

Les cafés sans caféine

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 08.01.Q24

mai 2024

Mots clés : caféine, café décaféiné, caféiers sans caféine, création variétale

Le café, qui est la boisson stimulante la plus consommée au monde, est très populaire en France. Elle génère une sensation de bien-être et stimule les fonctions cognitives, mais peut provoquer des effets indésirables chez les personnes sensibles à la caféine ; elles ont cependant l'opportunité de lui substituer des cafés décaféinés obtenus par différents procédés industriels.

Mais, dans le genre *Coffea*, la variabilité naturelle de la teneur en caféine ouvre la voie à la sélection de caféiers produisant naturellement des cafés peu ou pas caféinés. De plus, les études récentes, en génomique et biotechnologie des caféiers cultivés, laissent entrevoir de nouvelles perspectives pour la production de cafés sans caféine.

Quelques données sur le café et la caféine

Les cafés sont produits, dans plus d'une cinquantaine de pays des régions intertropicales humides, par la culture de caféiers appartenant à trois espèces du genre *Coffea* : *Coffea arabica* pour le café Arabica, *Coffea canephora* pour le café Robusta, et accessoirement *Coffea liberica*. En 2022, les Français ont consommé 380 000 tonnes de cafés (5,4 kg *per capita*) : Arabica pour 63 % et Robusta pour 37 %, provenant du Brésil (25 %), du Vietnam (20 %), du Honduras, de Colombie, d'Éthiopie, du Pérou¹.

L'action stimulante des cafés est attribuée à un alcaloïde : la caféine, aussi présente dans d'autres boissons (thé, chocolat, maté, guarana et boissons énergétiques)². La quantité de caféine d'une tasse de café dépend de 3 paramètres :

- l'espèce et la variété des caféiers ;
- les méthodes de préparation ;
- les modes de consommation des cafés.

Sa teneur varie du simple au double entre Arabica (1,2 à 1,4 % de la matière sèche) et Robusta (2,2 à 2,4 % de la matière sèche), en lien avec l'amertume. Au final, la quantité de caféine d'un café-boisson résulte du choix des marques de cafés torréfiés d'origine unique ou de mélanges, des paramètres de l'extraction (granulométrie du café moulu, température de l'eau, temps de contact) et des modalités de préparation. Par exemple :

- un *expresso* de 20 ml contient 40 mg de caféine, et un *double expresso* 80 mg ;
- un *capuccino* contient 40 mg de caféine et un *latte* 80 mg ;
- un *café filtre* de 220 ml contient 65 à 120 mg de caféine ;
- un *café soluble* de 220 ml contient 30 à 120 mg de caféine.

Comparativement, un *double expresso* contient autant de caféine qu'une cannette énergétique, ou deux cannettes au cola, ou deux tasses de thé.

Les effets physiologiques globaux de la caféine

Les effets physiologiques de la consommation de café ont été largement étudiés^{3 4}. Une consommation modérée de café (1 à 2 tasses par jour, soit 50 à 200 mg de caféine) génère une sensation de bien-être (relaxation, énergie, vigilance) et stimule les fonctions cognitives (attention, vitesse de réaction), en particulier chez les personnes âgées. La consommation de doses élevées (plus de 4 tasses par jour, soit plus de 400 mg de caféine) peut induire nervosité, insomnie, tachycardie, voire dépendance. L'apparition de ces effets

¹ Données statistiques du rapport 2022/2023 de la Fédération européenne du café.

² Hervé This : fiche Encyclopédie [08.01.Q15 La caféine et ses cousins](#), 2020.

³ Nehlig A : *Café et santé*. EDP Sciences, 2018.

⁴ van Dam R.M. et al. : *Coffee, Caffeine, and Health*, The New England Journal of Medicine, 383:369-78, 2020.

indésirables chez 30 % de la population adulte a conduit l'Anses⁵ à recommander de limiter la quantité de caféine ingérée par jour à 400 mg et de ne pas dépasser 200 mg en une seule prise (soit 2 tasses de café). En outre, une vigilance particulière est indispensable pour les enfants, les adolescents, les femmes enceintes et allaitantes, les personnes sous traitement médical et celles sensibles à la caféine...

En effet, la caféine est rapidement absorbée dans le tractus gastro-intestinal et le cerveau ; elle traverse aussi la barrière placentaire du fœtus et est présente dans le lait maternel. La demi-vie de la caféine chez l'homme est de 2 h 30 à 4 h 30, mais se réduit de moitié chez les fumeurs, et est doublée chez les femmes sous contraception orale ou pendant la grossesse.

