

Les **papilles** du **chimiste**

RAPHAËL HAUMONT

Les papilles du chimiste

Saveurs et parfums en cuisine

DUNOD

Du même auteur :
Un chimiste en cuisine
L'innovation aux fourneaux (avec Thierry Marx)
Le petit chimiste gourmand en cuisine

Photographie du plat 1 de couverture, et des recettes
du cahier couleur : Léandre Chéron
Photographie de l'auteur (plats 1 et 4 de couverture) :
Mary Erhardy
Illustrations : Rachid Marai

© Dunod, 2017
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-076483-9

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Préambule

Ça sent bon chez toi, vais-je mal manger ?

Nous sommes invités chez des amis. La porte s'ouvre, une bonne odeur de cuisine se répand. « Ça sent bon chez toi ! Nous allons nous régaler ! », lance-t-on poliment en tendant les fleurs. Que les fleurs sentent bon est, certes très plaisant, mais que ça sente la cuisine est en réalité fort gênant. Non que l'odeur d'un poulet rôti ne mette pas en appétit – bien au contraire –, mais il est pourtant préférable qu'il n'y ait aucune odeur de cuisine pour que le plat soit meilleur en bouche. Paradoxal ? Je m'explique.

Des arômes subtils

Des molécules aromatiques, composés chimiques libérés ou créés pendant que l'on apprête les aliments, sont à l'origine du goût et des saveurs. L'objectif de tout cuisinier, professionnel ou amateur, est double : d'une part, modifier



les textures pour apporter un confort de dégustation, d'autre part exacerber les saveurs et les associer. La modification des textures dépend de la structure de l'aliment et de sa transformation par la combinaison d'effets mécaniques (coupe, mixage...) et thermiques, de pression et de durée. Elle résulte d'une approche physique de la matière. Le second but, biochimique, renvoie à cette question du goût qui nous préoccupe ici : lors de la préparation des aliments (découpe, cuisson...), il faut que les molécules sapides se libèrent, s'extirpent de la structure par diffusion, et migrent, pour ensuite atteindre nos récepteurs sensoriels et produire la saveur ! Car si « c'est bon », c'est en fait que les molécules sapides sont en nombre suffisant pour créer une différence de potentiel électrique forte à la surface des récepteurs afin qu'un message nerveux puisse être envoyé vers le cerveau qui, lui, reconstituera l'image mentale de l'aliment ingéré. Ce nombre « suffisant » de molécules n'a pas besoin d'être important pour déclencher ce signal de reconnaissance, il est parfois très faible. L'aspartame, par exemple, est un composé dont le pouvoir sucrant est environ deux cents fois supérieur à celui du sucre (saccharose) : en d'autres termes, la réactivité de l'aspartame (qui n'est pas un sucre !) est deux cents fois supérieure à celle d'un sucre, et de très faibles quantités suffisent à donner une « sensation sucrée ». Autre exemple : le *diméthylsulfure* est une molécule que l'on retrouve dans le chou cuit, la betterave, les asperges cuites et les fruits de mer ; son odeur caractéristique, fortement désagréable, nous est vite insupportable à haute dose. Qu'entendre par haute dose ? Pour cette molécule, le seuil de perception est de 0,02 à 0,1 ppm (partie par million) selon les individus : autant dire que la haute dose est infime car 0,1 ppm signifie qu'une molécule sur dix millions de molécules inhalées suffit à



déclencher une cascade d'informations: « chou cuit » à « produit fermé » à « odeur de soufre » à « beurkk! ». Vous ne pourrez jamais cacher à quelqu'un que vous venez de cuire du chou! Plus intéressant: cette même molécule nauséabonde, mélangée avec d'autres molécules organiques naturelles (l'acétaldéhyde, du 2-méthylpropanal, du 2-méthylbutanal, du 2-méthyl-1-propanol, du 2-méthylbutanal, du 2-butanone et du propanol), forme le merveilleux arôme de la truffe! Isolées, ces molécules sentent toutes très mauvais, mais subtilement mêlées en bonne proportion, elles forment comme par magie l'un des arômes les plus recherchés! Là encore, tout est question de concentration et de seuil de détection. D'ailleurs l'arôme de la truffe, tout comme n'importe quel arôme, est en fait composé de centaines de molécules. Toute la richesse et la subtilité (des truffes, des vanilles, des cafés...) proviennent de légères différences de compositions et de concentrations. Les grands nez et les fins palais sont très justement à même d'analyser ces subtiles variations chimiques.

