

Changements d'état de l'eau et des lipides

Selon Hervé This, la **gastronomie moléculaire** est la discipline scientifique qui a pour objectif la recherche des mécanismes des phénomènes qui surviennent lors des transformations culinaires.

En pratique de STC vous faites, sans le savoir, de la gastronomie moléculaire lorsque vous **chauffez, battez, pétrissez, refroidissez** vos aliments.

Par exemple, la réussite de la confection de petits choux tient à la **vaporisation** dès 100°C de l'eau liquide qui va lui permettre de gonfler.

Lorsqu'on étudie les changements d'état de l'eau ou des lipides, **la molécule observée ne sera pas modifiée** au niveau de sa structure atomique (par exemple, c'est toujours la molécule d'H₂O qui compose l'eau liquide, gazeuse ou solide).



Questionnement

Quels sont les changements d'états de l'eau et des lipides à la base des transformations culinaires ?

Hypothèse :

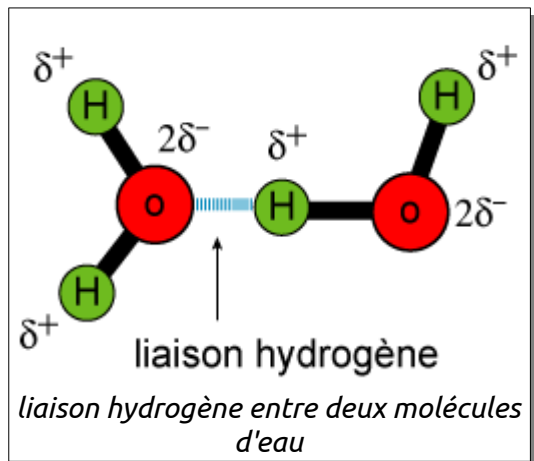
1 Identifier les changements d'état de l'eau

1.1 Caractéristiques de la molécule d'eau

La molécule d'eau est formée d'un **atome** d'oxygène relié à deux atomes d'hydrogène. On la note H_2O (H pour atome d'hydrogène et O pour atome d'oxygène)[...]

L'atome d'oxygène est chargé négativement et l'atome d'hydrogène positivement. On dit d'une telle molécule que c'est une **molécule polaire** [...]

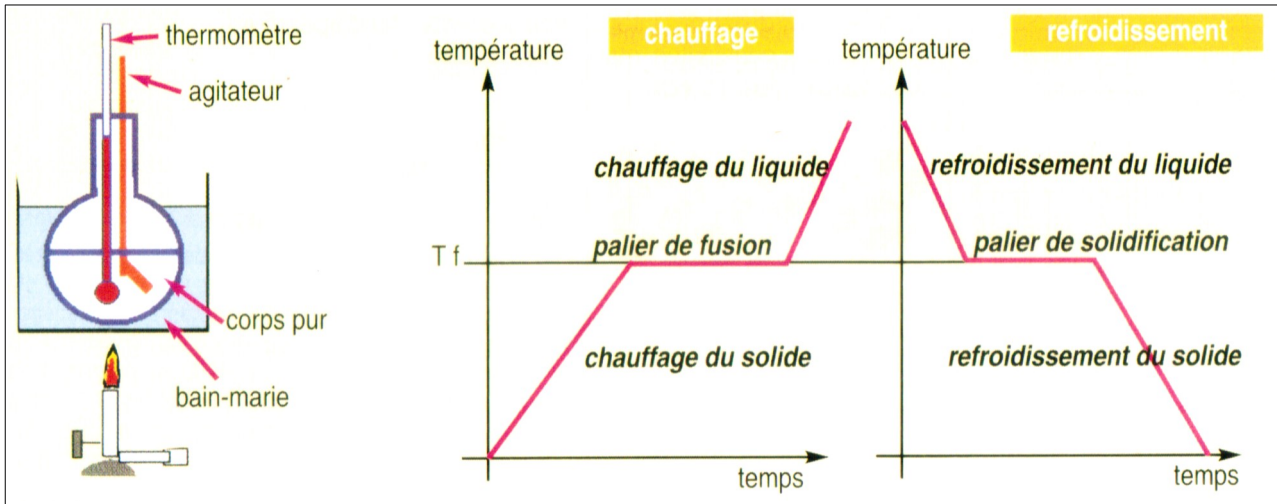
Ainsi, l'atome d'hydrogène d'une molécule d'eau subit l'attraction de l'atome d'oxygène d'une autre molécule. Cela permet aux molécules d'eau de se **rapprocher** et de rester ensemble [...]. Ces **liaisons hydrogènes** peuvent être rompues par l'agitation thermique.



