



LA Chimie DANS LA VIE quotidienne

COLLECTION

CHIMIE ET...
JUNIOR



LA Chimie DANS LA VIE quotidienne



Présente dans tous les domaines de notre vie quotidienne et au cœur des **innovations** pour nous apporter plus de confort, plus de sécurité et garantir le respect de l'environnement, la **chimie** nous concerne tous.

Se soigner, se nourrir, se laver, s'habiller, se loger, se déplacer... toutes ces actions font directement intervenir des applications de la chimie et les progrès de la Recherche améliorent directement notre qualité de vie !

Avec Max et Léa, découvre et comprends la contribution des chimistes :

- **à la conception d'objets du quotidien** : dans ta maison et dans les transports ;
- **à ton bien-être** : bien te soigner mais aussi bien te nourrir ;
- **à ta qualité de vie** : la propreté de ton environnement, tes soins corporels et la beauté de ta peau ;
- **au respect de l'environnement** : réduire notre consommation en pétrole et savoir utiliser les substances naturelles comme un merveilleux jardin à notre disposition.

Max et Léa te montreront aussi que, derrière cette chimie du quotidien, il y a une industrie forte, une recherche dynamique, des emplois et des métiers divers et variés.

Enfin, avec un **coin des jeux**, tu pourras en t'amusant tester tes connaissances en chimie et en mathématiques.

La collection **Chimie et... Junior** est destinée principalement aux collégiens. Son but est d'expliquer de façon simple, agréable et même amusante, les applications des sciences de la chimie dans notre vie quotidienne et d'aider ceux qui souhaiteraient s'orienter vers les métiers de cette discipline.





CHIMIE ET... JUNIOR

Collection dirigée par Bernard BIGOT, Président de la Fondation Internationale de la Maison de la Chimie

LA Chimie DANS LA VIE quotidienne



Les textes de cet ouvrage sont en partie inspirés des livres de la collection *Chimie et...*, collection dirigée par la Présidence de la Fondation de la Maison de la Chimie, publiée par EDP Sciences : *Chimie et enjeux énergétiques* (2013), *Chimie et habitat* (2011), *Chimie et transports* (2013), *Chimie et santé* (2009), *Chimie et alimentation* (2010), *Chimie et nature* (2012), *Chimie, dermo-cosmétique et beauté* (2017).

Constantin Agouridas : directeur Programmes et Projets à la Fondation de la Maison de la Chimie, ex-directeur de Recherche Aventis et Galderma, ex-professeur et directeur de Relations Industrielles à l'ENS Chimie-ParisTech

Jean-Claude Bernier : professeur émérite de l'Université de Strasbourg, ancien directeur de l'Institut de Chimie du CNRS

Danièle Olivier : professeure des universités, vice-présidente de la Fondation de la Maison de la Chimie, ancien directeur de l'ENS Chimie-ParisTech

Paul Rigny : ancien rédacteur-en-chef de L'Actualité Chimique, ancien directeur de l'Institut de Chimie du CNRS

Pour le coin des jeux, **Michel Criton** est professeur certifié de mathématiques. Il est président de la Fédération française des jeux mathématiques et membre de la rédaction des magazines *Tangente* et *Spécial Logique*.

Illustrations (conception - production) : Cécile Parry

Composition : Patrick Leleux PAO

Imprimé en France

ISBN (papier) : 978-2-7598-2292-8 – ISBN (ebook) : 978-2-7598-2293-5 –
ISSN : 2426-0185

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.



SOMMAIRE



Introduction 5

PARTIE 1 LES OBJETS DU QUOTIDIEN

1. Dans la maison et la cuisine 8

2. En voiture 19

PARTIE 2 LE BIEN-ÊTRE

3. Les apports dans l'alimentation 30

4. Au service de la santé 44

PARTIE 3 L'HYGIÈNE ET LA BEAUTÉ

5. Les produits d'hygiène et de soins corporels 56

6. La peau au quotidien : protection et embellissement 72

PARTIE 4 LA CHIMIE DU VÉGÉTAL

7. Au revoir le pétrole, bonjour les plantes 96

8. Les substances naturelles : le magasin du bon Dieu 114

9. Où travaillent les chimistes 129

PARTIE 5 LE COIN DES JEUX

10. Énigmes 134

11. Mots croisés 141



INTRODUCTION

Nous avons créé la collection « **Chimie et... junior** » pour faire découvrir agréablement aux collégiens et aux lycéens les applications récentes et les innovations actuelles ou attendues des **sciences de la chimie** dans les domaines qui les motivent et/ou les concernent.

Notre objectif est de les **intéresser aux sciences**, non seulement à celles de la chimie, mais aussi à celles de ses interfaces avec la physique, les sciences de la vie et de la Terre, les mathématiques, la technologie...

