

L3 : Contrôle de Qualité et Technologie Agroalimentaire

Mme FERNANE S.

Cours : Analyse sensorielle des aliments

2020/2021

Plan du cours

- I. Généralités sur la qualité et les caractères organoleptiques des aliments
- II. La réponse sensorielle
- III. Analyse sensorielle
- IV- Méthodes instrumentales de l'analyse sensorielle des aliments

Chapitre I : Généralités sur la qualité et les caractères organoleptiques des aliments

Les produits alimentaires dont l'homme se nourrit sont tous périssables à l'exception de l'eau et du sel. Cette propriété pose de nombreux problèmes pour leur préservation depuis la récolte, la capture ou l'abattage jusqu'à leur utilisation.

1-Qualité de l'aliment et son évaluation

La qualité d'un aliment est une notion subjective, puisque le principal moyen d'évaluation est le consommateur. Différents tests et indices quantitatifs ont été mis au point pour décrire objectivement la qualité et pour faciliter l'obtention d'un niveau satisfaisant.

2-Comparaison entre aliments selon leur qualité

Il s'agit de comparer la qualité d'un aliment à celle d'un produit de référence qui est défini par la réglementation, du point de vue composition et procédés de préparation. Ainsi, les produits sont classés par rapport au produit de référence, ce qui constitue la base du contrôle de la qualité qui est une opération d'une grande importance économique dans l'industrie alimentaire.

3-Critères de qualité

3-1-Les propriétés organoleptiques : Elles se basent sur les critères suivants :

- L'apparence (forme, couleur), relevant de la vision.
- La flaveur (arôme, saveur), relevant de l'odorat et du goût.
- La texture (résistance, consistance à la maturation), relevant du toucher et de l'ouïe (l'audition).

Ces facteurs jouent un rôle important dans l'appétence des aliments.

D'autres caractères sont néanmoins fondamentaux, dont :

3-2-La salubrité : C'est l'absence d'action toxique de microorganismes pathogènes ou toxigènes.

3-3-La valeur nutritionnelle : C'est la composition en termes de teneur en calories, protéines, acides aminés indispensables, vitamines, sels minéraux et oligoéléments. La digestibilité et la disponibilité des aliments interviennent aussi.

3-4-Les propriétés fonctionnelles : Ce critère concerne les divers ingrédients d'intérêt industriel intervenant dans l'élaboration des aliments (comme les additifs alimentaires).

3-5-La stabilité : C'est l'aptitude du produit alimentaire à ne pas s'altérer rapidement. Les conditions d'entreposage et de conservation sont prises en considération.

3-6-Le coût : C'est un paramètre économique qui s'impose par rapport aux autres caractères.

4-Méthodes de l'évaluation de la qualité

Pour juger et contrôler la qualité des produits alimentaires (et par conséquent de diriger correctement les conditions de transformation, de préservation et d'entreposage), on fait appel à des critères et des méthodes de divers types :

-L'expérimentation sur les animaux du laboratoire ou d'élevage : ce qui permet d'étudier la valeur nutritionnelle des aliments et l'absence de toxicité.

-Les essais microbiologiques : qui révèlent la présence ou l'absence de microorganismes indésirables.

-Les analyses chimiques et biochimiques : qui offrent la possibilité d'évaluer la valeur nutritionnelle et de prévoir la stabilité au cours de la conservation et de la distribution.

-Certaines mesures physicochimiques : comme l'activité de l'eau (a_w) et le pH, qui renseignent sur d'éventuelles réactions de détérioration.

-Certaines mesures physiques comme la couleur, la rhéologie, la rétention en eau ..., qui déterminent les caractères organoleptiques et fonctionnels de l'aliment.

-Les jurys de dégustation : par l'exploitation des réactions de groupes représentatifs de consommateurs entraînés, auxquels on demande de se prononcer sur les caractères organoleptiques de l'aliment.

5-Caractères organoleptiques

Les propriétés sensorielles ou « organoleptiques » des aliments recouvrent : l'aspect, la couleur, la saveur, l'odeur ou l'arôme ainsi que la texture. Ce sont des substances absorbées par voie buccale, capables d'impressionner un récepteur sensoriel. On distingue alors :

5-1-La couleur :

C'est l'effet d'un stimulus sur la rétine transmis par le nerf optique au cerveau. Le stimulus consiste en une lumière réfléchie ou transmise par un objet à partir d'une lumière incidente.

La couleur joue un rôle important dans l'évaluation de la qualité d'un aliment, car elle est souvent liée à la maturité, à la présence d'impuretés, à la mise en œuvre d'un traitement technologique, à de mauvaises conditions de stockage, à un début de détérioration par les microorganismes... etc. Elle peut aussi être mesurée à l'aide d'appareils : spectrophotomètre, colorimètre...

5-2-Saveur et arôme :

La saveur et l'arôme des aliments résultent de la stimulation simultanée des récepteurs situés dans la bouche et dans la cavité nasale par un grand nombre de constituants des aliments.

-La saveur : Les récepteurs du goût sont localisés dans les bourgeons des papilles gustatives de la langue. Chaque bourgeon est constitué de cellules et s'ouvre par un pore à la surface de la langue et innervé par un nerf sensible lié au cerveau. La surface du milieu de la langue n'est pas (ou peu) sensible aux saveurs.

La sensibilité aux quatre saveurs (de base) : le salé, le sucré, l'acide et l'amer est plus ou moins importante selon les zones de la langue.

Aucun bourgeon gustatif n'est spécifique d'une seule saveur, mais répond généralement à plusieurs saveurs avec une prédominance pour l'une d'entre elles.

-L'arôme : Les récepteurs olfactifs sont localisés dans la cavité rétro nasale, ils sont constitués de plusieurs cellules longues et minces munies de poils qui traversent le mucus et qui sont liées aux fibres nerveuses.

Lors de la prise d'aliments, les substances volatiles libérées dans la bouche parviennent à la muqueuse olfactive en passant par la cavité nasale. On peut différencier et reconnaître quelques milliers d'odeurs différentes. L'homme et les

animaux sont très sensibles à certaines odeurs. La mesure de l'arôme passe par la mesure et le dosage des substances aromatiques par des techniques comme la chromatographie, la spectrométrie dans l'IR et l'UV, les techniques de dilution...

5-3-La texture :

Elle désigne ce qu'on perçoit ou on mesure dans l'aliment lorsqu'on lui fait subir des déformations mécaniques. La perception se fait par le toucher à la main, ensuite dans la bouche. Elle traduit donc l'acceptation ou le refus d'un aliment par le consommateur.

Plusieurs mesures physiques sont utilisées pour l'évaluation de la texture : comme exemple pour la viscosité, la plasticité et l'élasticité, on mesure la vitesse d'écoulement, l'extrusion et la pénétration d'un corps.

Chapitre II : La réponse sensorielle

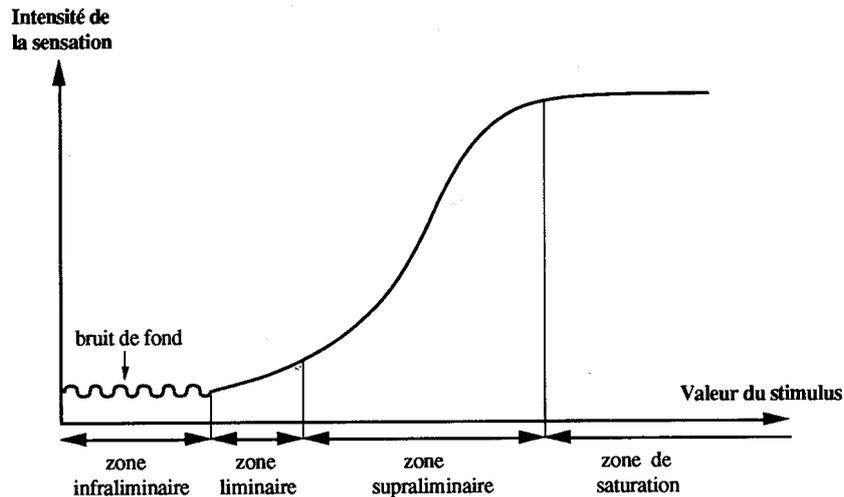
1.Intensité de la sensation et perception

Sensation : C'est le phénomène qui traduit de façon interne chez un individu, une stimulation d'un de ses organes récepteurs, exemple : **sensations** visuelles

Perception : C'est l'activité par laquelle un sujet fait l'expérience d'objets ou de propriétés qui sont présents dans son environnement (dans l'aliment). Cette activité repose sur des informations délivrées par les sens.

