

Ch.4- L'ALIMENTATION – ASPECTS PHYSICO-CHIMIQUES

Comment le travail des physiciens et des chimistes a-t-il permis la mise au point des techniques de conservation des aliments connues aujourd'hui ?

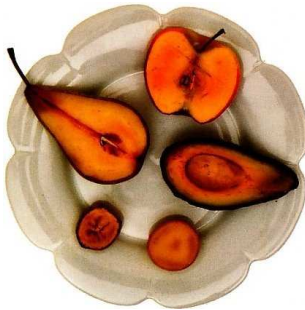
I. L'OXYDATION DES ALIMENTS

1) La dégradation des aliments

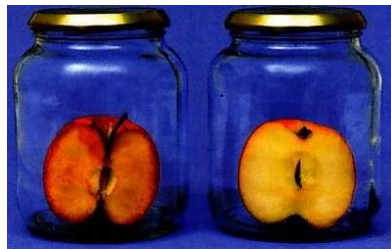
De nombreux aliments achetés dans le commerce ont tendance à s'altérer avec le temps: ils perdent leurs qualités gustatives, olfactives ou changent d'aspect. Ces dégradations sont souvent dues à l'oxydation des aliments.

Quels sont les facteurs responsables de cette oxydation ?

Question 1 : Doc. 1 : Comment se manifeste la réaction d'oxydation des fruits et des légumes ? Constaté les altérations de la couleur, de la saveur des aliments dues à l'oxydation.



Doc1 :Aspect de différents fruits 2 jours plus tard...



Doc.2
2 moitiés de pommes dans 2 atmosphères différentes :
flacon 1 → dans O₂ ;
flacon 2 → dans CO₂



Doc.3. Partie inférieure du beurre 24h à l'air libre. Dégradation de la couleur : rancissement du beurre.

Question 2 : Doc. 2: Quel composé chimique présent dans l'air semble accélérer la dégradation des aliments?

Question 3 : Doc. 3: Quel autre facteur semble accélérer l'oxydation des aliments (ici du beurre) ?

Les documents 2 et 3 mettent en valeur le rôle du dioxygène et de la lumière dans le processus d'oxydation des aliments.

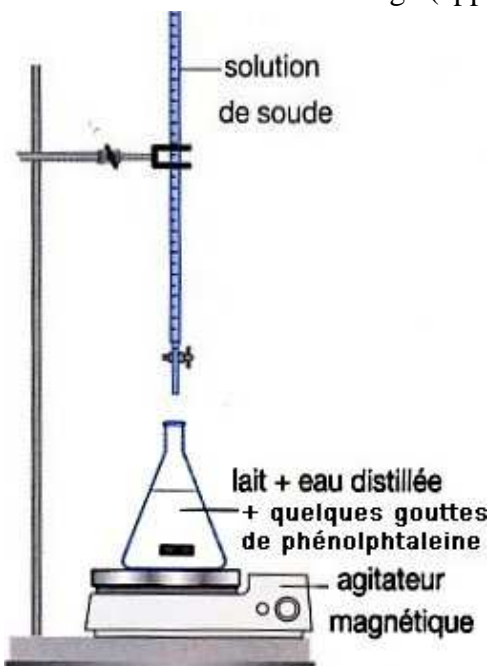
2) L'influence de la température sur l'oxydation du lait :

Un lait frais ne contient pas d'acide lactique. En vieillissant, le lactose présent dans le lait s'oxyde en acide lactique et l'acidité du lait augmente. Si cette acidité est trop importante, le lait « caille ». La température peut favoriser cette réaction d'oxydation.

On va réaliser un dosage colorimétrique de l'acide lactique sur des laits conservés à différentes températures.

a) PRINCIPE DU DOSAGE

Dans une solution contenant du lait de l'eau distillée et un indicateur coloré (la phénolphtaléine), on verse progressivement une solution de soude (Na⁺ + HO⁻). Lorsqu'une coloration rose persiste, on a atteint la fin du dosage (appelée **équivalence**) : tout l'acide lactique du lait a été neutralisé.



b) PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL :

- Remplir la burette d'une solution de soude à 1,0 g.L⁻¹.
- Prélever précisément 20,0 mL de lait, les verse un erlenmeyer de 100 mL. Ajouter environ 20 d'eau distillée.
- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine.
- Ajouter progressivement la soude. Lorsque la coloration rose persiste, noter la valeur du volume versé à l'équivalence.
- Appliquer ce protocole à deux laits conservés températures différentes.

c) RÉSULTATS DES DOSAGES

La concentration massique en acide lactique est proportionnelle au volume V_E de soude versé à l'équivalence. Le *tableau ci-contre* donne les résultats obtenus, d'une part avec une solution de concentration connue en acide lactique, d'autre part avec des solutions contenant les laits conservés à des températures différentes.

	Solution étalon	à 4 °C	à 30 °C
V _E (en mL)	17,8	7,4	17,4
Concentration en acide lactique(g.L ⁻¹)	2,00	2,00 (7,4/17,8) = 0,83	2,00 (17,4/17,8) = 1,96

Question 4. Doc. 4: Calculez la concentration massique d'acide lactique des 2 bouteilles de lait. Déduisez-en si la température est un facteur influençant l'oxydation des aliments.

L'oxydation s'avère être plus importante à température élevée. Cette activité expérimentale permet d'introduire le rôle de la température dans la réaction d'oxydation des aliments mais également de revoir la notion de dosage par comparaison.

CONCLUSION : LA DEGRADATION DES ALIMENTS :

De nombreux aliments s'altèrent rapidement et deviennent impropres à la consommation. Les causes de cette dégradation sont variées :

- oxydation en présence de dioxygène et de lumière (fruit qui noircit, beurre qui rancit) ou par élévation de température (lactose qui s'oxyde en acide lactique) ;
- développement de bactéries pathogènes (dans les viandes et les poissons), attaque par insectes ou champignons (fruits, légumes).

À RETENIR

L'oxydation d'une part, le développement des bactéries d'autre part, sont les causes principales de dégradation des aliments. La lumière et la température, le dioxygène de l'air, accélèrent les réactions de dégradation des aliments : oxydations, développement de bactéries . Il faut donc utiliser des procédés de conservation des aliments.

II. LA CONSERVATION DES ALIMENTS

Pour éviter leur dégradation, les aliments sont placés dans des emballages « sous-vide » et opaques. Quand ces précautions ne suffisent pas, on peut recourir à des procédés chimiques ou physiques pour assurer leur conservation.

