

Des additifs pour texturer des aliments

Pourquoi certains préfèrent la mousse au chocolat au flan au chocolat (*Figure 1*), alors que leurs ingrédients sont les mêmes ? Il est flagrant que la texture des mets influe sur nos préférences alimentaires. Face aux goûts variés des gourmets que nous sommes, il faut pouvoir proposer de la variété sensorielle dans nos menus ; pour cela, tout l'art réside dans la manière de jouer sur la matière première : le lait, les fruits, l'eau sucrée, ou encore la viande, le poisson, etc.

Comment peut-on intervenir sur la matière première des aliments, et en particulier sur leurs molécules constitutives, afin d'offrir aux consommateurs une large gamme de textures : texture liquide,

épaissie, gélifiée, ferme, aérée ou congelée ?

1 Des textures différentes pour une variété sensorielle

1.1. De la variété sensorielle

Lorsque nous apprécions un plat, nous l'apprécions dans son ensemble. Ainsi le goût n'est pas seul à entrer en jeu (la perception du goût est abordée dans le *Chapitre de P. Etiévant*) ; il y a aussi la vue – de l'aspect du plat, sa couleur (abordée dans le *Chapitre de S. Guyot*) à la présentation de la table, et pourquoi pas l'ambiance de la salle –, l'odorat – de l'odeur s'échappant de la cuisine à celle que l'on perçoit pendant la dégustation. Puis il y a la texture : ce

Figure 1

Flan ou mousse au chocolat ?
Ce sont les mêmes ingrédients, pourtant on les apprécie différemment !

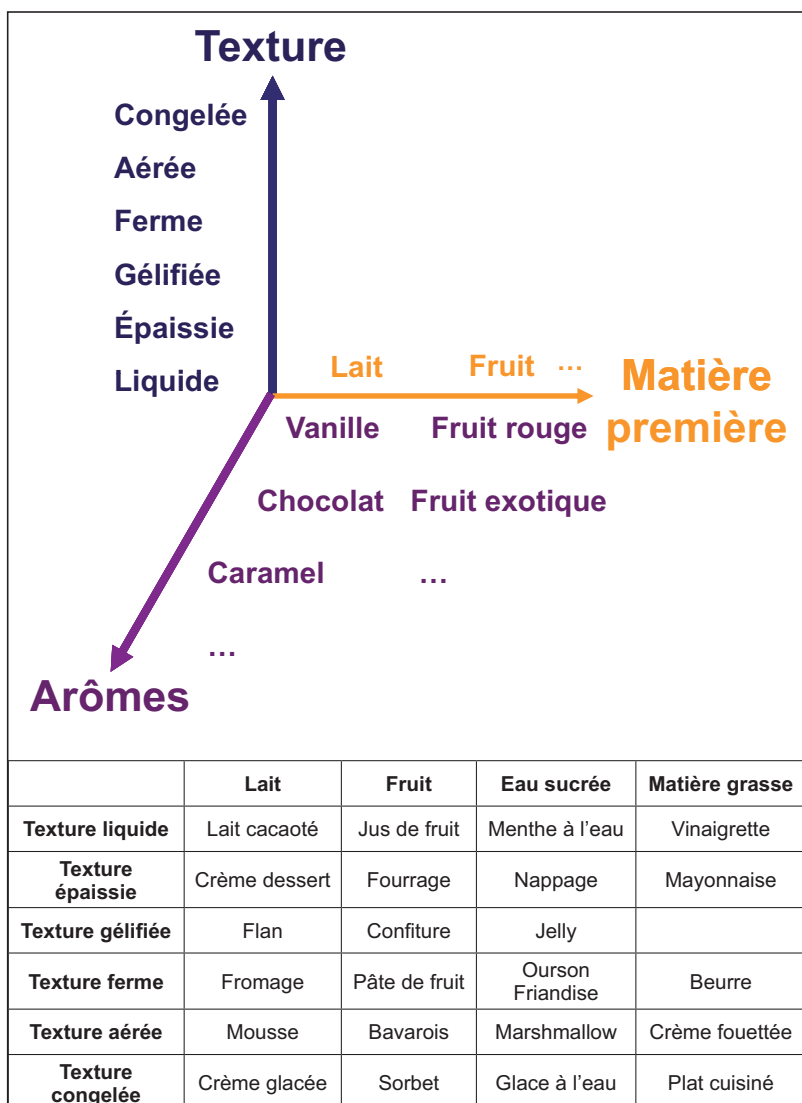


corps, cette consistance que nous ressentons en bouche, ce croquant ou ce moelleux... rien n'échappe à notre langue, nos dents et notre palais !

On imagine combien des changements de texture engendrent de nombreuses possibilités de mets (Figure 2). Prenons l'exemple du lait comme matière première : il peut être de texture liquide (le lait cacaoté), épaissie (la crème dessert), gélifiée (le flan), ou plus ferme (le fromage), aérée (la mousse) ou congelée (la crème glacée). Il existe ainsi de multiples façons de consommer le lait.

Figure 2

Pour une même matière première, on peut avoir plusieurs arômes et plusieurs textures.



Traditionnellement à la maison, nous utilisons divers ingrédients tels que les œufs, la farine pour faire des gâteaux, des flans, des mousses ou des sauces (Figure 3). Ils apportent une structure, une charpente, une ossature..., en somme une construction qui, sur le plan sensoriel, donne la texture souhaitée.

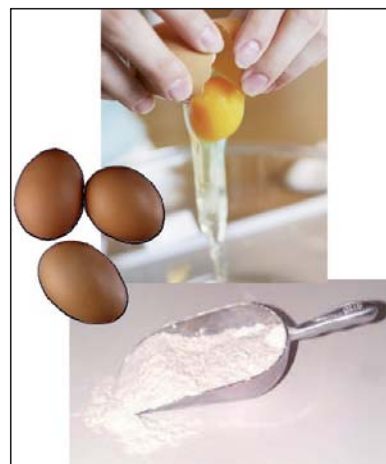
1.2. Quels sont les agents de texture ?

Les molécules responsables de la texturation des aliments – les agents de texture – peuvent être des **protéines** ou des molécules de la famille des **polysaccharides**¹.

1. Les polysaccharides (parfois appelés glycanes ou polyosides) sont des polymères constitués par l'enchaînement de plusieurs unités appelées « oses », molécules de la famille des sucres (comme le glucose, le fructose, le mannose etc.). Les polysaccharides les plus répandus du règne végétal sont la cellulose et l'amidon, tous deux polymères du glucose.

Figure 3

Des ingrédients ajoutés pour charpenter un met.



Les protéines ayant des possibilités de texturer les aliments sont fournies par le règne végétal, par exemple le gluten du blé, les protéines de soja ou de pois ; et aussi par le règne animal, comme la gélatine, les protéines de lait ou d'œuf.

Quant aux polysaccharides utilisés comme agents de texture, on les trouve dans les végétaux : l'amidon, les pectines, le guar, la caroube, le tara, etc. ; ou dans les algues : les alginates, les carraghénanes, l'agar-agar ; ou encore par fermentation à partir de micro-organismes, permettant d'obtenir le xanthane, le scléroglycane, le gellan.

Ces ingrédients sont utilisés dans de nombreux produits commerciaux en tant qu'additifs alimentaires. Les fabricants sont tenus de les déclarer sur leurs paquets, soit par leur nom, soit sous forme de code (*Figure 4*). En

tant qu'agents de texture, ils sont codifiés dans la série des E400. Par exemple, la caroube a pour code E410.

1.3. Épaissir et gélifier en jouant avec l'eau : les polysaccharides

Dans ce chapitre, nous ferons connaissance avec les agents de texture de types **polysaccharides** – alginate de sodium, carraghénane, caroube, guar, xanthane, pectine –, qui offrent un éventail important de textures alimentaires, du fait de leurs capacités à se combiner de diverses manières avec les molécules d'eau. On sait en effet qu'elle est abondante dans les milieux alimentaires. L'astuce consiste alors à utiliser ces polysaccharides pour modifier le comportement de l'eau des aliments : l'épaissir, la gélifier et ainsi maîtriser la texture de ces aliments.