Toute sensation possède une qualité et une intensité. **La sensation est perçue à partir d'une certaine intensité d'un stimulus.**

Schématiquement, on peut tracer une courbe qui donne l'intensité de la sensation en fonction de l'intensité du stimulus, elle présente quatre domaines (ou zones) :



- Un **domaine infraliminaire** où la sensation est confuse, instable ;
- Un **domaine liminaire** où la sensation est de façon aléatoire, soit nette soit confuse mais d'intensité toujours très faible ;
- Un **domaine supraliminaire** où la sensation est nette, identifiable et d'intensité croissante avec le stimulus ;
- Une **zone de saturation** où l'intensité de la sensation ne varie plus quand l'intensité du stimulus augmente. A partir de ce stade, l'augmentation du stimulus pourra causer une gêne voire une douleur.

« *Liminaire* » : Se dit d'un stimulus qui est juste au niveau du seuil.

2. Qualité de la perception (la manière par laquelle le cerveau donne la réponse)

Percevoir la qualité d'une sensation veut dire qu'elle possède une intensité suffisante, l'identifier veut dire que le sujet ait déjà fait l'expérience de cette sensation. On parle alors de reconnaissance, la sensation est reconnue si elle est identique à une sensation déjà mémorisée. Le cerveau est capable de travailler par association et de trouver des analogies entre la sensation perçue et les informations mémorisées.

3. Variations interindividuelles

Les seuils de détection peuvent varier d'un individu à l'autre et d'une substance à l'autre pour un même individu. Un individu peut être très sensible à un stimulus et moins à un autre. Ces différences de perception peuvent être dues à des facteurs physiologiques ou génétiques aussi bien qu'aux habitudes alimentaires du sujet.

D'autres facteurs : L'âge peut affecter les performances des sujets, surtout en ce qui concerne l'olfaction. Concernant le sexe, les femmes sont plus sensibles du point de vue olfactif.

4. Phénomène d'adaptation

L'adaptation est la modification temporaire de l'acuité d'un organe sensoriel à la suite d'une stimulation continue ou répétée. Il s'agit d'un phénomène entièrement physiologique qui peut être limité en appliquant quelques consignes simples, à savoir : attendre quelques minutes entre chaque échantillon, et se rincer la bouche.

Par ailleurs, la monotonie, l'habitude ou le manque d'intérêt que porte le juge à l'épreuve peut aussi affecter ses performances.

« *Acuité* » : *qualité de ce qui est aigu.*

Chapitre III : Analyse sensorielle

Introduction

L'analyse sensorielle (ou sensométrie) est la technique qui utilise les sens de l'homme pour connaître et décrire les caractéristiques organoleptiques d'un produit. Il s'agit d'analyser le produit seul en utilisant un sujet humain comme instrument de mesure qui doit avoir toutes les qualités requises d'un autre instrument : **fidélité, répétabilité, reproductibilité, justesse, et exactitude.**

L'analyse sensorielle ne s'improvise pas. Cette démarche scientifique exige un équipement particulier, du personnel entraîné et qualifié et un jury sélectionné sur la base de ses performances. Elle fait intervenir **tous les sens**, les uns après les autres et tous en même temps.

Son objectif est de **pouvoir décrire un aliment**, dans toutes ses dimensions sensorielles, à quelqu'un qui ne l'a pas goûté. Il faut donc être très précis pour donner le maximum d'informations, afin de pouvoir faire un jugement de l'aliment.

L'analyse sensorielle s'applique à toute une gamme de domaines comme le développement et l'amélioration des produits alimentaires, le contrôle de la qualité, l'entreposage et le développement des processus.

Un panel d'analyse sensorielle (**un jury de dégustation**) doit être considéré comme un instrument scientifique si on veut obtenir des résultats fiables et valides. Les tests faits avec ces panels doivent être réalisés dans des conditions

contrôlées, en se servant de **plans d'expériences**, de **méthodes de vérification** et de **analyses statistiques** bien conçues.

Définition

L'**analyse sensorielle** est un ensemble de méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles (vue, ouïe, odorat, goût, toucher). On l'appelle aussi « **sensométrie** » ou « **métrologie sensorielle**, qui veut dire **mesures sensorielles** ».

L'analyse sensorielle est fondée sur trois niveaux métrologiques : percevoir, identifier et discerner et ceci à l'aide de descripteurs, dans le but d'avoir un point de vue objectif sur ce que ressent le dégustateur.

Le principal problème de ce type d'analyse est qu'elle **est subjective** et que les sens ne se limitent pas seulement à une réaction physiologique à un stimulus, mais prennent en compte l'expérience de la personne, son état d'esprit ou son humeur, son environnement, ses habitudes alimentaires, son état physiologique... Ceci mène à appliquer des techniques et des méthodes qui permettront d'atteindre le plus possible l'objectivité souhaitée.

1-Les 3 temps de la dégustation

1.1-Avant la mise en bouche : la vue, le toucher, l'odorat

➤ La vue

Il s'agit de regarder l'aliment sous toutes ses formes pour pouvoir le décrire (il faut retourner l'aliment et le manipuler pour le voir intégralement) : la couleur, la forme, la texture, les caractéristiques spécifiques (pour un fruit ou un légume : est-il mûr, pas mûr ?), peut-il être comparé ? Qu'évoque-t-il (ce peut être un souvenir, une histoire, un texte, etc...).

➤ Le toucher

Si on manipule l'aliment, on peut décrire les sensations du toucher (l'extrémité des doigts est la zone la plus sensible du corps, avec les lèvres) : Mou, dur, moelleux, craquant... Gras, sec, humide... Chaud, froid, tiède, glacé, brulant...

➤ L'odorat pour mieux déguster

Il faut porter l'aliment sous le nez pour le humer (le sentir). Une à deux respirations suffisent pour donner le maximum d'informations : quel parfum domine ? quels autres parfums sont présents ? qu'évoquent-ils ?

1.2- Pendant la mise en bouche : l'ouïe, le goût ou la gustation

C'est le moment clé de la dégustation. Il s'agit de vérifier toutes les informations données précédemment par les autres sens et d'en apporter de nouvelles.

➤ L'ouïe

Les dents vont vérifier, apprécier et préciser la texture sentie par le toucher et imaginée par la vue. Est-ce bien croquant, craquant, mou, moelleux ? Chaud, froid, tiède ? etc.

➤ La gustation

La langue va explorer les saveurs : sucré, salé, acide, amer et la voie rétro-nasale va vérifier si les parfums sentis extérieurement sont les mêmes. Il faut prendre le temps de bien mâcher, de bien faire passer l'aliment tout autour de la langue, sur le palais, sur toutes les dents. Cette action ne se fait pas vite, mais en prenant quelques minutes pour bien préciser et analyser toutes les sensations ressenties.

1.3-Après : l'arrière-goût

Il y a un *après* dans la dégustation. C'est à la fois le goût qui reste en bouche après avoir avalé l'aliment (pour un chocolat, comme exemple, ce peut être le goût du gras, ou celui du cacao ou du lait, ou celui de noisettes, s'il est aux noisettes) et des éventuels petits restes entre les dents (les morceaux de noisette dans le chocolat). Cette dernière touche permet de finaliser la description de l'aliment et de lui donner une appréciation générale. C'est à ce moment que le plaisir alimentaire se vérifie ou non.

Ces 3 étapes prennent du temps. Il faut y passer au moins plusieurs minutes. Toutes ces informations doivent être les plus précises possibles. Elles doivent anticiper à porter un jugement sur l'aliment.

2. Mise en place des panels d'analyse sensorielle

2.1. Recrutement des dégustateurs

Les dégustateurs peuvent être recrutés au sein du personnel de l'institution ou de l'organisation qui procède à la recherche ou bien de l'extérieur. Des tests vont être appliqués pour une meilleure formation du jury qui reçoit le strict minimum d'informations concernant l'objectif des tests et la nature des produits testés.

Le responsable des analyses sensorielles, du recrutement, de la sélection et de l'entraînement du jury et des tests est appelé « l'animateur », il doit avoir une formation dans les domaines suivants :

- Analyse sensorielle afin de connaître et de pouvoir choisir les tests les plus appropriés ;
- Technologie alimentaire de façon à être capable de préparer des produits de référence, et d'analyser les résultats ;
- Statistique, une bonne formation est nécessaire afin de construire les plans d'expérience, de traiter les réponses et d'interpréter les résultats ;
- Techniques de communication afin d'instaurer un dialogue entre les juges, de les amener à confronter leurs expériences et à les verbaliser.
- De plus, l'animateur doit faire preuve de rigueur et d'organisation et doit posséder de bonnes qualités relationnelles.
- Une connaissance de base en informatique lui sera utile si les séances sont gérées par un logiciel, ce qui est de plus en plus le cas.
- C'est de lui que dépend en grande partie la réussite du fonctionnement du groupe. Il peut être aidé dans sa tâche par un technicien ou un préparateur.

