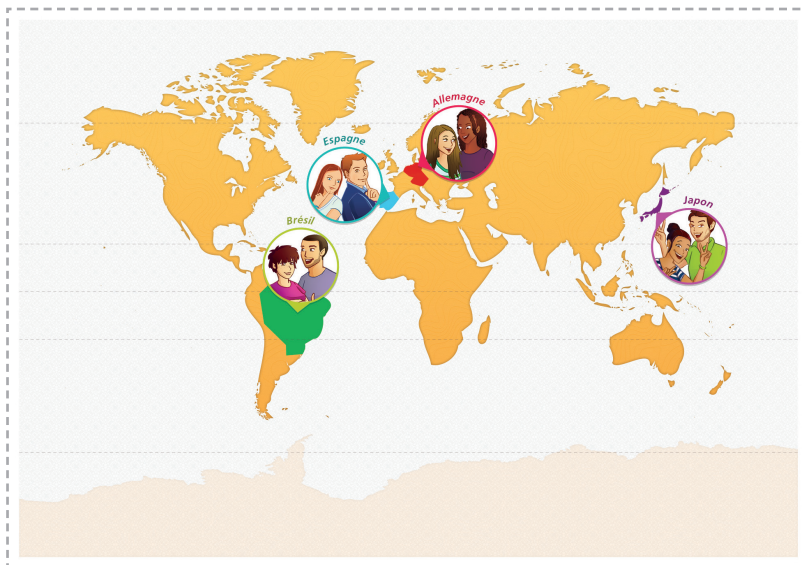




LA CHIMIE ET LE SPORT AUTOUR DU MONDE

Figure 1



En 2012, pour les jeux olympiques d'été, quatre couples d'étudiants chimistes et journalistes, sont partis caméra au poing, autour du monde (*Figure 1*), découvrir des sources d'innovation dans le monde du sport.

Leurs vidéos (accessibles sur le site Internet http://actions.maisonde-la-chimie.com/world_tour_2012.html) montrent qu'ils n'imaginaient pas découvrir des métiers de la chimie aussi proches de leur passion pour le sport.

Leurs aventures confirment que la chimie et le sport ont besoin l'un de l'autre :

- le sport a besoin de la chimie pour améliorer la qualité de ses équipements et les performances de ses champions ;



– la chimie a besoin du sport pour lui poser des défis dont la résolution lui permet de créer de nouveaux produits et de nouveaux emplois passionnants.

De la graine de ricin aux chaussures de course

Destination Japon : Nora (DUT de chimie) et Loïc (étudiant journaliste).

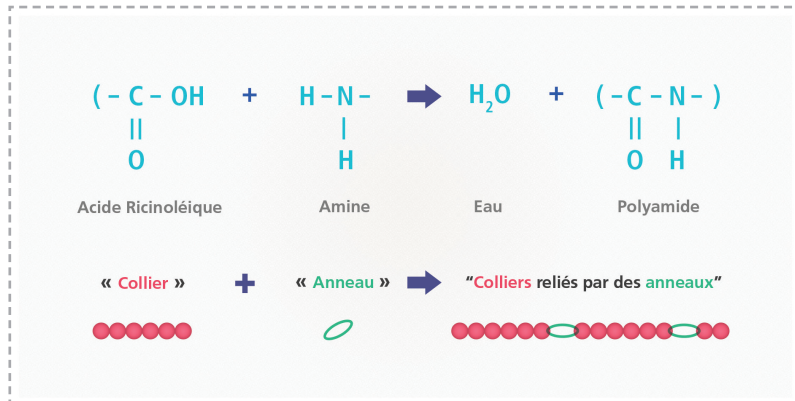
La plus grande partie de l'huile de ricin (90 %) est constituée de molécules d'acide ricinoléique (*Figure 2*).

De l'huile de ricin au rilsan

Les **chercheurs** ont montré que les groupes OH rouges (d'atomes d'oxygène et d'hydrogène) de la *figure 2*, appelés groupements hydroxyles, réagissent avec les atomes H d'hydrogène d'une fonction amine pour accrocher entre elles les molécules d'acide ricinoléique et former de longues molécules polymères comme des colliers accrochés par des anneaux .



Figure 2 Carbone : C ; Hydrogène : H ; Oxygène : O ; Azote : N.

