

HYDROCOLLOIDES

PECTINES - ALGINATES - CARRAGHENANES - GUAR - CAROUBE
XANTHANE
GELATINE

MERO

ROUSSELOT

SATIA

Nous avons vu précédemment les caractères généraux (nature chimique, nature du grain) qui affectent la solubilité et la facilité de solubilisation des macromolécules.

1ère ÉTAPE : DISPERSION SANS GRUMEaux INDIVIDUALISATION DES PARTICULES

La première précaution à prendre au moment de la dispersion de la poudre d'hydrocolloïde dans le liquide est de veiller à ce que chaque grain se retrouve isolé dans le mélange ; la mise en solution ultérieure en sera ainsi grandement facilitée grâce à l'absence de grumeaux, qui sont particulièrement à craindre pour les produits solubles à froid.

Cette individualisation des particules peut s'obtenir :

- Par l'utilisation d'un colloïde à mouture assez grosse (100 à 500 microns),
- Par dispersion dans un liquide intermédiaire, comme le sirop de sucre, dans lequel l'eau est déjà relativement liée et donc peu disponible à l'hydratation des grains,
- Par prémélange du texturant avec un autre ingrédient pulvérulent utilisé dans la formule et qui contribue à isoler les particules les unes des autres, évitant ainsi leur agglomération au contact du liquide,
- Par addition lente du produit en poudre dans le liquide soumis à une très forte agitation.

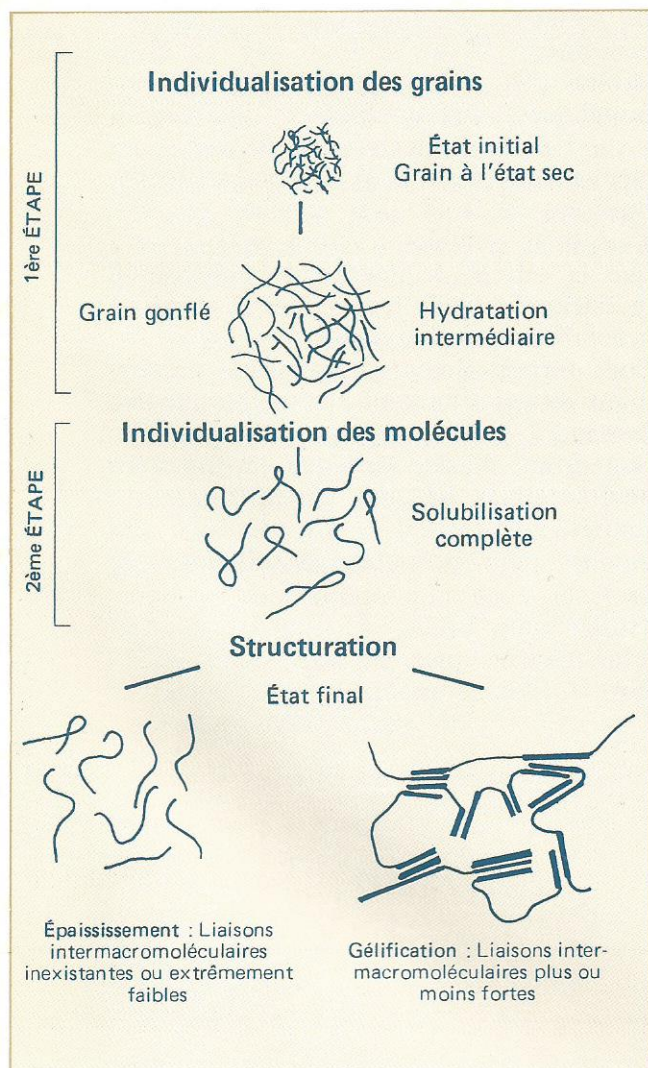
Lorsque la préparation du produit alimentaire se fait par un traitement en continu, chaque unité de volume envoyée à travers la machine de traitement doit évidemment avoir la même composition. En particulier si le liquide contient des solides en suspension, il importe que ceux-ci soient uniformément répartis dans tout le volume. On y parvient par :

- Une agitation efficace et constante,
- Une viscosité du liquide suffisante pour maintenir ces particules en suspension.

SOLUBILISATION

Sur un plan pratique,
il est nécessaire tout d'abord
d'arriver à disperser les grains secs
sans former de grumeaux,
puis d'arriver à une solubilisation
complète des macromolécules.

2ème ÉTAPE : SOLUBILISATION COMPLETE INDIVIDUALISATION DES MACROMOLECULES



Lorsqu'un polysaccharide hydrosoluble est mis au contact de l'eau, les molécules de solvants se fixent d'abord sur les sites disponibles correspondant aux régions les moins "organisées" des macromolécules. Ces segments hydratés contribuent à réduire de plus en plus les liaisons intermacromoléculaires du solide et permettent au solvant de poursuivre progressivement son action sur les fragments les mieux ordonnés.

On obtient finalement un état de gel transitoire constitué de particules plus ou moins gonflées suivant les forces de cohésion qui s'exercent entre les macromolécules.