C'est de la coopération entre les chercheurs et ingénieurs de ces disciplines que naissent les innovations dans tous les domaines.

L'accès aux données scientifiques récentes et rigoureuses est difficile pour les enseignants et les familles, les vulgarisations sont rares et leur assimilation prend du temps pour les non experts. **Pourtant, derrière ces applications interdisciplinaires de la chimie, il y a une recherche dynamique, des industries fortes et la possibilité d'exercer de nombreux métiers divers et variés** (Recherche et Développement, fabrication, analyses, maintenance, marketing...) qui sont encore mal connues.

Les auteurs sont tous membres de l'équipe pédagogique de la Fondation de la Maison de la Chimie et de la médiathèque en ligne www.mediachimie.org. Ils travaillent en partenariat étroit avec le Ministère de l'éducation nationale : la Direction Générale de l'Enseignement Scolaire (DGESCO) et l'Inspection Générale (IPGEN). Les thèmes traités dans cette collection font partie de la réforme des programmes du cycle C4 des collèges et s'inspirent déjà des objectifs qui vont guider les nouveaux programmes des lycées.

L'année scolaire 2018-2019 est **l'Année de la Chimie : de l'École à l'Université**, c'est également l'occasion de publier un nouveau titre après les quatre premiers volumes parus de cette collection chimie et junior :

- La chimie dans le sport (2014)
- La chimie dans les technologies de l'Information et de la Communication (2015) qui a obtenu le coup de cœur du Prix Roberval
- La chimie et la sécurité des personnes des biens, de la santé et de l'environnement (2016)
- La chimie l'Energie et le Climat (2017)

La chimie étant présente partout dans la vie quotidienne, nous avons choisi de présenter ses principales applications avec :

- les nombreux **nouveaux matériaux** des objets qui nous entourent ;
- les progrès de la chimie et de la biochimie ainsi leurs applications dans le domaine de la **santé** et de l'**alimentation** ;



- les apports de la chimie et de la biochimie dans l'évolution des **produits d'hygiène** et dans la **protection de la peau** (protection solaire et vieillissement) ;
- la richesse des possibilités offertes par la **chimie du végétal** et la **chimie des substances naturelles**.

Les applications dans ce domaine sont nombreuses et nous n'avons développé que certaines thématiques testées sur des collégiens et des lycéens. Nous espérons que ce choix plaira à leurs camarades et qu'il sera à la base de discussions enrichissantes avec leurs enseignants et leur entourage.

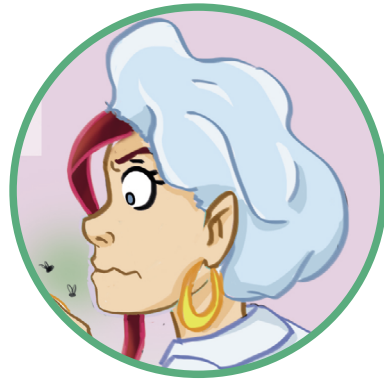
Danièle Olivier
Vice-Présidente de la Fondation de la Maison de la Chimie