2.2. Sélection de personnes pour les panels de dégustateurs experts

Les personnes qui acceptent de participer aux panels de dégustateurs experts sont soumises à un examen pour déterminer si elles ont une acuité sensorielle « normale », en leur demandant d'identifier des saveurs élémentaires et des odeurs courantes.

Il faut aussi tester la sensibilité des dégustateurs, c'est-à-dire leur aptitude à faire la différence entre des niveaux d'une caractéristique sensorielle donnée. Ceci permet d'identifier les gens qui ont un odorat ou un goût peu marqué ou qui ne sont pas sensibles aux variations des intensités de saveur ou de texture.

La sélection peut se faire en deux étapes.

-La première étape, elle consiste à effectuer un premier tri rapide sur la base de la fiche d'identité. Les candidats susceptibles de ne pas rester seront éliminés.

De même, seront écartées, les personnes présentant des troubles (daltonisme, allergies, port d'une prothèse dentaire, rhume des foies) susceptibles d'altérer la perception de caractéristiques jugées importantes.

Cette étape vise également, grâce à un entretien, à retenir les sujets présentant : les traits de caractères requis pour ce type de travail à savoir : l'honnêteté, la faculté de fixer son attention de façon prolongée et la persévérance. L'entretien aura également pour objectif d'identifier les sujets les plus motivés et les plus intéressés.

-La seconde étape, Après la première sélection, les dégustateurs sont soumis à des essais pour déterminer leur aptitude à différencier des échantillons très comparables ou identiques à ceux qui seront étudiés, ce qui aide à trouver des

dégustateurs qui sont sensibles aux différentes caractéristiques de l'aliment à tester.

2.3. Formation des jurys

Si 20 à 25 personnes ont été sélectionnées, on retient un groupe de 12 à 14 pour la formation.

En règle générale, les séances de formation d'un panel, durent environ 30 minutes par jour, 2 à 4 fois par semaine. Elles se font au début avec un groupe plus important de personnes que celui dont on a besoin pour le panel, car certains d'entre vont abandonner à cause de maladies ou des exigences de leur travail.

Le groupe final qui aura reçu la formation complète devrait être composé d'au moins 8 à 10 personnes ayant l'aptitude de bien distinguer les différences.

Cette étape comprend deux séances de tests au terme desquelles les sujets les plus performants seront retenus.

Le type de tests est choisi en fonction des objectifs du jury. Ils ne devront être ni trop faciles, ni trop difficiles et non discriminants, ils ont trois objectifs :

- l'élimination des sujets présentant des anomalies sensorielles (anosmie « perte totale de l'odorat » ou agueusie partielle : « absence du sens du goût »),

- la détection des sujets présentant la meilleure acuité sensorielle,

- l'évaluation de la capacité des sujets à percevoir et à décrire des sensations.

Donc, afin de répondre à ces trois objectifs, l'animateur propose aux candidats différents types de tests. Ces tests sont décrits par AFNOR (association française de normalisation) et qui sont :

-Test de reconnaissance des saveurs : Dans ce test et en premier temps, on permet aux dégustateurs d'identifier les saveurs en leur présentant un témoin. Plus tard, au cours de la même séance ou d'une autre séance, les mêmes échantillons, mais codés sont présentés, le sujet doit les reconnaître et les identifier.

-Test d'appariement : Dans ce test, les sujets reçoivent une première série d'échantillons codés avec lesquels ils doivent se familiariser. Ensuite, ils reçoivent une deuxième série d'échantillons codés différemment et doivent appairer les échantillons des deux séries (Mettre en paires).

-Test de reconnaissance des odeurs : La même procédure que pour le test précédent de reconnaissance des saveurs.

-Test de classement (test portant sur la mémoire des odeurs) : ce test a pour objectif de sélectionner les sujets les plus aptes à être retenus. Il consiste à donner aux sujets 15 odeurs différentes et à leur demander de les classer en 5 groupes de trois odeurs. Ils sont prévenus que les mêmes 15 odeurs leur seront présentées à la séance suivante et que le même exercice leur sera demandé. Les sujets devront refaire les mêmes groupements que lors du premier test. Pour chaque trio

reconstitué, le sujet marque 2 points, pour chaque couple d'un trio reconstitué, le sujet marque 1 point. Cette épreuve est assez difficile.

La formation comprend une partie théorique et une partie pratique.

-La formation théorique comprend les notions de base en physiologie sensorielle,

-La partie pratique est constituée de différents tests proposés aux juges durant les séances d'analyse, l'animateur connaît la composition des échantillons, (donc la réponse correcte). Après les tests, il vérifie les réponses et demande aux sujets qui se sont trompés à regoûter et à confirmer ou à infirmer la réponse. L'animateur poursuit l'entraînement jusqu'à ce que les performances qu'il s'est fixé soient atteintes. A partir de ce moment, le groupe est considéré comme un groupe qualifié et pourra travailler ensemble.

La dernière étape de la formation se fait avec des produits alimentaires comparables à ceux qui serviront pendant les essais réels.

On considère que la formation est terminée quand les dégustateurs sont à l'aise avec la procédure d'évaluation, ils peuvent de façon répétée faire la distinction entre les divers échantillons. On peut à ce moment identifier les dégustateurs qui donnent des résultats supérieurs et les retenir pour toute la durée de l'analyse sensorielle quand ils arrivent à distinguer des différences entre les échantillons soumis aux essais en obtenant de façon répétée les mêmes résultats.

On se sert ensuite de l'analyse statistique (Analyse de variance - ANOVA) pour évaluer les résultats. Les résultats de chaque dégustateur sont soumis à l'analyse. Ceux qui peuvent faire la distinction entre les différences des échantillons avec un faible carré moyen des erreurs devraient être retenus pour le panel.

2.4. Le local

Le local où se déroule les analyses doit répondre à des normes bien précises (AFNOR NF V 09-105). Il doit comprendre au moins trois pièces réservées à l'analyse sensorielle : **une salle de préparation, une salle de dégustation, et une salle de réunion**, auxquelles s'ajoute **un bureau pour le personnel**.

▪ Conception d'installations pour la réalisation d'essais sensoriels

La réalisation d'essais sensoriels ne nécessite pas des installations sophistiquées mais elle impose le respect de certaines exigences de base pour être efficace et donner des résultats fiables. Il suffit d'aménager **un espace pour la préparation des aliments, un autre pour les discussions en panel** qui est **un espace tranquille équipé d'isolaires**, et **un bureau pour l'animateur du panel**, sans oublier **les fournitures pour la préparation des échantillons et pour les servir**.

▪ Installations permanentes d'essais sensoriels

Les principes de la conception d'installations permanentes d'essais sensoriels se basent **sur la conception de laboratoire**, elles dépendent du type d'essais à réaliser, de leur quantité ainsi que de l'espace et des ressources disponibles. Les

murs doivent être peints de couleurs neutres dans l'ensemble du laboratoire. On se sert de matériaux à surface inodore pour les planchers et les plans de travail. Certains bois, certains tapis et certains plastiques émettent des odeurs qui pourraient nuire aux évaluations sensorielles qu'il ne faut donc pas les utiliser.

2.4.1. Secteur de préparation des aliments (salle de préparation)

Il s'agit d'une cuisine, où sont préparés les échantillons. Elle doit comprendre tout le matériel se trouvant habituellement dans une cuisine, avec une capacité suffisante pour préparer des échantillons pour tous les juges.

Elle doit être isolée de la salle de dégustation afin que les juges n'y aient pas accès. Les odeurs doivent être évacuées vers l'extérieur et ne doivent pas envahir la salle de dégustation.

- **Le plan de travail :** Il faut disposer d'une surface suffisante pour la préparation des aliments et pour installer les plateaux d'échantillons avant de les donner aux dégustateurs. Sa hauteur doit être d'environ 90 cm pour qu'on puisse y travailler confortablement et de profondeur d'environ 60 cm.
- **Les éviers :** Il faut disposer d'au moins deux éviers alimentés en eau chaude et en eau froide. Il est également utile de disposer d'eau distillée dans un laboratoire d'essais sensoriels, si l'eau de robinet a une odeur ou un goût désagréable.
- **Le matériel de cuisson :** Il faut disposer de cuisinières à gaz ou électriques ou de plaques chauffantes et de fours. Les fours à micro-ondes peuvent aussi être utilisés.
- **Le matériel de réfrigération :** La présence de matériel de réfrigération est essentielle pour conserver les aliments et peut également servir à refroidir des échantillons ou à les garder à température constante avant de les servir. Un congélateur est également utile pour l'entreposage à long terme d'ingrédients et des échantillons de référence et pour permettre que les aliments préparés à des moments différents soient conservés et évalués en même temps.
- **L'espace d'entreposage :** Il faut disposer de placards ou d'étagères fermées pour ranger les plats et les fournitures et de tiroirs directement en dessous du plan de travail pour ranger le matériel utilisé en analyse sensorielle.
- **Ventilation :** Il faut installer une hotte au-dessus des cuisinières pour réduire les odeurs de cuisson et de les empêcher de se répandre dans la pièce du panel.
- **Fournitures pour les essais sensoriels**

Tous les ustensiles doivent être faits d'une matière qui ne transmet pas les odeurs ou les saveurs des aliments préparés ou échantillonnés. Le matériel pour la préparation des aliments et pour les servir, les ustensiles et la verrerie destinés au secteur des essais sensoriels devraient être achetés neufs et servir exclusivement

à cette fin. Les aliments, les contenants pour échantillons (en particulier ceux qui sont jetables), les tasses pour se rincer et les ustensiles devraient être achetés en grandes quantités afin qu'on n'en manque pas pendant l'étude.