Si les liaisons intermacromoléculaires sont relativement faibles, elles pourront être assez facilement rompues par agitation mécanique (alginate de sodium, guar, xanthane, pectines HM) ou par élévation de température (gélatine, caroube, carraghénanes gélifiants) : le polysaccharide passera alors entièrement en solution.

Au contraire, si les forces de cohésion dans certains segments de la macromolécule sont trop fortes pour être rompues par tout moyen mécanique ou thermique, on ne pourra dépasser le stade de particules gonflées (alginate, ou pectate de calcium).

RELATIONS STRUCTURE / SOLUB

GALACTOMANNANES : GUAR ET CAROUBE

Le Guar, bien qu'il soit constitué exclusivement de motifs monomères neutres dépourvus de substituants ioniques, est cependant soluble à froid.

La présence de quantités importantes de galactoses branchés sur le squelette de mannoses favorise l'écartement des chaînes et la pénétration du solvant eau. Les macromolécules sont facilement individualisées.

Au contraire, la caroube possède moins de galactoses et certaines zones dites "lisses" en sont totalement dépourvues. Ces zones s'associent en aggrégats pseudo-cristallins qui empêchent la pénétration de l'eau. Le chauffage est nécessaire pour dissocier ces aggrégats.

PECTINES

La présence de chaînes latérales (sucres neutres), mais aussi de groupes méthoxyles sur le C₆ du motif principal, contribue à l'écartement des chaînes et facilite donc l'hydratation des pectines. De même, l'ionisation des groupes carboxyliques favorise la solubilisation en développant des répulsions électrostatiques entre les différents éléments des chaînes pectiques.

Ainsi, plus le degré d'estérification est élevé, plus elle est facilement soluble à froid. Pour l'acide pectique, un pH voisin de 6 est nécessaire pour sa solubilité, là encore, à cause du peu d'ionisation des fonctions acides, comme dans le cas de l'acide alginique.

Pour ces mêmes raisons, les groupes acides des pectines faiblement estérifiées sont partiellement neutralisés afin d'en améliorer la solubilité à froid, sous réserve que la dureté de l'eau soit faible (10° TH environ). Lorsque l'eau est dure, il est conseillé de travailler à chaud pour obtenir la dissolution complète.

ALGINATES

Ils possèdent une fonction acide faible par monomère. Dans le cas des alginates alcalins (Na⁺, K⁺, NH₄⁺) les fonctions carboxyliques sont entièrement ionisées, il y a répulsion électrostatique entre les chaînes qui sont ainsi facilement individualisées à froid. Les alginates alcalins sont donc solubles à froid, sous réserve que la dureté de l'eau soit faible, sinon le calcium réticule les chaînes et empêche la solubilisation complète.

Sous forme calcique, les alginates entièrement réticulés ne sont pas solubles, même à chaud.

Sous forme d'acide alginique, les fonctions acides faibles ne sont pas suffisamment ionisées pour qu'il y ait répulsion des chaînes pour permettre la solubilisation.

ISATION PAR HYDROCOLLOIDE

CARRAGHÉNANES

Plus les carraghénanes sont sulfatés, plus ils sont solubles à froid. Mais il faut également tenir compte de la possibilité d'association des macromolécules en doubles hélices, aussi bien à l'état sec qu'en solution, pour former des gels.

Par exemple, pour solubiliser un carraghénane gélifiant, il faudra dans tous les cas, dépasser la température de destruction du réseau tridimensionnel, qui correspond à la température de fusion du gel formé après refroidissement.

Le Lambda carraghénane

Il possède trois sulfates pour deux galactoses, et a un caractère anionique prononcé avec de fortes répulsions électrostatiques. De plus, il n'est pas gélifiant. Pour toutes ces raisons, le lambda carraghénane est soluble à froid.

Le Kappa carraghénane

Il ne possède qu'un sulfate pour trois galactoses, et permet d'obtenir une gélification importante. Il ne sera soluble qu'à chaud et à une température d'autant plus élevée que la solution est riche en sels.

Le Iota carraghénane

Avec deux sulfates pour deux galactoses, et une tendance à gélifier plus faible que le kappa, aura un comportement intermédiaire : partiellement soluble à froid et totalement à chaud.

XANTHANE

Les ramifications du xanthane et le caractère anionique dus aux quelques radicaux acides favorisent l'écartement des chaînes lors de l'hydratation, qui peut ainsi se poursuivre jusqu'à solubilisation complète des macromolécules.

GÉLATINE

La gélatine gonfle dans l'eau froide mais il faut chauffer (au delà de 40°C) pour la solubiliser. Il faut en effet détruire la structure ordonnée dans laquelle elle se trouve à l'état sec, pour avoir une solubilisation totale. Le pH a une influence importante sur l'étape de gonflement ; en particulier si le pH de l'eau est au voisinage du point isoélectrique, il y a peu de répulsion entre les chaînes de gélatine, et le gonflement est faible. Dès que l'on s'éloigne du point isoélectrique par acidification ou alcalinisation, le gonflement est amélioré.