Dans la conservation chimique, un agent appelé antioxydant évite l'oxydation des aliments.

Dans le procédé physique, on peut associer un changement d'état au procédé de conservation.

En quoi consistent ces deux modes de conservation ?

1) La conservation des aliments par un procédé chimique



Des tranches de citron, d'orange, de kiwi et deux tranches de pommes :

(1: sans préparation ;
2 : arrosée de citron)
sont laissées à l'air libre pendant 24 h.



Étude d'une étiquette.

Question 1 : À partir de ces documents, essayez de définir la notion d'antioxydant naturel.

Les observations de l'oxydation de la pomme et de la non-oxydation du kiwi, orange, citron ou pomme citronnée permettent de comprendre qu'une substance chimique présente naturellement dans les fruits non oxydés inhibent les réactions de dégradation.

Étiquette d'une boisson fruitée : antioxydant (acide ascorbique).

Il existe deux catégories d'additifs alimentaires :

- les **antioxygènes naturels** (vitamine C - ou acide ascorbique - et vitamine E) ;
- les **antioxygènes de synthèse** (dont 13 sont autorisés en France).

Les **antioxydants** synthétiques se repèrent dans la composition d'un aliment par un code allant de E300 à E321.
Tableau : principaux agents antioxydants.

Code	Substance	Denrées alimentaires contenant l'antioxydant
E300 E301 E302	Acide ascorbique Ascorbate de sodium Ascorbate de calcium	Boissons non alcoolisées, confitures, lait concentré, saucisson
E304	Palmitate d'ascorbyle	Saucissons, bouillon de poule
E 306-309	Tocophérols	Huiles végétales
E 310 E 311	Gallates Octyl gallate	Graisses et huiles destinées à la production professionnelle, huiles et graisses de friture, assaisonnements, soupes déshydratées, chewing-gum
E 320 E 321	BHA : Butylhydroxyanisol BHT : Butylhydroxytoluène	Bonbons, raisins secs, fromage fondu, beurre de cacahuètes, soupes instantanées

Question 2 : Relevez les agents antioxydants sur les étiquettes de différents produits alimentaires présents dans une cuisine.

Acide ascorbique E300 Bonbons acidulés (Lookolook)
Sirop citron sans colorant (Paquito)
Ice Tea (Lipton)

Jus d'orange, de pomme-poire, de cassis-framboise, de pêche-abricot (Oasis)

Ascorbate de sodium E301 Chorizo (Cesar Moroni)

Palmitate d'ascorbyle E304 Soupe déshydratée Les moments gourmets (Knorr)
Fondue de poireaux aux crevettes (Knorr)

3) La conservation des aliments par un procédé physique :

a) Les 3 procédés physiques :

Trois types de procédés physiques peuvent être évoqués:

- **Les techniques de conservation par la chaleur** détruisent ou inhibent les microorganismes. Il s'agit de la pasteurisation si le chauffage est inférieur à 100 °C et de la stérilisation s'il est supérieur à 100 °C.
- **Les techniques de conservation par le froid** ralentissent l'activité des microorganismes et prolongent la durée de vie des produits frais (fruits, légumes...).
- **La déshydratation** inhibe l'activité cellulaire donc celle des microorganismes : c'est le cas de la lyophilisation et du salage.

A titre documentaire :

LYOPHILISATION : La lyophilisation, aussi appelée séchage à froid, est un procédé qui consiste à retirer l'eau d'un aliment afin de le rendre stable à la température ambiante et de faciliter sa conservation. On peut décomposer la lyophilisation en trois étapes principales :

1. **CONGÉLATION :** congeler les aliments pour que l'eau qu'ils contiennent soit transformée en glace. La température doit rester plus basse que -20 °C
2. **SUBLIMATION :** C'est le passage d'une substance de l'état solide à l'état gazeux directement. On dessèche donc l'aliment en le mettant sous vide : la glace devient de la vapeur et elle est récupérée.
3. **SÉCHAGE FINAL :** Une fois que toute l'eau a été sublimée, les aliments sont alors séchés. La température varie entre 20 et 70 °C pendant deux à six heures

La lyophilisation peut être utilisée pour la grande majorité des produits alimentaires. Voici une liste non exhaustive des principaux produits lyophilisés : **le café instantané** en poudre, **le cacao** en poudre (la compagnie Nestlé), **certaines fruits et légumes**, **les purées**, **des sachets de soupes et de sauces**, **des yogourts**, **des plats cuisinés pour le plein air** et pour les astronautes. Il est alors nécessaire d'y ajouter de l'eau pour reconstituer l'aliment.

Les aliments lyophilisés ont l'avantage de peser très peu et de **se conserver parfaitement durant de longues périodes**, à conditions d'être emballés sous vide car ils sont très hygroscopiques. De plus leur teneur en vitamines A, B et C reste très proche de celles du produit frais, même après une longue période de stockage. **(lait en poudre, purée, café instantané, par exemple).**

b) Conservation par le froid :

Dans le but de préserver la comestibilité, les propriétés gustatives et nutritives des aliments, la conservation par le froid est utilisée. La durée de vie des produits frais (fruits, légumes ...) est donc prolongée (3 à 4 jours) dans un réfrigérateur. Cependant, **le froid (0-4 °C), ne détruit pas les microorganismes, il permet simplement de ralentir l'activité cellulaire des bactéries, et donc leur prolifération.**

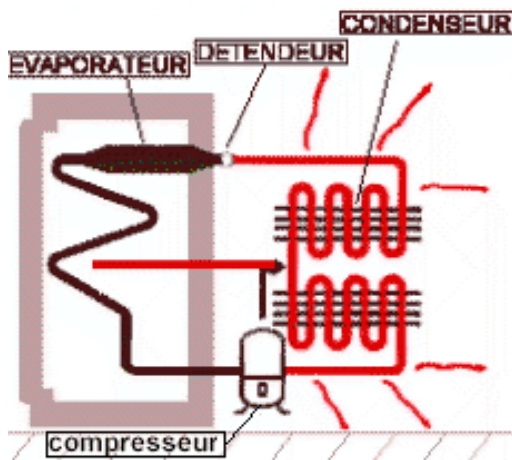
Les salmonelles, bactéries responsables d'intoxications alimentaires entraînant des fièvres, des maux de tête, des troubles digestifs, se développent moins vite à basse température.

REFRIGERATEUR : Par quel principe physique obtient-on du froid ?

