



fête de
la Science ^{fr}

RECETTES DE CUISINE MOLÉCULAIRE





Qu'est ce que la cuisine moléculaire?

La cuisine moléculaire est une façon nouvelle de cuisiner. Elle met en pratique l'étude des phénomènes physiques à l'œuvre lors de la préparation des plats, c'est donc un croisement entre la science et l'art culinaire.

L'utilisation d'agents texturants naturels permet de renouveler les plats. Cette discipline scientifique appelée « gastronomie moléculaire » a notamment été développée à partir de 1985 par le Professeur Hervé This, physico chimiste à l'INRA (Institut National de Recherche Agronomique) et rattaché au laboratoire de chimie AgroParisTech. Il a publié de nombreux livres sur le sujet. Il travaille depuis de nombreuses années avec le chef français Pierre Gagnaire.

Voici quelques exemples de recettes.



MOUSSE CHANTILLY DE CHOCOLAT PARFUMÉE



LA RECETTE DE LA MOUSSE

Ingrédients	Quantité
Chocolat noir à pâtisserie	50 g
Liquide parfumé (banane/ pinacolata)	40 mL

- Peser le chocolat dans le bol
- Rajouter le liquide parfumé (40 mL mesuré à l'éprouvette).
- Faire fondre au micro-onde 1 min.
- Faire refroidir en mettant le bol dans la glace.
- Battre au fouet manuel vigoureusement jusqu'à obtenir une émulsion.
- Battre ensuite 2 min au fouet électrique (le bol doit rester dans la glace), jusqu'à éclaircissement du chocolat.
- Réaliser des petites boules de chocolat avec la cuillère.
- Les placer dans les caissettes en papier.

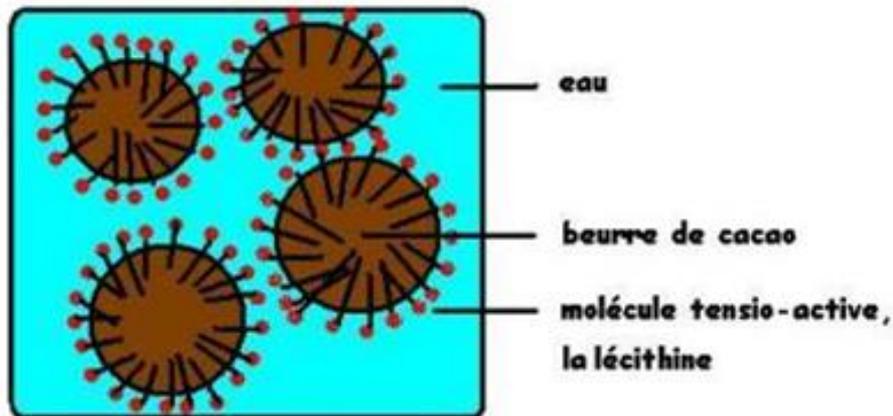
LE PRINCIPE

Cette recette a été réalisée par Pierre Gagnaire et Hervé This.
Elle associe deux principes : l'émulsion et la mousse.

Le principe du « chocolat chantilly » est de créer une émulsion entre le beurre de cacao et l'eau. Puis de transformer cette préparation en mousse en y introduisant de l'air.

Qu'est ce qu'une émulsion?

Une émulsion est une dispersion sous forme de gouttelettes d'un liquide dans un autre liquide sans se mélanger (ex huile + vinaigre)



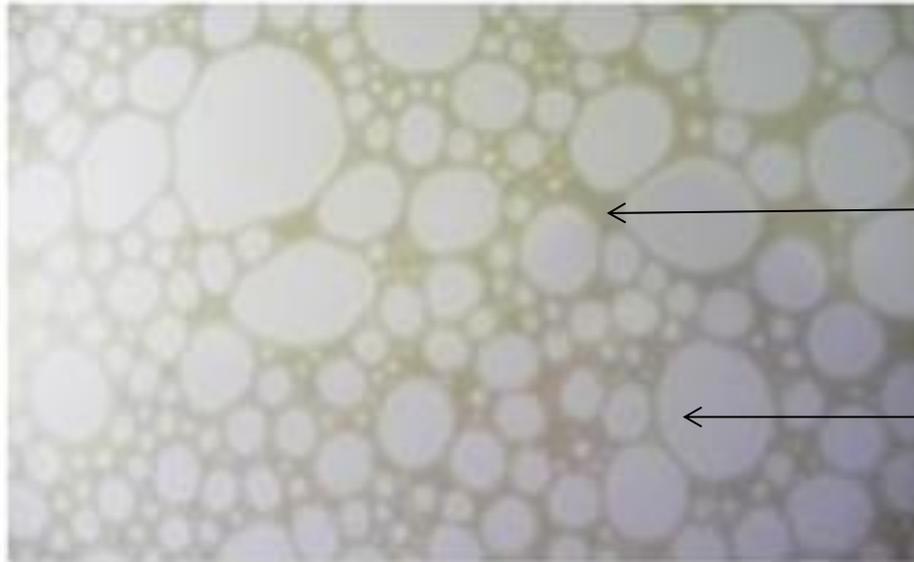
Une émulsion « huile dans eau » est instable : les deux liquides se séparent facilement.