1



PARTIE

LES OBJETS DU QUOTIDIEN





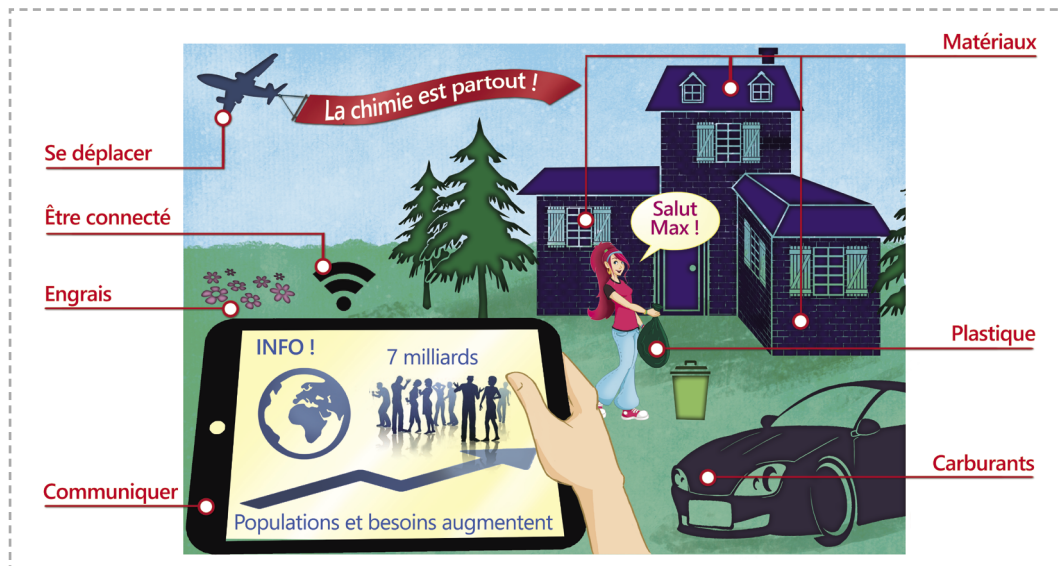
DANS LA MAISON ET LA CUISINE

Pour l'homme de Cro-Magnon qui ne cueillait que les fruits de la nature et chassait pour se nourrir, ses seuls contacts avec la chimie se résument à la combustion du bois s'il disposait du feu et le dessin sur les parois de son abri avec le carbone du charbon de bois et les pigments rouge à base d'oxyde de fer.

Pour l'homme moderne, en dix millénaires, les choses ont évolué, la Terre qui à l'époque ne comptait qu'un million d'humains, en compte près de sept milliards aujourd'hui. Avec cet incroyable accroissement de la population mondiale, les besoins en matériaux, en énergie, en alimentation, en soins de santé n'ont cessé d'augmenter. La chimie a été essentielle pour fournir les métaux et les aciers, les carburants, le plastique, les engrais, les médicaments pour nous rendre la vie plus facile et plus longue. Dans un environnement où on se déplace à grande vitesse, on mange de tout, on communique avec le monde entier, on est surconnecté, la chimie est omniprésente dans notre vie de tous les

Figure 1

La chimie omniprésente au quotidien.



jours mais on ne s'en aperçoit plus tant ces comportements sont devenus naturels (Fig. 1). Les applications de la chimie dans notre vie sont innombrables, on ne peut les citer toutes, nous prendrons quelques exemples pris dans la maison, la cuisine et le transport.

La maison

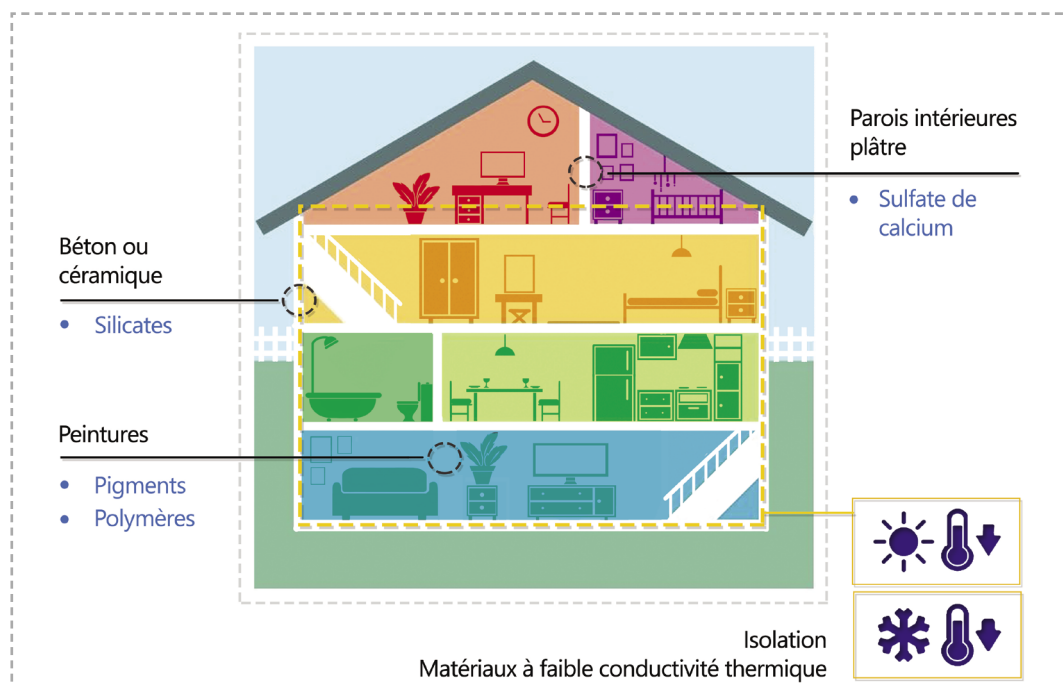
Lorsque je suis dans ma maison, je suis entouré de chimie sans que je le sache vraiment (Fig. 2) :

- Les briques ou les parpaings des murs sont en béton ou céramique (des silicates) ;
- les parois intérieures et le plafond sont recouverts de plâtre (du sulfate de calcium) ;
- les peintures contiennent des pigments et des polymères.