Figure 4

Pectine, xanthane... des agents de texture dans nos produits de consommation (la série des E400).



Figure 5

Les macromolécules (en bleu) des hydrocolloïdes (pectine, alginate, ...), sont capables de lier l'eau (en orange) et modifier sa viscosité.

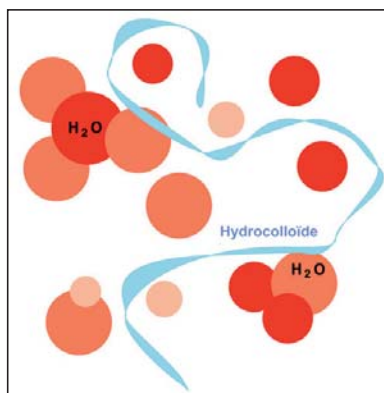
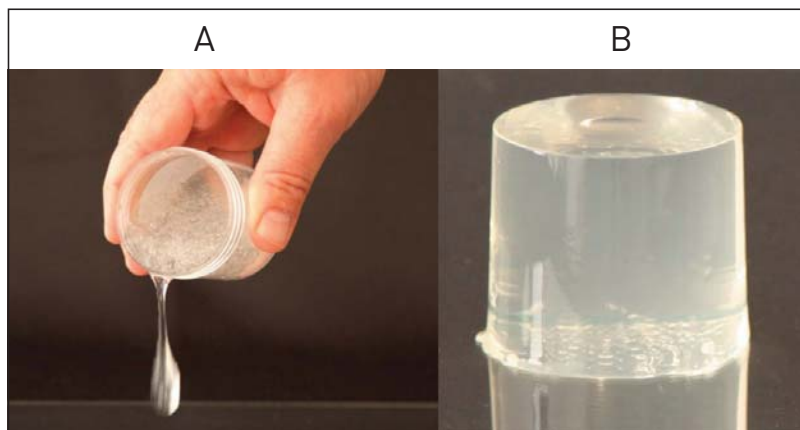


Figure 6

A) Le récipient comporte un liquide épais, résultant d'un mélange de xanthane (1 %) et d'eau. B) Un gel de carraghénane. Ces deux textures, épaissies et gélifiées, comportent 99 % d'eau.



Des polysaccharides pour texturer : comment ça marche ?

D'un point de vue chimique, les polysaccharides sont des polymères : ils correspondent à des enchaînements d'unités appelées « oses », qui sont des sucres monomères comme le glucose, le fructose, le maltose, etc. Ainsi la pectine, abondamment présente dans les marcs de pomme, les écorces d'agrumes, est un polymère de 500 à 1 000 oses. Les alginate et carraghénanes, tous deux extraits d'algues, correspondent à des enchaînements de 2 000 à 4 000 oses. Il en est de même pour la caroube et le guar, qui proviennent de légumineuses. Enfin, le xanthane, produit par une bactérie, compte 10 à 20 000 oses !

Dans ces structures macromoléculaires (Figure 5), les oses sont susceptibles de lier l'eau et former des complexes volumineux qui modifient son écoulement, c'est-à-dire son

comportement rhéologique² : l'eau peut être épaissie ou gélifiée. L'eau épaissie est plus ou moins visqueuse, du seul fait des grandes tailles de ces macromolécules qui gênent sa mobilité. L'eau est gélifiée du fait de l'existence de jonctions entre ces macromolécules, il se forme alors un réseau en trois dimensions qui la bloque (Figure 6).

2 Les épaississants

À travers les exemples de trois additifs largement utilisés, la farine de caroube (E410), la farine de guar (E412) et le xanthane (E415), nous allons voir comment on arrive à épaissir divers produits alimentaires (Figure 7).

2.1. La farine de caroube (E410) et la farine de guar (E412)

2.1.1. Origine de la caroube et du guar

L'additif « farine de caroube » (E410) est un produit naturel, obtenu à partir d'un fruit, la caroube, qui pousse sur le caroubier, arbre à feuillage persistant (Figure 8) cultivé depuis l'Antiquité sur le pourtour méditerranéen (sud de la France, îles Canaries, Afrique du Nord, Proche Orient). À l'intérieur de la gousse de caroube, se trouve la graine,

2. La rhéologie (du grec *rheo* = couler et *logos* = étude) est la science qui étudie la déformation et l'écoulement de la matière sous l'effet d'une contrainte appliquée. Elle étudie ainsi des propriétés telles que la viscosité, la plasticité, l'élasticité, ... Voir l'**Encart « Caroube et guar se fluidifient à la moindre contrainte »**.

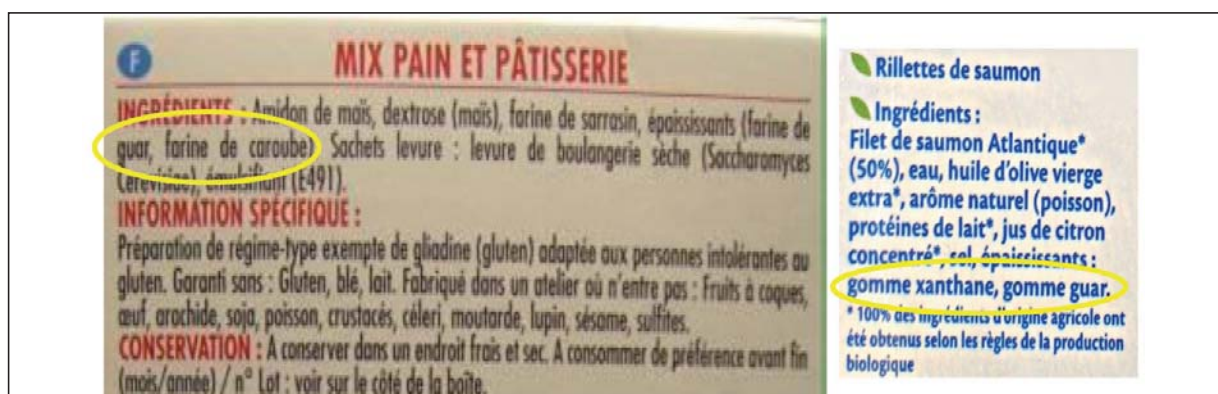


Figure 7

La caroube (E410), le guar (E412) et le xanthane (E415) sont des épaississants alimentaires courants.

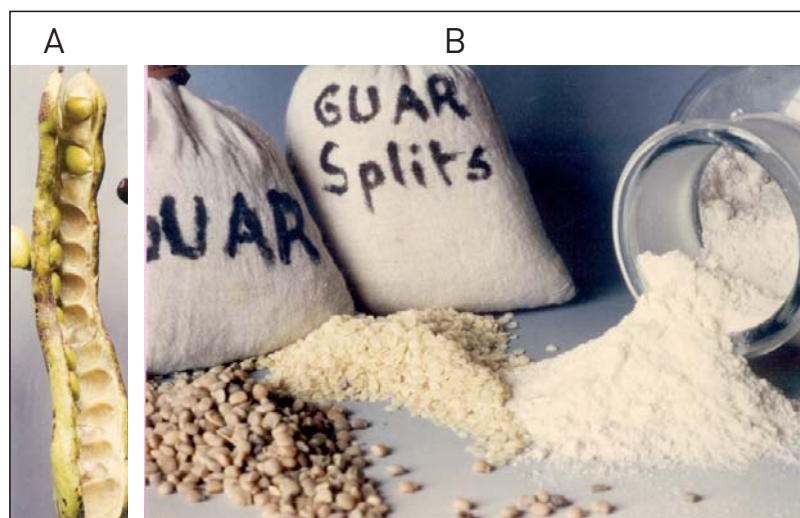
Figure 8

La caroube (B), fruit du caroubier (A), contient dans ses germes des molécules utilisées comme épaississants dans nos aliments.