Pour stabiliser une émulsion, on ajoute des molécules qui se placent entre les gouttelettes de lipides et l'eau.

On dit que ces molécules sont tensio-actives. C'est le rôle de la lécithine présente dans le chocolat.

Qu'est ce qu'une mousse?

Une mousse est une dispersion de gaz dans un liquide et/ou un solide.
Identifier le gaz et l'émulsion eau /chocolat sur la photographie ci-dessous.



← 1

← 2

Lorsque l'émulsion de chocolat est battue au fouet, des bulles d'air plus ou moins grosses pénètrent dans la préparation. Pour que ces bulles d'air se stabilisent correctement, il faut refroidir la préparation afin d'atteindre la température de solidification de la matière grasse du chocolat. Ainsi l'émulsion chocolat/eau se cristallise autour des bulles d'air ce qui forme une mousse.



OBSERVATION MICROSCOPIQUE DE LA MOUSSE

- Déposer sur une lame à l'aide d'un cure dent , une pointe de mousse et l'étaler.
- Recouvrir d'une lamelle.
- Observer au microscope optique à l'objectif x 40.

QUESTIONS

1. Identifier les légendes 1 et 2 du document précédent.
2. Quels sont les ingrédients absents de cette mousse par rapport à la mousse traditionnelle ?

Ingrédients de la recette traditionnelle	Quantité
Chocolat noir à pâtisserie	50 g
Œufs	3
Sucre	100 g

3. Quel(s) intérêt(s) peut présenter cette recette de cuisine moléculaire ?

DEGUSTATION DE LA MOUSSE

LA GÉLIFICATION

Quel est le principe de la gélification ?

La substance gélifiante en poudre est ajoutée à un liquide chaud ($T^{\circ} > 70^{\circ}\text{C}$) et en refroidissant ($T^{\circ} < 50^{\circ}\text{C}$), les macromolécules s'organisent formant un réseau plus ou moins dense qui emprisonne le liquide : c'est un gel.

Il existe plusieurs types de gel : le gel élastique à base de carraghénanes ; le gel cassant à base d'agar-agar ; le gel fondant à base de gélatine et le gel permettant la sphérification avec l'alginate de sodium.

Quelles sont les substances gélifiantes ?



LA RECETTE DES SPAGHETTI SUCRÉS



Ingrédients	Quantité
Sirop	20 ml
eau	20 ml
Carraghénane	1 g

- Peser 1 g de carraghénane.
- Dans une casserole, verser 20 mL de sirop et 20 mL d'eau (volumes mesurés avec l'éprouvette). Mélanger.
- Verser en pluie les 1 g de carraghénane. Mélanger vivement avec la cuillère
- Porter ensuite à ébullition 1 minute.
- Attendre que le mélange se refroidisse à 70°C.
- Hors du feu, remplir la seringue de cette préparation. Fixer l'extrémité de la seringue sur le tuyau et le remplir.
- Laisser refroidir le tuyau dans un bain d'eau glacée pendant 3 minutes.
- Ejecter le spaghetti par injection d'air avec la seringue.
- Répéter ces opérations jusqu'à épuisement de la préparation.

