Les secrets aromatiques du chocolat

Renaud BOULANGER
Chercheur au CIRAD

Pourquoi consommons-nous du chocolat ? Essentiellement pour se faire plaisir. Les caractéristiques hédoniques sont donc prépondérantes dans les critères de choix de ce produit. La satisfaction et le plaisir de déguster du chocolat sont dépendants, comme dans de nombreux autres produits, de divers paramètres que sont la texture, la couleur, l'odeur et le goût. L'odeur du chocolat et les arômes qu'il est capable de libérer en bouche composent un bouquet très complexe : plus de cinq cents composés odorants ont été identifiés dans ce produit ! Découvrons d'où viennent ces molécules volatiles qui donnent au chocolat ses caractéristiques odorantes.

FIGURE 1
Fève fraîche.
Les caractéristiques odorantes du chocolat ne sont pas toutes présentes dans la fève fraîche. Il faudra de nombreuses transformations pour les faire apparaître toutes. © J. Dodémont.

Les molécules qui donnent l'odeur si particulière du chocolat ne sont pas toutes présentes au départ dans le fruit du cacaoyer. C'est au cours des différentes étapes de transformation de la fève de cacao que naissent et se développent ces molécules odorantes. Certaines familles de molécules apparaissent au début du processus, d'autres sont synthétisées dans les fèves en plusieurs étapes (fig. 1). Le résultat aromatique dépend donc intimement du soin apporté à chacune des phases de transformation.

Origine des molécules odorantes avant la torréfaction

L'odeur initiale de la fève

Les fèves fraîches de cacao contiennent initialement quelques composés d'arômes qui varient en fonction de leur variété et de leur zone de production (fig. 2). Les familles chimiques les plus importantes tant qualitades différentes familles chimiques (acides, alcools, aldéhydes, esters, cétones et pyrazines) durant les premiers jours de la fermentation. Puis la concentration en alcools baisse régulièrement dès le deuxième ou troisième jour. Les concentrations de certaines familles (esters, cétones) se stabilisent durant la fermentation alors que d'autres (furannes, phénols) évoluent tout au long de cette dernière. Récemment, une étude a permis de mieux connaître l'influence spécifique du séchage. Il engendre une baisse des concentrations d'alcools et d'acides dans les fèves de cacao, une augmentation très significative de la teneur en pyrazines et de manière moins prononcée d'autres familles chimiques comme les aldéhydes, cétones, esters et furanes. Ces composés d'arôme sont plutôt caractérisés par des notes vertes, florales, fleuries ou fruitées et peuvent être à l'origine de la « typicité » (du caractère) d'un cacao.

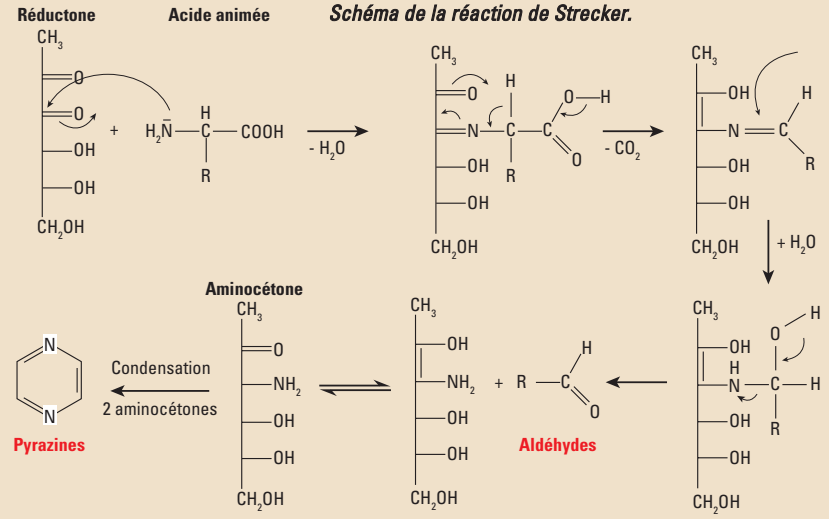
FIGURE 2
Fève coupée.
Les molécules odorantes contenues dans les fèves à l'origine sont essentiellement des esters, des alcools et des acides. © J. Dodémont.