Si ma maison n'est pas trop ancienne, la construction a dû respecter un certain nombre de normes pour économiser l'énergie et pour diminuer

Figure 2

La chimie dans les matériaux de construction de la maison.





les dépenses du chauffage. Pour le confort des habitants, il faut que l'été par temps chaud elle soit fraîche et l'hiver par temps froid qu'elle soit confortable à une bonne température. Tout est conditionné par les échanges de calories entre l'extérieur et l'intérieur de ma maison. C'est grâce à la chimie que l'on obtient des matériaux qui ont la plus faible conductivité thermique.

Qu'est-ce que la conductivité thermique λ ?

Elle est exprimée en watts par degré K et par mètre. Elle varie suivant les matériaux :

- les métaux sont en général de bons conducteurs de la chaleur ;
- les matériaux de construction verre ou céramique conducteurs moyens ;
- les gaz plutôt mauvais conducteurs ;
- le vide est isolant.

Les matériaux de construction

Les blocs de béton et de céramique

On utilise des parpaings de béton ou des briques en céramique pour la construction.

Les parpaings de béton sont constitués :

- de sable qui est de la silice SiO_2 ;
- du ciment qui est un mélange de silicates de calcium et d'aluminate de formules SiCa_2 , SiCa_3 , $\text{Al}_2\text{O}_4\text{Ca}$;
- de l'eau qui ajoutée au ciment pour faire une pâte, lui permet de faire prise et se solidifier en quelques heures.

La brique en céramique est une brique isolante qui est composée :

- d'argiles extraites du sol qui comportent des silicates et des aluminosilicates de formule générale $(\text{NaAlMgSiO}_2)_n \text{H}_2\text{O}$;
- de l'eau qui, mélangée au broyat d'argile, permet de faire une pâte.

La pâte est ensuite moulée ou extrudée sous forme d'une brique creuse qui est séchée et cuite à 900°C . Ces briques faites de parois fines aux nombreuses alvéoles d'air sont de bien meilleurs isolants que les parpaings de ciment (*Fig. 3*).

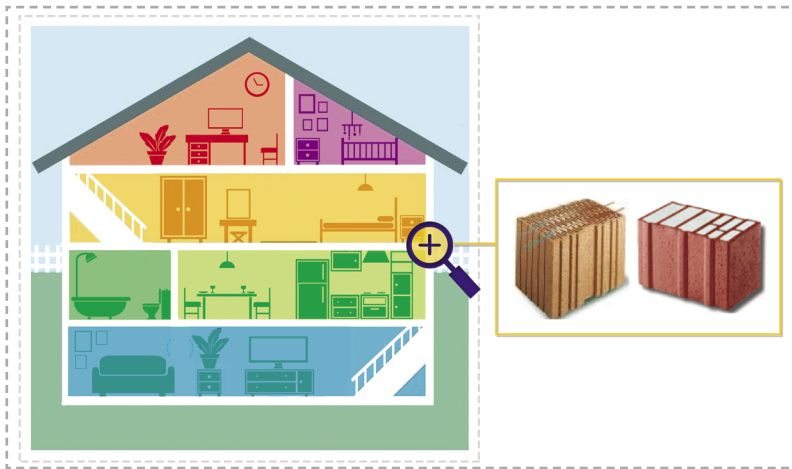


Figure 3

Les briques alvéolées en céramique sont isolantes pour la construction des maisons.

Les isolants

Les fibres de verre

Pour économiser les calories, on remplit les doubles parois des murs ou on déploie sous le toit, dans les combles, des isolants.

Ce sont par exemple des fibres de verre qui sont contrecollées sur une feuille de papier ou répandues sur une épaisseur de 10 à 30 cm dans les combles pour faire un tapis de laine de verre.

La composition générale est de type $(\text{SiO}_2, \text{Na}_2\text{O}, \text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3)$. Elles ont un coefficient λ très faible.

Les isolants organiques

Ce sont souvent des plaques de polystyrène expansé (PE) ou extrudé très légères, constituées d'un polymère qui contient énormément de bulles d'air emprisonnées à l'intérieur de ces plaques.

Elles ont un pouvoir d'isolation thermique qui croît avec l'épaisseur, de 2 à 10 cm.

Les vitrages

Le simple vitrage

Pour éclairer la maison de la lumière du Soleil, il faut des fenêtres. Depuis le Moyen Âge, elles sont en verre.



Ce matériau n'est pas très bon conducteur de la chaleur mais la vitre simple n'est pas non plus un très bon isolant thermique.