- **Petits équipements pour la préparation des aliments.**

Pour la préparation des aliments, il y aura besoin d'une balance précise, de cylindres gradués, de pipettes, de flacons gradués et de gobelets en verre de diverses tailles pour faire des mesures précises au cours de la préparation et de l'échantillonnage.

Les instruments de cuisson en verre (Pyrex) ou en vitro-céramique sont préférables à ceux en métal, car ils ne modifient pas la saveur ou les odeurs des aliments qu'on y cuit.

Si on ne trouve que du matériel en métal, on choisit l'acier inoxydable que l'aluminium, le fer blanc ou la fonte.

-Contenants à échantillons. La taille du contenant est fonction du type de produit soumis aux essais et de la quantité qu'on veut y mettre.

Les contenants en papier, en plastique ou en polystyrène jetables avec des couvercles, les assiettes pétri et en papier jetables sont tous pratiques mais coûtent assez cher. Les contenants en verre réutilisables sont des solutions de remplacement acceptables.

Il faut utiliser des couvercles pour empêcher les échantillons d'aliments de sécher ou de changer de température ou d'apparence et pour empêcher la poussière de les contaminer. Ils permettent aux odeurs de l'aliment de s'accumuler dans le contenant afin que les dégustateurs les sentent pleinement.

-Plateaux. Il faut disposer de plateaux en plastique ou en métal pour servir les échantillons à chaque dégustateur.

- **Autres fournitures.**

Cuillères, fourchettes, couteaux en plastique, serviettes, tasses en verre ou jetables pour l'eau et les crachats et de grandes cruches de préférence en verre, pour l'eau à boire.

On suggère également de se servir d'un détergent à laver la vaisselle sans odeurs pour laver l'équipement.

2.4.2. Secteur consacré à la discussion en panel (salle de dégustation)

Il est nécessaire de disposer d'une pièce où les dégustateurs peuvent se réunir avec l'animateur pour recevoir des instructions, une formation et discuter. Il doit être distinct de celui de la préparation des aliments afin que le bruit et les odeurs de cuisine ne gênent les dégustateurs dans leur travail. L'idéal est une pièce confortable et bien éclairée avec une grande table et des chaises ou des tabourets pour accueillir au moins 10 personnes.

Elle doit être équipée de cabines individuelles ou d'isoloirs permettant l'isolement des juges et des accessoires suivants : éclairage modulable, passe-plats, crachoir, système de saisie des données (formulaires papier ou PC). Avec un maximum de confort et de concentration aux juges : couleurs claires, absence de cadres,

décorations etc., température et humidité de l'air correct (système de ventilation), propreté impeccable.

2.4.3. Salle de réunion

Au cours de leur entraînement et durant les tests, les juges se confrontent leurs expériences et leurs perceptions, pour cela ils s'expriment dans des salles de réunion qui doivent ne pas se situer trop loin de la salle de préparation.

2.4.4. Espace à bureau

En plus de l'espace nécessaire à la réalisation d'essais sensoriels, il faut disposer d'un endroit où l'animateur de panel peut préparer des bulletins et des rapports, analyser les données et enregistrer les résultats.

▪ Consignes pour le jury et les directives à donner aux dégustateurs

Les séances d'analyse sensorielle demandent un très gros effort de concentration. Il est essentiel d'éviter toute source de distraction et la salle doit être conçue et aménagée. Les consignes suivantes doivent être remises aux sujets et rappelées à chaque fois.

Consignes	Commentaires
<i>Avant la séance</i>	
- Ne pas fumer, boire du café, manger des bonbons, chewing-gums ou autres aliments à forte saveur juste avant la dégustation. - Ne pas utiliser de rouge à lèvres.	Ces produits peuvent perturber la perception du sujet en créant des saveurs parasites.
- Signaler au responsable un état malade, une grossesse, la prise d'éventuels médicaments.	Le responsable ainsi tenu au courant pourra expliquer d'éventuels changements de performance du juge.
- Etre ponctuel et prévenir en cas d'absence.	Le juge se présente à la séance dans un état psychologique qui ne permet pas sa concentration.
<i>Pendant la séance</i>	
- Lire attentivement le questionnaire avant de commencer le test.	
- Ne pas hésiter à poser une question ou à demander une explication si un point ne semble pas clair.	Si une question doit être posée, le juge appelle discrètement le responsable et pose sa question à voix basse.

- Se rincer la bouche et attendre quelques minutes entre chaque échantillon.	Pour éviter le phénomène d'adaptation.
- Ne pas parler pendant le test. - Ne pas influencer les autres juges.	
- Vérifier qu'aucune question n'a été oubliée avant de quitter la séance.	

On recommande aux dégustateurs d'éviter l'utilisation de produits à l'odeur prononcée, comme les savons, les lotions et les parfums avant de participer à un panel et d'éviter de manger, de boire ou de fumer au moins 30 minutes avant de procéder aux essais.

3. Réalisation des essais sensoriels

2.1. Échantillonnage des aliments pour les essais sensoriels

Les aliments présentés aux dégustateurs pour les essais doivent ne pas présenter de risques. Les échantillons prélevés doivent être représentatifs de l'ensemble du lot. Si les portions qui seront servies aux dégustateurs ne sont pas représentatives de l'aliment, les résultats ne seront pas valides.

▪ Préparation des échantillons pour les essais sensoriels

Les diverses étapes de la préparation des échantillons doivent être normalisées. Les échantillons devraient tous être préparés avec la même méthode pour éliminer les possibilités des effets de la préparation.

Exemple d'échantillonnage : le lot qui fera l'objet d'essais doit d'abord être mélangé soigneusement, puis divisé en quatre parties et un échantillon est prélevé dans chacune de ces parties. Ces quatre échantillons sont ensuite remélangés pour former l'échantillon soumis à l'essai. La taille de l'échantillon à tester devrait être calculée en fonction du nombre de portions qui seront nécessaires au panel.

Quand on doit cuire et préparer différents types d'aliments, **le couscous par exemple**. A la fin de l'analyse sensorielle, les facteurs à contrôler comprennent le rapport entre la quantité de couscous et l'eau de trempage ainsi que l'eau de cuisson, le temps de trempage, la taille et la dimension du contenant de cuisson, le taux de cuisson et la durée, le temps qui s'écoule entre la cuisson et le moment où il est servi et la température à laquelle on le sert.

Si le temps de cuisson doit varier entre les échantillons, on doit étaler le début de la cuisson afin que tous les échantillons soient prêts en même temps. Si on ne procède pas de cette façon, les écarts de durée entre la fin de la cuisson et le moment où ils seront servis peuvent influencer l'évaluation sensorielle, car le fait de conserver des échantillons pendant une période prolongée peut modifier sensiblement leur apparence, leur saveur et leur texture.

2.2. Présentation des échantillons pour les essais sensoriels

Les méthodes de présentation des échantillons sont également normalisées. Chaque dégustateur doit recevoir une portion représentative de l'échantillon d'essai.

Les aliments solides sont coupés en portions régulières pour que chaque dégustateur reçoive une part égale du bord et du centre de l'aliment.

Les produits liquides sont remués pour avoir une consistance uniforme dans toutes les portions.

Quand les produits alimentaires sont formés d'un certain nombre de petits morceaux qui peuvent varier entre eux, il faut donner aux dégustateurs une portion assez grosse pour qu'ils puissent se servir de plusieurs morceaux pour l'évaluation de chaque caractéristique.

En règle générale, il faut utiliser au moins **30 g** d'aliment solide ou **15 ml** de boisson.

Les échantillons d'aliment évalués peuvent être avalés ou crachés mais il est toutefois souhaitable que tous les membres du panel appliquent la même technique. Il faut fournir des tasses avec couvercles pour cracher les restes d'aliment.

On offre souvent de l'eau à la température de la pièce aux dégustateurs afin qu'ils puissent se rincer la bouche avant et entre chaque échantillon qu'ils goûtent. L'eau de rinçage peut être avalée ou crachée.