Figure 9

À partir des gousses de guar (A), on extrait l'albumen (ou le « split »), dont le broyage donne la farine de guar (B), utilisée comme additif épaississant.



et à l'intérieur de celle-ci, le germe. Au moment de sa croissance, le germe puise dans une réserve glucidique, l'albumen, constitué de polysaccharides qui nous intéressent en tant qu'épaississants.

La farine de guar (E412) est obtenue à partir des graines des gousses de *Cyamopsis tetragonolobus*, légumineuse cultivée en Inde, au Pakistan et aux États-Unis. Ses graines sont plus petites que celles de la caroube ; c'est leur albumen broyé qui fournit la farine de guar (Figure 9).

Ainsi, derrière ces dénominations E410, E412... qui suscitent parfois interrogations auprès des consommateurs, ce ne sont autres que des produits naturels extraits de plantes.

2.1.2. Structures chimiques et propriétés de la caroube et du guar

Les polysaccharides constitutifs des farines de caroube et de guar ont des structures de type galactomannane, qui leur confèrent des propriétés « rhéofluidifiantes » : les solutions de galactomannanes deviennent plus fluides dès que l'on y applique une force (Encart : « Caroube et guar se fluidifient à la moindre contrainte »).

LA CAROUBE ET LE GUAR SE FLUIDIFIENT À LA MOINDRE CONTRAINTE

La caroube et le guar ont des structures similaires, de type galactomannane : ils possèdent tous deux une chaîne principale, composée de nombreuses unités mannose. Sur cette chaîne, sont branchées des unités galactose (*Figure 10*).

Dans le cas du **guar**, les galactoses sont nombreux (un galactose pour deux mannoses) ; ces macromolécules sont solubles à froid.

Dans le cas de la **caroube**, certaines zones ne comportent pas de galactose (« zone non substituée »). Ces zones « lisses » confèrent aux molécules des propriétés sensiblement différentes ; en particulier, elles ne sont solubles qu'à chaud.

Guar et caroube sont des molécules déformables, c'est-à-dire qu'au repos elles sont enchevêtrées, recroquevillées, et quand un courant s'installe, elles s'allongent dans le sens du courant (*Figure 10*). Plus celui-ci est fort, plus elles sont allongées : la viscosité diminue quand le courant augmente, ceci étant parfaitement réversible. Tout comme lorsque l'on presse sur un tube de mayonnaise, celle-ci s'écoule plus facilement. On dit que le produit est « rhéofluidifiant ».

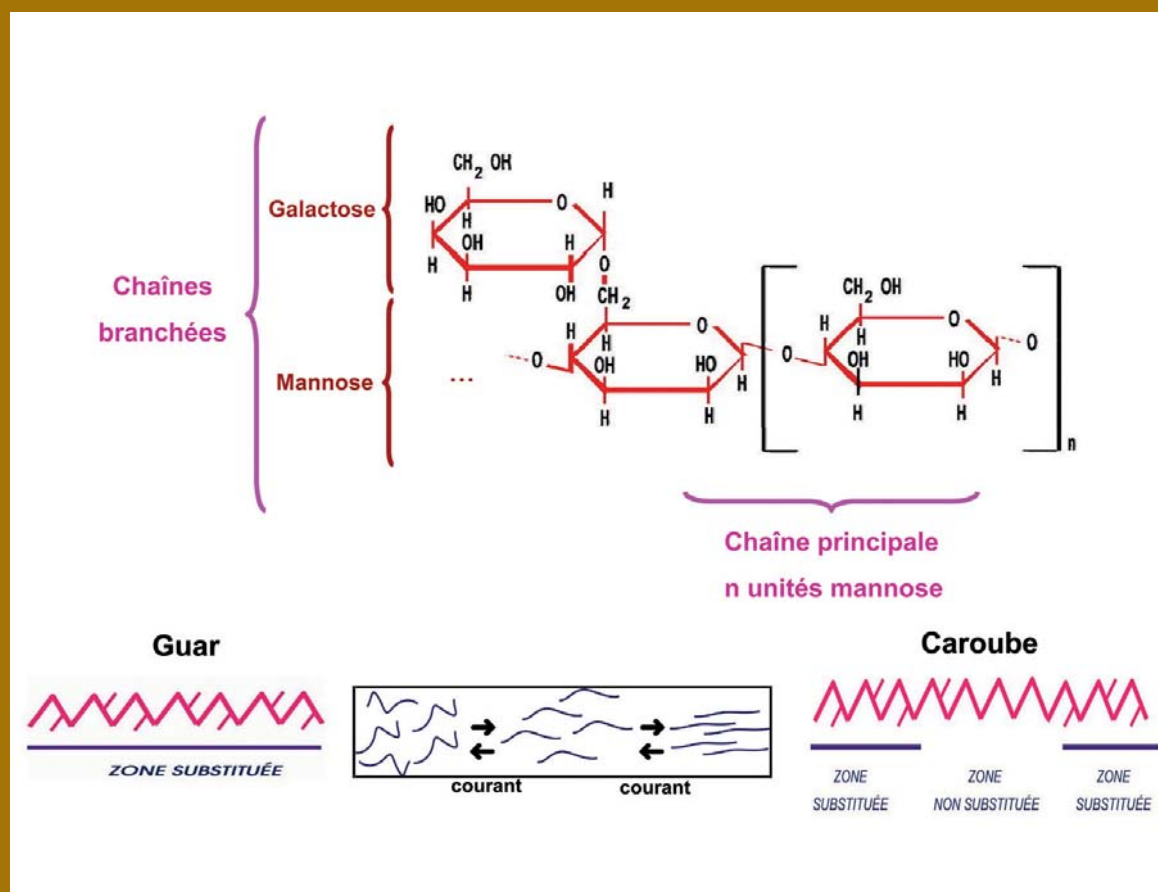


Figure 10

Structure générale des macromolécules constitutives des farines de caroube et de guar. Leurs chaînes sont déformables et l'on peut contrôler leur viscosité.

2.1.3. La caroube et le guar comme additifs

Les galactomannanes tels que la caroube et le guar sont utilisés dans de nombreux produits alimentaires, seuls ou en associations. C'est le cas de produits céréaliers tels que le pain sans gluten. En effet, certaines personnes sont allergiques à cette protéine. Or, sans gluten, la levée du pain se fait mal. C'est en ajoutant un mélange xanthane-guar que l'on peut obtenir un beau pain bien gonflé et appétissant (Figure 11), la combinaison de ces deux additifs renforçant l'espace entre les alvéoles.

Autre exemple d'utilisation de ces additifs : les boissons dites « sans sucre ». Les boissons « sodas » classiques, gazeuses ou non, comportent environ 10 % de sucre. Si on veut obtenir une boisson « allégée » ou « light », on enlève le sucre, et le caractère « sucré » est obtenu grâce à un édulcorant (moins calorique mais possédant un bon pouvoir sucrant). Mais ceci entraîne une diminution de la viscosité qu'apporte le sucre et qui donne une agréable sensation d'épaisseur en bouche. Pour redonner de l'épaisseur, il suffit d'ajouter un peu de guar, de xanthane ou de pectine... et voilà retrouvée l'impression de

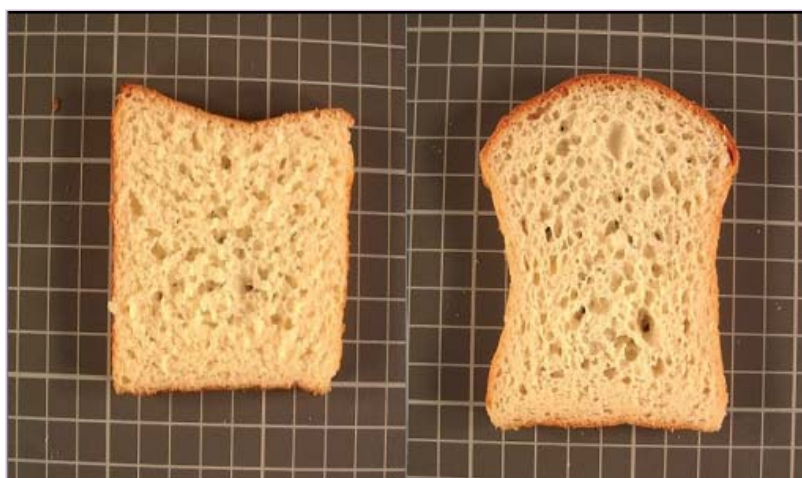


Figure 11

Un pain sans gluten gonfle mal. L'ajout de xanthane-guar permet de lui redonner la forme appétissante.

déguster une boisson riche en sucre (Figure 12) !