Notes de têtes et notes de fonds

Mais revenons à notre dîner... Les bougies parfumées ne masqueront pas ces ppm de diméthylsulfure en suspension dans le salon. Faut-il pour autant que les mets sentent bon? Non plus! Si vous percevez l'odeur de chou, c'est parce que ces molécules « chou » se sont échappées de la casserole et naviguent désormais dans la pièce. Comment ont-elles fait? Par activation thermique: en chauffant, l'eau s'évapore et





entraîne avec elle les arômes – c’est d’ailleurs le principe de l’entraînement à la vapeur bien connu des parfumeurs. Mais ce n’est pas le seul moyen dont disposent les parfums pour s’échapper dans la pièce. Comme nous le verrons par la suite, la masse des molécules, leur aptitude à se vaporiser, ou encore leur température d’ébullition, sont des paramètres qui expliquent pourquoi certaines d’entre elles s’envolent très facilement dans la pièce, tandis que d’autres resteront au fond de la casserole, même après plusieurs heures de cuisson. L’analogie avec le monde des parfums est immédiate. Nous proposons ici d’évoquer en cuisine des notes de tête, de cœur ou de fond (de casserole!). Car oui, pourquoi nous parfumons-nous? Pour vaporiser, grâce à notre chaleur corporelle, des molécules aromatiques qui vont titiller les récepteurs olfactifs de nos voisins. Ces molécules sont si sensibles à la chaleur (la température corporelle est d’environ 37 °C) qu’elles s’évaporent facilement. Ce sont les fameuses « notes de tête ». Au contraire, les molécules « plus lourdes », entendons par là celles qui se vaporisent moins facilement, restent et forment les « notes de cœur » et les « notes de fond ».

Retournons en cuisine... Pourquoi cela sent-il bon au-dessus de la casserole? Pour la même raison! Avec la chaleur, les molécules fragiles s’évaporent les premières et diffusent... et les goûts partent en fumée! Le mot « parfum » signifie d’ailleurs « qui traverse comme la fumée » (du latin *per*: à travers et *fumare*: fumée). Une tragédie car ces « notes de tête culinaires » sont souvent responsables des notes de fraîcheur, florales ou végétales. Autrement dit, jamais vous ne dégusterez ces subtils arômes car ils se sont échappés dans la pièce! Au mieux, vous les respirerez! Le limonène, molécule contenue dans les zestes de citron, se vaporise



dès 48 °C : c'est ce qu'on appelle son « point éclair ». D'autres molécules s'évaporent à des températures peu élevées, en voici quelques exemples : les furfurals (responsables des notes d'amande et pain grillé, des vins blancs élevés en barrique) : 60 °C ; le cis-3-hexen-1-ol (note de chlorophylle, herbes coupées, verdure) : 44 °C. Devant ces données, que reste-t-il d'un zeste bouilli, d'un (grand) vin flambé ou d'herbes aromatiques mises en début de cuisson dans un pot-au-feu ? Assurément peu de chose dans votre assiette ! N'avez-vous pas remarqué d'ailleurs que faire bouillir un jus de fruits ou de légumes (du jus d'orange, notamment) est une catastrophe gustative (et visuelle !) ? N'est-il pas conseillé, avec raison, de mettre les herbes hachées (persil, coriandre, cerfeuil) juste en fin de cuisson, au moment de servir ?

Inversement, les « notes de cœur et de fond culinaires » sont composées de molécules stables en température : par exemple le thymol, la vanilline, l'eugénol, les alpha-pinènes et les terpinènes (que l'on retrouve en proportions variées dans le clou de girofle, le laurier, le cumin). Faire infuser des gousses de vanille dans du lait bouillant a donc du sens ; de la même façon, placer du thym, du laurier et un clou de girofle dès le début de cuisson d'un bouillon aromatique est fortement recommandé pour parfumer au mieux. Autre exemple, la whisky-lactone, responsable des notes boisées, de coco, de terre et de cuir : avec sa température d'ébullition élevée (~ 125 °C), cette molécule restera dans les tanins des sauces, et constituera les notes de fond... (de sauce!).