Le réfrigérateur est une armoire isolée dont la température intérieure est inférieure à la température ambiante.

Pour obtenir du froid, on enlève de la chaleur à l'air et aux aliments, à l'intérieur du frigo. Cette chaleur doit ensuite être rejetée dans la cuisine.

Un fluide « frigorigène », choisi pour sa facilité à s'évaporer et à se condenser, circule dans un circuit étanche. Il subit de manière cyclique 4 changements d'état physique grâce à 4 éléments :



- **Le compresseur** : il aspire le fluide gazeux et augmente sa pression (cela élève aussi sa température).

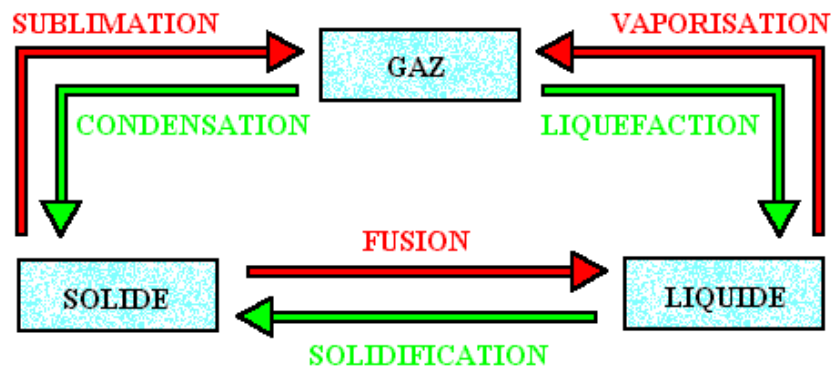
- **Le condenseur** : Le gaz est ensuite condensé. La **condensation d'un gaz en liquide libère de la chaleur**, ce qui explique que la tuyauterie à l'extérieur du réfrigérateur soit chaude.

- **Le détendeur** : La détente d'un gaz abaisse sa température. Le détendeur diminue la pression du fluide frigorigène : sa température passe brutalement de + 40 °C à - 20 °C.

- **L'évaporateur** : L'évaporation d'un liquide nécessite un **prélèvement de chaleur**. L'évaporateur permet la vaporisation du

fluide frigorigène. Cette vaporisation absorbe de l'énergie thermique à l'intérieur du réfrigérateur : les aliments sont refroidis.

Les différents changements d'état :



Question 1 : Rechercher quels aliments peuvent être des « vecteurs » de salmonelles.

Les aliments suivants peuvent être des vecteurs de salmonelles :

- viande crue ou pas assez cuite (surtout la volaille) ;
- fruits et légumes crus (germes de luzerne) et les jus (jus de pommes, d'orange) ;
- œufs crus ou pas assez cuits ;
- produits laitiers non pasteurisés (lait cru, fromages au lait cru) ;
- poisson ;
- sauces et vinaigrettes.

Question 2 : En sortant d'une baignade, on ressent une impression de froid : comment expliquez-vous ce phénomène ? Reliez-le à la transformation de vaporisation du fluide dans un réfrigérateur. :

A la sortie de la baignade, l'eau présente sur le corps se vaporise en absorbant de l'énergie thermique au corps

humain. Une impression de « froid » est alors ressentie.

Lors de la vaporisation du fluide frigorigène, le fluide absorbe de l'énergie thermique à l'intérieur du réfrigérateur permettant ainsi d'obtenir et de maintenir une température froide (4 °C).

À RETENIR

Pour protéger les aliments de la dégradation, outre les emballages, on peut utiliser des méthodes chimiques ou physiques. Chimiquement, la dégradation de l'aliment est ralentie par l'ajout d'antioxydants. Plusieurs techniques physiques peuvent être utilisées: pasteurisation ou stérilisation qui détruisent partiellement ou totalement les microorganismes, réfrigération qui ralentit l'activité des microorganismes.

4) Exercice d'autoévaluation :

QUELS SONT LES PROCÉDES DE CONSERVATION DES ALIMENTS ?



Conserves – Poisson surgelé – Marrons glacés – Soupe en sachet – Champignons séchés – Lait U.T.H. – Céréales pour petit déjeuner.

Travail à faire :

Associer, à chaque aliment, au moins un procédé de conservation choisi dans la liste ci-dessous.

1 : Saumurage	2 : Mise en conserve	3 : Réfrigération	4 : Pasteurisation	5 : Salaison	6 : Fermentation
7 : Lyophilisation	8 : Sucrage	9 : Congélation	10 : Séchage	11 : Fumage	

Ces produits alimentaires suivants sont-ils conservés par un procédé physique ou un procédé chimique ?

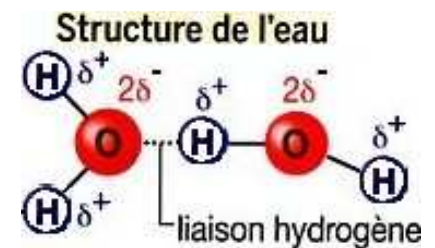
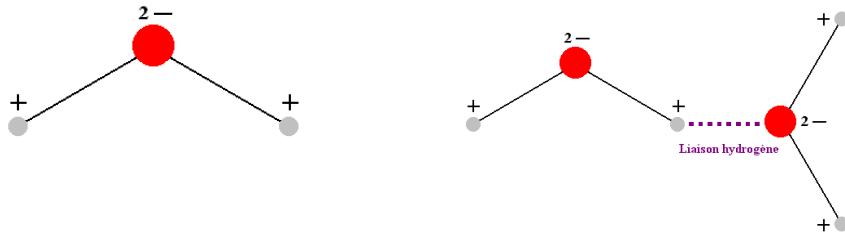
III. LES EMULSIONS CULINAIRES

Étymologie : Origine : le grec. Hydro- : « eau » ; Lipo- : « graisse » ; Philo : « ami », ou « qui aime » ; Phobo- : « qui craint » ou « qui n'aime pas ».

1) La chimie des émulsions :

a) Qu'est-ce qu'une émulsion ?

L'eau et l'huile ne sont pas miscibles. Si on agite fortement un mélange d'eau et d'huile, on forme une émulsion, c'est-à-dire un mélange hétérogène de gouttelettes d'eau et de gouttelettes d'huile.



Émulsion : une émulsion est un mélange macroscopiquement homogène de **deux liquides non miscibles (eau et huile)**. Microscopiquement, une phase est dispersée dans l'autre sous forme de gouttelettes enrobées de tensioactif.