Les galactomannanes sont aussi utilisés dans les sauces et dans les crèmes glacées. La caroube et les carraghénanes, extraits de certaines algues, se marient et s'exaltent mutuellement : une « synergie » permet de former des gels cohésifs (Figure 12), que l'on met à profit dans les flans, les jellies (gelées anglaises).

2.2. Le xanthane (E415)

2.2.1. Origine du xanthane

Le xanthane (E415) est un produit obtenu par fermentation du glucose par une bactérie, *Xanthomonas campestris*. Celle-ci se multiplie tant qu'elle a des protéines à sa disposition ; quand elle n'en a plus, elle utilise le glucose qu'elle se procure

Figure 12

Boissons sans sucre, sauces, crèmes glacées... : tous peuvent contenir des galactomannanes, seuls ou en associations avec d'autres additifs.



dans le milieu, dont elle relie entre elles les molécules – jusqu'à 10 à 20 000 molécules –, synthétisant ainsi du xanthane. C'est pour elle une forme de protection au niveau de la membrane.

potassium ou le calcium, elle devient rigide. Si bien que les bâtonnets qui en résultent sont capables de maintenir en suspension certains objets (**Encart « Le xanthane au pouvoir de suspension »**).

2.2.2. Structure chimique et propriétés

La molécule de xanthane possède dans sa structure une partie anionique : dès qu'elle s'associe avec des cations comme le sodium, le

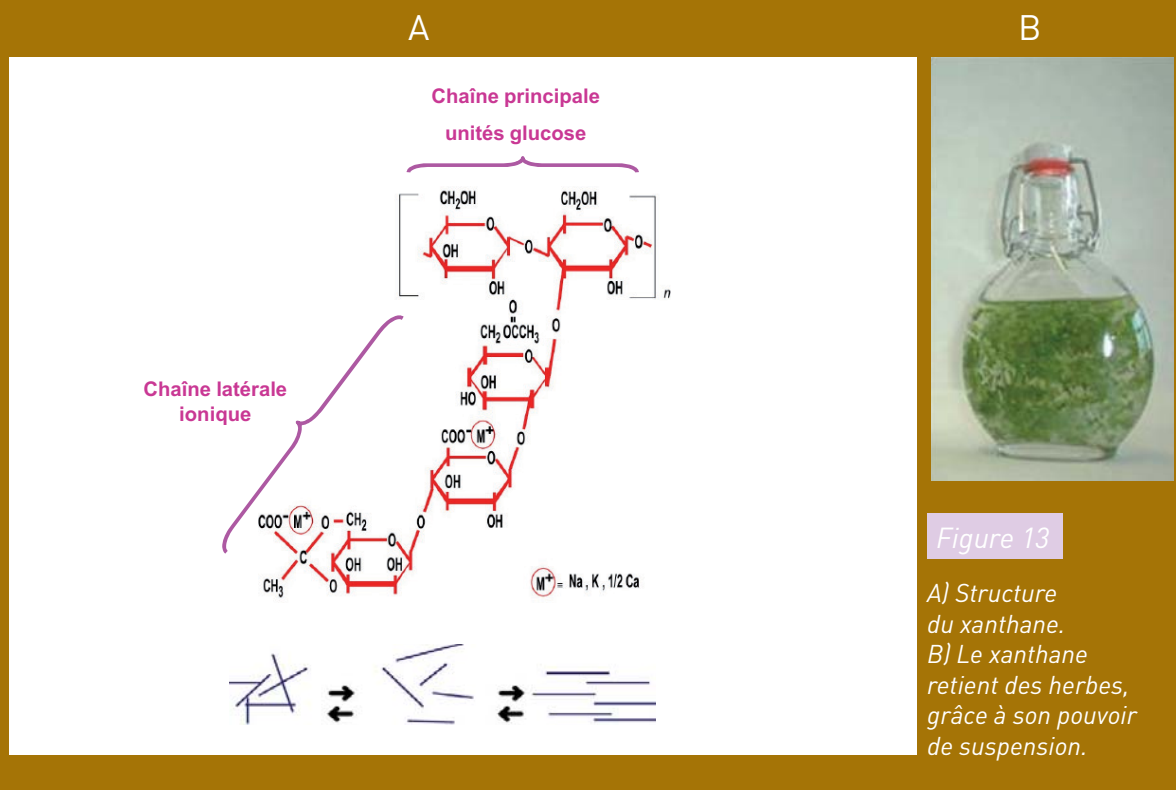
2.2.3. Le xanthane comme additif

Le xanthane peut être utilisé pour fabriquer des sauces allégées comme la mayonnaise (**Figure 14**). Traditionnellement, celle-ci est composée

LE XANTHANE AU POUVOIR DE SUSPENSION

La chaîne principale du xanthane est constituée d'unités glucose. Tous les deux glucoses est branchée une chaîne latérale anionique, qui ne demande qu'à se lier à des cations (sodium Na^+ , calcium Ca^{2+} ...) (**Figure 13A**). Ainsi, en présence de sel (comme NaCl), la molécule devient une sorte de bâtonnet rigide.

Au repos, les bâtonnets sont disposés dans tous les sens ; puis quand le courant s'installe, les bâtonnets s'orientent dans le sens du courant. Mais, pour faire s'écouler le xanthane, il faut « casser » la structure au repos, et apporter une certaine force afin de dépasser le « seuil d'écoulement ». Celui-ci détermine le pouvoir de suspension du xanthane, que l'on visualise bien dans une expérience présentée **Figure 13B**, où il est capable de maintenir des herbes en suspension dans l'ensemble de la bouteille : les herbes ne remontent pas à la surface.



d'œuf, de moutarde et surtout d'huile, environ 80 % (à propos de mayonnaise, voir le **Chapitre de M. Anton et M. Axelos**). Si on souhaite réduire la quantité d'huile, il faut la remplacer par un autre ingrédient ; mais pas question de la remplacer par de l'eau seule, on n'obtiendrait pas une mayonnaise ! En revanche, on peut utiliser de l'eau avec du xanthane : par son pouvoir de suspension, le xanthane, bloque les gouttelettes d'huile dans l'eau, de façon à obtenir une structure homogène. L'ajout d'amidon permet ensuite de donner du corps à l'ensemble.

3 Les gélifiants

3.1. Les alginates (E401-405)

3.1.1. Origine des alginates

Les alginates proviennent d'algues brunes, principalement de laminaires. En France, elles



Figure 14

Le xanthane, un agent texturant pour les sauces.