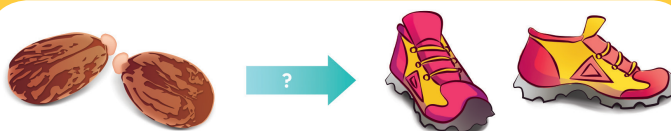


L'huile de ricin,

extraite de la graine de ricin est connue, depuis la plus haute Antiquité, pour ses propriétés lubrifiantes dans des domaines très variés : assouplir les cheveux ou graisser les moteurs !



Pourquoi cette molécule est-elle si importante ? Comment passe-t-on de la graine de ricin à la chaussure de sport ?



Graines de ricin

Figure 3

Chaussures de sport

Ces grosses molécules polymères d'origine naturelle sont fabriquées par le groupe Arkema sous le nom commercial de Rilsan. Léger, résistant à l'eau et aux solvants même à des températures élevées, très flexible, le rilsan a d'abord été utilisé dans l'industrie textile avant de remplacer le métal dans de nombreuses applications de l'industrie automobile.

Du rilsan au Pebax® Rnew



Un élastomère est un matériau constitué de longues chaînes de molécules enroulées comme une pelote de laine dont il a l'élasticité.

Les **ingénieurs chercheurs** d'Arkema ont cherché des nouvelles applications pour cette merveilleuse molécule. C'est à l'usine Arkema de Kyoto qu'est fabriqué un nouveau polymère en mélangeant du Rilsan avec des molécules qui contiennent des anneaux constitués par des fonction éther (C-O-C), c'est-à-dire des atomes de carbone C liés par un atome d'oxygène O.

Ce nouveau polymère (dont la formule est un secret industriel) qui a des propriétés élastiques extraordinaires (c'est un élastomère) s'appelle le Pebax® Rnew. Il est utilisé pour fabriquer les semelles de chaussures des champions olympiques par le fabricant japonais Mizuno, mondialement connu.

La fabrication du Pebax® Rnew

Nora et Loïc ont rencontré, à Kyoto, les **ingénieurs de recherche** qui ont mis au point la molécule du Pebax® Rnew (*Figure 4*), et les **techniciens** qui ont testé ses propriétés montrant qu'elle était plus élastique et plus résistante que les autres polymères (*Figure 5*).



Figure 4

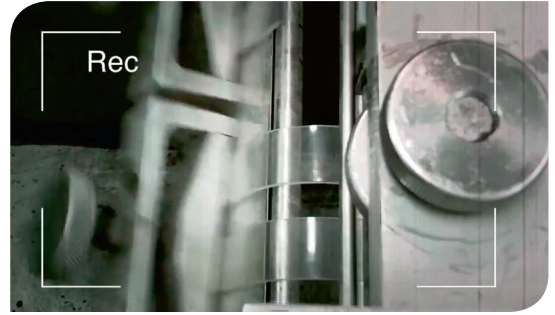


Figure 5

Les étudiants ont également visité l'**atelier de fabrication** où le Pebax® Rnew est préparé en grosse quantité pour être vendu aux clients, notamment aux fabricants de chaussures de course.

Résultat : la chaussure de course

Qu'est-ce que la chimie a apporté à ces chaussures ?



L'ingénieur responsable des relations avec les clients (Figure 6) répond à cette question :




- la légèreté : 
- l'élasticité  : les semelles en Pebax® Rnew renvoient l'énergie quand on court et elles amortissent les chocs ;
- la stabilité et la résistance à la pliure  : les semelles de chaussures doivent plier, et à force de plier elles se cassent. Ce qui n'est pas le cas avec le Pebax® Rnew.



Figure 6

Conclusion

Plus de 95 % de Pebax® Rnew étant d'origine végétale par rapport aux autres polymères (issus du pétrole), on économise les ressources non renouvelables et la production de gaz carbonique (effet de serre) liée à sa fabrication est diminuée de 20 à 30 %.



Un tissu anticourbatures grâce à la chimie



Destination Brésil : Nordine (Bac professionnel) et Pauline (étudiante journaliste).

L'effort musculaire entraîne des courbatures, cette sensation d'avoir mal dans les muscles. Tout ce qui améliore la circulation du sang dans les petits vaisseaux qui irriguent les muscles favorise l'apport d'oxygène dans les cellules musculaires et soulage cette douleur (voir le chapitre « La fabrique des champion : la contraction musculaire »).

