

DOSSIER 1 LA CHIMIE DANS LE SPORT

Eric Bausson

I. CHIMIE ET MATÉRIAUX

Parties des programmes de physique-chimie associées

Programme de physique-chimie de	Parties
Première STI2D	Matière et matériaux / Propriétés des matériaux et organisation de la matière
Première STD2A	Connaître et transformer les matériaux / Connaître et transformer les matériaux organiques et utiliser des matériaux innovants
Terminale STL	Ondes / Ondes acoustiques (ondes stationnaires)
Terminale générale	Constitution et transformation de la matière / Élaborer des stratégies en synthèse organique

MOTS-CLÉS :

polymères, matériau composite, textiles, catalyseur

ANGLE CHOISI :

À travers l'utilisation de documents de natures diverses, issus en grande majorité du site Mediachimie, le lecteur prendra conscience, si ce n'est pas déjà le cas, de la richesse de ce site et pourra poursuivre sa quête d'informations sur ce sujet non seulement à fort potentiel médiatique en cette année olympique mais aussi très intéressant eu égard aux nombreuses évolutions/innovations dont il fait l'objet.

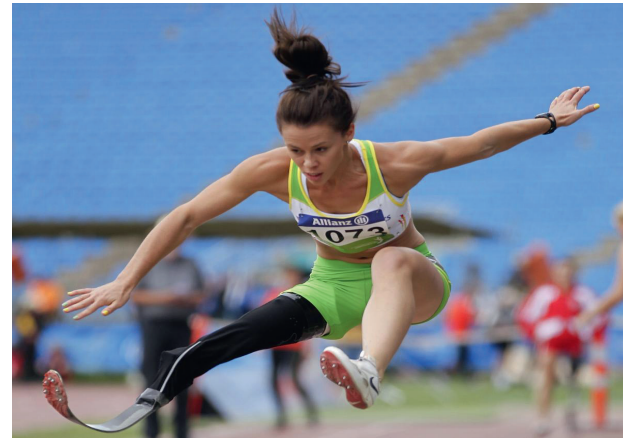
À noter dans votre agenda :

Colloque Chimie et sport
organisé par la Fondation de la maison de la Chimie
le 7 février 2024.

A. Introduction

La chimie des matériaux joue un rôle important dans le sport, de la conception d'équipements, en passant par un meilleur confort de la pratique sportive jusqu'à l'amélioration des performances d'un(e) athlète, quel que soit son niveau. Par exemple, pour la pratique d'un sport, il faut le plus souvent des vêtements respirants et/ou favorisant une meilleure pénétration dans l'air, et offrant des conditions de sécurité augmentée mais aussi des chaussures performantes et confortables. Pour les handi athlètes, les équipements ont également évolué et su s'adapter aux différentes formes de handicaps physiques et mentaux et aux disciplines pratiquées pour permettre à ces sportives et sportifs non seulement d'accéder à la pratique du sport, en amateur ou en professionnel, mais également de performer.

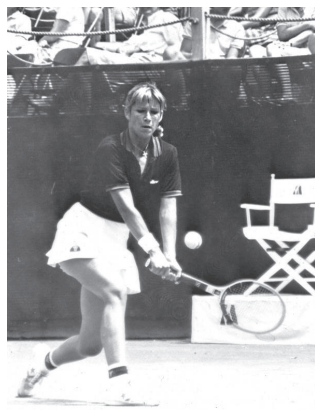
Nous allons aborder ici quelques facettes de la chimie des matériaux en utilisant quelques ressources disponibles sur le site Mediachimie. Des activités vous sont proposées en lien avec les programmes officiels de lycée général et technologique.



Para athlète avec lame lors d'une épreuve de saut en longueur. © IPC

B. Un exemple significatif d'évolution d'un matériau : la raquette de tennis

Les toutes premières raquettes de tennis étaient des objets assez lourds. Elles avaient un tamis réduit, étaient en bois, puis en aluminium. Actuellement, elles sont en matériau composite.



C. Evert jouant avec une raquette en bois (1972).

© Wikimedia



R. Federer avec une raquette en matériau composite (2019)

© John Walton – Belgalmage (DR)

Un matériau composite est constitué de matériaux dont les propriétés individuelles se combinent pour former un matériau hétérogène ayant des performances globales fortement améliorées.

Voici les constituants d'un matériau composite :

Matrice Polymère thermoplastique ou polymère thermodurcissable	+	Renforts Fibres, tissus, nappes	+	Charges et/ou additifs Pour apporter ou modifier certaines propriétés
---	---	---	---	--

Pour réaliser ce matériau, la matrice et les additifs, ainsi qu'éventuellement d'autres monomères réactifs, sont en général initialement dilués sous forme d'un mélange liquide appelé résine.