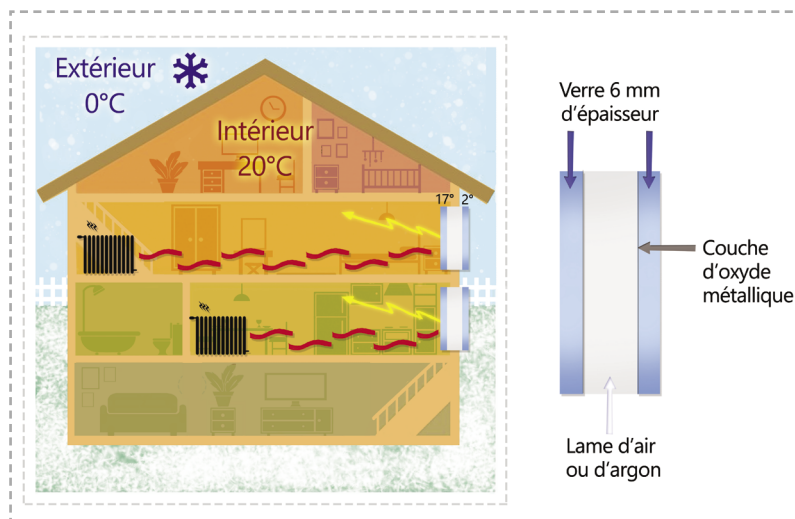
En hiver par temps froid, elle se couvre facilement, à l'intérieur, de buée et même de givre.

Les vitrages isolants

- Le double vitrage
Aujourd'hui, on utilise des fenêtres dont les feuillures sont en PVC (polychlorure de vinyle) et la simple vitre est remplacée par une double lame de verre épaisse de 4 mm séparée par un espace de 16 mm qui contient de l'air sec.
- Les vitrages à isolation renforcée
 - On remplace l'air sec par de l'argon, un gaz rare deux fois moins conducteur.
 - On dépose une mince couche de nanométaux ou oxydes métalliques sur une face intérieure d'une lame de verre. Cette couche va laisser passer les rayons du Soleil mais réfléchir le rayonnement infrarouge émis de l'intérieur (Fig. 4).

Figure 4

Les vitrages à isolation renforcée.



Tous ces matériaux qui ont mis à contribution la chimie et les procédés chimiques concourent au confort et à la vie dans la maison. Ils ont aussi un rôle important pour économiser les dépenses énergétiques.

La consommation d'énergie a été divisée par cinq par rapport à une maison ancienne traditionnelle.

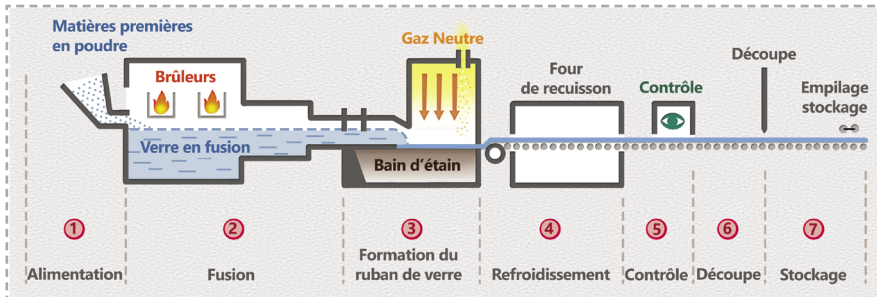
Dans le classement de l'efficacité énergétique, ces aménagements permettent d'atteindre la lettre A qui correspond à une valeur de 50 kWh/m²/an et dans le futur parviendront au classement BBC, c'est-à-dire dépenses nulles ou même positives.

Comment fabrique-t-on une vitre ?

Figure 5

Le « float glass » ou verre flotté, une invention formidable.

Procédé de fabrication du verre.



Inventé par Sir Alastair Pilkington de 1952 à 1959, il permet de faire des vitres transparentes ou colorées dans des épaisseurs qui vont de 0,4 à 25 mm.

Les matières premières :

- le calcin (débris de verre à recycler) ;
- le sable (SiO_2) ;
- la soude CO_3Na_2 ;
- la dolomie ($\text{CO}_3\text{Ca}, \text{CO}_3\text{Mg}$).

Les différentes étapes de fabrication (Fig. 5) :

1. les matières premières sont introduites dans le four et fondue à 1 550 °C ;
2. le bain fondu s'homogénéise durant près de 24 heures ;
3. le bain est coulé de façon continue sur un bain d'étain fondu à environ 1 100 °C ;
4. pour que l'étain liquide reste bien brillant et ne s'oxyde pas en SnO_2 , on le garde dans une atmosphère légèrement réductrice d'azote N_2 avec un peu d'hydrogène H_2 ;
5. on obtient un ruban de verre poli au feu muni de deux surfaces parallèles et parfaitement planes. Ce ruban passe ensuite dans un four de recuit pour libérer les tensions internes ;
6. le ruban est découpé. L'épaisseur du verre est réglée finement par la vitesse d'entraînement du ruban qui défile sur des rouleaux réfractaires.