C'est pourquoi les massages ou les lampes infrarouges des kinésithérapeutes *font du bien*.

Les chimistes inventent des tissus intelligents

L'usine Rhodia Fibras de Santos (à côté de Sao-Paulo) fait partie du groupe chimique international franco-belge Rhodia Solvay. **Le directeur de la recherche et du développement** a demandé, aux chercheurs de ses laboratoires, de fabriquer des nouvelles fibres permettant de réaliser des tissus intelligents qui apportent du bien-être et de l'harmonie. Éliminer les courbatures est pour eux un beau défi : les chercheurs du laboratoire Rhodia Fibras ont travaillé trois ans sur ce projet !

Un polymère peut-il agir comme une lampe infrarouge ?

L'objectif semble simple : il faut incorporer dans la fibre polymère d'un tissu, des particules minérales capables d'absorber et d'accumuler la chaleur produite par le corps et redonner ensuite cette énergie sous forme de rayons infrarouges du même type que ceux de la lampe infrarouge du kinésithérapeute (*Figure 7*). Ces rayons infrarouges stimuleront les cellules musculaires et amélioreront la circulation sanguine donc l'oxygénation du muscle, ce qui éliminera les courbatures. L'idée est bonne mais encore faut-il la réaliser !

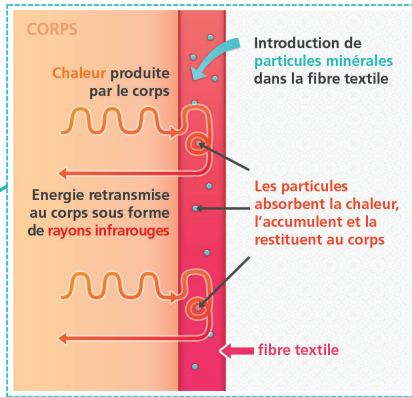


Figure 7

Les défis pour le laboratoire de recherche

Les **ingénieurs chercheurs** ont dû résoudre deux défis :

- trouver les particules minérales possédant cette propriété (mais bien sûr c'est un secret !);
- réussir à les incorporer dans le réseau des grosses molécules polymères des fibres du tissu : cela est réalisé par fusion du mélange polymère-particule (*Figure 8*).

Vue microscopique des fibres du tissu

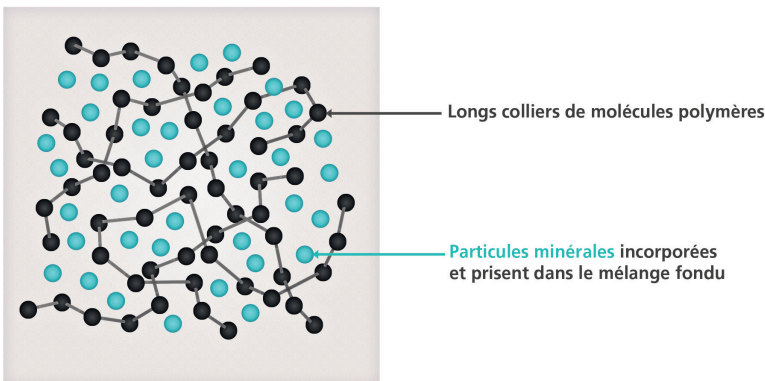


Figure 8



La réussite des ingénieurs : du polymère au tissu anticourbatures

On voit, sur la *figure 9*, l'atelier de production où le polymère est fondu puis passe à travers des filières pour être ensuite enroulé sur de grosses bobines.

Figure 9



Figure 10



Nordine et Pauline ne sont-ils pas magnifiques dans leur tee-shirt en fibre Emana, prêts à accomplir sans fatigue des exploits sportifs.

Du pétrole à l'herbe douce des nouveaux terrains de football



Destination Espagne : Perrine (étudiante en doctorat) et Mickael (étudiant journaliste).

À Tarragone, Perrine et Mickael ont rencontré des joueurs de football heureux : ils s'entraînent sur un terrain toujours de très bonne qualité, même après un gros orage, sur lequel ils ne se font pas mal quand ils tombent car l'herbe reste douce et moelleuse (*Figure 11*)...

Cette herbe est fabriquée par les chimistes de l'usine Dow Chemicals de Tarragone. Son histoire commence avec l'arrivée des gros bateaux pétroliers dans le port de Tarragone (*Figure 12*).