Exemples d'émulsions : vinaigrette, mayonnaise, et lait (émulsion de graisse dans l'eau) et beurre (émulsion d'eau dans de la graisse).

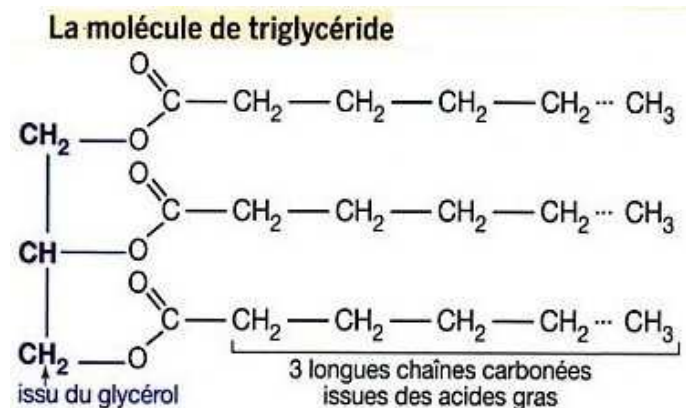
b) Structure simplifiée des lipides et comportement vis-à-vis de l'eau :

De nombreux corps gras (huile, beurre, lait) sont utilisés en cuisine. Ils appartiennent à la famille chimique des lipides. Lorsque les cuisiniers préparent des sauces, ils utilisent des lipides, de l'eau et forment des émulsions.

➤ **Les triglycérides sont des lipides** issus d'une réaction entre un triol (glycérol) et trois acides gras (R-COOH) comportant chacun une longue chaîne carbonée. Ces molécules, souvent schématisées sous forme de peigne à trois dents, sont apolaires car elles ne présentent pas de pôles chargés.

Lipide : molécules qui constituent la matière grasse.

Les triglycérides appartiennent à la famille des lipides, ils sont formés lors de la réaction entre un triol (triglycérol) et des acides gras (R-COOH), R symbolisant une longue chaîne carbonée. Un triglycéride est souvent représenté schématiquement sous forme d'un peigne à trois dents.



Pourquoi les lipides ne sont pas miscibles à l'eau ?

Les lipides ne présentent pas de pôles chargés.

Les molécules de triglycérides (lipides) sont apolaires et ne peuvent pas créer des liaisons hydrogène (absence de H porteur d'une charge partielle δ+).

Par contre, les molécules d'eau sont polaires.

Comme dit le proverbe, « Qui ne se ressemblent pas, ne s'assemblent pas » !

Les lipides et l'eau n'ont pas la même structure électronique et n'ont donc aucune attraction (pas de liaison hydrogène et de forces intermoléculaires).

Déjà dit :

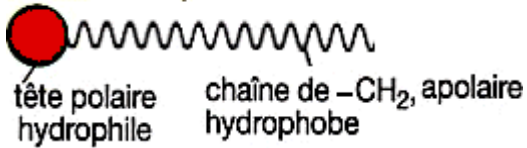
(En mélangeant de l'huile (lipide) et du vinaigre (contenant de l'eau), deux phases se séparent. Eau et lipides ne sont pas miscibles car leurs molécules n'ont aucune affinité chimique :

➤ L'eau H_2O a une répartition asymétrique des charges électriques : O chargé négativement ($2\delta^-$) et H chargé positivement (δ^+). La molécule est dite **polaire**. L'atome H (δ^+) d'une molécule d'eau et l'atome O ($2\delta^-$) d'une molécule voisine s'attirent par une liaison hydrogène.

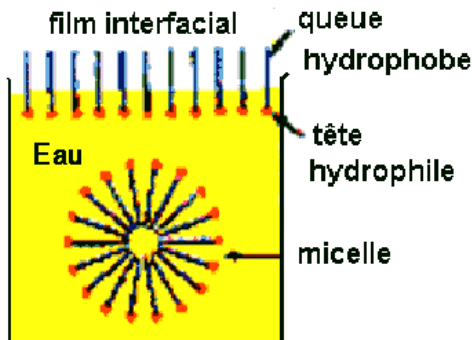
➤ Les lipides et l'eau n'ont pas la même structure électronique et n'ont donc aucune attraction (pas de liaison hydrogène et de forces intermoléculaires). Comme dit le proverbe, « lipide et eau ne se ressemblent pas, donc ne s'assemblent pas » !)

c) Les espèces tensioactives :

Afin de conserver une émulsion, il faut lui ajouter des molécules (ou des ions) qui « aiment » à la fois l'huile et l'eau, c'est-à-dire qui sont aussi bien lipophiles qu'hydrophiles : ce sont les espèces tensioactives.

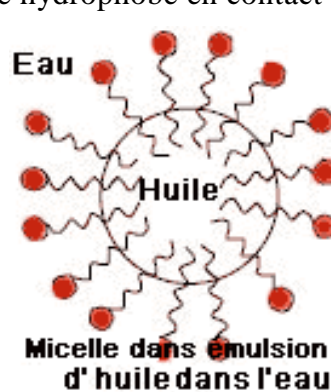
Schéma simplifié d'un tensioactif

A la surface de l'eau :
la partie polaire dans l'eau
et la partie apolaire à l'air

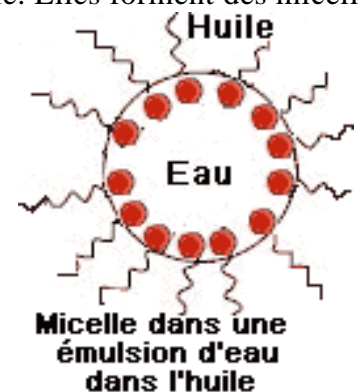


Les molécules (ou les ions) de l'espèce tensioactive, sont constituées d'une longue chaîne carbonée apolaire **hydrophobe** (donc lipophile) et une partie polaire **hydrophile** (la « tête » qui aime l'eau). **Il peut ainsi se lier à l'eau et aux lipides** permettant ainsi de lier les deux phases non miscibles.

A partir d'une certaine concentration, les espèces tensioactives s'organisent afin de rendre l'émulsion plus stable. Ces molécules s'orientent en plaçant leur tête hydrophile au contact de l'eau et leur chaîne hydrophobe en contact de l'huile. Elles forment des micelles.



Cas où l'eau est majoritaire.



Cas où l'huile est majoritaire.

