorme « plus » industriel. En l'absence de tringles, il faudra moins d'acier, sans flancs on utilisera aussi moins de caoutchouc, les textiles disparaîtront, la seule cuisson d'une petite bande de roulement renforcée de câblés métalliques consommera moins d'énergie. Vu les renchérissements et les pénuries qui s'annoncent, l'Airless n'est-il pas une solution industrielle parfaite pour le futur ? En cas de succès, les voitures sortiront avec des roues qu'elles garderont toute leur vie ! Le travail du négociant sera donc principalement de rechapera la bande de roulement ou de vendre une nouvelle roue complète (éventuellement d'une autre marque). Débarrassé des coûts poste de gonflage et valverie il ne gagnera en revanche plus rien sur l'azote et sans doute moins sur les équilibrages, heureusement pour lui il restera encore des millions de pneus en service pendant de nombreuses années ! Comme pour toutes les innovations majeures, le succès de l'Airless passe par la première monte mais cette fois la tactique adoptée par Bibendum semble plus subtile que par le passé. Adeptes des stratégies de rupture

Michelin n'y a pas renoncé (X-One, XeoBib) mais plutôt que de lancer sur le marché une innovation « prête à l'emploi » comme le Pax, on présente un Airless encore au tout début de son développement. Ainsi l'effet de surprise ne jouera pas cette fois contre le nouveau produit, les constructeurs automobiles auront le temps d'apprivoiser le système et peut-être de faire entendre leur voix en cours de développement. Arme absolue contre la crevaisson, si l'Airless aboutit commercialement dans 5 à 10 ans, il démodera forcément Pax et ZP ainsi que tous les autres pneus adeptes de la mobilité étendue. Ce marché étant en pleine extension la concurrence réagira, elle a même commencé à le faire. Au Mondial, l'ingénieur **Boiocchi** (Pirelli) n'avait qu'une photo sur son organizer, l'Airless. « *J'ai conçu de semblables pneus en 1970, reconnaissait-il, mais je n'avais pas les bons produits dans les anneaux, ceux-ci se sont rapidement effondrés. Si Michelin dit vrai, l'Airless me prouve que des solutions fiables sont désormais possibles* ». Breveté au maximum l'Airless a déjà mis 10 ans pour en arriver au stade actuel, on suivra avec intérêt son évolution au cours des 10 prochaines années ! ■



Tweel et compagnie

Si Airless est venu de Suisse, Tweel arrive directement des Etats-Unis. Bien plus gros, 23 kilos, pouvant porter 520 kilos contre 380 à l'Airless, on voit bien ce taille basse chaussant un gros 4x4. Tout aussi dépourvu de chambre à air que son cousin européen, Tweel explore une autre technologie. Il s'agit cette fois d'installer une jante alliage dans un moule puis d'injecter sous pression un mélange caoutchouc/polyuréthane. Ce matériau composite élimine définitivement entretien et crevaisson, et sa structure de base (métallique) peut être réutilisée après rechapage. Dès aujourd'hui on peut dire que la répartition des contraintes au sol est meilleure et donc que la durée de vie sur usure rallonge considérablement. Grâce à des entretoises souples, radiales, entre bande de roulement et jante, les déformations de grande amplitude du système sont comparables à celles d'un pneu. Elles améliorent le confort, la bande de roulement élimine les risques d'aquaplanage, le Tweel a tout pour plaire et chauffer dans l'avenir les gros SUV. Autre possible utilisation fort différente, des pneus très étroits et à faible résistance au roulement pour les fauteuils de handicapés. En montrant avec les roues élastiques Airless et Tweel deux approches fort différentes d'un même problème, Michelin joue le jeu et ne s'enferme pas dans des limites techniques et stylistiques trop étroites : pour répondre à des besoins très diversifiés, chez Bibendum l'innovation est devenue réellement mondiale.

Cette vitrine du Mondial recelait un 4^{ème} et dernier trésor. Le pneu chaussant la Roue active (195/45 R17 81T) était bizarrement moulé, portant un grand nombre de traces minuscules. La bande de roulement de l'Airless portait les mêmes stigmates, une macro photo dévoilait le pot aux roses : pour ses études Michelin est capable de réaliser à toute vitesse des moules peu coûteux. Il se compose d'un assemblage de 3600 morceaux de tôle découpés à toute allure par un laser, lui-même guidé par un ordinateur possédant le dessin du pneu en mémoire. Vite et à peu de frais, grâce au moule infiniment démontable (!) on peut cuire un nouveau pneu et l'essayer ensuite vraiment rapidement. Le seul défaut du système est d'ordre esthétique, du côté des pavés chaque diagonale n'est plus qu'une succession de petits morceaux droits, on dirait que le pneu cuit a été « pixellisé » car l'effet visuel est le même. A peine écroûté, le pneu perd heureusement cette esthétique bizarre et peu valorisante (on dirait que le moule a bavé ou que le démoulage a été raté), on devine que ce moule facile à faire pourrait aussi rendre bien des services dans la recherche d'une production flexible. Le grand public n'a peut-être pas tout compris du Stand Michelin mais les spécialistes se sont régalez, on ne découvre pas tous les jours autant d'innovations majeures sur moins d'un mètre carré ! ■