Innover en cuisine

Ce livre vous permettra de comprendre scientifiquement le sens d'une recette de cuisine et vous conduira parfois à remettre en cause certains usages afin de préserver les saveurs des produits pendant les cuissons. Mais ne faut-il pas aller encore plus loin et réfléchir à la casserole de demain ? Au Centre français d'innovation culinaire (CFIC, université Paris-Sud), nous réfléchissons à la cuisine du futur avec le chef Thierry Marx. Ce livre est aussi le résultat de nos recherches. Il vous révélera quelques-uns de nos projets les plus innovants. En voici deux exemples.

*« La science et l'art culinaire, jadis encore rivaux
de celui des parfums et plongés dans la même stagnation,
ont trop progressé dans notre pays pour qu'il soit possible
de nier l'ampleur de leur envol. »*

Augustin de Croze, *La psychologie de la table*

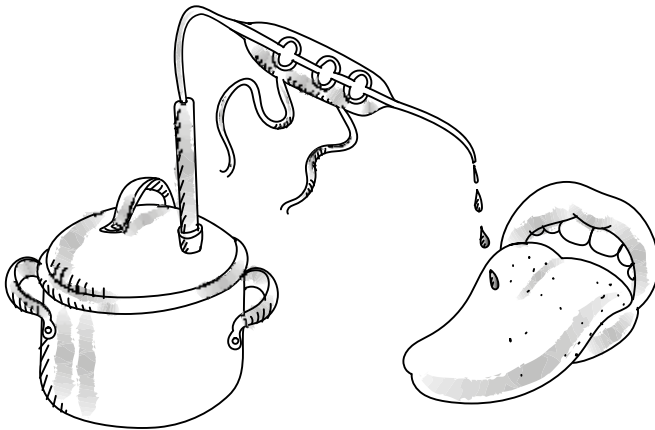
Les cuissons à distillation fractionnée, d'abord. Un couvercle étanche permet de récupérer (par condensation dans un tube) les premières vapeurs dégagées : l'eau récupérée, fortement aromatique, peut ensuite être déversée à la fin de la cuisson au moment de servir. Les légumes ou fruits sont cuits et parfaitement fondants mais donnent l'agréable sensation de « saveurs fraîches et crues ». Imaginez une carotte fondante en bouche avec la saveur de la carotte juste râpée, ou encore une tarte aux poires au parfum de fruits fraîchement cueillis. Une source d'innovation possible, et simple à mettre en pratique !

Notre seconde piste de recherche mobilise le froid : alors que chauffer permet depuis plusieurs siècles de concentrer les saveurs et de réduire les sauces, c'est par le froid intense que nous explorons de nouveaux procédés :



- la **cryoconcentration** des saveurs est un moyen innovant de concentrer un jus (légumes, fruits, volailles) sans chauffer;
- la **cryodistillation** est aussi une technique que nous explorons pour séparer les produits par le froid;
- la **lyophilisation** est encore une autre façon de concentrer les goûts...

Les premiers résultats sont très encourageants : pas d'odeurs au labo, et c'est très bien comme ça !



Et que mes amis me pardonnent : je serai toujours heureux de recevoir leurs invitations à dîner !

1

De bon sens et de bon goût

Dans ce chapitre, explorons ensemble la chimie des émotions et la science des plaisirs! La vie et ses plaisirs sont des séries de merveilleuses réactions physiques, électriques et biochimiques complexes. Les plaisirs gustatifs n'échappent pas à la règle. Allons même plus loin: si la science peut expliquer comment se produisent les réactions sensorielles, peut-elle aider à exalter les plaisirs ressentis en bouche?