Figure 11



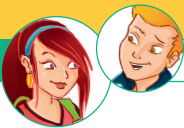
Figure 12

Du pétrole à l'éthylène

Le pétrole (le naphta) est transporté par de gros tuyaux du port à l'usine (Figure 13) où les grosses molécules d'hydrocarbures (qui contiennent du carbone et de l'hydrogène) du pétrole sont coupées en morceaux, dans des énormes fours, à une température de 700 °C en présence de vapeur d'eau (le vapocraquage). Ce procédé donne un gaz appelé l'éthylène C_2H_4 qui est une molécule de base pour toute la chimie utilisant le pétrole comme matière première (la pétrochimie).



Figure 13



Du gaz éthylène au gazon

L'**éthylène**, mélangé à de l'hydrogène, passe dans des réacteurs cylindriques de plusieurs mètres de diamètre et de plusieurs dizaines de mètres de haut à une température de 100 °C.



Le catalyseur est un composé mis au point par les chimistes qui augmente la vitesse de la réaction à plus basse température sans être consommé.

L'**ingénieur responsable de la production** d'éthylène montre à Perrine et Mickael comment, en présence d'un catalyseur (*Figure 14*), les petites molécules d'éthylène s'accrochent les unes aux autres (se polymérisent) pour former de longues chaînes dans lesquelles les atomes de carbone sont liés les uns aux autres. On obtient alors le polyéthylène (*Figure 15*) que l'on récupère sous forme de petites billes.

Figure 14

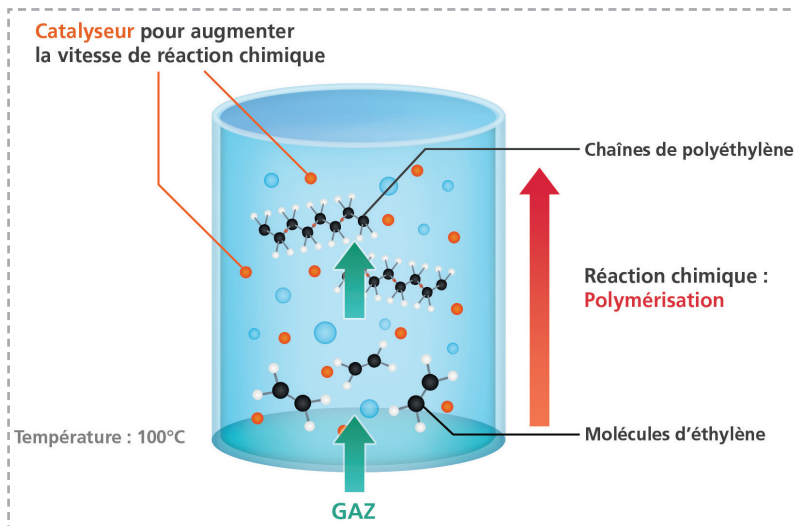


Figure 15





La nature du catalyseur et la pression d'hydrogène permettent aux **opérateurs** qui suivent la fabrication, à partir de la salle de contrôle (*Figure 16*), de contrôler la longueur des chaînes, d'accélérer ou de stopper la réaction.

Des billes de polyéthylène au gazon moelleux

Pour fabriquer le Dowlex, la matière plastique à partir de laquelle est fabriquée l'herbe douce du gazon du terrain de football, les **ingénieurs du laboratoire de recherche et développement** sont à l'écoute des besoins des footballeurs (*Figure 17*).

Le polymère utilisé doit être solide et résistant au déchirement et à l'étirement : pour cela, les ingénieurs fondent et mélangent (mais la recette est bien sûr secrète !) les billes de polyéthylène avec d'autres polymères.

Les propriétés du mélange sont testées par **les techniciens** sur des machines jusqu'à obtenir les films plastiques parfaits de Dowlex qui sont découpés et assemblés pour fabriquer le super gazon pour les terrains.



Figure 16



Figure 17

Conclusion

Ces gazon synthétiques sont utilisés dans beaucoup de grandes compétitions sportives comme aux Jeux Olympiques de Londres ou encore pour les matchs de hockey. Dans ce dernier cas, les brins d'herbe doivent être plus serrés pour que la balle roule plus vite.



L'histoire d'Albert, le ballon de football des Jeux Olympiques 2012

Destination Allemagne : Sarah (élève ingénieur) et Tanguy (étudiant journaliste).