Actuellement, toutes les usines verrières sont équipées du procédé, dont, en France (Saint-Gobain), une installation de « float glass » qui fournit annuellement environ 6 000 km de verre plat. Un million de tonnes est ainsi fabriqué en France.



La cuisine

Le cuivre, du métal dans la cuisine

Le cuivre (Cu) est un métal bien présent dans la cuisine :

- les tuyaux qui amènent l'eau sur l'évier ;
- les fils électriques gainés d'isolants plastiques qui donnent le courant pour l'énergie nécessaire à la cuisson des aliments ;
- les belles casseroles brillantes de nos grands-mères suspendues au mur ainsi que la bassine en cuivre pour réaliser de bonnes confitures.

La chimie des bonnes confitures

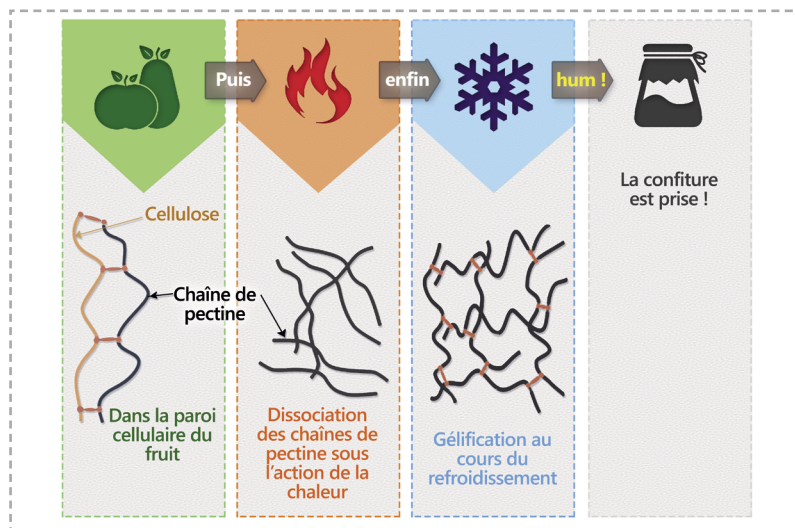
Les fruits sont constitués de longues chaînes de molécules, appelées pectines, associées aux membranes de cellulose qui donnent consistance à la chair du fruit.

Pour faire une bonne confiture, il faut :

- ajouter du sucre aux fruits ;
- un peu de jus de citron (acide citrique) ;
- faire cuire le tout, si possible, dans une bassine en cuivre jusqu'à l'obtention d'un gel, on dit que « la confiture fait prise ».

Figure 6

La confiture, c'est aussi de la chimie !





Dans une bonne confiture, les molécules de pectines sont bien reliées entre elles par des ponts qui sont des liaisons hydrogène.

Le sucre a deux rôles :

- il fixe l'eau en favorisant les ponts entre les molécules de pectines ;
- il permet d'augmenter la température de cuisson.

L'acidité naturelle des fruits et du jus de citron (H^+) favorise la forme acide des pectines qui renforce les liaisons.

Alors pourquoi la bassine en cuivre ?

En milieu acide, le cuivre est oxydé par l'oxygène de l'air en ions cuivriques (Cu^{2+}). Ces cations favorisent aussi la formation de ponts entre les molécules de pectines. Cependant, il faut faire attention, car les sels de cuivre sont toxiques à forte dose. Il faut donc utiliser une bassine de cuivre bien propre et bien luisante et éviter la bassine noircie avec des traces vertes de vert de gris ($CuCO_3$, $CuOOH$).

On peut aussi, en l'absence de bassine de cuivre, utiliser une casserole en inox inattaquable par les acides et ajouter un sel de calcium ($CaCO_3$) où les ions Ca^{2+} vont jouer le même rôle que les ions Cu^{2+} .

Si la confiture de framboise est bonne... sur une crêpe, c'est excellent !

Vous avez vu que l'on fait des crêpes en utilisant une poêle spéciale, une poêle téflon. On dit même « Tefal® » qui est devenu le nom d'une marque, abréviation de téflon et aluminium.

La poêle Tefal®

Elle est revêtue sur le fond par un polymère fluoré le polytétrafluoroéthylène qui a été découvert par un chimiste américain, Roy Plunket, en 1938, alors qu'il travaillait dans une grande entreprise américaine, du Pont de Nemours.

Il a fait cette découverte un peu par hasard alors qu'il cherchait un nouveau fluide réfrigérant en faisant réagir du CO_2 et le tétrafluorure d'éthylène. Ce polymère est composé d'une longue chaîne de motifs (C_2F_4) (Fig. 7).