La caféine agit sur le sommeil et l'anxiété en se liant aux récepteurs de l'adénosine, et active la libération de neurotransmetteurs (excitation). Elle est métabolisée dans le foie par l'enzyme cytochrome P450 (CYP) : le polymorphisme du gène CYP1A2, localisé sur le chromosome 15 est en partie responsable des différences inter-individuelles du métabolisme de la caféine (*fast*, *medium* ou *slow*), modulé par les modes de consommation et des co-expositions (tabac, alcool...).

En outre, nombre de constituants bioactifs du café (p. ex. : polyphénols) agissent favorablement sur la santé en limitant le vieillissement pathologique (diabète de type 2, Alzheimer, Parkinson), les maladies cardiovasculaires et différents cancers³. Pour en bénéficier, les consommateurs sensibles aux effets de la caféine peuvent recourir au café décaféiné (dit *déca*).

Les cafés décaféinés

En 2018, la production de café décaféiné dans l'Union européenne était de 433 000 tonnes ; elle était réalisée à 48 % en Allemagne et seulement 10 % en France. Le revenu des producteurs et des importateurs de café décaféiné de l'Union européenne atteignait 1,6 milliard d'euros. La consommation reste relativement stable en Europe, en Top 3 des pays consommateurs de café décaféiné : la Grande-Bretagne (59 000 t), l'Allemagne (49 000 t) et la France (45 000 t)⁶.

Les techniques

Les cafés sans caféine sont obtenus par différentes stratégies.

Au début du XX^e siècle, Ludwig Roselius, marchand de café à Brême, a promu la décaféination et l'a diffusée en Allemagne, puis aux États-Unis et en France, sous le nom de *Sanka*. L'industrie du café a progressivement amélioré et diversifié les procédés afin d'affecter le moins possible la qualité à la tasse. On distingue aujourd'hui trois méthodes d'extraction de la caféine⁷ :

Les solvants organiques : la caféine est éliminée de façon sélective par dissolution dans le dichlorométhane (solvant chloré le plus couramment utilisé pour la décaféination), avec un taux de résidus du solvant inférieur à 1 ppm en Europe ; c'est l'*European method*. Un autre solvant sélectif, l'acétate d'éthyle (d'utilisation plus délicate), confère une odeur caractéristique fruitée qui modifie légèrement le goût du produit.

Le dioxyde de carbone supercritique : sous une pression élevée, le CO₂ atteint l'état *transition liquide-gaz*, pénètre dans les grains de café et se charge de la caféine (qui est alors dissoute entre 97 % et 99 %) et de nombreux composants. La réincorporation de ces derniers dans les grains de café permet l'obtention d'un produit sain, de qualité, mais à un coût élevé en équipements industriels et en énergie.

L'extraction à l'eau dite *Swiss water method* : dans un extracteur, la caféine d'un lot de café, mis à tremper dans l'eau chaude, migre par osmose, en même temps que d'autres composés hydrosolubles. La caféine est capturée par des filtres à charbon actif, et le renouvellement de l'opération permet d'atteindre la teneur en caféine résiduelle légale. Pour conserver la qualité du café, les autres composés sont réinjectés dans le café vert. La caféine récupérée sous forme cristallisée peut être utilisée en pharmacie ou ajoutée à des boissons énergétiques.

Un café dit décaféiné ne l'est jamais totalement...

En Europe, la teneur légale autorisée en caféine résiduelle est de 0,1 % de la matière sèche pour le *déca* en grains ou moulu, et de 0,3 % pour le *café soluble*. Ainsi, une tasse de café décaféiné contient 0,8 à 4 mg de caféine, à comparer aux 50 mg à 100 mg de caféine dans une tasse de café classique.

⁵ Anses, 2020 : <https://www.anses.fr/fr/content/la-cafeine-nos-conseils-pour-eviter-des-effets-indesirables>

⁶ Source : <https://www.indexbox.io/store/europe-decaffeinated-coffee-market-analysis-forecast-size-trends-and-insights/>

⁷ Vitzthum O.G, 2005: Decaffeination. In Illy A. & Viani R. (eds) *Espresso coffee*, 142-148

La qualité organoleptique des cafés décaféinés s'est bien améliorée avec l'évolution des méthodes de décaféination. Mais l'intérêt grandissant des consommateurs pour des produits de qualité sans résidus chimiques, bons pour la santé et à faible impact environnemental, a encouragé la recherche de caféiers produisant naturellement des graines sans caféine.