▪ **Utilisation des échantillons de référence**

Quand on procède à des essais sensoriels, on se sert souvent d'échantillons de référence.

Il s'agit d'échantillons désignés auxquels tous les autres échantillons seront comparés.

Il peut s'agir de références cachées ou codées sur des échantillons servis aux dégustateurs en même temps que les échantillons à l'essai. On les appelle : « échantillons-types » qui sont composés d'aliments comparables à ceux soumis aux essais.

2.3. Erreurs de l'analyse sensorielle

Des erreurs peuvent se produire au cours des essais sensoriels, qu'il faut essayer de limiter le plus possible. Si on ne tient pas compte de l'influence de certains facteurs quand on prépare et on mène une expérience sensorielle, les erreurs qui apparaissent peuvent conduire à des résultats erronés. Les différents types d'erreurs sont les suivants :

2.3.1. Erreurs d'anticipation

Ces erreurs sont de nature psychologique, elles peuvent survenir quand on donne trop de renseignements aux dégustateurs sur la nature de l'expérience ou sur le type d'échantillons avant de procéder aux essais. Ainsi ils s'attendent à trouver certaines différences entre les échantillons, alors ils s'efforceront de les trouver. On ne devrait donner aux dégustateurs que les renseignements dont ils ont besoin

pour mener à bien l'expérience en leur demandant de ne pas échanger les opinions entre eux pendant l'expérience.

Les dégustateurs peuvent avoir des anticipations en ce qui concerne les échantillons. Ils s'attendent par exemple à ce que l'échantillon codé A soit meilleur que celui codé F, ou que l'échantillon codé 1, ait une caractéristique plus marquée que l'échantillon codé 5.

Afin d'empêcher ces erreurs, chaque échantillon devrait être codé avec un numéro aléatoire à trois chiffres (comme 374 ou 902). Ces codes à trois chiffres n'influencent pas les jugements des dégustateurs de la même façon que le font un chiffre ou une lettre seule.

2.3.2. Erreurs dues à la disposition

La façon dont les échantillons sont disposés peut influencer les jugements des dégustateurs. C'est ainsi que quand on présente deux échantillons, on préfère souvent le premier au second. Les disposer au hasard pour qu'ils soient à des emplacements différents sur le plateau de chaque dégustateur peut minimiser ce type de risque d'erreurs.

2.3.3. Erreurs de stimulus

Les erreurs de stimulus surviennent quand les dégustateurs sont influencés par des différences entre les échantillons comme la taille, la forme ou la couleur. Une couleur plus marquée par exemple peut les amener à accorder une note plus élevée pour la saveur, même quand ces caractéristiques ne sont pas reliées entre elles.

Afin de minimiser ces erreurs, les différences de couleur peuvent être dissimulées en évaluant chaque caractéristique indépendamment, pour tous les échantillons.

Exemple : on procède à l'évaluation de la couleur, de la texture et de la saveur de trois échantillons de génoise, l'erreur de stimulus est réduite si on évalue d'abord la couleur, puis la texture et enfin la saveur au lieu d'évaluer la couleur, la texture et la saveur du premier échantillon, puis du second, puis du troisième.

2.3.4. Erreurs de contraste

Les effets des contrastes (Opposition de deux choses dont l'une fait ressortir l'autre) entre les échantillons peuvent fausser les résultats des essais. Les dégustateurs qui évaluent un échantillon de bonne qualité avant un autre de qualité médiocre accorderont peut-être au deuxième échantillon une note inférieure que si un échantillon de mauvaise qualité avait été évalué auparavant. C'est ainsi que s'ils doivent évaluer un échantillon à saveur douce après un à saveur marquée, leur réponse sera influencée par le contraste entre les deux échantillons. Si tous les dégustateurs reçoivent leurs échantillons dans le même ordre, les effets de contraste peuvent avoir une influence marquée sur les données du panel.

Ces effets de contraste ne peuvent pas être éliminés pendant les essais sensoriels, mais si on remet à chaque dégustateur ses échantillons dans un ordre différent, on peut équilibrer ces effets pour l'ensemble du panel, demander par exemple aux dégustateurs d'évaluer les échantillons de la gauche vers la droite.

3. Tests sensoriels : descriptions et applications

Les spécialistes de l'analyse sensorielle et les chercheurs en alimentation les classent en tests axés sur le consommateur (tests affectifs) et tests axés sur le produit (tests analytiques) en fonction de l'objectif à atteindre.

Les tests qui servent à évaluer **la préférence**, le niveau d'**acceptation** ou le **degré de goût des consommateurs** pour les produits alimentaires sont dits **axés sur le consommateur**.

Les tests servant à déterminer **les différences** entre les produits ou à mesurer des caractéristiques sensorielles sont dits **axés sur le produit**.

Les tests appliqués dans l'analyse sensorielle sont les suivants :

➤ Tests axés sur le consommateur

Dans ce cas, des jurys ou des panels de dégustateurs non professionnels sont utilisés comme instrument de mesure dans l'analyse sensorielle. En effet, les tests axés sur le consommateur fournissent des renseignements sur les goûts et les préférences des consommateurs, ainsi que sur les caractéristiques nécessaires pour que le produit soit acceptable.

Quand on veut procéder à des tests auprès des consommateurs, on choisit un vaste échantillon aléatoire de personnes, représentatives de la population pour obtenir des renseignements sur leurs attitudes ou leurs préférences, on interroge en général de 100 à 500 personnes.

On peut procéder aux tests à un endroit central comme un marché, une école ou un centre commercial.

Des panels de dégustateurs amateurs (panels pilotes de consommateurs) peuvent être conçus, ils sont généralement formés de 30 à 50 personnes, choisies au sein du personnel de l'organisation (l'usine de production) qui élabore le produit ou de l'unité qui procède à la recherche (le laboratoire).

➤ Tests axés sur le produit

Les tests axés sur le produit font appel à de petits panels de dégustateurs experts. Ils servent à identifier les variations entre des produits alimentaires comparables ou à mesurer l'intensité de la saveur (odeur et goût) et les caractéristiques de texture ou d'apparence. Ces panels sont en général formés de 5 à 10, 15 dégustateurs qui ont été choisis pour leur acuité sensorielle et ont reçu une formation spéciale pour la tâche à accomplir.

Leur formation les rend plus sensibles à de petites différences que le consommateur ordinaire ne peut reconnaître, du fait qu'ils ont appris à mettre de côté leurs goûts personnels quand ils mesurent les paramètres sensoriels.

3.1. Tests axés sur le consommateur

Les tests de préférence, d'acceptation et hédoniques (degré d'appréciation) sont des tests axés sur le consommateur. Ils sont faits avec des panels de dégustateurs amateurs.

3.1.1 Tests de préférence

Les tests de préférence permettent au consommateur de faire un choix entre deux échantillons, il choisit un échantillon par rapport à un autre, c'est le test le plus simple

▪ **Instructions générales pour réaliser un test de préférence par paires :**

Tâche des dégustateurs : On demande aux dégustateurs lequel des deux échantillons codés ils préfèrent. Ils doivent en choisir un, même s'ils leur semblent égaux.

Présentation des échantillons : Les deux échantillons (A et B) sont présentés dans des contenants identiques codés avec des numéros aléatoires à trois chiffres. On peut les présenter dans deux ordres, soit A puis B (AB), ou B puis A (BA). Chaque ordre doit être présenté un nombre égal de fois. S'il y a 20 dégustateurs dans le panel, 10 devront remettre la combinaison AB et dix la combinaison BA.

Exemple d'un test de préférence par paires administré à un panel de dégustateurs amateurs pour déterminer la préférence entre différentes purées de pommes de terre :

Des purées de pommes de terre sont préparées à partir de deux variétés différentes, un échantillon A (631) et un échantillon B (228). On s'est servi d'un test de préférence par paires pour déterminer si une des purées est préférée à l'autre. 40 dégustateurs amateurs sont choisis. On a présenté les deux échantillons à chaque dégustateur simultanément. Chacun a évalué les deux échantillons une seule fois. Vingt d'entre eux ont reçu l'échantillon A (631) en premier, et les vingt autres l'échantillon B (228) en premier. On leur demande d'entourer l'échantillon préféré.

3.1.2. Tests d'acceptation

Les tests d'acceptation servent à déterminer la mesure dans laquelle le consommateur accepte un produit. On se sert **des échelles de catégories**, **des tests de classement par rang** et **des tests de comparaison par paires**. L'acceptation d'un produit alimentaire indique en général la consommation réelle de cet aliment (achat et consommation).

▪ **Instructions générales pour réaliser un test d'acceptation en se servant du classement par rang :**

Tâche des dégustateurs : On demande aux dégustateurs de classer par rang des échantillons codés en fonction de l'acceptation en allant du moins acceptable au plus acceptable. On ne permet pas les égalités.