Les propriétés recherchées avec les polymères sont vastes. En premier lieu, la légèreté pour limiter la consommation énergétique en cas de mobilité, puis bien d'autres comme l'élasticité, l'inertie face aux produits chimiques (capacité à résister à différents types d'agressions chimiques liquides ou gazeuses), la transparence ou l'opacité, etc.

Comme le fait une corde pincée de guitare, la raquette de tennis entre en vibration après impact de la balle, le plus souvent à proximité du centre de la raquette. Ces vibrations sont marquées de « nœuds » et de « ventres » de vibration. Si l'on tape la balle sur la raquette au niveau d'un ventre de vibration, une vibration se manifeste et cela peut occasionner, si cela se répète trop souvent, une douleur au niveau du coude (le fameux « tennis-elbow »).



Table d'harmonie d'une guitare percée d'une ouverture appelée rosace. © Jean Gomez

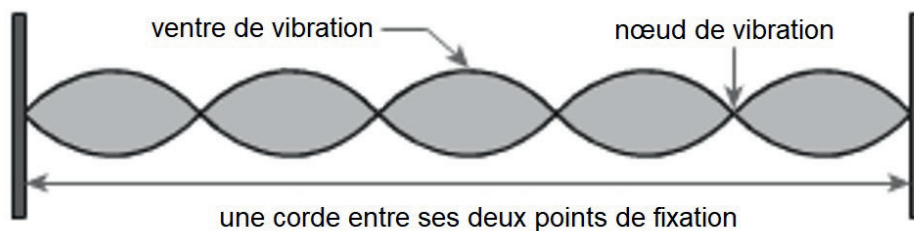


Figure 1 : Nœuds et ventres de vibration le long d'une corde pincée de guitare.

Activité 1

Après lecture du paragraphe 3.1. du document « Les matériaux composites dans le sport » d'Yves Rémond et Jean-François Caron auquel vous pouvez aussi accéder à l'aide du QR code joint, veuillez répondre aux questions ci-dessous.



- 1 Donner les deux composants essentiels d'une raquette de tennis actuelle.

.....

.....

- 2 Une raquette de tennis est-elle conçue pour faire coïncider le centre de percussion de la balle sur la raquette avec un ventre ou un nœud de vibration ? Dans quel but ?

.....

.....

.....

C. Dans le textile sportif, les chimistes innovent sans cesse !

Parmi les nombreux composés de synthèse, les polymères (polyamides, polyesters, élasthanne, néoprène, polytétrafluoroéthylène, etc.) sont très souvent utilisés dans le textile sportif.

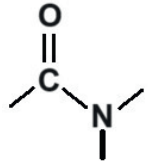


Combinaison de triathlon en néoprène. (DR)



Tenue de cycliste sur piste en polytétrafluoroéthylène (PTFE). © Europe 1

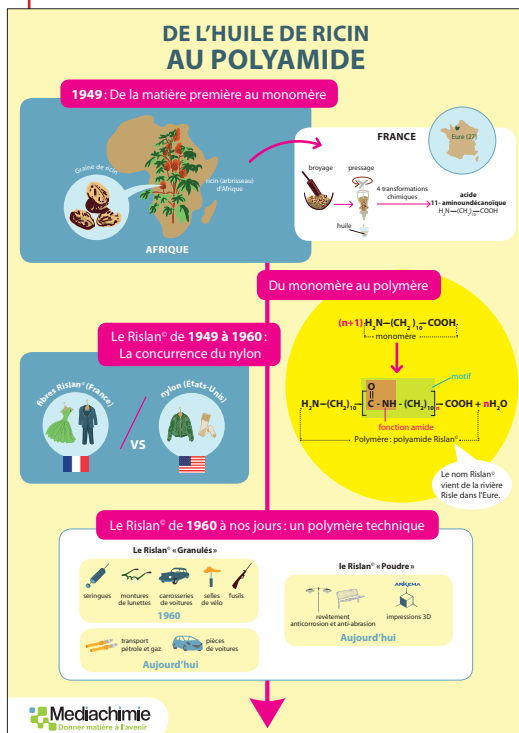
Un polymère est une macromolécule dans laquelle un motif se répète un très grand nombre de fois. Il est formé à partir d'un ou deux monomères suivant la réaction chimique mise en jeu. Voici deux exemples avec soit un seul monomère soit deux monomères formant ici à chaque fois un polyamide, la fonction amide se répétant :