La variabilité naturelle de la teneur des caféiers en caféine

Du point de vue de l'écologie, la caféine est reconnue pour son pouvoir insecticide, mais sa teneur est très variable chez les caféiers : parmi les 130 espèces du genre *Coffea*, la moitié d'entre-elles produisent des graines sans caféine. Ce caractère est partagé par des espèces originaires principalement de Madagascar et des îles voisines, plus rarement d'Afrique et d'Asie⁸ ; ces caféiers sauvages n'ont pas été domestiqués et leurs cafés sont peu appréciés. En croisement avec les caféiers cultivés, on obtient des descendance d'intérêt contrasté pour leur fertilité et leur teneur en caféine.

Pour les autres espèces de caféiers mises en collections vivantes dans les zones tropicales productrices de cafés (dont La Réunion), mais aussi par cryoconservation à Montpellier, la teneur en caféine est d'une grande variabilité intra- et interspécifique⁹ : *Coffea canephora* (1,5 à 3,3 %), *Coffea arabica* (0,5 à 1,8 %), *Coffea liberica* (1,1 à 1,4 %). Par exemple, le *Coffea arabica* le moins caféiné (0,5 %) est un mutant naturel dénommé *Laurina*, découvert à La Réunion où il est cultivé sous l'appellation *Bourbon pointu*¹⁰, ainsi qu'en Nouvelle-Calédonie et au Panama ; ce café d'exception – rare et cher, apprécié des Japonais – fournit une boisson douce, aux arômes complexes et persistants.



Caféiers Bourbon pointu (La Réunion)

Floraison et fructification de caféiers Arabica (Yunnan, Chine)

Récemment, les chercheurs brésiliens de l'*Institut agronomique de Campinas*¹¹ ont découvert trois mutants pratiquement sans caféine, dans une descendance de *Coffea arabica* provenant d'Éthiopie, sa zone d'origine ; les analyses biochimiques ont révélé la présence de traces de caféine (0,076 %) dans leurs graines et leurs feuilles. Ces mutants présentent des caractéristiques agronomiques peu satisfaisantes pour leur mise en culture (car faible vigueur et productivité), mais ils ont ouvert la voie à la création de variétés naturellement "sans caféine", obtenues par transfert de ce caractère à hérédité récessive au cours de plusieurs cycles de rétrocroisements avec des variétés améliorées. Un tel schéma de sélection, chez une espèce arbustive comme les caféiers, avec un cycle de vie de 3 à 5 ans, est sur le point d'aboutir au Brésil après plusieurs décennies.

Autres voies pour la création de variétés de caféiers sans caféine

Les recherches récentes en biochimie, génomique et biotechnologie ouvrent de nouvelles perspectives à la production de cafés sans caféine par la voie biologique.

1 - La génomique des caféiers vient de franchir une étape décisive : les séquences génomiques des deux espèces cultivées ont été établies par différents consortiums internationaux publics/privés, impliquant des équipes françaises^{12 13}. D'autre part, la voie de biosynthèse de la caféine dans les feuilles et les fruits des caféiers, validée par génomique fonctionnelle, repose sur trois étapes successives de méthylation de la xanthosine, par trois enzymes N-méthyltransférases (XMT xanthosine méthyle transférase, MXMT

⁸ Hamon P. et al. 2015: Caffeine-free Species in the Genus *Coffea*. In V. R. Preddy (ed.), Academic Press

⁹ Campa C. et al. 2005: Diversity in bean caffeine content among wild *Coffea* species. Food Chem, 91:633–637.