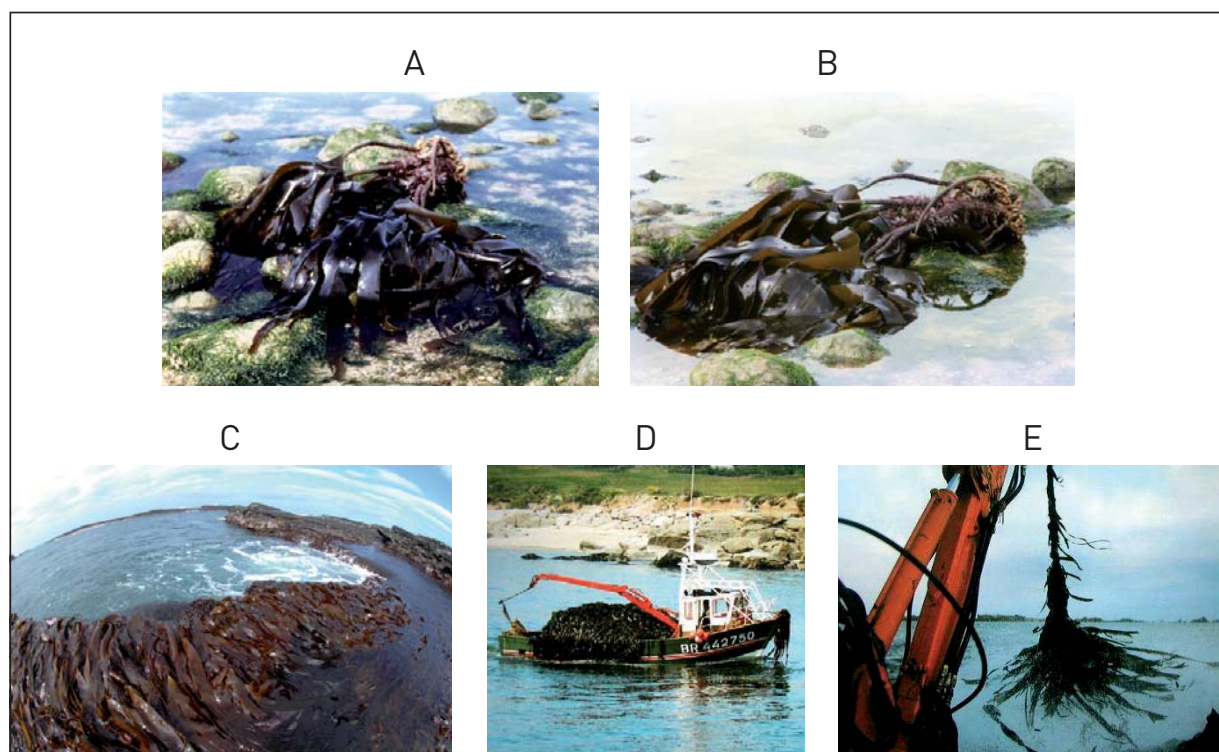
sont récoltées sur les côtes de la Bretagne entre Brest et Roscoff (**Figure 15**).

3.1.2. Structures et propriétés des alginates

Selon les types d'algues dont ils sont issus, on trouve différents types d'alginates, de structures et fonctionnalités différentes, et donc d'utilisations différentes dans les produits alimentaires. Les alginates sans ions calcium sont des épaississants ; en présence d'ions calcium, on obtient un gel (**Encart : « Les gels d'alginates »**).

Figure 15

A-C) *Laminaria digitata* est la principale algue récoltée pour extraire des alginates. D) Les goémoniers récoltent ces algues sur les côtes bretonnes entre Brest et Roscoff à l'aide de leur « scoubidou » (E).



LES GELS D'ALGINATES

Les alginates sont des polymères formés à partir de deux monomères : le mannuronate et le glucuronate, présents dans des proportions différentes selon l'algue et la partie de l'algue dont ils sont extraits.

Ces macromolécules possèdent de nombreux groupements carboxylates COO^- , qui se suivent régulièrement sur une même chaîne. Lorsqu'on ajoute un ion calcium, celui-ci peut relier deux groupements COO^- de deux chaînes d'alginate adjacentes, permettant à l'alginate de gélifier « en boîte d'œuf », l'œuf étant le calcium (**Figure 16A**).

Quand on verse une solution d'alginate dans une solution riche en calcium on obtient des « colliers d'alginate » (**Figure 16B**).

Notons qu'il est également possible de former des billes d'alginate à l'intérieur desquelles on peut inclure divers objets (**Figure 16C**). On peut par exemple y inclure des bactéries, procédé qu'on utilise pour la fabrication de certains fromages. On peut aussi inclure des enzymes pour réaliser des réactions hautement spécifiques ; en fin de cycle, en récupérant les billes, on récupère les enzymes. Enfin, on peut aller jusqu'à inclure des principes actifs, pharmaceutiques ou cosmétiques, ce qui en permet la libération contrôlée dans l'organisme.

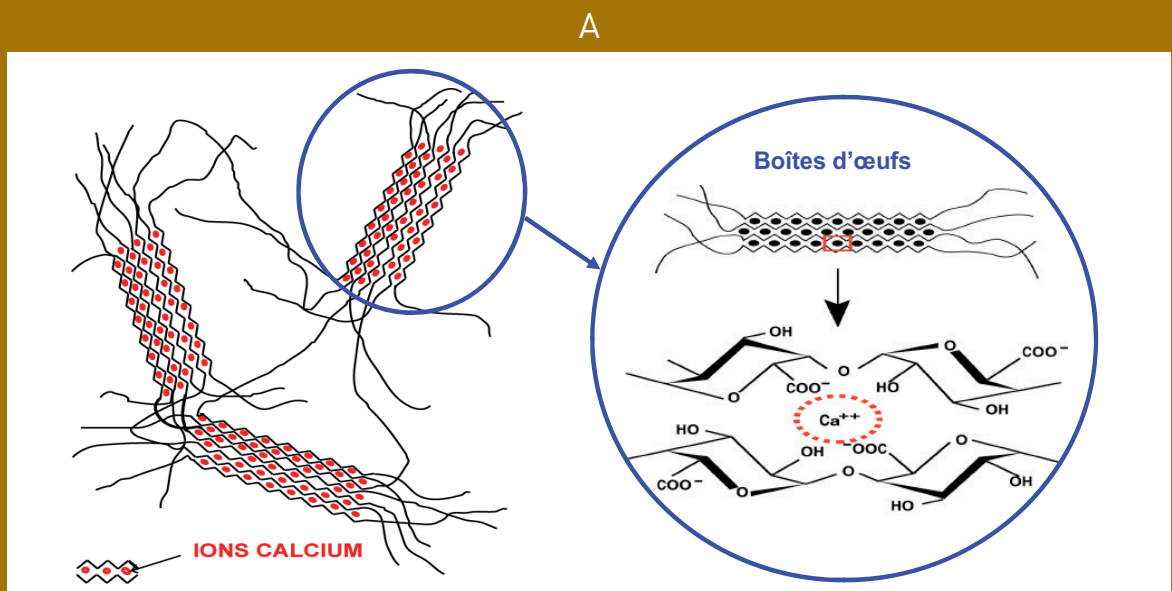
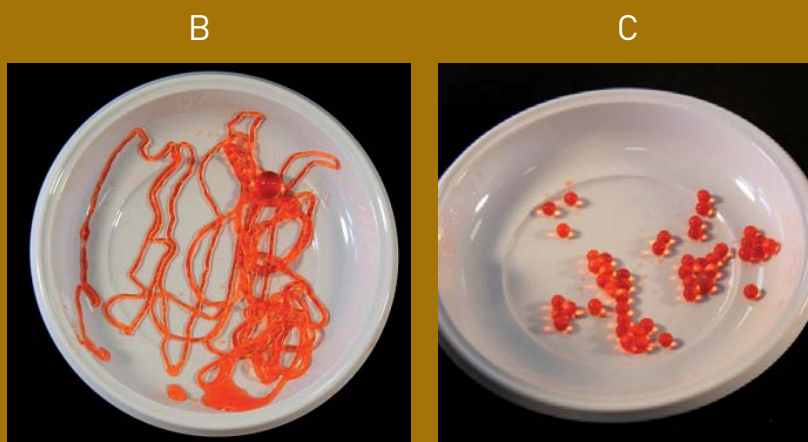


Figure 16



A) Les chaînes d'alginate forment des « boîtes d'œufs » dont les œufs sont les ions calcium (en rouge).
 B) En versant une solution d'alginate dans une solution de chlorure de calcium, on obtient ce collier. Une fois séché, on obtient des fibres qui sont utilisées pour faire des mèches utilisées lors des saignements de nez et si on les tresse, on obtient des compresses.
 C) Billes d'alginate.

3.1.3. Les alginates comme additifs

Dans le domaine alimentaire, on utilise les propriétés gélifiantes des alginates, qui permettent de confectionner des produits dits « restructurés », tels que les fourrages d'olive à base de poivron ou d'anchois (Figure 17). Le poivron a en effet une forme difficile à modeler ; alors on prépare une purée de poivron, on la fait gélifier, puis on réalise une bandelette que l'on introduit dans le trou de l'olive. Le gel d'alginate étant résistant à la chaleur, il est ensuite possible de stériliser le bocal d'olives fourrées.

