

Du cacao au carré de chocolat

Comme à la chocolaterie ?

Ouvertures scientifiques en fin de présentation

- (1) Un changement d'état physique : la Fusion
- (2) Qu'est-ce que le beurre de cacao ? **un peu de chimie**
- (3) Emulsion, dispersion, tensio-actifs.
- (4) Transfert d'énergie : travail et énergie thermique (conchage).
- (5) Apport calorifique d'un aliment.

Rappel du traitement des fèves (SVT)

- **Fermentation de fèves fraîches**
- **Torréfaction**
Les fèves sont rôties à plus de 100°C .
- **Concassage**
Les fèves sont concassées pour que les graines se séparent des coques.
- **Broyage**
Les graines, débarrassées de leur germe, sont broyées pour obtenir une pâte appelée "pure pâte de cacao"
- **Extraction**
La pâte passe sous des presses hydrauliques, ce qui permet de séparer :
 - **le beurre de cacao**
 - **Le tourteau** nom de la pâte restante après l'extraction qui sert de base à la préparation du chocolat ; les professionnels l'achètent sous le nom « masse » ou « pâte » de cacao.

Différentes qualités de chocolat

- **Le chocolat noir**

Il contient plus ou moins 55 % de cacao, mais peut en contenir jusqu'à 70 % !

Le chocolat au lait

Il contient au minimum 25 % de cacao et de la poudre de lait.

Le chocolat blanc

Il ne contient pas de cacao et est préparé avec du beurre de cacao, du sucre, de la poudre de lait et de la lécithine.

Problème posé

- Qu'est-ce que faire du chocolat ?
- C'est réaliser un « mélange », solide au toucher, de **gras** et de **sucre**, avec en plus des **matières végétales**.
 - Le **gras** est sous forme partiellement liquide (selon la température), laquelle phase est dispersée dans le réseau solide .
 - Le **sucre** est divisé en petites particules ; *pour un résultat rapide on prendra du sucre-glace.*
- A l'échelle microscopique, comment cela s'organise-t-il ?
 - Voir « entrée dans la science 3 »

Le beurre de cacao

- Fond dans la bouche
.... non dans la main
- Cassant et non collant
à $T = 25\text{ °C}$,
température des doigts

• Solide si $T < 33\text{ °C}$



Fond à $T = 34\text{ °C}$
brutalement pour une
graisse



Utilisé dans la fabrication de nombreux produits parapharmaceutiques ou cosmétiques (huiles solaires ou les baumes à lèvres).

À la base de la composition des suppositoires. Encore utilisé dans les années 1980 pour les préparations artisanales.