LE GEL ÉLASTIQUE AVEC DES CARRAGHÉNANES

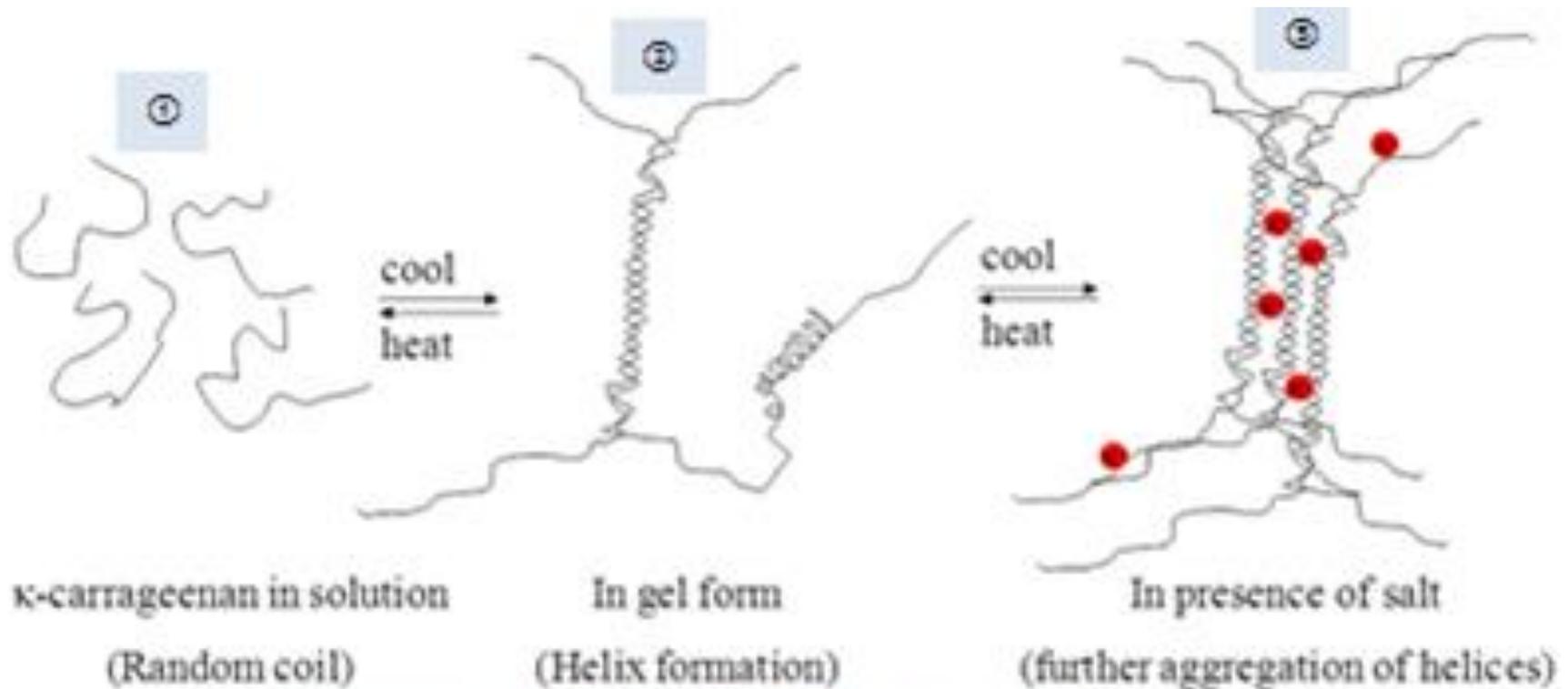


Les carraghénanes ont été extraits en premier d'une algue *Chondrus crispus* (la mousse irlandaise). Actuellement, ils sont extraits de différentes espèces d'algues récoltées surtout au Chili. Les propriétés gélifiantes des carraghénanes ont été exploitées dans l'industrie des produits laitiers pour réaliser des crèmes desserts, des flans, des glaces mais aussi dans le dentifrice ou dans d'autres produits cosmétiques.

LE PRINCIPE

Les longues chaînes s'associent entre elles en formant une double hélice piégeant ainsi l'eau au cœur de cet enchevêtrement.

La gélification des carraghénanes est favorisée par la présence de cation K^+ (potassium).



QUESTIONS

1. Que se passe-t-il lorsqu'on refroidit la solution de carraghénanes ?
2. Quel est le rôle des ions potassium (K^+) ?
3. Que se passerait-il si on chauffait les spaghetti ?