On peut également préparer des fruits confits reconstitués. Prenons l'exemple de la cerise : à une purée de cerises, on ajoute une grande quantité de sucre, et le système gélifiant à l'alginate ; puis, au moment de la gélification, on modèle le mélange sous une forme sphérique pour donner l'impression d'une cerise dans laquelle on a envie de mordre (Figure 17) ! Et pourquoi ne pas reconstruire des pièces de viande à partir de morceaux, ou coller des filets de canard pour faire des « tournedos de magret de canard » ? Il est également possible de préparer des bardes de lard reconstituées pour garnir les brochettes, ce qui évite au « gras » de fondre et de s'enflammer sur le barbecue (Figure 17).

Concocter des préparations de fruits ou des crèmes pâtisseries est une autre possibilité : comme le gel d'alginate résiste à la chaleur, on peut le mettre sur une pâte crue



Figure 17

L'alginate a de nombreuses utilisations en tant que gélifiant !

et la préparation peut subir la cuisson sans altération (Figure 17).

Enfin, la gastronomie moléculaire utilise l'alginate pour faire des « caviars » de fruits, de légumes ou de fleurs ! (La gastronomie moléculaire est abordée dans le Chapitre d'H. This « Que mangerons-nous demain ? »).

3.2. Les pectines (E440)

3.2.1. Origine des pectines

Les pectines (E440) sont présentes dans tous les végétaux (Figure 18). Elles sont extraites de sous-produits de l'industrie des jus (jus de pomme, cidre ou jus d'orange) et de l'industrie des huiles essentielles.

Figure 18

Les pectines sont extraites de marcs de pommes ou d'agrumes.



DIFFÉRENTES STRUCTURES DE PECTINES POUR DES GELS DIFFÉRENTS

Les pectines sont composées d'une chaîne principale, polymère d'unités acide uronique.

Les **pectines hautement méthylées (HM)** comportent un grand nombre de groupements méthyles (CH_3) et peu de groupements carboxyles (COOH). Elles peuvent gélifier en milieu acide ($\text{pH} < 3,6$) et renfermant peu d'eau.

Les **pectines légèrement méthylées (LM)** comportent moins de méthyles et davantage de carboxyles, ce qui leur donne une capacité à gélifier comme l'alginate en présence de calcium, mais dans une moindre mesure (*Figure 19*).

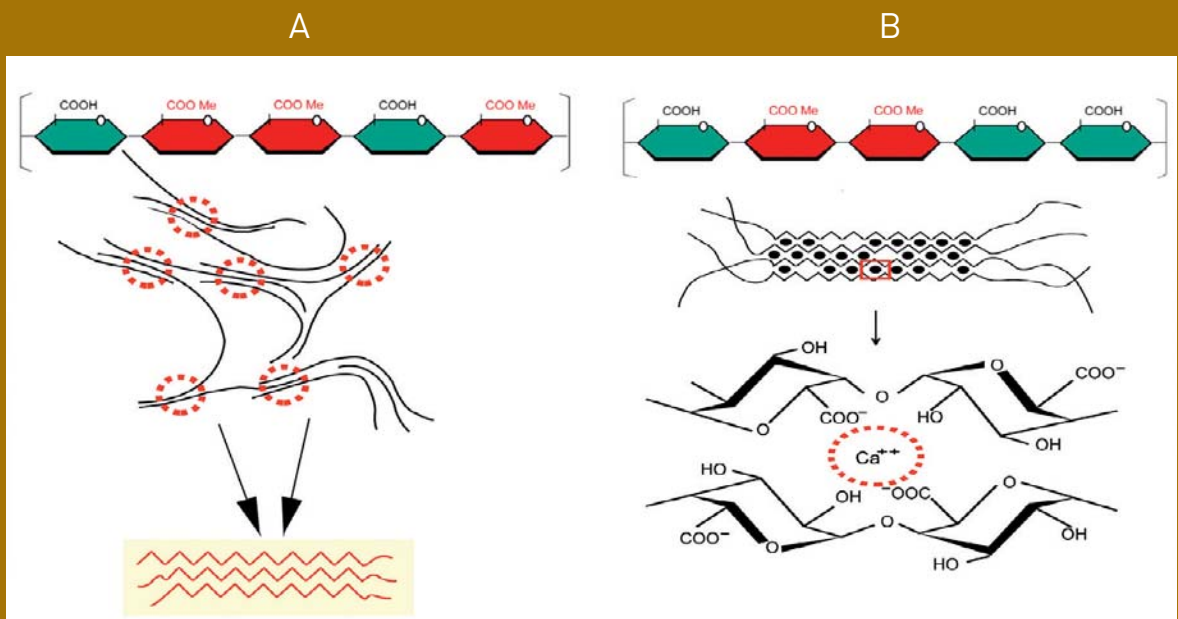


Figure 19

Les pectines HM (hautement méthylées) [A] gélifient en milieu acide et peu dilué, tandis que les pectines LM (légèrement méthylées) [B] gélifient en « boîte d'œuf » en présence de calcium.

3.2.2. Structures, propriétés des pectines

On distingue deux types de pectines : les pectines « hautement méthylées » (HM) et les pectines « légèrement méthylées » (LM) (*Encart : « Différentes structures de pectines pour des gels différents »*).

3.2.3. Les pectines comme additifs

Les pectines hautement méthylées sont utilisées dans

les confitures traditionnelles, les sucres gélifiants (pour faire des confitures à la maison), les pâtes de fruits et les boissons lactières acides (*Figure 20*). Ce sont des boissons comportant du lait avec du jus de fruit, ou du yaourt dilué. On sait que lorsqu'on ajoute de l'acide au lait, celui-ci a tendance à cailler parce que la caséine qu'il contient floccule (elle s'agglutine). Si on ajoute en revanche de la pectine, celle-ci s'adsorbe à la surface de la caséine et crée une couche



Figure 20

Les pectines HM ont des propriétés gélifiantes intéressantes et variées.

superficielle qui empêche la caséine de flocculer.

Les pectines légèrement méthylées sont utilisées dans les préparations de fruits : pour faire des yaourts aux fruits, les nappages pour tartes, dans les décors pour biscuits, ou encore dans les barquettes (Figure 21). Pour faire ces barquettes, on prépare la pâte, à laquelle on donne une forme ovale, on dépose la préparation de fruit dessus. Après enfournage, au cours de la cuisson, les bords de la barquette se lèvent, et à l'endroit où se trouve la préparation de fruit, se forme le plat de la barquette ; bien entendu, lors de la cuisson, la préparation de fruit ne doit pas bouillir et s'étaler sur l'ensemble de la barquette : il faut donc une préparation « stable au four ».

3.3. Les carraghénanes (E407)

3.3.1. Origine des carraghénanes

Il y a plus de 600 ans, les Irlandais récoltaient l'« Irish Moss » ; il y a très longtemps également, on récoltait le « Pioca » en Bretagne. Ces algues, principalement *Chondrus crispus*, étaient introduites dans du lait, que

l'on faisait bouillir avec du sucre ; au refroidissement, on obtenait une sorte d'entremet, un dessert appelé blanc-manger (Figures 22A-D).

Aujourd'hui, on récolte *Chondrus crispus* en France et au Canada ; quant aux *Gigartina*, elles viennent du Maroc et d'Amérique du Sud. Les espèces *Kappaphycus alvarezii* sont cultivées aux Philippines et en Indonésie, *Euचेuma denticulatum* aux Philippines, en Indonésie et en Tanzanie (Figures 22E-K).

3.3.2. Structures et propriétés des carraghénanes

Du fait de la grande variété d'algues dont elles peuvent être extraites, il existe des variantes dans les structures des carraghénanes, déclinées à partir d'une structure de base (Encart : « Comment gélifient les carraghénanes ? »).

