



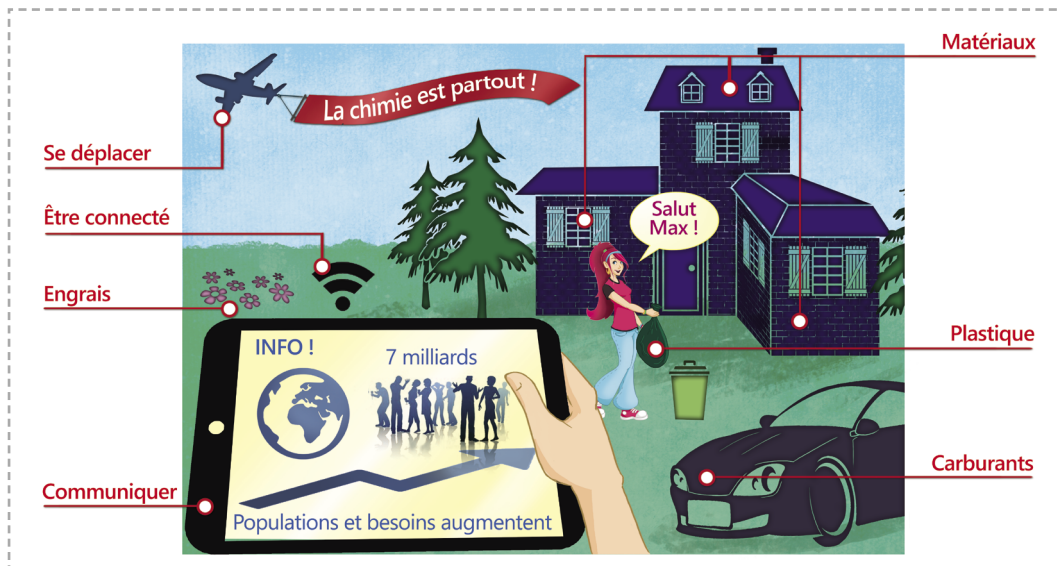
# DANS LA MAISON ET LA CUISINE

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 résumaient 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

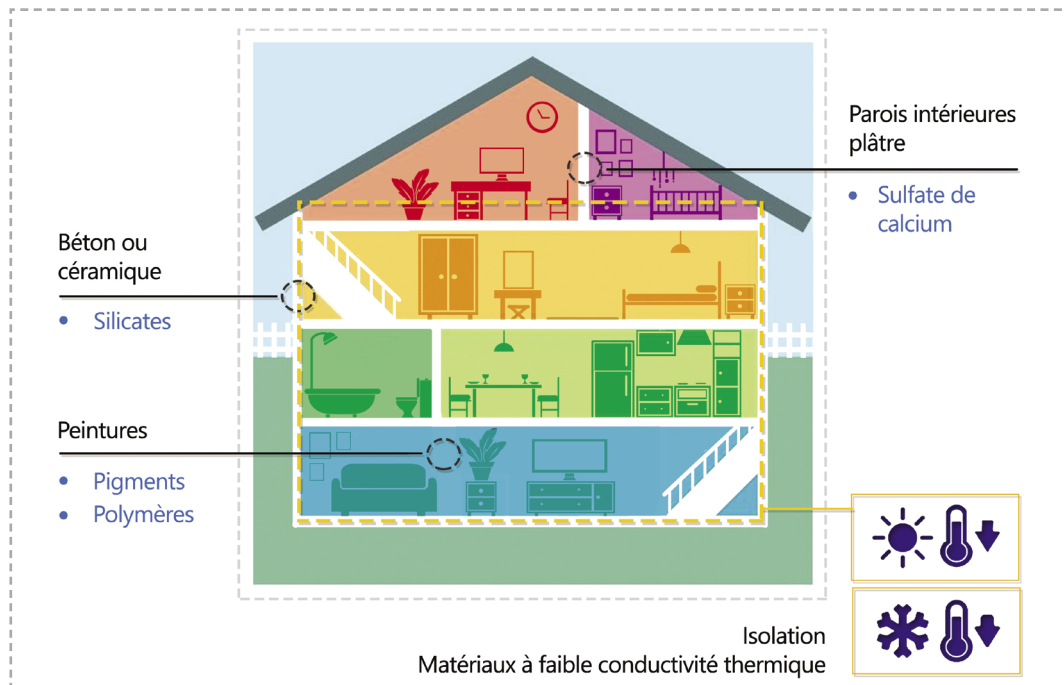
Lorsque je suis dans ma maison, je suis entouré de chimie sans que je le sache vraiment (Fig. 2) :