Monomère(s) consommé(s)		Polymère formé	
Formule (s)	Nom (s)	Formule	Nom
$H_2N-(CH_2)_{10}-COOH$	acide amino-11-undécanoïque	$-(NH-CO-(CH_2)_{10})_n-$	polyamide 11
$HOOC-(CH_2)_4-COOH$	acide 1,6-hexanedioïque	$-(NH-(CH_2)_6-NHCO-(CH_2)_4-CO)_n-$	polyamide 6,6
$H_2N-(CH_2)_6-NH_2$	hexane-1,6-diamine		

Ils sont connus respectivement sous les noms de Rilsan® et nylon 6-6. Le premier polymère est dénommé « polyamide 11 » car le motif qui se répète contient 11 atomes de carbone et le second polymère est un « polyamide 6,6 » car, de part et d'autre de l'atome d'azote central, nous y dénombrons 6 atomes de carbone.

Pour en savoir plus



On peut découvrir l'obtention du monomère du polyamide 11 à partir d'huile de ricin avec cette ressource « Comment faire des polyamides à partir de l'huile de ricin? Du ricin au Rilsan® : une réaction de polymérisation à la française »

www.mediachimie.org/ressource/comment-faire-des-polyamides-a-partir-de-lhuile-de-ricin-du-ricin-au-rilsan-une-reaction

Intéressons-nous dans un premier temps à un autre polymère, le polypropylène...

Activité 2

En consultant la rubrique «Produit du jour» de la Société Chimique de France (SCF) consultable aussi à partir du site Mediachimie, veuillez répondre aux questions ci-dessous.



- 1 Donner la formule semi-développée du réactif chimique permettant la synthèse du polypropylène et indiquer son nom et celui de sa famille de produits organiques.

.....

- 2 En déduire la formule semi-développée du motif répétitif du polypropylène.

.....

- 3 Quelle découverte effectuée en 1953 par Karl Ziegler et Giulio Natta a permis de rendre la synthèse du polypropylène possible ? Pourquoi ?

.....

.....

Après lecture partielle de l'article « Des textiles pour sportifs » de Fabien Roland, téléchargeable sur le site Mediachimie, veuillez répondre à la question ci-dessous.



- 4 Quelles propriétés le polypropylène donne-t-il aux textiles ?

.....

.....

Le polypropylène est issu de la pétrochimie. Les chimistes, très sensibles à notre environnement, recherchent aussi des produits biosourcés (fabriqués à partir de ressources biologiques).



Tee-shirt de running en polypropylène

© Wiggles

Voici un de ceux-ci parmi tant d'autres...

Activité 3

Un exemple intéressant d'équipement de sport à étudier est celui présenté dans la vidéo « La chimie et les chaussures de course » sur le site Mediachimie, présentant un produit innovant le « Pebax® Rnew ».



Vue en 3D du « Pebax® Rnew »
© Arkema

Le caoutchouc, qu'il soit naturel ou synthétique, est toujours utilisé dans les chaussures de sport mais d'autres produits récents, issus de la recherche en Chimie, sont notamment incorporés dans les semelles pour augmenter significativement leurs rendements, favoriser l'amorti ou encore contrecarrer le choc à l'appui du pied. Le Pebax® Rnew est un très bon exemple de l'innovation chimique au service des sportifs. Il s'agit d'un copolymère dit « à blocs » car il est créé à partir de monomères différents qui engendrent des blocs polymères accrochés les uns aux autres.

Après lecture de cette vidéo de moins de huit minutes, veuillez répondre aux questions ci-dessous.

1 Pourquoi dit-on qu'il s'agit d'un produit biosourcé ?

.....

.....

2 Nommer les deux familles de polymères qui participent à la constitution du Pebax® Rnew.

.....

.....

3 Donner deux propriétés mécaniques intéressantes du Pebax® Rnew.

.....

.....

Pour en savoir plus



Il existe d'autres vidéos dans le cadre de « The Chemical World Tour » et plus particulièrement la saison 2 sur « chimie et sport ». Vous pouvez parcourir les autres saisons!

Cinq binômes pour cinq reportages aux quatre coins du monde vous feront partager leur aventure sur la page Facebook.

Activité 1

1. Les deux composants actuels d'une raquette de tennis sont la colle (résine époxy) et des fibres (de verre, de carbone, etc.).
2. Une raquette de tennis est conçue pour faire coïncider le centre de percussion de la balle sur la raquette avec un nœud de vibration pour que la raquette vibre moins et contribue ainsi à ménager le joueur (fatigue et blessures, notamment à l'épaule).