DEGUSTATION DES SPAGHETTI

LA RECETTE DE BONBONS DE MIEL GÉLIFIÉS



Ingrédients	Quantité
Miel liquide	3 cuillères à soupe
eau	20 ml
Agar -agar	1 g
Pour la coloration : sirop (facultatif)	Une cuillère à soupe

- Peser 1 g d'agar-agar.
- Dans une casserole, verser le miel (avec la cuillère) et l'eau (éprouvette)
- Ajouter l'agar en fine pluie.
- Porter à **ébullition 1 minute** en mélangeant avec le fouet.
- Retirer du feu et laisser refroidir quelques minutes.
- Déposer les moules sur un lit d'eau glacée.
- A l'aide d'une pipette, prélever la préparation et la faire tomber goutte à goutte dans les moules.
- Récupérer les bonbons gélifiés.

LE GEL CASSANT AVEC L'AGAR-AGAR



Algues *Pterocladia* <http://www.seafriends.org.nz/enviro/habitat/rsred.htm>

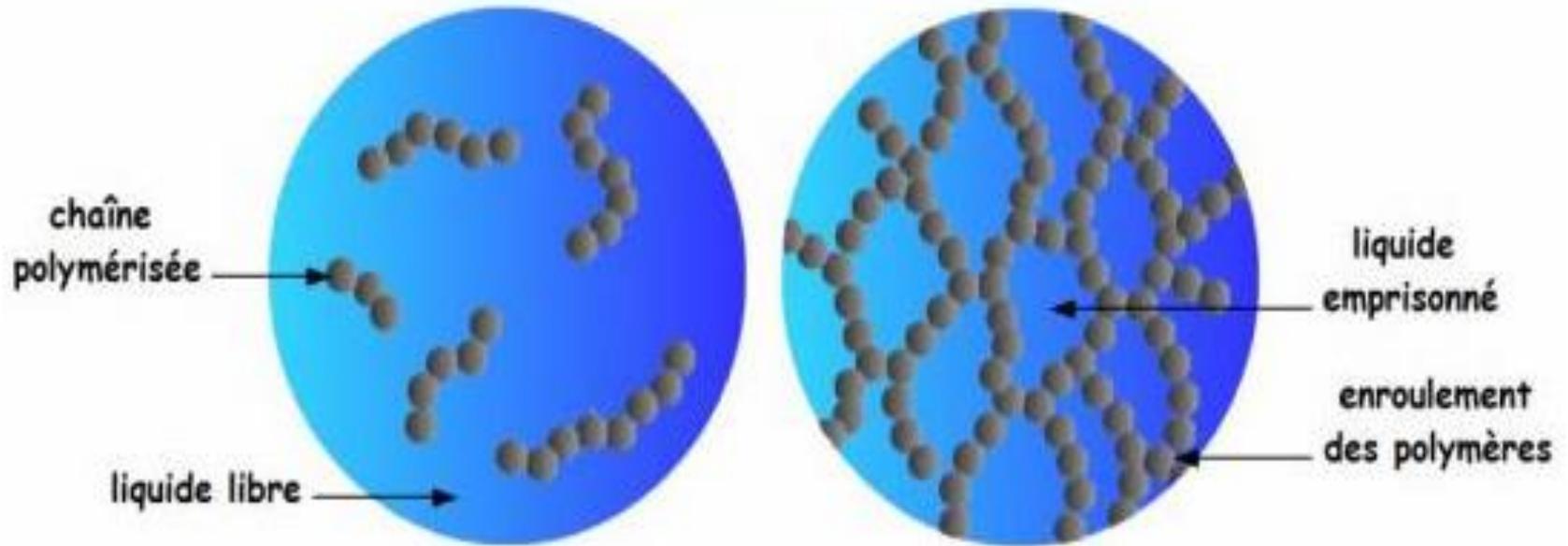
L'agar-agar est une molécule extraite d'une algue rouge appartenant aux familles des *Gelidiacées* découvert au Japon en 1658 par Minora Tarazaemon .

C'est un gélifiant très utilisé dans les laboratoires pour la microbiologie ou la culture *in vitro*.

Elle n'a pratiquement ni goût ni couleur. Il existe une multitude de recettes dans lesquelles l'agar-agar peut être utilisé : confitures, gelées de fruits, flans...