Document 1: la molécule d'eau est une molécule polaire (d'après sagascience.cnrs.fr)

Question 1. À partir du document 1, caractériser la molécule d'eau et citer la conséquence de cette caractéristique

L'expérience a lieu sous pression atmosphérique constante. Le chauffage de l'eau pure est régulier et constant dans un premier temps puis on laisse refroidir. On relève la température toutes les minutes et on construit un graphique représentant l'évolution de la température en fonction du temps. La température du palier T_f mesurée pour l'eau est de 0°C .



Document 2: expérience de fusion et solidification de l'eau (d'après Patrick Séverin, Lanore éditions)

Question 2. À partir des documents 1 et 2, compléter le tableau suivant

Expériences	Phénomènes observés	Description et nom du changement d'état	Caractéristiques des molécules d'eau
Porter de l'eau à ébullition (100°C)	Des bulles remontent à la surface et de la vapeur d'eau se forme.		
Placer de l'eau tiède dans de la glace pilée			Les molécules glissent les unes sur les autres
Mettre de l'eau liquide au congélateur		L'eau se transforme en glace à partir de 0°C : solidification.	

Le passage de l'état solide à liquide, solide à gaz ou encore liquide à gaz nécessite un **apport d'énergie**, par exemple de la chaleur. Le changement d'état physique correspondant à la fusion **absorbe donc de l'énergie** mais la solidification, par contre, **en libère**. Une réaction qui absorbe de l'énergie est dite **endothermique** ; au contraire, celle qui en dégage est dite **exothermique**.

Dans la rubrique trucs et astuces d'un magazine : « Pour maintenir sa boisson au frais par une chaude journée d'été : l'envelopper de papier journal mouillé ou d'un linge humide ».



@congerdesign – Pixabay

Document 3: chaleur de changement d'état

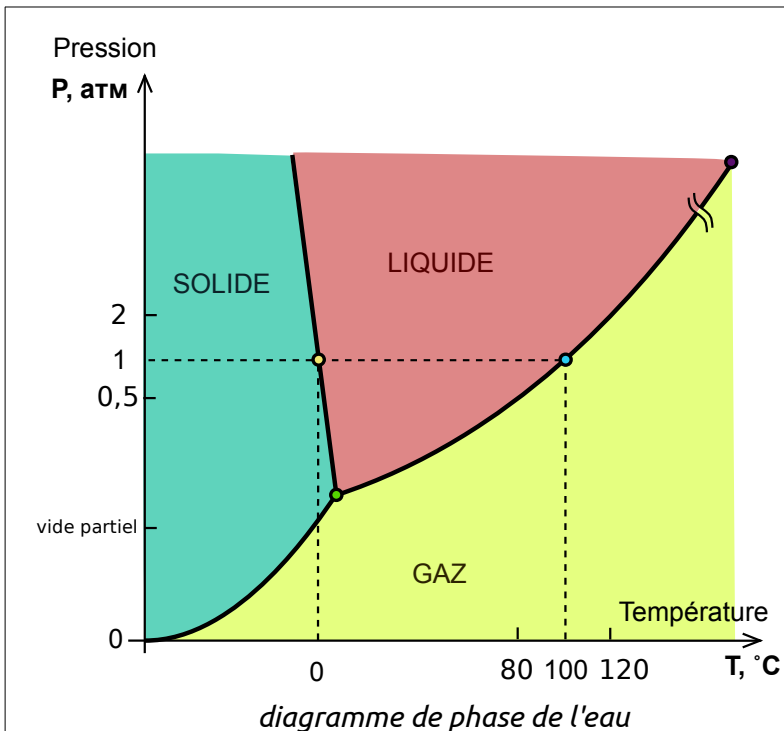
Question 3. Interpréter le document 3 afin de justifier la méthode conseillée pour maintenir au frais une boisson.