Titre de l'encadré

(Auteur : donner un titre à l'encadré et l'appeler dans le texte, SVP)
Cette addition aboutit à la formation d'une base de Schiff, composé très instable se transformant rapidement en composé d'Amadori ou de Heyns suivant que le sucre impliqué soit respectivement un aldose ou un cétose **(Auteur : revoir le début de la phrase pour qu'elle puisse être lue indépendamment du texte principal)**. Ensuite, dans une deuxième étape et suivant les conditions du milieu, différentes voies de transformation des composés Amadori ou de Heyns se produisent :

- soit par scission, aboutissant à la formation de petites molécules aromatiques avec des notes de beurre (diacétyle), de caramel (2-oxopropanal), d'alcool (éthanol) ;
- lorsque le pH est basique ou neutre, une déshydratation modérée transforme ces composés. Après plusieurs réactions chimiques complexes, ces dernières aboutissent à de nombreuses molécules odorantes aux notes spécifiques caramel ou fruité (furanéol) ou des notes de grillé, café (2-acétylfuranne) ;
- lorsque le pH est acide, une

Figure I
Schéma de la réaction de Strecker.



Acide aminé initial	Aldéhyde produite	Odeur caractéristique
Alanine	Éthanal	Ester
Leucine	2-Méthylbutanal	Fruité, piquant, bois
Isoleucine	3-Méthylbutanal	Fruité, amande amère, vert
Phénylalanine	Phényléthanal	Floral
Valine	2-Méthylpropanal	Vert, piquant

Figure II
Tableau des aldéhydes obtenus en fonction de la nature des acides aminés initiaux.

déshydratation forte se produit. Comme précédemment, de nombreuses réactions chimiques aboutissent à la formation de furfuraldéhydes produisant des notes d'amandes (furfural) et des notes douces, caramel (5-hydrométhylfurfural).
Ces deux dernières voies engendrent des molécules appelées réductones, qui se dégradent pour produire des odeurs de type « aldéhydes » spécifiques des acides aminés utilisés au départ (fig. I et II).
Lors de cette réaction des molécules particulières (aminocétones) apparaissent à leur tour. Il se trouve que la condensation de deux de ces molécules aboutit à la production de notes grillées et cuites (pyrazines) qui sont des composés aromatiques très importants dans l'arôme du cacao.
La troisième étape de la réaction de Maillard engendre les mélanoïdes qui sont des molécules de haut poids moléculaire qui participent à la coloration brune des produits. Ces composés sont issus de l'assemblage (polymérisation) des composés produits lors des étapes précédentes.

En 1912, **Louis-Camille Maillard** (1878-1936), chimiste français décrit les réactions se déroulant lors du chauffage de solution contenant des acides aminés et des sucres. Ce travail est le premier portant sur le sujet, raison pour laquelle on donnera par la suite son nom à ces réactions chimiques. Il effectuera ensuite de nombreuses recherches sur l'origine du goût de nombreuses préparations culinaires.

tivement que quantitativement dans les fèves fraîches sont les esters, les alcools et les acides. Ces composés sont souvent caractérisés par des odeurs florales, douces et vertes. La composition de cette fraction varie cependant en fonction de la variété de cacao étudié et en fonction des paramètres de la récolte comme la maturité ou le temps de stockage des cabosses.

La fraction postrécolte

La seconde étape à l'origine des modifications en composés biochimiques du cacao est le traitement postrécolte. Elle englobe deux processus de transformation de la fève de cacao : la fermentation et le séchage. Cette étape est une phase clé pour l'obtention d'un chocolat de grande qualité, et ce pour de multiples raisons. En effet, durant cette dernière, de nombreuses réactions chimiques et biochimiques se produisent, d'une part directement au niveau des composés volatils odorants et d'autre part, au niveau de l'apparition de molécules précurseurs d'arôme.