Les tensioactifs utilisés dans l'alimentation font partie de la catégorie des émulsifiants, dont le code est E4xx. Ils sont très utilisés en pâtisserie.

Définition d'un tensioactif : molécules qui « aiment » l'eau et les lipides.

Il s'agit d'une molécule possédant une longue chaîne carbonée hydrophobe (qui n'aime pas l'eau) et lipophile (qui aime les lipides) et une partie polaire hydrophile : « la tête » (qui aime l'eau).

2) Un exemple d'émulsion culinaire : la mayonnaisea) Fabrication de la mayonnaise :

La majorité des sauces et des crèmes préparées en cuisine sont des émulsions relativement stables contenant des corps gras ou lipides: c'est le cas par exemple de la mayonnaise. *Comment préparer une mayonnaise ? Quels sont les facteurs permettant de réussir une mayonnaise ?*

La recette pour fabriquer de la mayonnaise.

INGRÉDIENTS	RÉALISATION EXPERIMENTALE
<ul style="list-style-type: none"> - 1 jaune d'œuf (contient de la lécithine qui joue le rôle de tensioactif) ; - 1 verre d'huile ; - 1 cuillère à café de moutarde (facultatif) ; - 1 cuillère à soupe de vinaigre (facultatif) ; - sel, poivre. <p>Une heure avant de commencer une sauce mayonnaise, mettre tous les ingrédients à température ambiante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dans un saladier, mettre la moutarde, le jaune d'œuf Assaisonner de sel et de poivre. - Mélanger en effectuant un mouvement de rotation afin de mélanger la moutarde au jaune d'œuf. - Tout en fouettant énergiquement, ajouter l'huile petit à petit ; elle va s'incorporer à la moutarde et au jaune d'œuf, et la mayonnaise va prendre progressivement Continuer jusqu'à ce que toute l'huile soit incorporée. Ajouter le vinaigre (facultatif).

b) l'agitation dans la fabrication de la mayonnaise.**OBSERVATION AU MICROSCOPE DES DEUX MAYONNAISES**

- Réaliser deux mayonnaises en agitant pour l'une manuellement avec une fourchette (fig.1) ou un fouet (fig.2) et pour l'autre à l'aide d'un batteur électrique.

- Observer les deux mayonnaises au microscope.

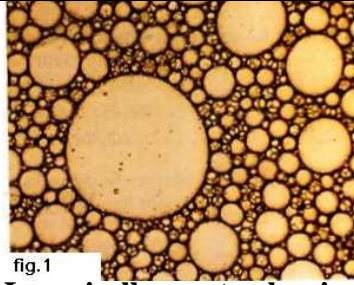


fig.1

Les micelles sont volumineuses et espacées.

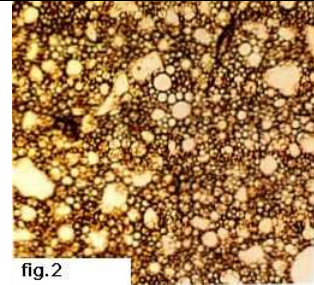


fig.2

Les micelles sont de petite taille et beaucoup moins espacées.

c) Rôle des différents ingrédients :**➤ TEST CARACTÉRISTIQUE DE L'EAU**

Répondre un peu de chacun des ingrédients de la mayonnaise sur des cristaux de sulfate de cuivre anhydre (de couleur blanchâtre). Si les cristaux prennent une coloration bleue, l'ingrédient contient de l'eau.

Quels sont les ingrédients de la mayonnaise qui contiennent de l'eau ?

➤ Comment rattraper une mayonnaise tournée ?

Une mayonnaise tourne lorsque les gouttelettes d'huile très nombreuses se rassemblent: la phase lipidique se sépare de la phase aqueuse. Bien souvent, il manque de l'eau à la préparation. Pour rattraper la mayonnaise, il suffit d'ajouter un élément qui apporte de l'eau (autre jaune, moutarde ou gouttes d'eau) à l'exception de l'huile.

**b) Questions :**

Question 1 : *Pourquoi une mayonnaise agitée au batteur est-elle plus visqueuse que celle battue à la fourchette ?*

Question 2 : *Dans un tableau, précisez pour chaque ingrédient de la mayonnaise, s'il possède de l'eau, des lipides, des tensioactifs. Une émulsion doit contenir ces trois constituants, est-ce le cas pour la mayonnaise ?*

Question 3 : *On peut également réaliser une mayonnaise en utilisant de la gélatine, à la place du jaune ou du blanc d'œuf : que contient nécessairement la gélatine ?*

Question 4 : *Peut-on faire de la mayonnaise sans jaune d'œuf ?*

Question 5 : *Rôle d'un acide dans la texture de la mayonnaise*

Réponses aux questions sur la mayonnaise :

a) **Questions :**

Question 1 : Pourquoi une mayonnaise agitée au batteur est-elle plus visqueuse que celle battue à la fourchette ?

Réponse :

En réalisant une mayonnaise au batteur, on permet une agitation importante. Les gouttelettes d'huile dans l'eau seront fines, peu espacées, peu mobiles d'où une viscosité importante.

A la fourchette, l'agitation est bien plus faible, les gouttelettes sont plus volumineuses, espacées et donc plus mobiles ; la mayonnaise est donc plus fluide

Question 2 : Dans un tableau, précisez pour chaque ingrédient de la mayonnaise, s'il possède de l'eau, des lipides, des tensioactifs. Une émulsion doit contenir ces trois constituants, est-ce le cas pour la mayonnaise ?

Réponse :

	<i>Eau</i>	<i>Lipide</i>	<i>Tensioactif</i>
<i>Jaune d'œuf</i>	oui	non	oui
<i>Huile</i>	non	oui	non
<i>Moutarde</i>	oui	non	oui
<i>Vinaigre</i>	oui	non	non
<i>Sel</i>	non	non	non
<i>Poivre</i>	non	non	non

Dans les ingrédients de la mayonnaise, il y a :

- de l'eau (jaune d'œuf, moutarde, vinaigre) ;
- des lipides (huile) ;
- des tensioactifs (jaune d'œuf, moutarde).

Les ingrédients de la mayonnaise peuvent donc former une émulsion.

Question 3 : On peut également réaliser une mayonnaise en utilisant de la gélatine, à la place du jaune ou du blanc d'œuf : que contient nécessairement la gélatine ?

Réponse : La gélatine contient nécessairement un tensioactif.

Question 4 : Peut-on faire de la mayonnaise sans jaune d'œuf ?