Figure 21

La pectine LM, pour faire des yaourts aux fruits ou des barquettes.



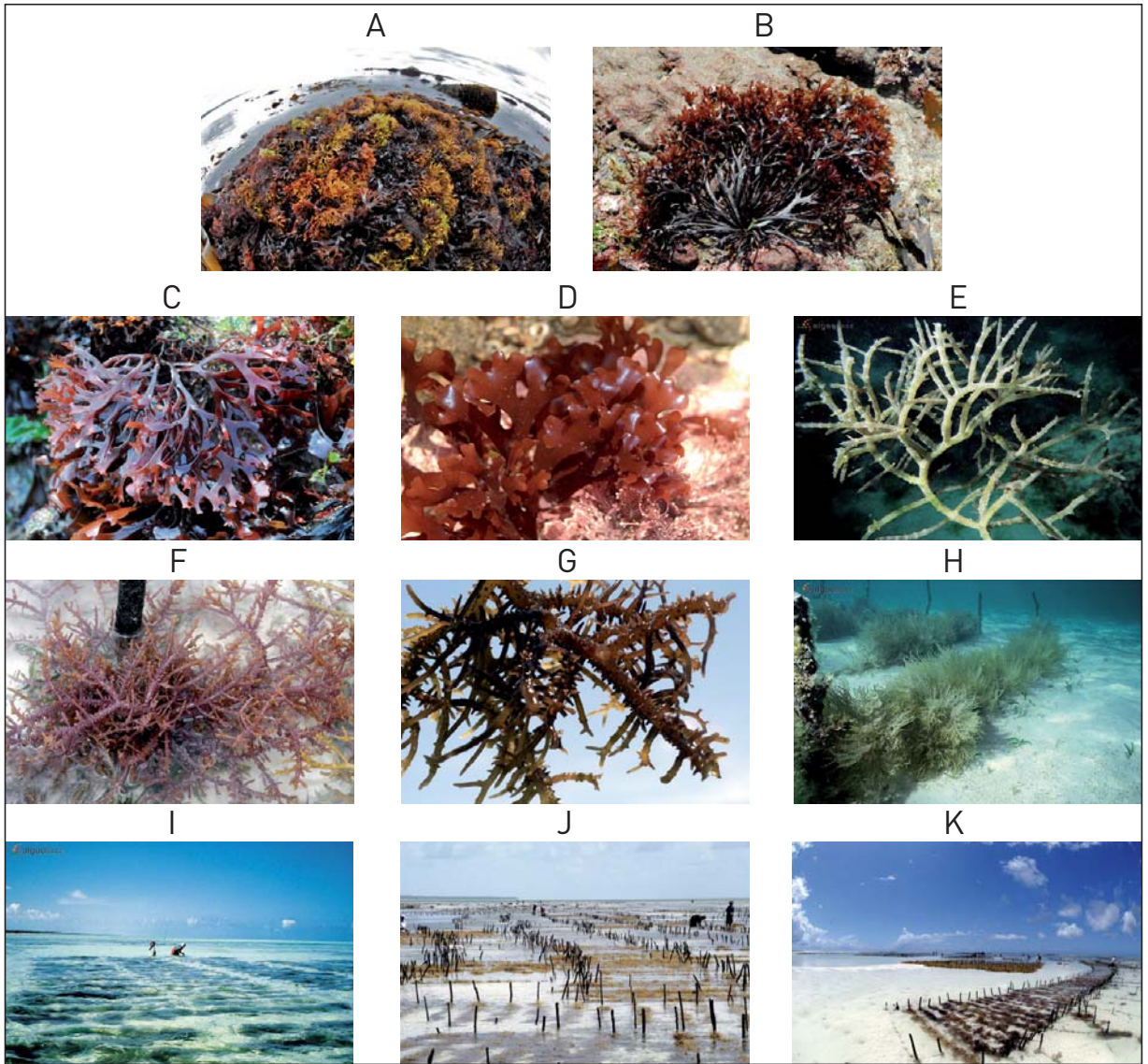


Figure 22

Les carraghénanes sont extraites à partir de diverses espèces d'algues rouges, telles que *Chondrus crispus* (A-D) en France et au Canada, et *Eucheuma denticulatum* (E-H) aux Philippines, en Indonésie et en Tanzanie (I-K).

Figure 23

Sous la texture des pâtés et saucisses, des molécules de carraghénanes.



3.3.3. Les carraghénanes comme additifs

Les carraghénanes peuvent être utilisées dans les viandes pour texturer les pâtés, saucisses et surimis (Figure 23). Elles peuvent être utilisées seules ou en associations avec la caroube pour faire des jellies (Figure 24), ces desserts à l'eau, souvent très colorés, qui font les délices des enfants dans le monde entier (sauf en France !).

Les carraghénanes sont souvent utilisées dans le lait pour donner des desserts laitiers. En effet, il y a une synergie entre les carraghénanes et la caséine, principale protéine du lait : l'association des deux molécules est particulièrement efficace. À chaud (au-dessus de 60 °C pour le lait), les molécules de carraghénanes et caséine sont individualisées. Lorsqu'on refroidit le mélange, les carraghénanes



Figure 24

Les jellies peuvent être structurés avec des carraghénanes.

COMMENT GÉLIFIENT LES CARRAGHÉNANES ?

Les carraghénanes peuvent être classées en κ -, ι - et λ -carraghénanes – presque toujours combinées dans les algues. Ce sont des chaînes de galactoses sulfatés. Les κ -carraghénanes comportent un sulfate (SO_3^-) toutes les deux unités galactose ; les ι -carraghénanes en comportent deux, et les λ -carraghénanes trois. On remarquera également que seules les λ -carraghénanes ne comportent pas de « pont anhydro » (Figure 25).

Après cuisson, lors du refroidissement, les structures chimiques des carraghénanes κ et ι leur permettent de s'organiser en trois dimensions de manière à former des gels, en particulier grâce aux ponts anhydro. Ce sont ces ponts qui leur permettent d'adopter des structures de chaînes en doubles hélices. Les doubles hélices des κ -carraghénanes peuvent se rapprocher l'une de l'autre alors que celles des ι -carraghénanes ont du mal à le faire. Quant au λ -carraghénanes, n'ayant pas de pont anhydro, ils restent à l'état pelote et ne gélifient pas (Figure 23).

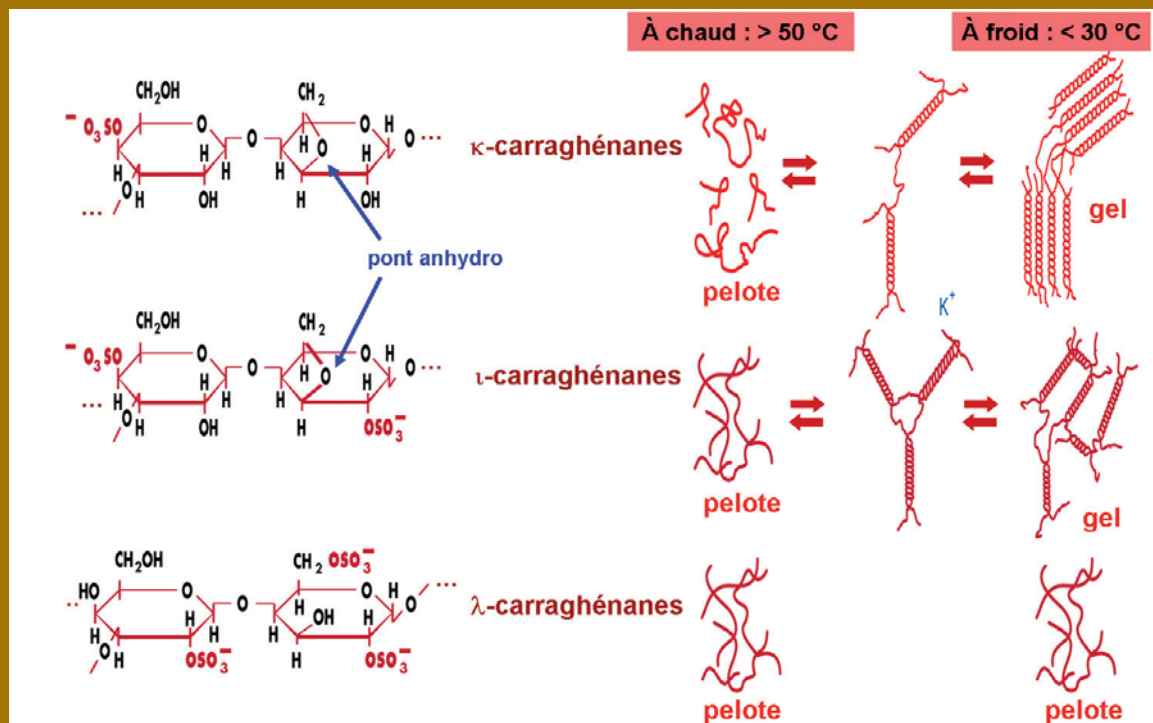


Figure 25

Les structures des carraghénanes leur permettent ou non de gélifier.