Préalable

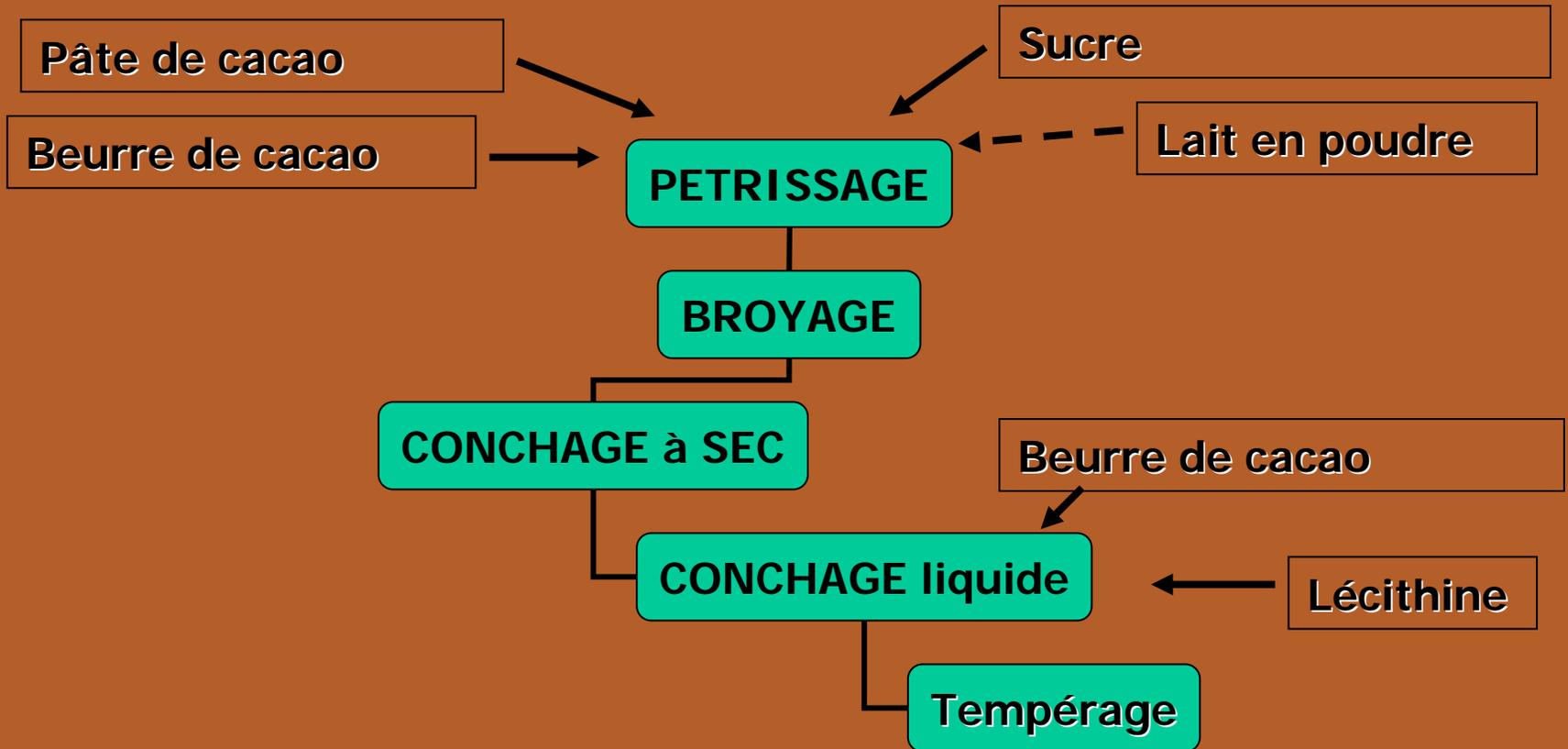
- Les opérations de la préparation du chocolat sont très longues (plusieurs dizaine d'heures) et mettent en œuvre des matériels lourds et spécialisés ;
- Nous proposons ici deux protocoles raccourcis et simplifié avec des matériels de cuisine usuels.
- Le chocolat que nous produirons ne pourra avoir ni la finesse ni la consistance des chocolats de professionnels.

Matières premières

- Les matières premières de la chocolaterie sont :
- Le tourteau **de cacao**, dont nous disposons sous forme de « pâte de cacao » ; on peut également utiliser une poudre de cacao dégraissée non sucrée.
- Le **beurre de cacao**, acheté sous forme de pastilles ou « callets »
- Le sucre en poudre (fine) ou sucre glace
- Éventuellement, la **lécithine de soja** et le lait en poudre