Les sens en éveil

Apprécier un plat ne sollicite pas uniquement le goût. D'un point de vue physiologique, les cinq sens sont en alerte, et l'on pourrait même ajouter un sixième sens, au-delà de la seule physiologie, tant la cuisine relève du psychologique: de son vécu, des histoires que l'on aime entendre ou imaginer, de l'émotion, de la recherche du plaisir. Comme le dit si justement Thierry Marx: «la cuisine est un univers fantasmé». La tarte aux pommes de la grand-mère est naturellement inégalable, un chef que l'on voit faire sa cueillette apporte une teinte bucolique et authentique à sa cuisine... Pourtant, certaines grands-mères sont

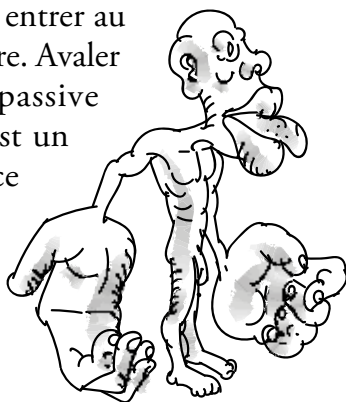


tyranniques, et de nombreux chefs, hors caméra, font leur marché à Rungis ou sur Internet ; un barman jongleur n'est pas nécessairement un bon mixologue... Il n'empêche que la dimension fantasmée est incontestable. Nous aimons voyager autour d'un plat et nous laisser bercer par une belle histoire de cuisine : la cuisine s'intellectualise de plus en plus. Et c'est tant mieux !

De plus, ingérer, c'est faire entrer au plus profond de soi la nourriture. Avaler n'est pas une action aussi passive qu'écouter ou voir. Le goût est un sens particulier. La confiance envers le cuisinier est de mise.

Il peut vous empoisonner comme vous conduire à l'extase. Si la vue, l'ouïe et le toucher relèvent de la (bio) physique (onde optique, onde acoustique, pression mécanique),

le goût et l'odorat sont eux des sens (bio)chimiques. En effet, les stimuli sont des molécules dont les fonctions et la configuration spatiale sont analysables par nos récepteurs olfactifs et gustatifs. Un physicien-chimiste ne peut que souligner l'intérêt de sa discipline face à toutes ces émotions que nous procurent nos sens, et au plaisir qui en découle. En cuisine, la chimie a du bon, au sens propre comme au figuré. Mais la cuisine n'est pas qu'une affaire de goût, elle éveille les cinq sens.



La **vue** tout d'abord, par ce plat qui arrive à table juste sous nos yeux : une poudre mate intrigue, le rosé de la viande suggère déjà le moelleux, la structure en feuilles empilées promet du croustillant. Au cuisinier de créer des



illusions optiques pour perturber ses convives : mettre sous cloche pour exacerber la découverte du plat (jeu à double tranchant car la déception peut être d'autant plus grande...), projeter des images ou des films sur ou sous la table, modifier la luminosité de la pièce pendant la dégustation. Ainsi, les *blind*-restaurants sont des lieux à concept (la salle à manger est plongée dans l'obscurité) où l'on va une fois pour l'expérience, mais nul n'en ferait sa cantine quotidienne. Nous mangeons en premier lieu avec nos yeux : « Je te mange des yeux » est déjà un bon début...

Le **toucher**, avec les doigts, ou via la résistance de la fourchette, du couteau ou des baguettes qui attrapent ou coupent la première bouchée. Vient ensuite le toucher sous les dents, au contact de la langue, des joues et du palais, qui confirmera la texture. La fleur de sel posée à la dernière minute sur le plat donne certes la note salée, mais également un fin croustillant en bouche. Le sel de Maldon® (en fine plaquette) ou la fleur de sel de Guérande ne sont pas choisis par hasard (parce qu'ils ne donnent pas les mêmes perceptions gustatives et mécaniques). Plasticité, résistance et résilience, élasticité, viscosité, bref, toutes les grandes propriétés rhéologiques (sous le nom générique de « consistance ») seront appréciées et décriront les « textures ». N'oublions pas que le toucher est le sens le plus développé chez l'homme. Le cuisinier devrait jouer d'avantage avec ce sens tant il procure de l'émotion.



De la bouche à la peau

Pour l'anecdote, certaines pectines apportent un *soyeux* et une *délicatesse* en bouche inégalés à des gelées de fruit. Nous avons mis au point des confitures instantanées non sucrées avec le chef Thierry Marx. En quête d'innovation, la cosmétique s'empare aujourd'hui de ces formulations pour procurer des sensations nouvelles sur la peau, tant le toucher de ces crèmes est plaisant.