Évolution des composés odorants

L'arôme de type postrécolte est principalement constitué d'alcools, d'acides, d'esters, de cétones, et de quelques aldéhydes et pyrazines. Au cours de la fermentation, l'évolution des composés odorants dans les fèves de cacao diffère suivant les familles chimiques. Il y a d'abord une production régulière

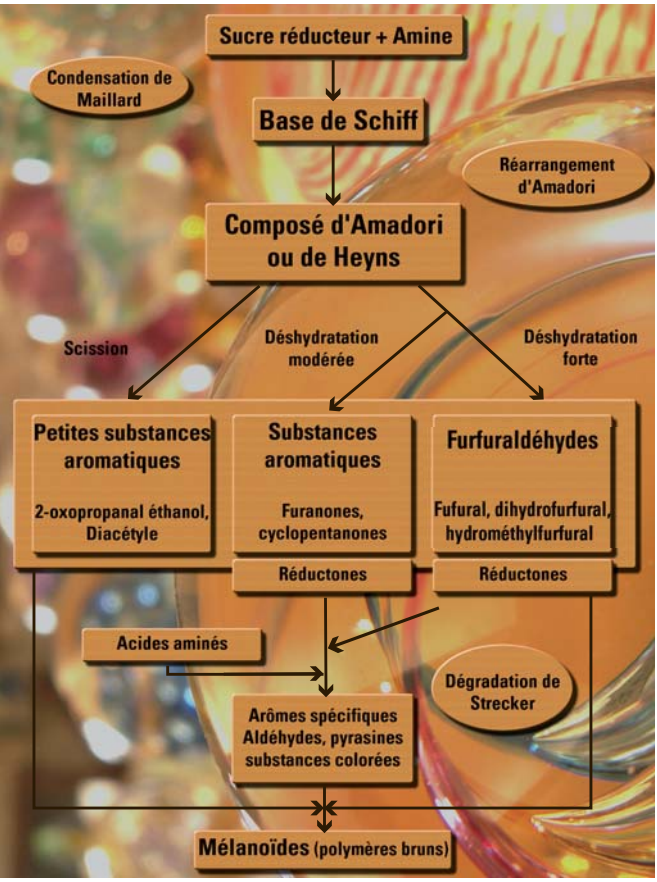


FIGURE 3
Schéma simplifié de la réaction de Maillard.
© J. Dodémont.

Apparition des précurseurs d'arômes

Le deuxième type de réactions se produisant durant le traitement postrécolte est la genèse des précurseurs d'arôme. Ces précurseurs sont les acides aminés libres et les sucres réducteurs qui proviennent d'une part de l'hydrolyse des protéines par des protéases et d'autre part de l'hydrolyse du saccharose en glucose et fructose. Ces molécules sont à l'origine des réactions de Maillard lors de la torréfaction des fèves de cacao.

Parallèlement à l'augmentation de ces molécules, une diminution importante de la teneur en composés phénoliques est observée. Ces composés présents en grande quantité dans les fèves fraîches sont des inhibiteurs de la réaction de Maillard, leur teneur décroît de 80 à 90 % durant les deux à trois premiers jours de la fermentation. Leur disparition est donc un atout pour la fabrication de l'arôme cacaoté lors de l'étape de torréfaction.

Chocolat Maillard ou l'arôme après torréfaction

Une fois la fermentation et le séchage effectués, les fèves sont transportées par bateau chez le transformateur. Ce dernier va alors procéder à une torréfaction également appelée traitement thermique. Dans le cacao, comme lors de la cuisson de nombreux produits alimentaires, se déroule la réaction de Maillard.

Cette réaction également appelé réaction de brunissement non enzymatique est un ensemble complexe de transformations chimiques. Elle est initiée par la réaction d'un groupement carbone-oxygène d'un sucre réducteur sur la fonction carbone-azote d'un acide aminé libre. (fig. 3).