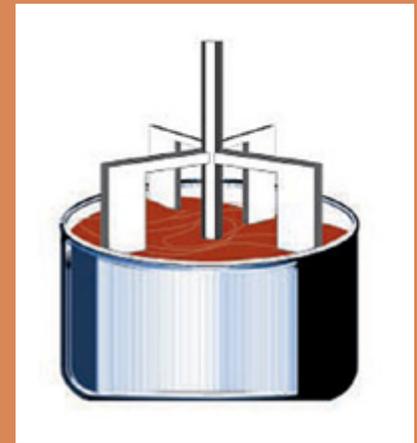


Organigramme des opérations



Rôle des opérations

- **Pétrissage** : homogénéiser le mélange afin qu'il soit bien plastique.
- **Conchage à sec** : agiter la pâte (peu grasse) afin de provoquer la friction entre particules solides de cacao et de sucres ; la pâte chauffe, une petite partie d'eau s'évapore.
- **Conchage liquide** : après rajout de beurre de cacao ou de la lécithine agiter afin de séparer les particules agglomérées. Dans la chocolaterie, le conchage dure de 12 à 72 heures dans des cuves équipées de systèmes perfectionnés thermostatés équipés d'un dispositif d'agitation et de battage
- **Le Tempérage**
Avant d'être admise dans un moule, la pâte doit être « tempérée » c'est-à-dire refroidie puis à nouveau réchauffée avant un refroidissement final.



Au travail !

Travailler sur des petites quantités est plus facile, le pétrissage est moins fatiguant, les mises en température seront plus rapides

- Peser puis mélanger les ingrédients
- pâte de cacao + beurre de cacao + sucre

50 g de pâte de cacao ou cacao en poudre

30 g de sucre glace

20 g de beurre de cacao fondu (au micro-onde ou au bain-marie) ; 40 g dans le cas de cacao en poudre dégraissé



A. Protocole long

1) Pétrissage

Sucre + cacao



Ça chauffe !!

2) Conchage à sec



Se placer dans un bain-marie chaud pour ramollir le cacao mou.

3) Conchage liquide , à chaud (45 à 50°C) dans bain-marie

Ajout de 20 g beurre de cacao liquide;
L'ajout de lécithine n'est pas obligatoire



4) Tempérage

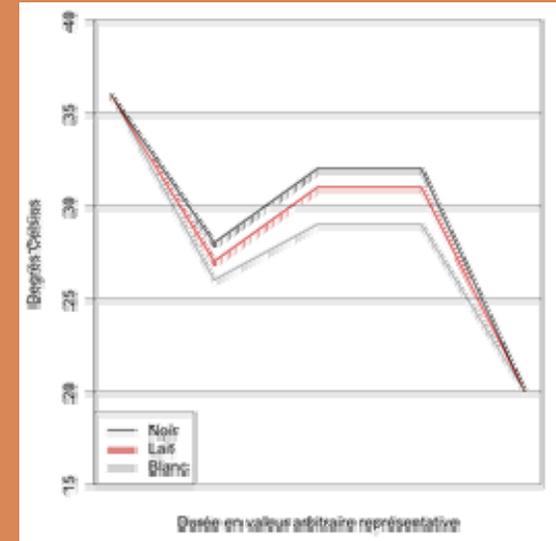
Le tempérage donne au chocolat (une fois qu'il a été refroidi)

- *un aspect brillant et lisse,*
- *une dureté et un fondant caractéristiques*
- *une plus longue durée de conservation*

Verser 90% du chocolat fondu
au centre d'une assiette



Laisser refroidir jusqu'à 27°C, remettre ensuite le chocolat dans le récipient, et on mélange au chocolat encore chaud, jusqu'à atteindre à nouveau une température de 32°C et l'état liquide.



5) Dernière opération : Couler le chocolat liquide sur une plaque ou une assiette – le mettre à refroidir



Le solide obtenu est ferme et cassant , il se décolle facilement de la plaque.



B. Protocole rapide (35 minutes)

- 1) **Peser** dans des récipients séparés le cacao, le beurre de cacao et le sucre (glace de préférence)
- 2) **Au micro-onde, faire fondre** la pâte de cacao et le beurre de cacao.
- 3) Réaliser le **mélange** cacao fondu+ +sucre
- 4) « **concher** » énergiquement avec une petite cuillère pour écraser le sucre pendant une dizaine de minutes
- 5) Introduire le beurre liquide tout en continuant de « concher »
- 6) Verser le liquide dans une assiette préalablement refroidie ; placer au congélateur (10 à 15 minutes)



-les grains de sucre donnent une sensation en bouche un peu « sableuse ».....

-L'opération « tempérage » a été omise : le chocolat préparé fond facilement dans la main (voir « fiche » rubrique ressources).