Lors de la mastication, l'ouïe sera également sollicitée : croquant ou fondant, rugueux ou tendre, granuleux ou lisse... la bouche fait alors office de caisse de résonance. Le bruit des chips conditionnerait leur qualité : pas assez de bruit, c'est que les chips ne sont pas suffisamment croustillantes, donc qu'elles ne sont pas de bonne qualité. Sous la dent, le carré de chocolat, croquant, doit casser net. Là encore, les textures seront ajustées en vertu de ces analyses auditives. Le chef anglais Heston Blumenthal a d'ailleurs proposé à ses clients de déguster des millefeuilles en écoutant du verre qui se brise, ou bien de manger un plat à base d'huîtres accompagné du bruit des vagues. Le croustillant de la pâte feuilletée comme le goût iodé en seraient décuplés. Vérifiée statistiquement ou pas, l'expérience montre combien l'ouïe conditionne aussi le ressenti final lors d'une dégustation.



Les chips bruyantes ont meilleur goût

Tel pourrait être un résumé rapide des travaux du «gastrophysicien» Charles Spence, travaux récompensés par le prix Ig Nobel en 2008 (un prix attribué aux recherches insolites, décalées, qui font néanmoins réfléchir!). Ses études montrent que, selon l'environnement sonore choisi pendant la dégustation, les mêmes chips peuvent apparaître jusqu'à 15 % meilleures. Grâce à ses travaux sur la perception sensorielle, Spence explique pourquoi le jus de tomate est la boisson la plus choisie à bord des avions alors qu'elle est l'une des moins achetées au sol. Paradoxe? Dans un environnement bruyant (bruit de fond d'au moins 80 dB comme celui à bord d'un avion), nous serions incapables d'apprécier les saveurs douces; en revanche, nous serions beaucoup plus sensibles aux saveurs salée et umami... et le hasard (ou non!) veut que le jus de tomate soit justement au croisement de ces deux saveurs!

L'**odorat** et le **goût** enfin, au cœur de ce livre, sont les deux derniers sens impliqués. Tout ceci démontre, si besoin était, qu'il ne faut pas réduire la cuisine à une affaire de goût!



L'odorat : l'avoir dans le nez

Arôme et odeur

Un arôme désigne l'odeur d'une plante aromatique. Tous les arômes que nous connaissons ne proviennent pourtant pas de plantes aromatiques. Aussi ce terme a-t-il été étendu à l'ensemble de substances susceptibles d'apporter ou de modifier une saveur ou une odeur.

Une odeur est constituée d'un ensemble de molécules émises par un aliment. Ces molécules sont perçues de deux façons : tout d'abord par le nez, puis par rétro-olfaction lors de la mastication. Par analogie avec l'organe, le nez d'un mets, aussi appelé bouquet pour un vin, est composé de ces milliers de molécules volatiles en équilibre au-dessus du plat ou du liquide. Leur concentration, c'est-à-dire leur nombre par unité de volume d'air, caractérise l'intensité olfactive. En formulation (pour un parfum), on parlera de dosage. Ces concentrations doivent être supérieures au seuil de détection pour déclencher une réponse olfactive.

Un domaine de recherche récent

La réponse olfactive provient de l'activation de récepteurs, situés au sein de la muqueuse nasale. Les molécules arrivent par le nez sur la muqueuse (épithélium olfactif), d'environ 5 cm² de surface, puis pénètrent dans les bulbes olfactifs qui contiennent les récepteurs. Certains les considèrent déjà comme des zones du cerveau. Ce n'est qu'en 1991 que ces récepteurs – des protéines – ont été identifiés. Cette découverte a valu le prix Nobel de médecine à Linda Buck et Richard Axel en 2004.



Le nez d'un vin

Le nez d'un vin décrit qualitativement l'intensité olfactive. Les arômes diffusent dans l'air, et se propagent par convection (mouvement de matières dû aux variations de température et de densité).