Oui, si on introduit d'autres molécules tensioactives.

Par exemple, à du blanc d'œuf, ajoutons une goutte de vinaigre, du sel, du poivre et lentement de l'huile. Agitons, tout en introduisant de l'huile : une petite mousse se forme d'abord puis en incorporant toujours de l'huile, la mayonnaise se forme. L'albumine présente dans le blanc d'œuf est la molécule tensioactive.

Question 5 : Rôle d'un acide dans la texture de la mayonnaise

Si on ajoute un acide tel que du jus de citron ou du vinaigre, on sépare davantage les gouttelettes d'huile, la mayonnaise est alors stabilisée. Ces gouttelettes ont aussi plus de place pour s'écouler, elles ne se gênent donc plus : la viscosité diminue, la mayonnaise est plus fluide.

EXERCICES sur le chapitre :**L'ALIMENTATION – ASPECTS PHYSICO-CHIMIQUES****Exercice :**

1. Reformuler en langage scientifique l'expression " du beurre fondu et de l'eau restent séparés".
- Donner l'adjectif qui permet de qualifier la partie soluble dans l'eau des molécules tensioactives.
2. Comment schématiser une molécule tensioactive ? Expliquer.
3. Schématiser un globule de matière grasse en suspension dans l'eau en présence d'une espèce tensioactive.

Exploitation :

1. L'eau et l'huile sont-elles miscibles ? Que peut-on dire du rôle du savon ?
2. Des liaisons hydrogène peuvent-elles s'établir entre deux molécules de lipides ?
Déduisez-en pourquoi les lipides ne sont pas miscibles à l'eau.

Tester ses connaissances :**p : 141 n°1 : Définissez les mots ou expressions**

Oxydation, antioxydant, lipide, tensioactif, émulsion, hydrophile, hydrophobe, micelles.

p : 141 n°2 : Questions à choix multiples

Choisissez la ou les bonnes réponses.

1. Les lipides (triglycérides) sont :

- a. polaires ;
- b. apolaires ;
- c. hydrophiles ;
- d. hydrophobes.

2. Un tensioactif est :

- a. hydrophile ;
- b. hydrophobe ;
- c. amphiphile, c'est-à-dire possédant une et une partie hydrophobe et une partie hydrophile.

Utiliser ses compétences

p : 141 n°4 : Saisir des informations,
utiliser ses connaissances

p : 141 n°3 :**Vrai ou faux ?**

Repérez les affirmations exactes et corrigez celles qui sont inexactes.

- a. Une mayonnaise est une émulsion d'eau dans l'huile stabilisée par la lécithine du jaune d'œuf.
- b. Une espèce hydrophile n'aime pas l'eau, une espèce hydrophobe aime l'eau.
- c. Un tensioactif possède une partie hydrophile et une partie hydrophobe.
- d. Une micelle est une gouttelette entourée de tensioactif.
- e. Pour réaliser une mayonnaise ferme, il faut une agitation vigoureuse.
- f. Les antioxydants permettent une meilleure conservation des aliments.
- g. Le fluide qui circule dans un réfrigérateur se liquéfie, ce qui permet l'absorption d'énergie thermique.

1. « *La conservation des aliments vise à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives. Elle implique de retarder l'oxydation des graisses qui provoque le rancissement.* » (D'après l'INRA)

- a. Donnez le nom et la formule de la molécule responsable de l'oxydation des graisses évoquée dans le texte.
- b. Connaissez-vous un autre facteur responsable du rancissement des graisses ?

2. Pour conserver les aliments, on peut les congeler.

- a. Que devient l'eau des aliments au cours d'une congélation ?
- b. Comment se nomme ce changement d'état ?
- c. Pourquoi la congélation favorise-t-elle la conservation ?

3. Un autre procédé physique est la lyophilisation.

Elle se déroule en trois étapes: (1) une congélation de l'ordre de - 20 à - 80 °C, puis (2) une baisse de pression qui transforme l'eau en vapeur. L'eau vapeur est alors (3) liquéfiée et récupérée.

- a. Dans l'étape (1), quel changement d'état se produit pour l'eau ? Comment se nomme-t-il ?
- b. Dans l'étape (2), comment se nomme la transformation physique ?
- c. Dans la dernière étape (3), quel est l'état physique de l'eau au final ?
Y a-t-il libération ou absorption d'énergie ?

p : 141 n°5 : À propos des émulsions - Raisonner

Voici un texte extrait des *Secrets de la casserole*, d'Hervé This, chef cuisinier spécialiste en gastronomie moléculaire.

« Vous prenez un bol où vous versez de l'huile puis de l'eau : deux phases se séparent, l'eau, plus lourde, en dessous et l'huile, plus légère, au-dessus. Vous fouettez : quelques gouttes d'eau entrent dans l'huile, quelques gouttes d'huile vont dans l'eau mais, dès que l'agitation cesse, les gouttes d'huile remontent et les gouttes d'eau redescendent. Les deux phases se séparent à nouveau. Par quel miracle, l'eau du jaune d'œuf (environ la moitié du jaune) et l'huile restent-elles mélangées dans la mayonnaise ? »

1. À quelle famille chimique appartient l'huile ? L'huile est-elle miscible à l'eau ? Justifiez.
2. Qu'est-ce que la mayonnaise ? Quels sont les ingrédients indispensables pour réaliser une mayonnaise ?
3. Le jaune d'œuf contient de la lécithine dont la molécule possède une partie hydrophile et une partie hydrophobe. Quel nom donne-t-on à ce type de molécule ? Schématisez cette molécule.
4. Expliquez par un schéma pourquoi la mayonnaise est stable.

Corrections : Exercices sur le chapitre : L'alimentation – Aspects physico-chimiques**Exercice :**

1. Reformuler en langage scientifique l'expression " du beurre fondu et de l'eau restent séparés".
- Donner l'adjectif qui permet de qualifier la partie soluble dans l'eau des molécules tensioactives.
2. Comment schématiser une molécule tensioactive ? Expliquer.
3. Schématiser un globule de matière grasse en suspension dans l'eau en présence d'une espèce tensioactive.

Réponses :

1. "**du beurre fondu et de l'eau restent séparés**" : "séparés" signifie : espèces qui ne se mélangent pas.