Pour terminer

- Ne pas oublier qu'il faut faire la vaisselle .
- Sans **savon**, les ustensiles ne sont pas dégraissés
Décrire le rôle du savon et termes de *tensioactivité*, *hydrophilie* et *lipophilie*.



PROLONGEMENTS

Pistes de recherche pour les élèves

- On a noté avec précision les ingrédients mis en œuvre dans la recette (nature et quantité) ; en tirer une composition centésimale massique du chocolat préparé.
 - En ingrédients (cacao, beurre de cacao, sucre)
 - En apports alimentaires : sucre(glucides)/graisses(lipides) (attention, la « masse » de cacao n'est pas totalement dégraissée)
- Approche d'une évaluation de l'apport énergétique massique du chocolat préparé ;
- Quel est l'apport énergétique
 - Du sucre ?
 - Des corps gras ? du lait (éventuellement incorporé au début)
 - Du chocolat préparé ?

Un changement d'état physique : la Fusion

- Rappel des acquis du collège sur la température de fusion
- Observer la fusion du beurre de cacao solide.
- Observer le refroidissement d'un beurre de cacao liquide.
- Ouverture sur le phénomène de surfusion (expériences possibles avec eau surfondue)
- Interprétation de la technique de « tempérage » pratiquée par les chocolatiers.

Fusion, surfusion, ou autre chose ?



En plus :
réfraction

*voir fiche « chocolat »
compléments scientifiques*

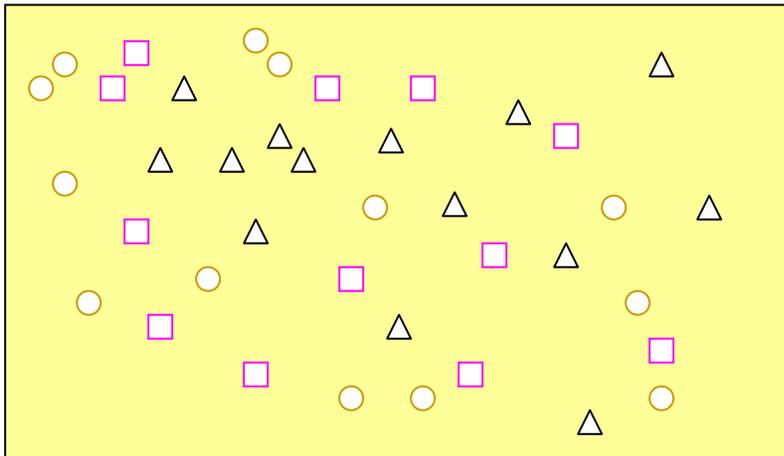
Ouverture vers la science (2) :

Qu'est-ce que le beurre de cacao ? **un peu de chimie**

- 80% de ce beurre est composé des **triglycérides** (*voir page suivante*) suivants :
- POP (palmitique-oléique-palmitique)
- POS (palmitique-oléique-stéarique)
- SOS (stéarique-oléique-stéarique)

Ouverture vers la science (3)

- Un « mélange » sucre + gras + arômes à l'échelle microscopique ;
- Comment ça tient ?
 - c'est une dispersion (liquide + solide dans un solide). *voir fiche « chocolat » compléments scientifiques*
 - Description et rôle des tensioactifs ; cas de l'introduction de lécithine dans la préparation.