Ainsi la réaction de Maillard est un ensemble complexe de réactions parallèles ou consécutives qui ont un impact extrêmement important dans l'arôme du cacao. En effet, elle est à l'origine de la formation de nombreuses molécules comme les pyrazines, les pyrroles, les furannes, les oxazoles qui apportent au cacao, suivant leur composition et leur concentration, les notes « cuit »,

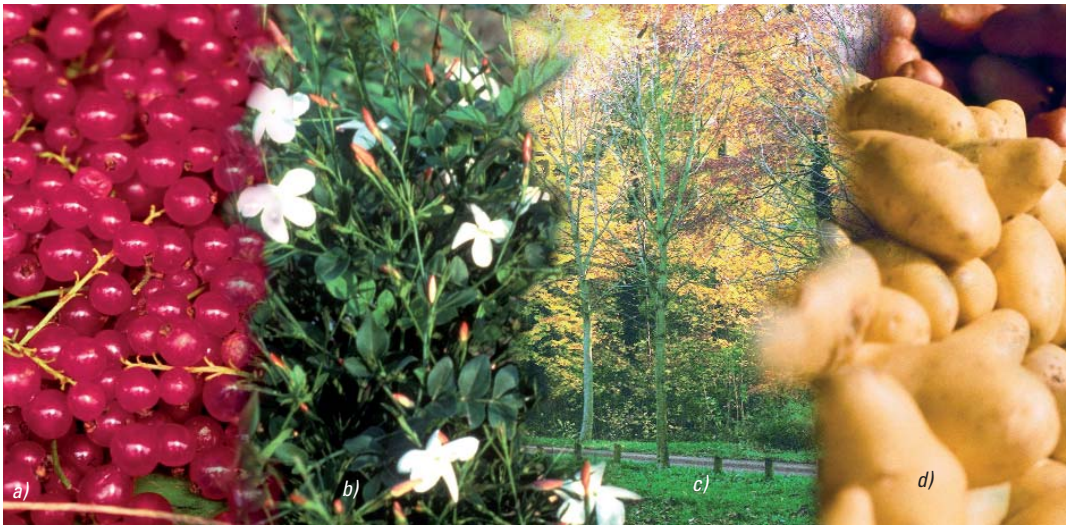


FIGURE 4
a) Groseilles. *© J. Weber / INRA.* ***b) Jasmin.*** *Détail de la fleur. Grasse. © G. Gilly / INRA.* ***c) Couleurs d'automne dans les bois des jardins du Parc de Saint-Cloud (92).*** *© J.-M. Bossennec / INRA.*
d) Étalage de différentes variétés de pomme de terre de consommation sur un marché. *© N. Mansion / INRA*

noisette, « grillé », caramel ou « terreux ». Elle participe à l'augmentation d'autres familles comme les aldéhydes, terpènes avec des notes aromatiques spécifiques.

Cependant, si la torréfaction engendre de nombreux composés odorants via cette réaction, elle produit aussi une diminution importante d'autres familles chimiques comme les alcools, les esters et les cétones qui apportent une partie des notes subtiles des cacaos (fruitées, florales) (fig. 4).

La compréhension et la maîtrise de ces phénomènes sont des éléments essentiels à l'obtention d'un chocolat de qualité. En effet, lorsqu'un cacao possède des notes aromatiques spécifiques florales ou fruitées provenant de la variété ou du postrécolte, une torréfaction trop longue ou trop forte aboutit à la perte de cette spécificité. Il convient donc de réaliser une torréfaction adéquate en fonction de chaque type de cacao qui permet alors de développer de manière plus ou moins intense l'apparition des notes noisette, caramel, « grillé » spécifiques de la torréfaction tout en conservant les nuances initiales.

Comment réalise-t-on la torréfaction ? Quels sont les paramètres à prendre en compte ? Réponse dans le prochain article : *Torréfier n'est pas brûler !*

R. B.

Renaud Boulanger est docteur en sciences des aliments. Enseignant-chercheur à l'université de Montpellier-II entre 1999 et 2002, il est maintenant chercheur au CIRAD. Ses recherches portent sur la biochimie des arômes, en particulier sur la connaissance de la formation de l'arôme en fonction des facteurs génétiques, technologiques et environnementaux sur les produits tropicaux comme le cacao, le café ou le riz.