En résumé

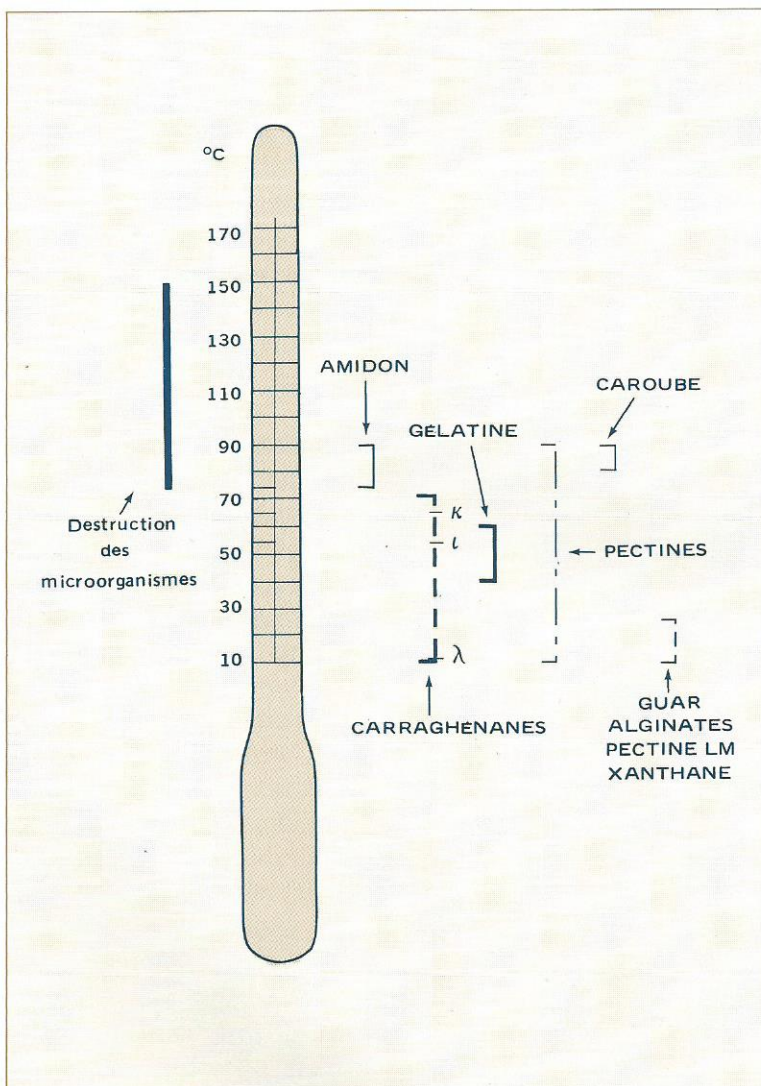
RELATIONS STRUCTURE / SOLUBILISATION

GUAR	Taux de solubilisation important	Facilement soluble à froid
CAROUBE	Importantes zones non substituées	Ne se solubilise qu'à chaud
PECTINES	Ramifications et groupes méthoxyles Charges répulsives sur la chaîne	Facilement soluble à froid si les groupes acides sont ionisés
ALGINATES	Charges répulsives sur la chaîne	Facilement soluble à froid
CARRAGHÉNANES		
▪ Lambda	3 charges [$-$] pour 2 galactoses Non gélifiant	Soluble à froid
▪ Iota	2 charges [$-$] pour 2 galactoses Gélifiant léger	Partiellement soluble à froid
▪ Kappa	1 charge [$-$] pour 2 galactoses Gélifiant fort	Ne se solubilise qu'à chaud
XANTHANE	Degré de branchement élevé Charges répulsives dues aux groupements acides	Soluble à froid
GÉLATINE	Charges sur la chaîne variables suivant le pH Gélifiant	Plus ou moins gonflant à froid suivant le pH Ne se solubilise complètement qu'à chaud

Dans la pratique

TEMPERATURES DE SOLUBILISATION

Pour assurer la solubilisation totale d'un hydrocolloïde, deux facteurs sont à prendre en considération : le temps et la température.



Si le chauffage à une certaine température est une condition nécessaire pour assurer la solubilisation d'un hydrocolloïde, ce n'est toutefois pas une condition suffisante. Cette température doit également être maintenue un minimum de temps, d'autant plus réduit que :

- la taille des particules sera faible
- les forces de cisaillement mises en jeu seront importantes.

Dans un produit alimentaire pour lequel la concentration en électrolytes est faible, la température de solubilisation d'un hydrocolloïde ne dépendra que de sa structure chimique. Les températures de solubilisation des divers colloïdes peuvent être représentées par le diagramme ci-contre.

On constate :

- que la température de mise en solution des hydrocolloïdes conduisant à l'individualisation est vite atteinte,
- que le chauffage supplémentaire n'est là que pour réduire partiellement ou totalement les microorganismes présents dans le mélange, et permettre ainsi l'amélioration et la conservation du produit fini.