Présentation des échantillons : On présente trois échantillons ou plus dans des contenants identiques, codés avec des numéros aléatoires à 3 chiffres. Chaque échantillon a un numéro distinct. Tous les échantillons sont présentés simultanément à chaque dégustateur dans un ordre prévu à l'avance ou au hasard, et ils ont droit de goûter plusieurs fois les échantillons.

Exemple de test de classement par rang utilisé par un panel de dégustateurs amateurs pour déterminer l'acceptabilité de la texture de biscuits.

On a préparé des échantillons de biscuits cuits à partir de trois types de farine. On s'est servi d'un test de classement par rang pour obtenir une indication de la texture la plus acceptable.

Un panel de 30 dégustateurs amateurs a été choisi. Les trois types d'échantillons ont été présentés en même temps à chaque dégustateur en les évaluant qu'une fois. On a demandé aux dégustateurs de classer la texture des échantillons en terme d'acceptabilité sans donner d'égalité, en donnant à chaque échantillon une cote (une note) différente même s'il semblait comparable. L'échantillon auquel on accordait la texture la plus acceptable se voyait donner la cote (1), le suivant la cote (2) et celui qui paraissait le moins acceptable la cote (3).

3.1.3. Tests hédoniques

Les tests hédoniques sont conçus pour mesurer le degré d'appréciation d'un produit. On se sert d'échelles de catégories qui sont : « Aime beaucoup », « N'aime pas du tout » et « Neutre ».

Les dégustateurs choisissent, pour chaque échantillon, la catégorie qui correspond à leur degré d'appréciation.

3.2. Tests axés sur le produit

Les tests axés sur le produit comprennent **l'étude de la différence, le classement par rang de l'intensité, l'attribution des cotes d'intensité et les analyses descriptives.**

On procède à ces tests au laboratoire avec un panel de dégustateurs experts. Les tests les plus appliqués sont les suivants :

3.2.1. Tests de différence (discriminatifs)

Les tests destinés à évaluer les différences sont conçus pour déterminer s'il est possible de distinguer deux échantillons l'un de l'autre, ils servent à déterminer s'il y a eu une modification perceptible de l'apparence, de la saveur ou de la texture d'un aliment à la suite de l'entreposage, d'un changement des méthodes de préparation ou de la modification d'un ingrédient.

Ils s'utilisent aussi pour déterminer l'aptitude des dégustateurs à distinguer entre les différences d'apparence, d'odeur, de saveur ou de texture des aliments.

3.2.1.1. Test triangulaire : le dégustateur reçoit trois échantillons codés d'un produit, dont deux sont identiques et un différent. Il doit indiquer lequel est différent et il doit donner une réponse. L'interprétation se fait sur la base du nombre de réponses correctes, comparées à une table de valeurs. Ces tests sont utilisés lorsque les différences entre les produits à comparer sont supposées être faibles et lorsque la nature des différences n'est pas connue. Elles fonctionnent sur le même principe, qui est la comparaison de plusieurs échantillons et la reconnaissance des échantillons identiques.

3.2.1.2. Test de comparaison par paires : il est comparable au test de préférence par paires décrit dans les tests axés sur le consommateur.

3.2.1.3. Test duo-trio : le juge reçoit un échantillon témoin et deux autres échantillons codés dont un est identique au témoin, il doit désigner l'échantillon codé qui est identique au témoin. Il doit donner une réponse même s'il ne perçoit pas de différence entre les échantillons. L'interprétation des résultats se fait sur la base du nombre de réponses correctes, comparées à une table de valeurs. Cette table tient compte de la probabilité de donner la bonne réponse au hasard.

Dans le but de diminuer la probabilité de donner une réponse juste au hasard, il existe des tests p parmi n (exemple 2 sur 5) qui sont basés sur les mêmes principes d'appariement. L'épreuve triangulaire n'étant qu'un cas particulier (1 parmi 3) de celles-ci.

3.2.2. Tests descriptifs

Les dégustateurs donnent une description sensorielle totale de l'échantillon, concernant les différents descriptifs : l'apparence, l'odeur, la saveur, la texture et le goût.

Ces tests permettent d'identifier la nature des différences et de les quantifier.

Leur application demande un jury suffisamment entraîné et un traitement statistique complexe.

3.2.2.1. Classement par rang de l'intensité

Dans les tests de classement par rang de l'intensité, les dégustateurs classent les échantillons d'après l'intensité perçue d'une caractéristique sensorielle.

On demande aux dégustateurs de classer des échantillons codés en fonction de l'intensité d'une caractéristique donnée, en les classant par ordre décroissant pour l'intensité de cette caractéristique. On ne permet pas les égalités.

On présente aux dégustateurs trois échantillons ou plus dans des contenants identiques, codés d'un numéro aléatoire à 3 chiffres. Tous les échantillons sont présentés simultanément.

Ils ont le droit de les goûter plusieurs fois afin d'établir les comparaisons nécessaires entre eux. Quand tous les dégustateurs ont classé les échantillons, on fait le total des classements attribués à chaque échantillon. On vérifie alors si les différences sont significatives en comparant les totaux de classement entre les échantillons au moyen de test et de tableaux statistiques.

3.2.2.2. Tests de notation

Les tests de notation mesurent l'importance de la différence entre les échantillons et permettent de classer ceux-ci par ordre croissant ou décroissant d'intensité d'une caractéristique.

Les dégustateurs doivent noter les échantillons, sur des échelles linéaires ou des échelles de catégories en utilisant une échelle d'intervalles allant d'une faible intensité à une forte intensité.

On peut déterminer la nature des différences par un profil. Une fois les descripteurs définis ils sont accompagnés d'une échelle graduée qui permet

d'exprimer leur intensité. Le profil permet de décrire les sensations apportées par un produit en qualité et en intensité.

4. Analyse des données sensorielles

Les données sensorielles que fournissent les dégustateurs à la fin de l'expérience sensorielle, peuvent se présenter sous la forme de **fréquences**, de **rangs** ou de **données numériques quantitatives**.

La forme des données dépend du type d'échelles de mesures utilisées pendant les essais sensoriels. Ces échelles servent à quantifier les renseignements sensoriels. Elles sont classées selon leur type en : **échelles nominales**, **ordinales**, **échelles d'intervalles** et **échelles de rapport**.

4.1 Échelles nominales

Les échelles nominales sont les plus simples. On utilise des nombres (des chiffres) qui représentent des étiquettes ou des noms de catégories et non pas des valeurs numériques réelles.

Exemple : demander aux dégustateurs d'utiliser une échelle nominale pour identifier des caractéristiques d'odeurs de la sauce tomate où : 1 = fruité, 2 = sucré, 3 = épicé, et 4 = piquant. Ils inscrivent le numéro de chaque caractéristique d'odeur qu'ils retrouvent dans chaque échantillon et l'animateur prépare un tableau des fréquences d'apparition de chaque caractéristique pour chaque échantillon. On procède alors à la comparaison des produits en observant la fréquence de chaque caractéristique d'odeur dans chaque échantillon.

Dans une échelle nominale, on peut aussi au lieu d'utiliser des nombres représentant des noms, se servir directement des noms. On donne des noms aux catégories et on présente ensuite sous forme de tableau les fréquences de chaque catégorie et on fait des comparaisons.

4.2 Echelles ordinales

Dans les échelles ordinales, les nombres représentent un rang. Les échantillons sont classés par ordre d'importance. Ils servent à la fois pour les essais axés sur le consommateur et ceux axés sur le produit.

- **Dans le cas des panels de consommateurs**, les échantillons sont classés en fonction de la préférence ou de l'acceptabilité.

Exemple : Les biscuits préparés de trois façons différentes peuvent être classés par ordre de préférence de : 1 pour ceux que l'on préfère à 3 pour ceux qu'on aime le moins.

- **Dans le cas des essais axés sur le produit**, on classe les intensités d'une caractéristique d'un produit donné.

Exemple : on classe le caractère salé de cinq échantillons de soupe au poulet, 1 correspondant à la soupe la plus salée et 5 à la soupe la moins salée.

4.3 Échelles d'intervalles

Les échelles d'intervalles permettent de classer les échantillons en fonction de l'ampleur d'une caractéristique unique du produit ou en fonction de l'acceptabilité

ou de la préférence. Ces échelles révèlent l'ampleur des différences entre les échantillons.

En reprenant l'exemple des soupes au poulet, en se servant d'une échelle à intervalles, on aurait su non seulement quelle est la soupe la plus salée mais également le nombre d'intervalles séparant la plus salée de la moins salée.