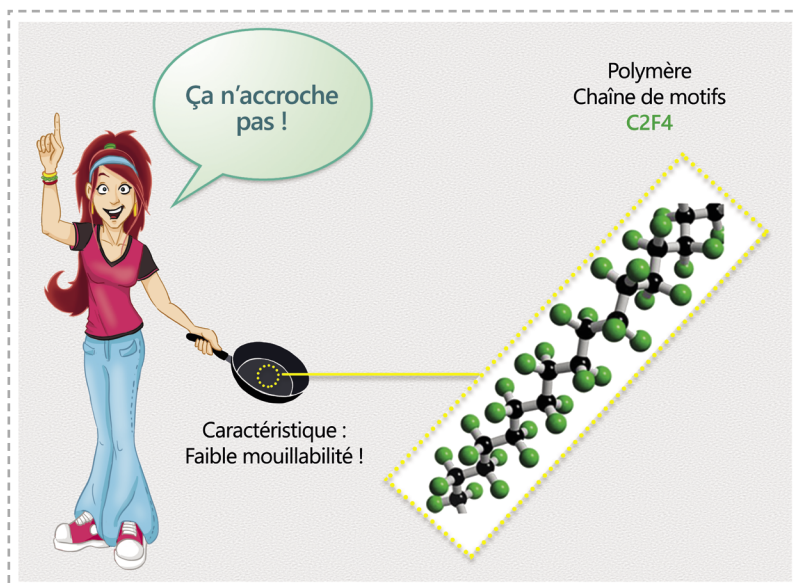


Figure 7

Les avantages de la poêle Tefal®.

Ce n'est qu'en 1951, que l'on a découvert que les couches de ces molécules avaient une réelle aptitude à ne pas être mouillées.

La mouillabilité

La mouillabilité est l'aptitude d'une surface à être mouillée, c'est-à-dire qu'elle est entièrement recouverte d'un film liquide qui s'est étalé et non pas fragmenté en multiples gouttes.

On caractérise la mouillabilité et on la mesure par l'angle θ que fait la surface avec la paroi d'une goutte de liquide.

Si cet angle θ est inférieur à 90° , la surface est faiblement mouillée (Fig. 8).

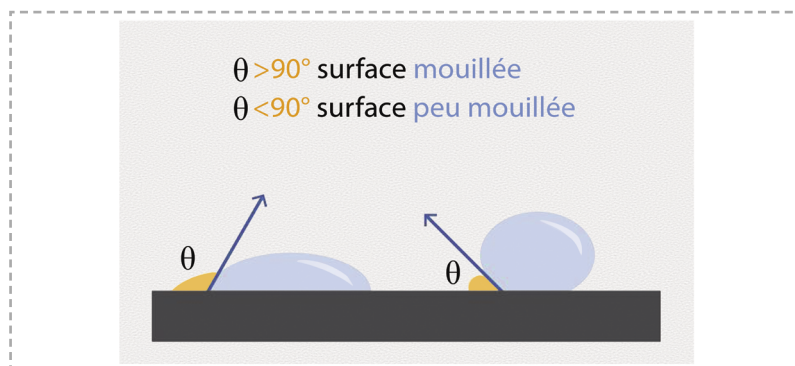


Figure 8

Mesure de la mouillabilité par l'angle θ .

Dans une poêle avec revêtement de téflon, le fond est faiblement mouillé, les aliments chauffés n'attachent pas et glissent sur la surface.

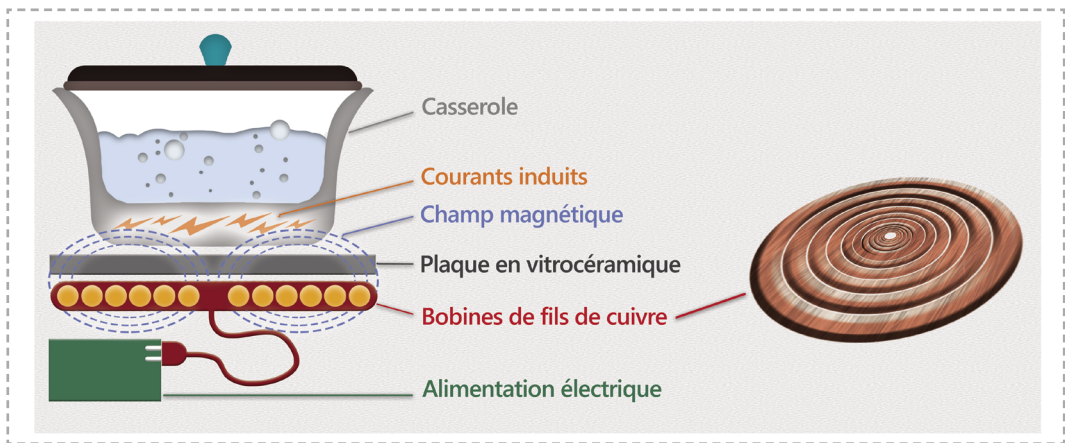
Vous voyez que l'on met la poêle sur une table de verre et non pas sur la flamme d'un réchaud, c'est encore de la chimie ?