D'où en langage scientifique : **le beurre fondu et l'eau sont deux liquides non miscibles.**

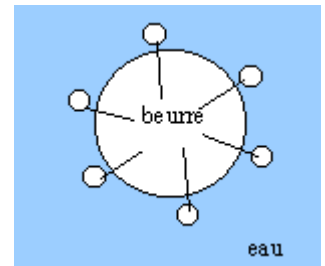
2. Une molécule tensioactive peut être représentée par :

Partie soluble dans les graisses ————— **O** partie soluble dans l'eau
longue chaîne carbonée lipophile, hydrophobe ; Tête hydrophile

La partie soluble dans l'eau des molécules tensioactives est qualifiée par l'adjectif "**hydrophile**" (amie de l'eau). La partie soluble dans les graisses est appelée « **hydrophobe** ».

3. **Schéma d'un globule de matière grasse en suspension dans l'eau :**

La partie lipophile du tensioactif se fixe sur la goutte de graisse (ou de corps gras). Par son extrémité hydrophile, le tensioactif entraîne la goutte de beurre (ou du corps gras) dans l'eau. : formation de micelles dans l'eau.

**Exploitation :**

1. L'eau et l'huile sont-elles miscibles ? Que peut-on dire du rôle du savon ?
2. Des liaisons hydrogène peuvent-elles s'établir entre deux molécules de lipides ? Déduisez-en pourquoi les lipides ne sont pas miscibles à l'eau.

Réponse :

1. L'eau et l'huile ne sont pas miscibles car elles se séparent de nouveau après agitation.
En présence de savon et après le mélange, une phase homogène macroscopiquement existe, c'est une émulsion. Le savon semble avoir permis le mélange huile + eau (cependant microscopiquement les deux phases sont séparées).
2. Deux molécules de triglycérides (lipides) sont apolaires et ne peuvent pas créer des liaisons hydrogène (absence de H porteur d'une charge partielle δ^+). Les lipides et l'eau n'ont pas la même structure électronique et n'ont donc aucune attraction (pas de liaison hydrogène et de forces intermoléculaires). Comme dit le proverbe, « lipide et eau ne se ressemblent pas, donc ne s'assemblent pas » !

Tester ses connaissances :**p : 141 n°1 : Définissez les mots ou expressions**

Oxydation, antioxydant, lipide, tensioactif, émulsion, hydrophile, hydrophobe, micelles.

Oxydation : réaction pour laquelle un atome d'une espèce chimique gagne un électron. Les réactions des composés organiques avec le dioxygène sont des exemples de réactions d'oxydation.

Antioxydant : espèce chimique qui ralentit l'oxydation des aliments.

Lipide : molécules qui constituent la matière grasse.

Les triglycérides appartiennent à la famille des lipides, ils sont formés lors de la réaction entre un triol (triglycérol) et des acides gras ($R-COOH$), R symbolisant une longue chaîne carbonée. Un triglycéride est souvent représenté schématiquement sous forme d'un peigne à trois dents.

Tensioactif : il s'agit d'une molécule possédant une longue chaîne carbonée hydrophobe (qui n'aime pas l'eau) et une partie polaire hydrophile (qui aime l'eau).

Émulsion : une émulsion est un mélange macroscopiquement homogène de **deux liquides non miscibles (eau et huile)**. Microscopiquement, une phase est dispersée dans l'autre sous forme de gouttelettes enrobées de tensioactif.

Hydrophile : une espèce est hydrophile si elle présente une affinité avec l'eau (« qui aime l'eau »).

Hydrophobe : une espèce est hydrophobe si elle n'a pas d'affinité avec l'eau (« **qui a peur de l'eau** »).

Micelle : sphère enrobée de molécules de tensioactif. Les micelles sont le constituant de base des émulsions: la partie hydrophile polaire du tensioactif est dirigée vers l'eau, la partie apolaire du tensioactif est dirigée vers la phase apolaire (lipide par exemple).

Livre BORDAS

p : 141 n°2 : Questions à choix multiples

Choisissez la ou les bonnes réponses.

1. Les lipides (triglycérides) sont :

- a. polaires ;
- b. apolaires ;
- c. hydrophiles ;
- d. hydrophobes.

2. Un tensioactif est :

- a. hydrophile ;
- b. hydrophobe ;
- c. amphiphile, c'est-à-dire possédant une et une partie hydrophobe et une partie hydrophile.

Réponses :

Les bonnes réponses sont 1-a, d ; 2-c.

Utiliser ses compétences

p : 141 n°4 : Saisir des informations, utiliser ses connaissances

1. « *La conservation des aliments vise à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives. Elle implique de retarder l'oxydation des graisses qui provoque le rancissement.* » (D'après l'INRA)

- a. Donnez le nom et la formule de la molécule responsable de l'oxydation des graisses évoquée dans le texte.
- b. Connaissez-vous un autre facteur responsable du rancissement des graisses ?

2. Pour conserver les aliments, on peut les congeler.

- a. Que devient l'eau des aliments au cours d'une congélation ?
- b. Comment se nomme ce changement d'état ?
- c. Pourquoi la congélation favorise-t-elle la conservation ?

3. Un autre procédé physique est la lyophilisation.

Elle se déroule en trois étapes: (1) une congélation de l'ordre de - 20 à - 80 °C, puis (2) une baisse de pression qui transforme l'eau en vapeur. L'eau vapeur est alors (3) liquéfiée et récupérée.

- a. Dans l'étape (1), quel changement d'état se produit pour l'eau ? Comment se nomme-t-il ?
- b. Dans l'étape (2), comment se nomme la transformation physique ?
- c. Dans la dernière étape (3), quel est l'état physique de l'eau au final ?
Y a-t-il libération ou absorption d'énergie ?

1. a. Dioxygène O₂.

b. Lumière, température.

2. a. L'eau se solidifie.

b. Solidification.

c. La congélation ralentit l'activité des bactéries permettant la conservation des aliments.

3. a. L'eau passe de l'état liquide à l'état solide. C'est la solidification.

b. L'eau passe de l'état solide à l'état gazeux. C'est la sublimation.

c. L'eau est gazeuse. Il y a eu absorption d'énergie thermique.

p : 141 n°3 :**Vrai ou faux ?**

Repérez les affirmations exactes et corrigez celles qui sont inexactes.

- a. Une mayonnaise est une émulsion d'eau dans l'huile stabilisée par la lécithine du jaune d'œuf.
- b. Une espèce hydrophile n'aime pas l'eau, une espèce hydrophobe aime l'eau.
- c. Un tensioactif possède une partie hydrophile et une partie hydrophobe.
- d. Une micelle est une gouttelette entourée de tensioactif.
- e. Pour réaliser une mayonnaise ferme, il faut une agitation vigoureuse.
- f. Les antioxydants permettent une meilleure conservation des aliments.
- g. Le fluide qui circule dans un réfrigérateur se liquéfie, ce qui permet l'absorption d'énergie thermique.