 Phase solide continue

Phases solides dispersées :
particules solides de sucre

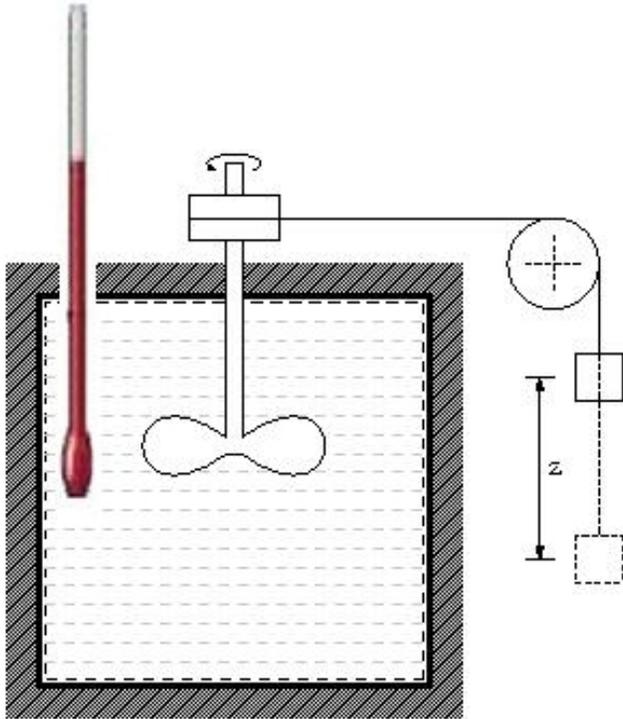
gouttelettes de matière grasse à l'état liquide (beurre de cacao)

particules solides de matière végétale (cacao)

*Le chocolat est une matière hétérogène comportant **plusieurs phases non miscibles** : c'est une dispersion (liquide + solide dans un solide).*

Expérience de Joule (vers 1850)

Transfert d'énergie sous forme de « travail »



En utilisant une masse pour faire tourner une roue à aubes, Joule fut capable de mesurer la petite élévation de température de l'eau qui en résulte.

Ces travaux valurent à Joule de donner son nom à l'unité d'énergie utilisée aujourd'hui par les physiciens et qui correspond au travail d'une force de 1 newton sur une longueur de 1 mètre.

Ici : Augmentation de l'énergie interne d'un système par transfert de travail ; il en résulte une élévation de température et éventuellement la fusion des graisses et évaporation des traces d'eau

OUVERTURE VERS LA SCIENCE (5)

- Apport énergétique massique d'un aliment .
 - « combustion » de l'aliment dans l'organisme
 - Calcul de l'apport énergétique (ou calorique) du chocolat fabriqué
 - Vérifier les données proposées par une fiche « nutrition » et discuter des unités utilisées

«Calories par gramme »

Chocolat noir 5,25 calories

Chocolat au lait 5,35 calories

Travail possible avec les mathématiques

Quelques pistes de recherche personnelles

- Comment préparer une crème à tartiner au chocolat ? (type Nutella®)
- Chocolat blanc, est-ce encore du chocolat ?
- Chocolat, une drogue ? (être « accro » au chocolat, c'est grave docteur ?)
- Comment préparer un chocolat au café ? À l'orange ?
- Le vieillissement du chocolat (blanchiment en surface)
- Le chocolat dans l'alimentation (apports énergétiques et nutritionnels)
- Pourquoi un carré de chocolat immergé dans l'eau froide blanchit ?
- Le chocolat fondu prend en masse (solidification massive) lors d'ajout de quelques mL d'eau : observons et proposons des explications.
- Comment réaliser une mousse au chocolat sans crème fraîche ni blanc d'œuf battu en neige ?
- La mousse au chocolat, une émulsion ?
- Remplacer le beurre de cacao par une autre matière grasse ???
-

Sites et bibliographie

- *La fabrication du chocolat* Jean Pontillon, Dossier Hors Série « Pour la Science » SCIENCE ET GASTRONOMIE Mars 1995
- *De la cabosse à la tablette* Michel Barel Éditions Quae 2009
- *Le Blanchiment du Chocolat* Hervé This CASSEROLES ET EPROUVETTES éditions Belin 2002 « pour la Science »
- Musées du Chocolat : Paris, Strasbourg

<http://www.chocoholic.free.fr/recettes/moulage-chocolat.php>

http://www.chocolat-gillotte.com/charte/coulage_01.gif

http://www.lhotellerie-restauration.fr/Dossier/Dictionnaire_patisserie/Data/Livre/C_dico_patisserie_Conchage.jpg

<http://www.chocolats.org/>

www.lanutrition.fr