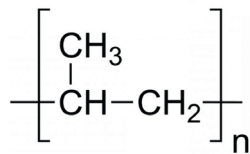
Activité 2

1. Voici la formule semi-développée du monomère :



Il s'agit du propène faisant partie de la famille des alcènes.

2. Voici la formule semi-développée du motif répétitif du polypropylène :



3. K. Ziegler (allemand) et G. Natta (italien) ont découvert en 1953 des catalyseurs permettant de produire du polypropylène ayant une structure géométrique régulière. Un catalyseur permet d'accélérer une transformation chimique.

Pour en savoir plus :

Ici le catalyseur n'est pas dans la même phase que les monomères et les macromolécules en croissance. La réaction se passe à l'interface des deux phases et engendre la géométrie régulière du polymère. Ziegler et Natta ont eu le prix Nobel de chimie en 1963 pour cette découverte sur les polymères.

4. Une fibre de polypropylène est légère et hydrophobe (l'eau ne la mouille pas).

Activité 3

1. L'origine est biosourcée car il s'agit de graines de ricin (arbrisseau d'origine tropicale). Cette plante vivace herbacée peut mesurer jusqu'à 3 mètres, voire 10 mètres dans son environnement d'origine.

2. Le Pebax® Rnew est un copolymère contenant des blocs polyamides et des blocs polyéthers. Les blocs polyamides sont rigides et les blocs polyéthers sont souples.

Pour en savoir plus :

www.arkema.com/global/fr/products/product-finder/product-range/technicalpolymers/pebax-product-family/



3. Le Pebax® Rnew est élastique et ne casse pas.

II. EN ROUTE VERS LE GRAND ORAL...

Parmi la multitude de questions que soulèvent ces documents du site Mediachimie, voici deux propositions de questions accompagnées d'un mini plan. L'utilisation du moteur de recherche du site Mediachimie devrait vous permettre de recenser des ressources intéressantes en lien avec chaque question abordée dans le cadre du Grand Oral.

Question 1 : Comment la chimie permet-elle d'optimiser la pratique d'un sport ?

Ce titre est général et devrait être plus précis en choisissant la pratique d'un sport (tennis, football, natation, surf, voile, etc.).

- A. Les premiers matériaux utilisés (bois, métaux, caoutchouc, etc.)
- B. Quelles sont les propriétés chimiques et physiques recherchées pour optimiser les équipements sportifs ?
- C. La synthèse de produits chimiques innovants : polymère(s), fibres de verre, fibres de carbone, etc.
- D. La naissance d'un matériau composite permettant de répondre au cahier des charges de la pratique d'un sport.

Question 2 : En 2008, comment la chimie a-t-elle contribué à battre un grand nombre de records en natation ?

- A. Quelles sont les propriétés chimiques et physiques recherchées pour optimiser les combinaisons de natation ?
- B. La synthèse de produits chimiques innovants : polyamide, polyamide/élasthane, polyéthylène/polybutylène, téréphthalate, etc.
- C. Comment ont évolué l'assemblage et l'hydrodynamisme des combinaisons de natation ?



Les combinaisons utilisées lors des J.O. de Pékin en 2008.

© Presse Sports

Le choix de l'athlétisme, du triathlon, du cyclisme sur piste ou d'un autre sport, au lieu de la natation est aussi très intéressant à explorer.

III. ET APRÈS LE BACCALAURÉAT ?

La chimie des matériaux est un vaste domaine en pleine expansion, très innovant et applicable à l'ensemble des secteurs d'activité.

Un matériau est fabriqué dans le but d'obtenir un objet fonctionnel doté de propriétés physico-chimiques particulières. Les chimistes jouent donc un rôle transversal central pour répondre à la demande en nouveaux matériaux dans de nombreux secteurs comme les industries du sport et des loisirs mais aussi pour l'électronique, l'éolien, le photovoltaïque, les piles, le bâtiment, les transports, l'aéronautique, les médicaments, le paramédical...

En matière d'équipements et de matériels sportifs, l'innovation est la plupart du temps tirée par le sport de haut niveau pour bénéficier ensuite à l'ensemble des pratiquants tant en matière de performances que de sécurité.



Vélo tandem de para athlètes de l'équipe de France en fibre de carbone. (D.R.)

Exemples d'évolutions des matériaux pour la pratique du sport de haut niveau : vélo tandem en fibre de carbone, d'aramide tissées adossé à une structure en résine thermoplastique ou thermodurcissable et perche en fibre de verre et carbone.