1.2 Influence de la pression dans les changements d'état de l'eau

Le changement d'état d'un corps pur est provoqué par une modification de sa **pression**, de sa **température** et/ou de son **volume**.

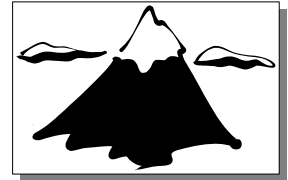
À pression atmosphérique normale (1013 hPa = 1 atm ≈ 1 bar), **l'eau pure, distillée**, est solide (glace) pour une température inférieure à 0 °C, liquide pour une température comprise entre 0 °C et 100 °C, et à l'état gazeux (vapeur d'eau) pour des températures supérieures.

À pression plus faible, le changement d'état lié à la **vaporisation** de l'eau se produit pour des températures plus basses.



Document 4: changements d'état de l'eau pure

Lors de son ascension du Mont-Blanc (4807 m), l'alpiniste Marie passe une nuit au refuge des Grands Mulets à 3057 m d'altitude. Le gardien du refuge propose, entre autres, des pâtes pour le dîner.



Document 5: La cuisson des pâtes à la montagne

Question 4. Notre alpiniste du document 5 trouve la préparation des pâtes bien longue. Expliquer la situation à l'aide du document 4.

Les mesures suivantes sont relevées lors du fonctionnement d'un cuiseur à vapeur sous pression professionnel :

Pression en bar	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	3
Température du changement d'état eau/vapeur en °C	100	105	109	113	117	120	138

Dans la marmite sous pression domestique la pression interne peut atteindre les 1,8 bars ; au-delà de cette pression la soupape de sécurité relâche la vapeur en excès.



Document 6: Le cuiseur à vapeur sous pression

Question 5. À l'aide des document 4 et 6, justifier l'utilisation d'une marmite sous pression pour réduire les temps de cuisson des aliments.

La lyophilisation est un procédé de conservation des aliments consistant en une déshydratation des aliments.

La lyophilisation est basée sur le principe physique de **sublimation**, elle se déroule en quatre étapes :

1. congeler les aliments à -40 °C pour que 90 % de l'eau qu'ils contiennent soit sous forme de glace,
2. **sublimier** la glace directement en vapeur d'eau par un **brusque réchauffement, sous un vide partiel** (ce dernier provoque une baisse de la pression),
3. récupérer la vapeur d'eau,
4. sécher les aliments à froid pour éliminer l'eau résiduelle.