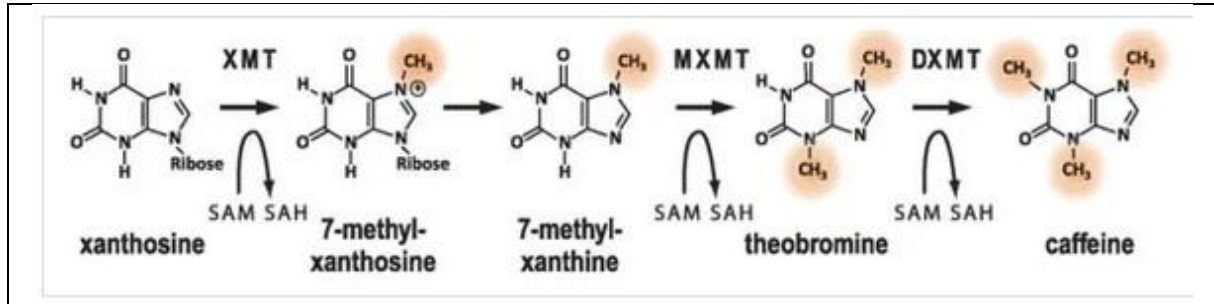
¹⁰ Pour l'origine de *Coffea arabica* var. *laurina*, voir Lecolier A., et al. 2009. Euphytica, 168 (1):1–10.

¹¹ Silvarolla M. B., Mazzafera P., Fazuoli L.C. 2004. Nature, 429, 826.

¹² Pour *Coffea canephora* voir Denoed F. et al. 2014. Science, 345:1181-1184.

¹³ Pour *Coffea arabica* voir Salojärvi, J. et al. 2024. Nat Genet. <https://doi.org/10.1038/s41588-024-01695-w>

théobromine synthase et DXMT caféine synthase ; cf. figure ci-dessous). Elles sont codées par 3 gènes localisés sur les chromosomes 1 et 9 de *Coffea canephora*, dupliqués chez l'espèce allotétraploïde *Coffea arabica*.



L'expression différentielle de ces gènes module les niveaux de caféine, et chez les deux espèces sans caféine étudiées, la biosynthèse est stoppée à la formation de la 7-méthylxanthine, d'où l'absence de théobromine et de caféine dans les graines.

2 - Une équipe japonaise avait déjà réussi à moduler la biosynthèse de la caféine de l'espèce *Coffea canephora* par transgénèse avec un ARN interférent affectant le gène codant la théobromine synthase¹⁴. Son inactivation a abouti à une réduction drastique de la teneur en théobromine et caféine dans les feuilles, jusqu'à 70 %. Cette voie de transgénèse n'a pas été développée en raison de l'opposition des consommateurs et des industriels envers les OGM.

3 - L'obtention de mutants de *Coffea arabica* par les voies classiques de mutagenèse aléatoire sur graines (rayons gamma, méthane sulfonate d'éthyle) et par mutations somatiques, a été tentée sans grand succès. Cet objectif devient aujourd'hui accessible grâce aux *nouvelles technologies génomiques* (NGT) basées sur les ciseaux moléculaires comme le système CRISPR-cas9 qui a permis de réaliser la mutagenèse ciblée de *Coffea canephora*¹⁵. Cette technique d'édition de gènes d'intérêt est actuellement expérimentée par différents laboratoires pour créer des variétés de *Coffea arabica* sans caféine (tel *Tropic Biosciences* en Angleterre). Cette potentialité d'innovation variétale, plus précise et surtout plus rapide, est accessible à moindre coût pour des *start-up* ; mais elle ne deviendra exploitable qu'après contrôle analytique de l'équivalence des constituants biochimiques du café produit, et quand l'Union européenne aura fait évoluer le dispositif réglementaire pour l'édition de variétés par les NTG.

André CHARRIER, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Ce qu'il faut retenir :

Les bienfaits *santé* du café-boisson sont reconnus, toutefois l'Anses recommande une consommation modérée de boissons caféinées, en rapport avec la sensibilité de chaque personne aux effets indésirables induits par la caféine ingérée.

Le recours aux cafés décaféinés, par voie industrielle, fournit un substitut dont la qualité à la tasse s'est améliorée et dont le taux de résidus chimiques se réduit avec l'évolution des procédés.

La création de caféiers cultivés produisant des cafés naturels sans caféine est une innovation accessible.

Pour en savoir plus :

- MUCEM : Exposition 'Café In'. Actes Sud, 2016
- Didier LÉVY : *Mademoiselle caféine* (roman pour enfants), Mouche, l'École des loisirs, 1999

¹⁴ Ashihara H., Sano H., Crozier A., 2008. *Phytochemistry*, 69:841-856.

¹⁵ Leibrock N. V. et al 2022. The biological feasibility and social context of gene edited. *Food Sci. Biotechnol.*, 31(6):635-655.

page 4 Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "**Publications**" puis "**Table des matières des documents de l'Encyclopédie**".