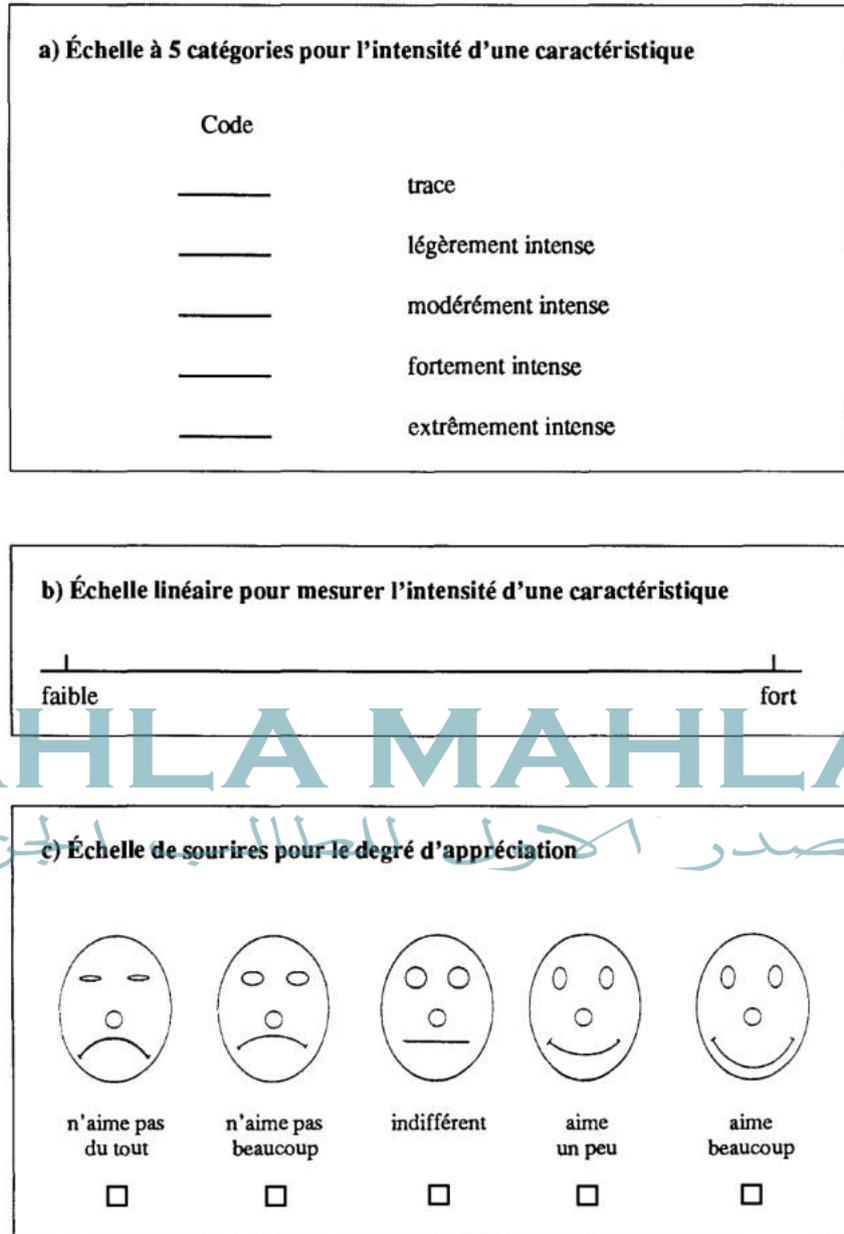


Fig. 7. Exemples d'échelles sensorielles couramment utilisées.

4.4 Échelles de rapport

Les échelles de rapport sont comparables aux échelles d'intervalles, sauf qu'elles comportent un zéro vrai. Sur une échelle d'intervalles, le point zéro est choisi de façon arbitraire et ne signifie pas nécessairement l'absence de mesure d'une caractéristique, alors que sur une échelle de rapport, le point zéro indique l'absence complète de cette caractéristique.

5. Analyse statistique des données sensorielles

Les résultats sensoriels sont analysés statistiquement afin de tirer des conclusions sur les produits alimentaires d'après l'échantillon étudié.

On peut, avant de procéder à l'expérience, faire des hypothèses, c'est-à-dire imaginer les résultats attendus de l'expérience, elles sont formulées de deux façons.

L'hypothèse voulant qu'il n'y ait pas de différences entre les échantillons, c'est **l'hypothèse nulle**. Elle peut être soit acceptée ou rejetée.

L'autre hypothèse, est qu'il y a des différences entre et parmi les échantillons. C'est **l'hypothèse de recherche**.

Exemple : on procède à une expérience pour déterminer si l'addition de sel à l'eau de cuisson ramollit les fèves, l'hypothèse nulle serait qu'il n'y aurait pas de différence entre les fèves cuites avec ou sans sel. L'autre hypothèse, serait formulée en disant que les fèves cuites avec du sel sont plus molles que celles cuites sans sel.

Il est possible, en se servant de test statistique approprié, de déterminer si l'hypothèse nulle doit être acceptée ou rejetée. Si elle est acceptée, la conclusion est alors qu'il n'y a pas de différence entre les fèves. Si elle est rejetée, on en conclut que les fèves cuites avec du sel sont probablement plus molles.

Les résultats des tests statistiques sont exprimés en donnant la probabilité que le résultat soit vrai.

Si on obtient un résultat 5 fois sur 100, du fait du hasard, on dit alors que la probabilité est de 0,05. On estime alors qu'un résultat statistique est significatif (c'est-à-dire qu'il y a des différences entre les échantillons) si sa probabilité est égale ou inférieure à 0,05. À ce niveau de probabilité, l'hypothèse nulle serait rejetée 5 fois sur 100.

Il faut choisir avant de procéder aux essais sensoriels le niveau auquel on considérera les résultats comme significatifs. On retient généralement des niveaux de 0,05 ou 0,01.

5.1. Les tests statistiques

Les tests statistiques servent à analyser les données provenant des études sensorielles. Ces analyses statistiques visent les objectifs suivants :

- 1) vérifier les hypothèses ;
- 2) voir s'il y a des différences importantes entre les échantillons, les traitements ou les populations et si ces différences sont fonction d'autres variables ou paramètres ;

3) contrôler l'uniformité des réponses fournies par les dégustateurs à la fois pendant la formation et pendant l'étude elle-même.

Les données provenant des échelles nominales et ordinales sont analysées en se servant de tests statistiques non paramétriques (exemple : test de Friedman, sans hypothèse), alors que les données provenant des échelles d'intervalles et de rapport sont analysées au moyen de tests statistiques paramétriques (exemple : test t de Student, par validation des hypothèses).

5.2. Etablissement d'un plan d'expérience

Il s'agit de l'organisation et de l'enchaînement des étapes pour mettre en place et réaliser une expérience puis analyser ses résultats. Il faut choisir un plan bien adapté et efficace pour que les données et les résultats des tests soient fiables.

Il y a de nombreuses façons de planifier des expériences en allant des plans simples, complètement aléatoires, à des plans plus complexes. On se reporte généralement à la méthode la plus simple et la plus efficace permettant d'atteindre les objectifs de l'étude.

Les étapes ou les méthodes les plus courantes d'un bon plan d'expérience sont **la randomisation, la méthode des blocs et la répétition.**

5.2.1. Randomisation

On se sert de la randomisation dans un plan expérimental pour minimiser les effets des variations ou des erreurs.

La randomisation est une procédure qui met les unités ou les échantillons dans un ordre tel que chaque unité a une chance d'être choisie à chaque étape du processus de présentation des échantillons.

Exemple : pour randomiser l'attribution des divers types de cuisson des échantillons d'aliments, on choisit un échantillon à cuire avec la méthode (1), mais tous les autres échantillons ont des chances égales d'être cuits avec la même méthode.

5.2.2. Méthode des blocs

On se sert de la méthode des blocs dans de nombreuses expériences pour contrôler les variations et pour améliorer l'efficacité. Les blocs peuvent être, les dégustateurs, les répétitions ou les ordres de présentation des échantillons, ou tout facteur dont on sait qu'il peut être la source d'erreurs lors de l'expérience.

C'est ainsi comme exemple : les dégustateurs d'expériences sensorielles, étant des êtres humains, sont souvent des sources de variations lors des expériences sensorielles. En les regroupant en blocs lors de la planification de l'expérience et de l'analyse des données, les variations dues aux dégustateurs peuvent être retirées de l'erreur expérimentale.

5.2.3. Répétition

La répétition d'une expérience suppose de pouvoir répéter toute l'expérience dans des conditions identiques. Elle fournit une évaluation de l'erreur expérimentale et améliore la fiabilité et la validité des résultats des tests. Grâce à elle, on peut déterminer l'uniformité du panel.

Le nombre de répétitions d'une expérience varie en fonction des contraintes de temps, d'argent et d'échantillon. Toutefois, on peut en général dire que plus il y a de répétitions, les évaluations d'erreurs expérimentales sont meilleures et les résultats des tests sont plus fiables.