Document 7: La lyophilisation des aliments

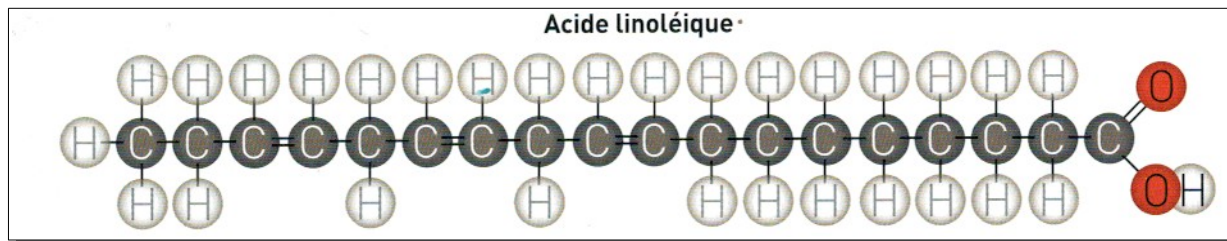
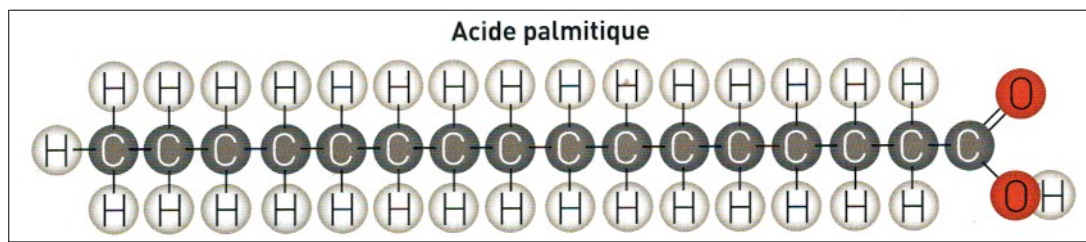


Question 6. À l'aide des documents 4 et 7, présenter le changement d'état de l'eau qui est central dans la lyophilisation.

2 Identifier les changements d'état des lipides

2.1 Caractéristiques des acides gras

Les lipides alimentaires sont très variés. Majoritairement ils sont sous la forme **d'acides gras**. Ce sont des **molécules organiques** qui ne réagissent pas comme une molécule simple telle que l'eau. Ainsi nous aurons essentiellement **deux états liquide** (huile) et **solide** (graisse). La forme gazeuse ne peut exister car il y aura combustion des lipides au delà d'une température appelée point de fumée.



Document 8: les lipides alimentaires

Question 7. Comparer les deux acides gras présentés dans le document 8 (au niveau de la taille et des atomes d'hydrogène) pour les caractériser.

2.2 Fusion des lipides

Question 8. Nommer les deux types de consistances des lipides utilisés en cuisine

Matières grasses	Nature de l'acide gras présent en quantité	Nombre d'atomes de carbones/ Nombre de doubles liaisons	État physique à 20°C	Température de fusion
Saturés				
Beurre	Acide butyrique	C 4	Solide	20-23 °C
Noix de coco	Acide caprilique	C 8	Solide	32 °C
Graisses végétales : huile de palme	Acide palmitique	C16	Solide	35-42
Graisses animales	Acide stéarique	C18	Solide	+69
Monoinsaturés				
Huile d'olive	Acide oléique	C18: 1	Liquide	+16
Polyinsaturés				
Huile de lin	Acide linoléique	C18: 2	Liquide	+16
Huile de lin	Acide linoléique	C18: 3	Liquide	-5

Degré de fluidité ↓

Document 9: Point de fusion des corps gras (ESAE - Delagrave)

Question 9. À partir du document 9, repérer les deux paramètres qui déterminent le point de fusion des acides gras :

- Plus la chaîne carbonée de l'acide gras est longue, plus le point de fusion _____ ;
- Plus le nombre de double liaison est important, plus le point de fusion _____.

Le beurre obtenu à partir de matière grasse laitière renferme entre 200 et 300 acides gras différents dont la plage de fusion s'étend de -50°C à +40°C.

À 4°C, 70% de la matière grasse est sous forme solide alors qu'à 30°C, 90% de la matière grasse est sous forme liquide.