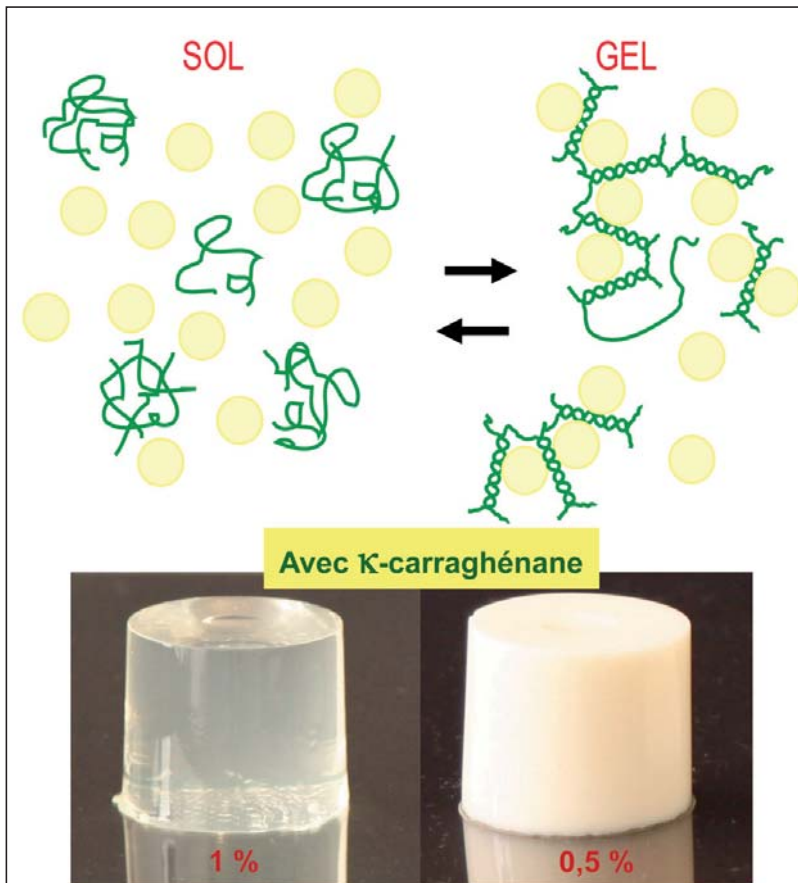


Figure 26

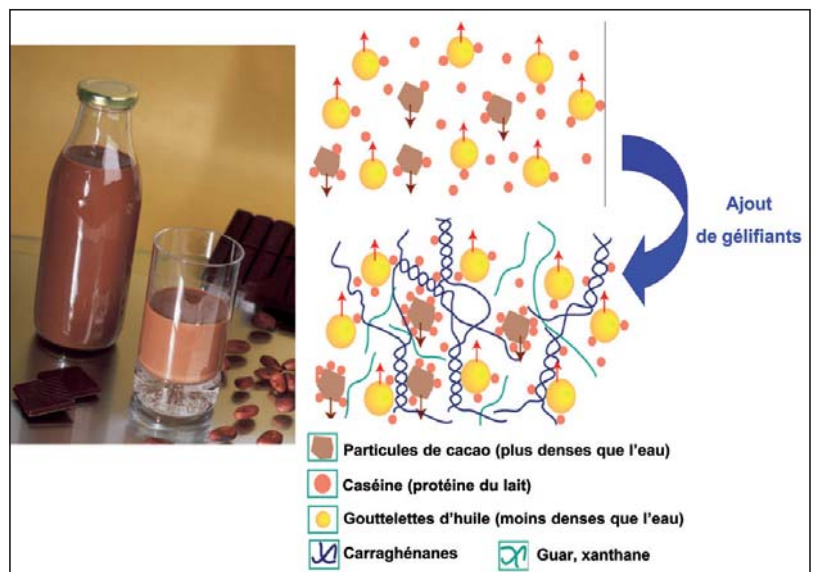
La synergie du carraghénane avec la caséine se traduit par un dosage moindre dans le lait (0,5 %) pour obtenir la même structure que dans l'eau (1 %).

adoptent une structure tridimensionnelle en double hélice et s'unissent à la caséine pour former un gel très complexe et très volumineux (Figure 26), qui explique la synergie entre carraghénanes et caséine.

Ce couplage efficace carraghénane-caséine est également mis à profit dans des crèmes desserts, des flans, des mousses ou des laits cacaotés. Pour ces derniers, il faut en particulier éviter la sédimentation du cacao (les grains de cacao étant plus denses que l'eau) ainsi que le crémage de la matière grasse (la crème du lait remonte à la surface). Et c'est difficile, parce qu'il faut apporter une structure qui permette de maintenir les grains de cacao en suspension dans le lait, sans dénaturer la texture de la boisson (Figure 27).

Figure 27

L'ajout de gélifiants comme les carraghénanes permet de maintenir le cacao en suspension dans le lait.



Texturer les aliments : une affaire de chimiste... et d'artiste ?

Le panel de choix parmi des agents de texture connus est immense ; et nous n'avons parcouru que ceux de structure polysaccharidique qui permettent d'épaissir ou de gélifier des préparations alimentaires. Comme nous l'avons vu, la nature, à elle seule, est à même de nous fournir assez de molécules, largement majoritaires parmi l'ensemble des additifs que nous trouvons dans nos produits achetés au supermarché, et qui se cachent derrière ces si mystérieux et inquiétants E401, E407, E440...

Mais comment les choix se font-ils parmi tant d'agents de texture à disposition de l'industriel ? Cela dépend de l'interaction de l'additif avec le milieu (lait, eau, viande, fruit, milieu neutre ou acide), et du comportement qui en résulte ; cela dépend de son comportement durant le procédé de fabrication ; et cela dépend bien sûr de la texture recherchée... Un seul texturant répond rarement à tous ces facteurs à la fois : on a souvent recours à un mélange de texturants, tel le peintre qui cherche le bon mélange parmi des pigments de base – couleurs, tenue sur le tableau –, afin d'obtenir la nuance recherchée. Ou tel le parfumeur qui marie des essences pour atteindre le parfum désiré, qui ne vire pas sur la peau, qui sera soit capiteux ou épicé, soit léger et frais pour une jeune fille. Ici, le chimiste se sert de textures fondamentales, qu'il mélange pour composer la texture idéale... un véritable « pianiste » de cuisine (voir le *Chapitre de H. This « Que mangeons-nous demain ? »*) ! Note à note, avec ses instruments de cuisine – les molécules que lui offre la nature –, il cherche la bonne harmonie, la texture nouvelle qui séduira les gourmands.

Crédits photographiques

- Fig 8A : Licence CC-BY-SA, Pedro Servera
- Fig. 15C, 22A, 22B, 22C, 22D, 22F, 22G, 22J et 22K : Photos de Algaebase/M.D. Guiry

- Fig. 22E, 22H et 22I : Photos de Algaebase/Katrin Österlund