Convection thermique (d'où l'importance de la température et de l'écart de température entre le vin et l'air ambiant), mais aussi convection chimique : les molécules diffusent des zones les plus concentrées vers les moins concentrées, pour équilibrer les concentrations. Le nez d'un vin traduit ainsi indirectement la concentration en molécules aromatiques dans l'air, en équilibre au-dessus du vin. Les sommeliers utilisent différents termes :

Fugace : arômes à peine perceptibles même lorsque l'on agite le vin ; nez quasiment absent.

Retenu : arômes perceptibles lorsque le vin est agité ; l'identification exacte des arômes reste difficile.

Léger : arômes perceptibles au premier nez ; l'agitation du vin révèle les arômes plus lourds.

Présent : arômes identifiables sans agitation. On parle de vin expressif.

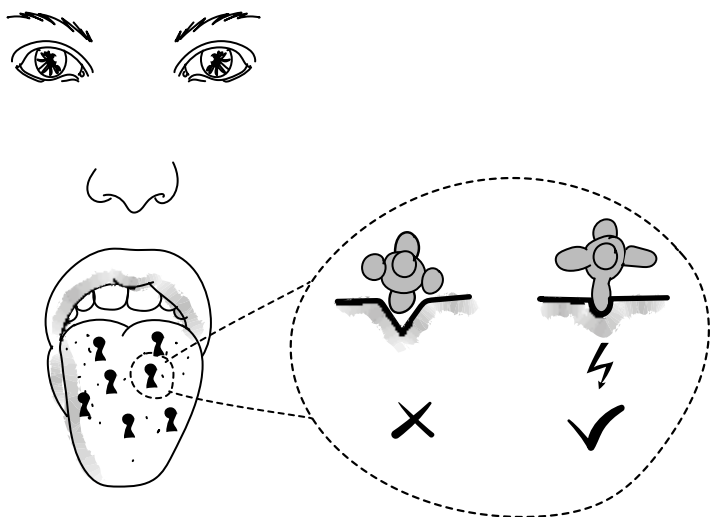
Aromatique : arômes identifiables et présents.



Riche : richesse et longueur aromatique. L'air dans le verre est véritablement parfumé. Aussi, la forme du verre a une grande influence sur la dégustation future. Les répartitions des molécules dans l'air et dans le liquide sont en équilibre. Pendant la dégustation, la quantité d'air inspiré, plus ou moins chargé de molécules aromatiques, conditionne le ressenti global.

Exubérant : les arômes sont si puissants (plus exactement la concentration est telle) que l'air de la pièce (du moins autour de la bouteille) est parfumé. L'identification du vin peut se faire sans humer le verre rempli. C'est le cas par exemple de certains Gewurztraminers très fleuris, vendanges tardives, de Languedoc, ou de vieux Portos et de Xérès.

Comme pour les récepteurs gustatifs, la détection d'une odeur provient donc d'une réaction entre des molécules odorantes et des récepteurs. De la même façon qu'une clef active une serrure et ouvre « la bonne porte », ces récepteurs identifient la charge électrique, l'encombrement et la conformation spatiale des molécules odorantes. Si la reconnaissance s'opère, l'information est transmise par transduction : les cellules convertissent les stimuli biochimiques en message nerveux électrique. La serrure s'ouvre et l'information est analysée dans les aires olfactives.



Ce n'est que très récemment, en 2015, dans la prestigieuse revue *Science*, que le nombre d'odeurs détectables par le corps humain a été révélé : 1 000 milliards ! En d'autres termes, le nez semble être un organe tout aussi important que les yeux ou les oreilles. Les yeux identifient entre 2 et 7 millions de couleurs, les oreilles 340 000 tonalités environ. Alors que notre génome ne possède que 4 gènes pour la couleur, on en dénombre 400 pour l'olfaction ! La cause reste encore mystérieuse mais ne négligez pas votre nez ! Paradoxalement, l'olfaction a longtemps été qualifiée de sens mineur. Aujourd'hui encore, les tests auditifs et visuels sont courants lors de visites médicales, tandis que nous ne cherchons pas d'éventuelles anomalies olfactives ou gustatives. Sans entrer dans un débat sociologique, voir et entendre sont des actions jugées plus nobles par l'homme civilisé, alors que renifler est assimilé à une activité canine ou porcine. De grands opéras ou des œuvres picturales nous mettent en émoi, mais où sont les œuvres