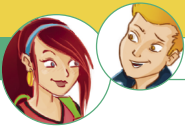
- Les briques ou les parpaings des murs sont en béton ou céramique (des silicates) ;
- les parois intérieures et le plafond sont recouverts de plâtre (du sulfate de calcium) ;
- les peintures contiennent des pigments et des polymères.

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 $\lambda$ ?

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  $\text{SiO}_2$  ;
- du ciment qui est un mélange de silicates de calcium et d'aluminate de formules  $\text{SiCa}_2$ ,  $\text{SiCa}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_4\text{Ca}$  ;
- 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  $900^\circ\text{C}$ . Ces briques faites de parois fines aux nombreuses alvéoles d'air sont de bien meilleurs isolants que les parpaings de ciment (*Fig. 3*).

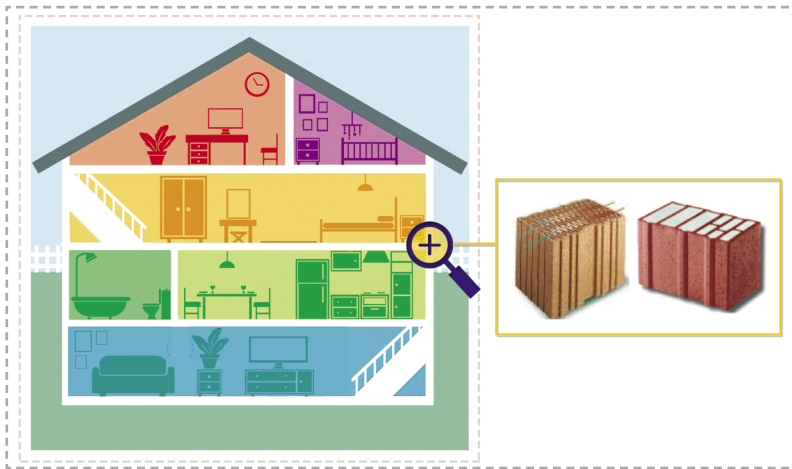


Figure 3

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  $\lambda$  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.

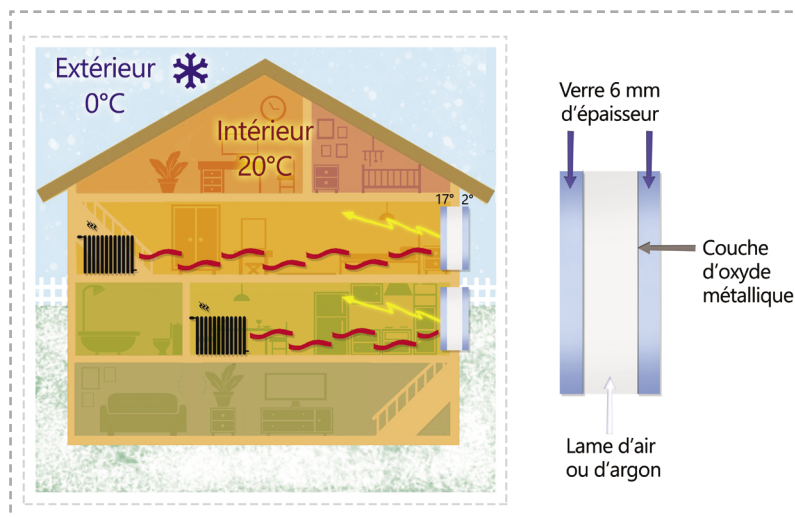
En hiver par temps froid, elle se couvre facilement, à l'intérieur, de buée et même de givre.