Réponses :

a. Faux. La mayonnaise est une émulsion d'huile dans l'eau stabilisée par la lécithine du jaune d'œuf.

b. Faux. une espèce hydrophile aime l'eau, une espèce hydrophobe n'aime pas l'eau.

c. Vrai. d. Vrai. e. Vrai. f. Vrai.

g. Faux, le fluide qui circule dans le réfrigérateur se vaporise, ce qui permet l'absorption de l'énergie thermique.

p : 141 n° : À propos des émulsions - Raisonner

Voici un texte extrait des *Secrets de la casserole*, d'Hervé This, chef cuisinier spécialiste en gastronomie moléculaire.

« Vous prenez un bol où vous versez de l'huile puis de l'eau : deux phases se séparent, l'eau, plus lourde, en dessous et l'huile, plus légère, au-dessus. Vous fouettez : quelques gouttes d'eau entrent dans l'huile, quelques gouttes d'huile vont dans l'eau mais, dès que l'agitation cesse, les gouttes d'huile remontent et les gouttes d'eau redescendent. Les deux phases se séparent à nouveau.

Par quel miracle, l'eau du jaune d'œuf (environ la moitié du jaune) et l'huile restent-elles mélangées dans la mayonnaise ? »

1. À quelle famille chimique appartient l'huile ? L'huile est-elle miscible à l'eau ? Justifiez.
2. Qu'est-ce que la mayonnaise ? Quels sont les ingrédients indispensables pour réaliser une mayonnaise ?
3. Le jaune d'œuf contient de la lécithine dont la molécule possède une partie hydrophile et une partie hydrophobe. Quel nom donne-t-on à ce type de molécule ? Schématisez cette molécule.
4. Expliquez par un schéma pourquoi la mayonnaise est stable.

Réponse :

1. L'huile appartient à la famille des lipides. Elle est immiscible à l'eau car l'huile est apolaire et l'eau est polaire.

2. La mayonnaise est une dispersion d'huile dans l'eau. L'huile est contenue dans des gouttelettes enrobées de tensioactif. Les micelles sont dans la phase aqueuse.

Pour réaliser une mayonnaise, il faut de l'huile, de l'eau (contenue dans le jaune d'œuf) et un tensioactif (dans le jaune d'œuf et dans la moutarde).

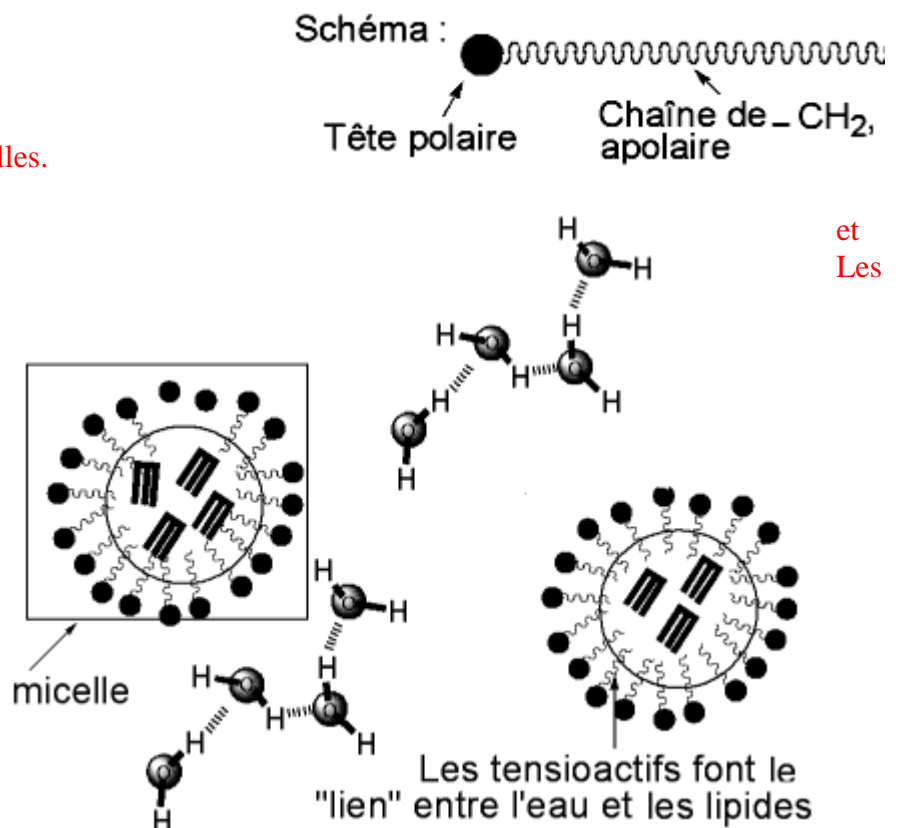
3. La lécithine est donc un tensioactif.

4. L'huile (lipide) se localise dans les micelles.

Le tensioactif dirige sa partie apolaire hydrophobe vers les molécules lipidiques sa partie polaire hydrophile vers l'eau.

tensioactifs font ainsi le « lien » entre la

phase lipidique et la phase aqueuse et permet la stabilisation de l'émulsion.



Complément : traitement par le froid

Le traitement par le froid permet de ralentir, voire arrêter, la prolifération et l'action de [micro-organismes](#), et de conserver l'aliment pendant une période plus ou moins longue. On distingue :

- la [réfrigération](#) : l'abaissement de la température (entre 4 et 8 °C) diminue l'action des bactéries et des enzymes présentes dans les aliments. Elle permet une conservation de quatre à dix jours .
- la [congélation](#) : technique qui consiste à abaisser la température de l'aliment et à la maintenir en dessous de la [température de fusion](#) de la [glace](#) (0 °C), en pratique (dans les [congélateurs](#)) entre 0 °C et -15/-18 °C. Si la vitesse de refroidissement est rapide, peu de cristaux de glace se développent, et les tissus cellulaires sont maintenus. Elle permet de consommer les aliments plusieurs années après le début de leur congélation si celle-ci est ininterrompue.
- La [surgélation](#) est une technique de refroidissement brutal (-15/-18 °C) puis de congélation à -15/-18 °C.