Sarah et Tanguy ont rencontré, en Allemagne sur le célèbre stade du Bayer Leverkusen, une vedette : Albert le ballon de football officiel des jeux olympiques 2012, merveille de haute technologie et d'innovation (*Figure 18*).

Albert leur a été présenté par Thomas **l'ingénieur chef du projet** « Ballon » du laboratoire de recherche sur les matériaux du groupe industriel Bayer.



Figure 18

Albert, merveille de haute technologie

Si Albert est une petite merveille, c'est qu'il résulte de la combinaison de cinq couches concentriques de matériaux spécialement étudiés qui en font sa perfection. Chaque couche utilise une composition différente d'un composé appelé Impranil, matière plastique polymère fabriquée par la société Bayer, dont la performance donne au ballon des qualités spéciales : dureté, souplesse, volume, élasticité et résistance (*Figure 19*).

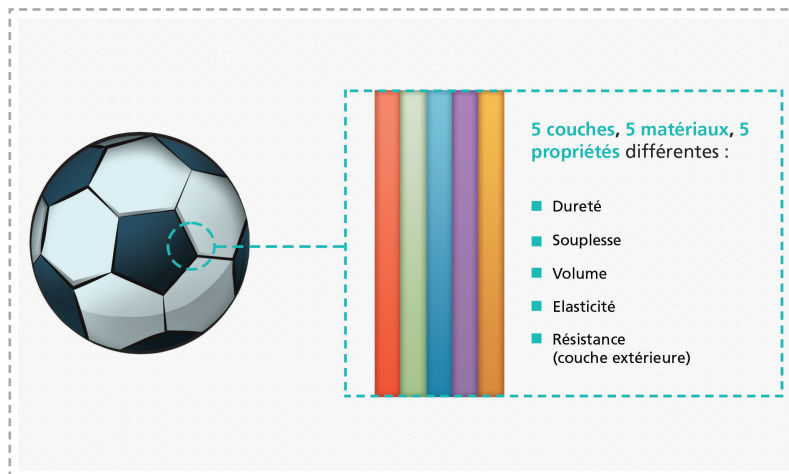
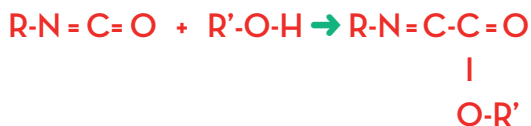


Figure 19

La naissance d'Albert

L'Impranil résulte d'un mélange de deux types de molécules : les polyols et les polyisocyanates.



C atome de Carbone, H atome d'hydrogène, O atome d'oxygène, N atome d'azote.



R et R' sont des chaînes d'atomes de carbone sur lesquelles peuvent être accrochés différents groupes qui donneront les propriétés recherchées.

Ce qu'il faut retenir dans cette réaction, c'est que les groupes terminaux des polyisocyanates et des polyols ont des affinités l'un pour l'autre et qu'ils s'accrochent ensemble pour former de longues chaînes polymères.

La fabrication d'Albert

Pour fabriquer Albert, **les chercheurs** de Bayer ont préparé des molécules avec des groupes R et R' afin que le mélange final soit une pâte



que l'on puisse étaler comme du beurre sur du pain. On peut aussi la colorer (*Figure 20*).

Cette fine couche séchée se transforme en un solide très résistant que l'on peut étirer.

On réalise ainsi les cinq couches de propriétés très différentes qui vont servir à faire le ballon Albert (*Figure 21*).

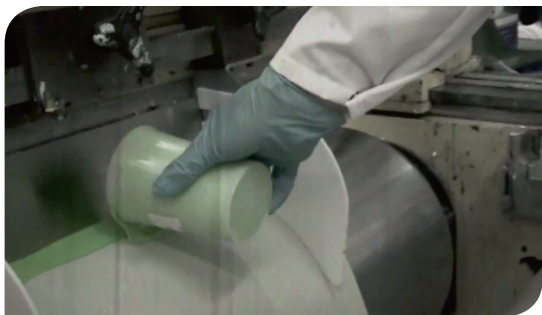


Figure 20



Figure 21

Conclusion

Vous comprenez pourquoi les chimistes ont beaucoup réfléchi et travaillé pour mettre au point la composition des matériaux qui a conduit à la petite merveille de ballon de foot qu'est Albert.