Compte tenu de la diversité des champs d'application et des propriétés physico-chimiques attendues, la mise au point d'un matériau amène les chimistes à travailler avec des spécialistes de très nombreuses disciplines.

Pour avoir une idée des métiers de chimistes associées aux matériaux en général, on pourra consulter les ressources suivantes :

- Les chimistes dans : L'aventure des nouveaux matériaux
www.mediachimie.org/ressource/les-chimistes-dans-laventure-des-nouveaux-matériaux
- Les fiches métiers :
 Ingénieur matériaux (H/F)
www.mediachimie.org/fichemetier/ingenieur-matériaux-hf
 Technicien matériaux (H/F)
www.mediachimie.org/fichemetier/technicien-matériaux-hf

Ces métiers permettent de s'adapter aux différents marchés des matériaux et bien sûr à celui des matériaux pour les sports.

Mais la création d'un matériau ne s'arrête pas à sa mise au point en laboratoire et n'est donc pas qu'un métier de recherche et développement. Il faut aussi tester les propriétés, les applications possibles, fabriquer le matériau à l'échelle industrielle en passant par l'étape de la mise au point des procédés, vérifier la qualité et faire un suivi en analyse tout au cours des étapes, protéger les innovations par des brevets... Il s'agit d'un travail d'équipes multidisciplinaires.

On lira avec intérêt l'article « [Les nouvelles technologies en matière de prothèses révolutionnent le handisport](#) » de Maja Hooek sur OMNI Magazine qui indique comment la recherche et le développement ont aidé les athlètes handicapés à tirer le meilleur parti de leurs capacités athlétiques.



Perchiste sautant avec une perche en fibre de carbone plus souple et résistante. © Olympics

On peut donc travailler dans un projet de mise au point de matériaux sans être un ingénieur ou un technicien spécialisé en matériaux. On peut par exemple être :

Pour une sortie à bac +5/8 :

- [Ingénieur chimiste Procédés \(H/F\)](#)
- [Ingénieur en formulation / formulateur \(H/F\)](#)
- [Ingénieur Génie des procédés / Génie chimique \(H/F\)](#)
- [Ingénieur marketing / Chef de produit \(H/F\)](#)
- [Ingénieur métrologie et instrumentation \(H/F\)](#)
- [Ingénieur production \(H/F\)](#)
- [Responsable Assurance Qualité \(H/F\)](#)
- [Responsable de laboratoire d'analyses / contrôle qualité \(H/F\)](#)

Ou si l'on a une formation de niveau Bac +2/3 :

- [Technicien Assurance Qualité \(H/F\)](#)
- [Technicien chimiste \(H/F\)](#)
- [Technicien Contrôle industriel et régulation automatique \(H/F\)](#)
- [Technicien de fabrication / production \(H/F\)](#)
- [Technicien de formulation \(H/F\)](#)
- [Technicien d'analyse chimie / physico-chimie \(H/F\)](#)
- [Technicien en métrologie et instrumentation \(H/F\)](#)
- [Technicien Génie des procédés / Génie chimique \(H/F\)](#)

Concernant l'orientation, la fiche orientation : « je veux travailler dans un secteur en relation avec le sport » (www.mediachimie.org/ressource/fiche-orientation-secteur-en-relation-avec-le-sport) permet de se faire une idée des cursus possibles.

De manière plus générale, les différents cursus pour sortir sur le marché du travail avec une formation en chimie sont consultables ici :

Sortie à Bac +2/3 : vers les métiers de techniciens www.mediachimie.org/metier/34. On notera en particulier la formation BUT sciences et génie des matériaux. Il y a aussi dans les universités des licences Pro mention chimie et physique des matériaux. Pour en savoir plus consulter la page ONISEP correspondante www.onisep.fr/ressources/univers-formation/formations/Post-bac/licence-pro-mention-chimie-et-physique-des-materiaux

Sortie à Bac +5/8 : vers les métiers d'ingénieurs et de chercheurs www.mediachimie.org/metier/35. En dehors des écoles d'ingénieurs il existe dans les universités des Master mention sciences et génie des matériaux. Voir sur le site de l'ONISEP : www.onisep.fr/ressources/univers-formation/formations/Post-bac/master-mention-sciences-et-genie-des-materiaux



Chercheuse en chimie. © Pierre Kitmacher

Partie orientation proposée et rédigée par Françoise Brénon et Gérard Roussel (Maison de la Chimie)