LE PRINCIPE

Schéma du fonctionnement de la gélification



Lors de la dissolution de la poudre à 90°C

Lors du refroidissement à 40°C



QUESTIONS

1. Que se passe-t-il lorsque l'agar-agar refroidi ?

Composition d'un bonbon gélifié
d'une marque commerciale



2. Quel est le gélifiant utilisé dans ces bonbons gélifiés?

3. Quelle est la différence de structure entre le bonbon au miel que vous avez fabriqué et ce bonbon gélifié?

4. Quel(s) intérêt(s) peut présenter cette recette de cuisine moléculaire ?

DEGUSTATION DES BONBONS DE MIEL

LA RECETTE DES BILLES D'ALGINATE



Ingrédients	Quantité
Sirop de menthe ou de grenadine	20 ml
Eau pauvre en calcium : Volvic	60 mL (10 + 50 ml)
Eau de rinçage (robinet)	50 ml
Alginate de sodium	0,7 g
Lactate de calcium	1,2 g

LA RECETTE DES BILLES MULTICOLORES

- Peser 0,7 g d'alginat de sodiun sur la balance (en présence d'un étudiant).
- Mesurer 20 ml de sirop (éproutette) et le verser dans le verre
- Le diluer avec 10 ml d'eau de Volvic.
- Ajouter l'alginat de sodiun et mélanger avec la cuillère vigoureusement.
- Laisser reposer le mélange 5 min.
- Préparer le **bain de gélification** : peser 1,2 g de lactate de calcium et le mettre dans le bol avec 50 ml d'eau de Volvic (éproutette).
- Aspirer le mélange du verre avec la psipette et le faire tomber, goutte à goutte dans le bain de gélification.
- Récupérer les billes avec l'écumoire et les rincer à l'eau du robinet.
- Placer les billes dans les gobelets en plastique et remplir de limonade.
- Attention !! jeter le reste d'alginat dans la poubelle et non dans l'évier.

LA SPHÉRIFICATION

La sphérification est une technique qui consiste à emprisonner un liquide dans une coque gélifiée en utilisant l'alginate de sodium qui se gélifie en présence de calcium.

Qu'est ce que l'alginate de calcium ?

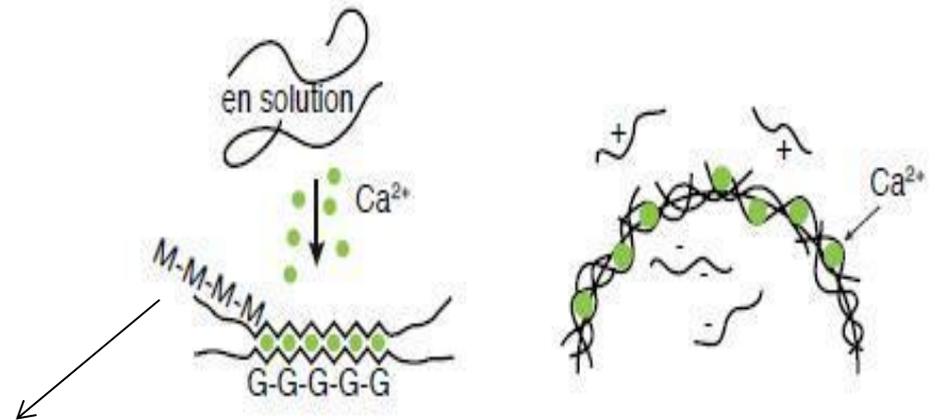
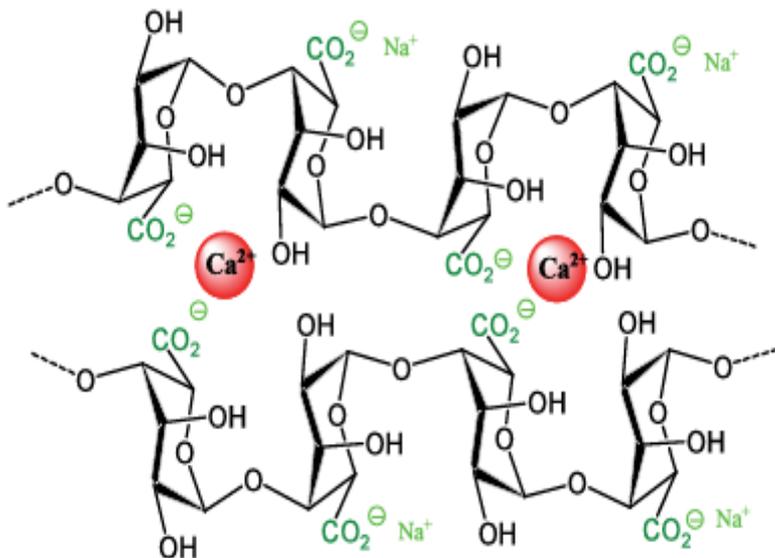


En 1883, le Professeur Stanford ramasse des algues de l'espèce *Laminaria digitata*, très abondantes sur les côtes bretonnes. Il en extrait une substance blanchâtre auquel il donne le nom «d'algine » qui sera nommé ensuite acide alginique.