### 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.

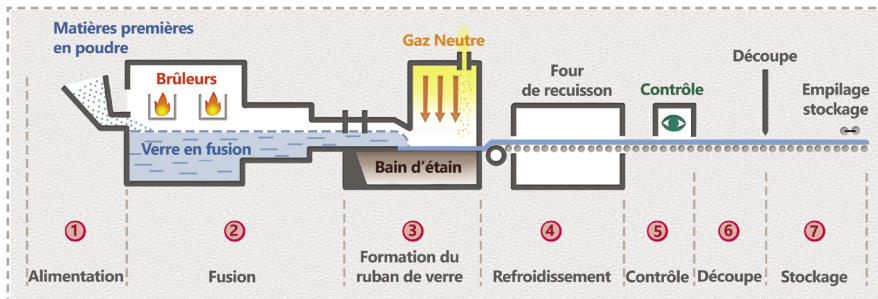
Dans le classement de l'efficacité énergétique, ces aménagements permettent d'atteindre la lettre A qui correspond à une valeur de 50 kWh/m<sup>2</sup>/an et dans le futur parviendront au classement BBC, c'est-à-dire dépenses nulles ou même positives.

### 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<sub>2</sub>) ;
- la soude CO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub> ;
- la dolomie (CO<sub>3</sub>Ca, CO<sub>3</sub>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 fondus à environ 1 100 °C ;
4. pour que l'étain liquide reste bien brillant et ne s'oxyde pas en SnO<sub>2</sub>, on le garde dans une atmosphère légèrement réductrice d'azote N<sub>2</sub> avec un peu d'hydrogène H<sub>2</sub> ;
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

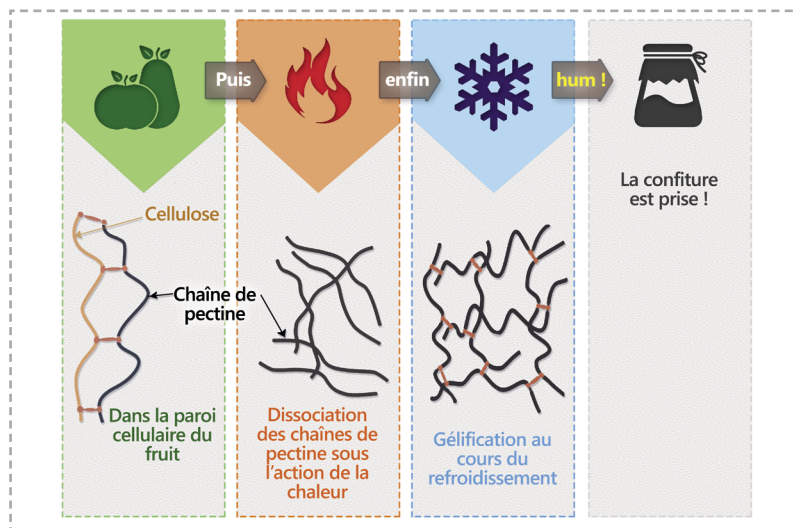
Les fruits sont constitués de longues chaînes de molécules, appelées pectines, associées aux membranes de cellulose qui donnent consistance à la chair du fruit.

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).