La plaque électrique

Il s'agit d'une plaque de chauffage en vitrocéramique avec un chauffage électrique par induction.

Figure 9

Principe de la plaque en vitrocéramique.



Sous la plaque, il y a une bobine en fils fin de cuivre alimentée par un courant alternatif de haute fréquence, de l'ordre de 25 kHz.

Quand on place, au-dessus de cette bobine, un objet conducteur électrique et magnétique, il est traversé par un champ magnétique qui va entraîner, dans le métal, des courants de Foucault qui se renversent et changent de sens 25 000 fois par seconde et qui chauffent cet objet par effet Joule.

Le grand avantage du chauffage par induction est que seul l'objet à chauffer monte en température.



Les courants de Foucault :

courants électriques circulant à l'intérieur des conducteurs soumis à des champs magnétiques variables.



Remarque

Attention, on doit utiliser des poêles ou casseroles en métal conducteur et magnétique comme de l'acier ou de la fonte. L'aluminium ou le cuivre ne conviennent pas sauf si on place dans le fond, en sandwich, un disque d'acier en fer ou alliage Fe/Ni/Cr qui va absorber le champ magnétique produit par la bobine.



L'effet Joule

est une propriété de l'électricité

très utilisée pour chauffer.

Lorsqu'un courant électrique passe dans un fil conducteur, celui-ci s'échauffe.

Cet échauffement est très différent selon la taille du fil et l'intensité du courant.

La plaque de cuisson ne va pratiquement pas chauffer sauf un peu sous le fond de la poêle ou de la casserole et c'est sans danger. En effet, la plaque est en verre spécial, composé de :

- silice SiO_2 ;
- alumine Al_2O_3 ;
- oxyde de Lithium Li_2O .

Plusieurs étapes sont nécessaires pour fabriquer la plaque :

1. on fond le verre à haute température au-delà de $1\,200\text{ }^\circ\text{C}$;
2. on ajoute un peu d'oxyde de titane TiO_2 qui va servir de germe de cristallisation avant le moulage ;
3. après refroidissement, on recuit la plaque à $780\text{ }^\circ\text{C}$ pour cristalliser du spodumène de formule $\text{Li}_2\text{OAl}_2\text{O}_3, n\text{SiO}_2$ qui a un très faible coefficient d'expansion de l'ordre de $1.10^{-6}/\text{K}$, donc pas fragile au choc thermique et avec une très bonne propriété mécanique.

Conclusion

Dans notre vie quotidienne, nous sommes environnés d'objets qui ont été créés par la chimie. Nous aurions pu citer encore les vêtements comme les pulls « polaires » qui sont en fibres de polyester obtenues par recyclage des bouteilles en polyéthylène (PET), les chemises en nylon, les baskets en polyamides.

Si je prends mon Smartphone :

- l'écran et la coque sont en plastique ;
- l'affichage en couleur est réalisé grâce à des microdiodes organiques (OLED) très lumineuses qui consomment peu de courant ;
- toute l'électronique à l'intérieur provient d'un semi-conducteur, le silicium. Il est transformé par dopage au phosphore ou au gallium en diodes ou mémoires électronique au nombre de plus du milliard par cm^2 qui permettent toutes les applications de connexion.

Mes cahiers qui sont en fibres de cellulose avec du carbonate de calcium comme charge pour rendre les pages bien blanches, mon stylo-bille en plastique avec une fine bille d'acier inoxydable et de l'encre organique avec des pigments microniques en noir de carbone.

Toutes ces applications ont répondu et répondent encore à des besoins exprimés par les populations, se loger, manger, bouger de la façon la plus saine et la plus facile.



Définitions

Horizontalement :

1. permet plus ou moins le passage de chaleur ou d'électricité dans un matériau
2. substance qui agit comme catalyseur dans les transformations chimiques
3. qui fixe l'eau sur la peau
4. ensemble de la matière organique
5. produit qui nettoie en dissolvant les impuretés
6. relatif à la chaleur
7. ensemble des transformations chimiques qui interviennent dans l'organisme

Verticalement :

8. relatif aux soins de beauté
9. substance servant de remède
10. substance ajoutée à un médicament
11. qui empêche la propagation de la chaleur ou de l'électricité
12. produit destiné à améliorer la conservation des aliments
13. un des constituants du béton ou du mortier



Solution :