Document 10: les températures de fusion du beurre

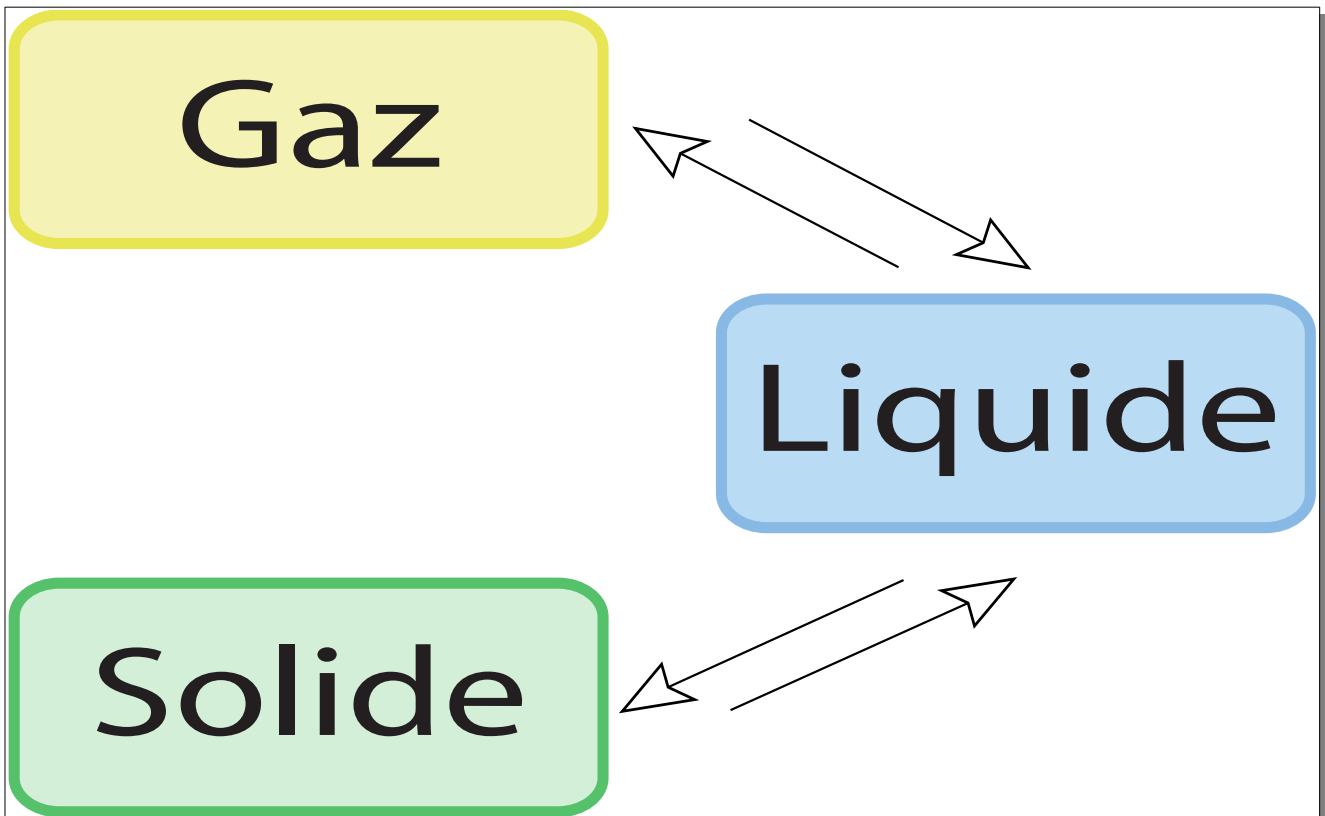
Question 10. À l'aide du document 10, identifier la cause de l'absence de «point de fusion» et de la présence d'une «plage de fusion» pour le beurre. Justifier l'intérêt de placer quelques minutes au réfrigérateur une pâte à tarte trop molle pour être correctement abaissée.

Fiche de synthèse

Changements d'état de l'eau et des lipides

Quels sont les changements d'états de l'eau et des lipides à la base des transformations culinaires ?

1 Identifier les changements d'état de l'eau



2 Identifier les changements d'état des lipides