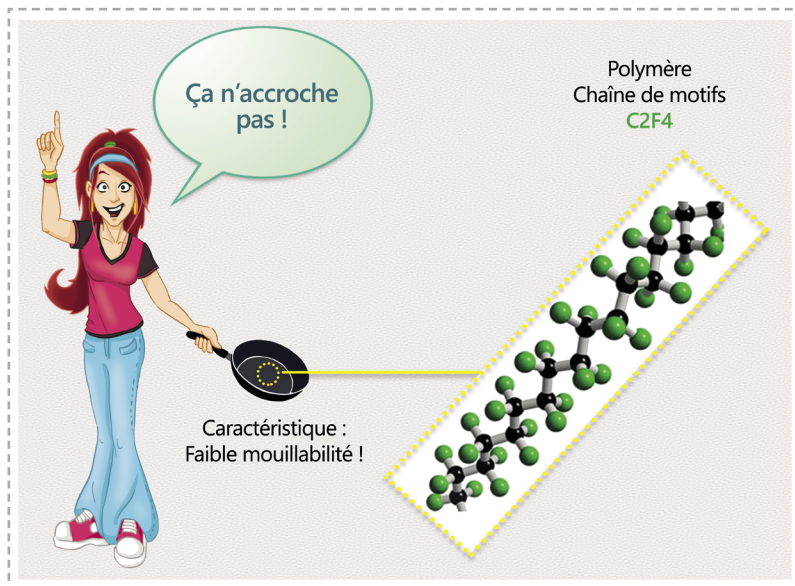


Figure 7

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  $\theta$  que fait la surface avec la paroi d'une goutte de liquide.

Si cet angle  $\theta$  est inférieur à  $90^\circ$ , la surface est faiblement mouillée (Fig. 8).

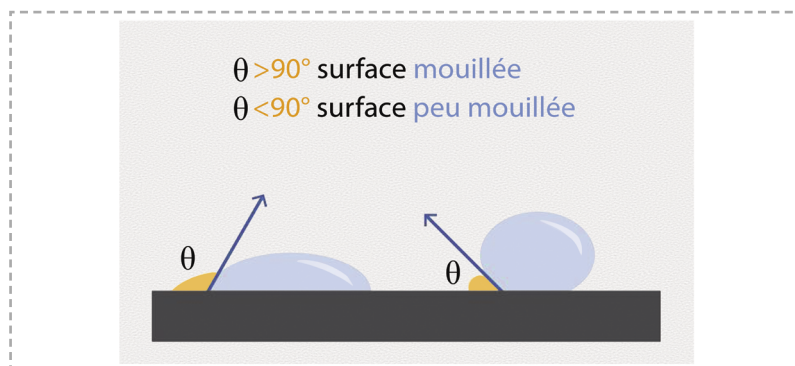


Figure 8

Mesure de la mouillabilité par l'angle  $\theta$ .

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

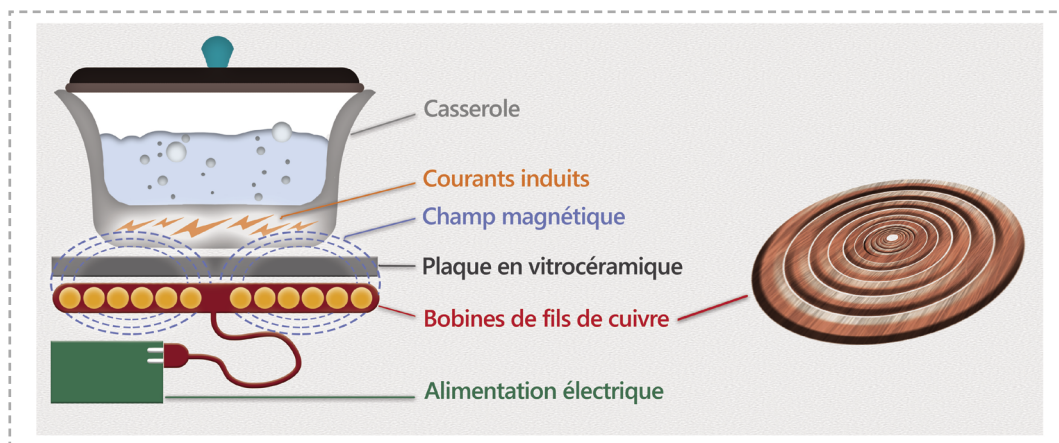
Vous voyez que l'on met la poêle sur une table de verre et non pas sur la flamme d'un réchaud, c'est encore de la chimie ?

## 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  $\text{SiO}_2$  ;
- alumine  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ;
- oxyde de Lithium  $\text{Li}_2\text{O}$ .

Plusieurs étapes sont nécessaires pour fabriquer la plaque :

1. on fond le verre à haute température au-delà de  $1\ 200\ ^\circ\text{C}$  ;
2. on ajoute un peu d'oxyde de titane  $\text{TiO}_2$  qui va servir de germe de cristallisation avant le moulage ;
3. après refroidissement, on recuit la plaque à  $780\ ^\circ\text{C}$  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  $\text{cm}^2$  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.**