LE PRINCIPE

Comment se forme le gel ?

L'acide alginique n'est soluble que sous la forme de **sels** formés avec les ions Na^+ (alginate de sodium). En présence **d'ions Ca^{2+}** (calcium), les molécules d'alginate de sodium s'associent pour former le gel d'alginate de calcium, une structure semblable à une boîte à œufs, dans laquelle les œufs seraient représentés par les ions calcium.

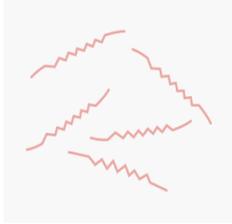


Mécanisme de formation d'un gel par interaction entre les ions calcium et l'alginate de sodium.

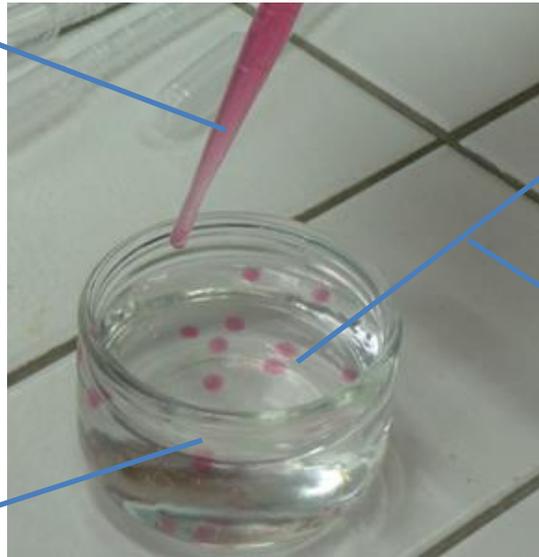


FORMATION DES BILLES

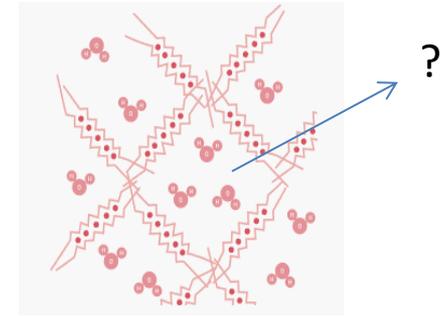
1) Les longues molécules d'alginate de sodium sont mélangées à un sirop.



2) Dans un bécher est placé, une solution de lactate de calcium.



3) Lorsque la goutte « de sirop d'alginate » tombe au contact du calcium : la gélification débute.

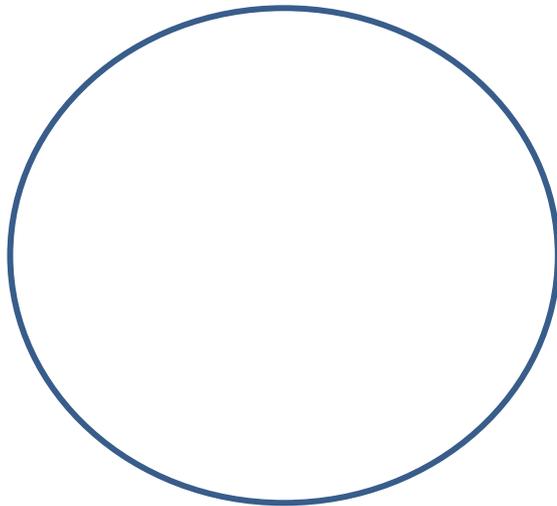


4) La bille est creuse et renferme le sirop. La gélification va se poursuivre jusqu'à ce que toute la bille soit figée.



QUESTIONS

1. Identifier la légende « ? » du document précédent.
2. Mettre toutes les molécules dans ce cercle schématisant une bille multicolore.



- ion calcium
- ⚡ molécule d'alginate de sodium
- sirop de menthe



DEGUSTATION DES BILLES MULTICOLORES