▪ Exemple de traitement statistique des données

Les résultats des tests et les qualités organoleptiques d'un produit sont collectés dans un tableau. Il est nécessaire de générer un tableau différent pour chaque descripteur. Les lignes correspondent aux notes attribuées par les juges pour chaque produit en colonne.

On étudie alors pour chaque descripteur dans un tableau à part : la somme des fréquences de citation, la somme des intensités cumulées et la moyenne géométrique.

La somme des fréquences de citation (ou occurrence) : elle consiste à comptabiliser le nombre de notes non nulles, puis à la diviser par le nombre total de citations.

La somme des intensités cumulées : elle additionne les intensités et les divise par l'intensité maximale (nombre total de notes * la note maximale).

SAHLA MAHLA

المصدر الأول للطالب الجزائري



Chapitre IV : Méthodes Instrumentales de l'analyse sensorielle des aliments

Introduction

Les industriels du secteur alimentaire utilisent l'analyse instrumentale en complément ou en remplacement de l'analyse sensorielle.

Ces méthodes instrumentales visent à opérer selon le même principe que nos sens. Ainsi, plusieurs appareils permettent une évaluation de la couleur des produits alimentaires (vision), de leur odeur (odorat) ou de leur texture (somesthésie et/ou audition).

1. L'appréciation instrumentale de la couleur

De nombreuses méthodes ont été mises au point pour quantifier la couleur et permettre de l'exprimer avec plus de facilité et de précision. Les premières mesures de la couleur reposaient sur des mesures de transmission ou de réflectance à des longueurs d'ondes données, à l'aide d'un le spectrophotomètre.

D'autres méthodes ont ensuite été développées par un organisme international qui s'occupe des questions d'éclairage et de couleur c'est : « la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) ».

Les deux méthodes les plus connues sont **l'espace couleur Yxy**, développé en 1931, qui se base sur les valeurs tristimulus XYZ définies par la CIE, et **l'espace couleur $L^*a^*b^*$** , conçu en 1976.

-**L'espace couleur $L^*a^*b^*$** essaie de rapprocher les écarts de couleur mesurés aux écarts de couleur tels qu'ils sont perçus par l'œil humain. Aujourd'hui, les **espaces couleur Yxy** et $L^*a^*b^*$ sont utilisés dans le monde entier pour exprimer la couleur.

-**L'espace couleur** est défini comme étant la méthode qui permet d'exprimer la couleur d'un objet ou d'une source lumineuse au moyen d'une notation spécifique, telle que des chiffres.

➤ **L'espace couleur Yxy**

Le concept des valeurs tristimulus XYZ vient de la théorie que la perception des couleurs se fait selon trois composants : l'œil possède des récepteurs pour les trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu) et toutes les couleurs sont perçues comme des mélanges de ces trois couleurs. Les valeurs tristimulus XYZ sont calculées en utilisant les fonctions de par ces mélanges de l'observateur standard défini par la CIE. L'espace couleur Yxy découle de ce concept. Y est la clarté (identique à la valeur tristimulus Y) et x et y sont les coordonnées de chromaticité calculées à partir des valeurs tristimulus XYZ.

➤ **L'espace couleur $L^*a^*b^*$**

L'espace couleur $L^*a^*b^*$ est défini plus tard, de façon à réduire l'un des principaux problèmes de l'espace couleur Yxy, à savoir que des (distances égales sur le diagramme de chromaticité x,y ne représentent pas des différences égales des couleurs perçues).

Dans l'espace couleur $L^*a^*b^*$, L^* indique la clarté tandis que a^* et b^* sont les coordonnées de chromaticité (a^* et b^* indiquent le sens des couleurs : $+a^*$ va vers le rouge, $-a^*$ vers le vert, $+b^*$ va vers le jaune, $-b^*$ vers le bleu).

Une autre variante mise au point par Hunter, l'espace couleur Hunter Lab, est également largement utilisée.

Toute une série de **colorimètres** exploitant ces principes sont utilisés commercialisés afin de répondre aux demandes des industriels. Ces appareils comportent généralement une source lumineuse incorporée ainsi qu'un jeu de photocellules filtrées pour correspondre aux fonctions de l'observateur standard.

2. L'évaluation instrumentale de l'odeur

Si le nez humain peut se montrer d'une très haute performance et d'une grande sensibilité, son utilisation pour le contrôle de routine reste difficile à mettre en œuvre. Dans ce contexte, des méthodes instrumentales peuvent constituer une alternative moins coûteuse et plus rapide pour l'évaluation de l'odeur des produits alimentaires.

Quatre caractéristiques des composés volatils responsables de l'odeur et de l'arôme rendent leur étude instrumentale délicate :

- Ils sont très nombreux, en général une ou plusieurs centaines, de millier dans le cas des aliments torréfiés comme le café ou le cacao ;
- Ils appartiennent à toutes les classes chimiques possibles, hydrocarbures, acides, alcools, hétérocycles, ...
- Ils sont à des concentrations faibles, de l'ordre de quelques microgrammes voir nano grammes par kilogramme ;
- Ils peuvent être sensibles à l'oxygène ou à la chaleur.

2.1. Les analyses chimiques

Comme dans toute analyse chimique, l'analyse instrumentale de l'arôme comprend trois étapes : l'extraction de l'arôme, la séparation des différents constituants de l'extrait et l'identification de chacun de ces constituants.

- **L'extraction** : cette étape est certainement la plus délicate à mettre en œuvre étant donné la diversité des composés volatils à extraire, et leur concentration dans l'aliment. Les techniques d'extraction sont nombreuses et il n'existe pas de technique idéale s'appliquant à tous les aliments et tous les composés. Le choix sera effectué en fonction de l'aliment à étudier et du résultat attendu, on utilise des solvants pour pouvoir extraire les composés.
- **La séparation** : se fait par la chromatographie phase gaz et la distillation.

2.2. Les analyses physiques

➤ **L'olfactométrie**

Cette technique consiste à évaluer l'odeur des composés dès leur sortie de la colonne chromatographique. L'effluent de la colonne est divisé en deux parties : l'une est dirigée vers le détecteur en vue d'obtenir un chromatogramme, l'autre traverse la paroi d'un four en passant par un tube chauffé pour éviter les condensations. Le juge place son nez à l'extrémité de ce tube et détecte les composés odorants au fur et à mesure de leur élution, ce qui permet d'établir un aromagramme. La comparaison

du chromatogramme et de l'aromagramme permet de repérer les composés clés de l'arôme d'un produit.

➤ **Le nez électronique**

C'est un système intelligent basé sur un réseau de capteurs chimiques pour la classification des odeurs introduit en 1982.

C'est un instrument constitué d'un réseau de capteurs chimiques et d'un système de reconnaissance de formes, capable de reconnaître des odeurs simples ou complexes. C'est une boîte noire (ou d'une autre couleur) dans laquelle on introduit un échantillon, et qui en échange fournit un résultat. En réalité, l'instrumentation comprend 4 parties :

- le système d'introduction de l'échantillon (pompe, débitmètre, unité de concentration),
- la chambre des capteurs (réseau de capteurs),
- les éléments électroniques (conversion signal chimique/électronique, amplification, conditionnement, multiplexage, conversion, alimentation),
- le système central (processeur, mémoire, logiciels de traitement des données, affichage).

Les principaux types de capteurs connus pour la détection de gaz et de composés volatiles sont les semi-conducteurs dopés, les polymères conducteurs, les cristaux à onde acoustique de volume, les résonateurs à onde acoustique de surface. D'autres types de capteurs sont utilisés de manière marginale, ou sont en cours de développement. Les qualités attendues d'un capteur idéal sont une haute sensibilité aux composés chimiques, une faible sensibilité à l'humidité et à la température, une haute stabilité, une bonne reproductibilité, un temps de réponse court, un calibrage aisé, une bonne robustesse, un bas prix, ...

Les applications des nez électroniques en agro-alimentaire sont nombreuses. Elles touchent notamment la caractérisation des produits carnés, des céréales, des boissons alcoolisées ou non, certains fruits et légumes, du café, ...

3. Les méthodes instrumentales d'analyse de la texture

3.1. La perception sensorielle de la texture

Au cours d'une dégustation, la texture est appréciée en trois phases :

- La phase d'attente : rien qu'à la vue et, dans certains cas, à la prise en main de l'aliment, le dégustateur manifestera une certaine attente vis-à-vis de sa texture ;
- La mastication : cette étape va entraîner la dégradation mécanique de l'aliment, le transformant en un bol alimentaire dont la texture va permettre une déglutition plus aisée. Le mouvement continu des mâchoires est commandé par la pression

sur les mécano-récepteurs des joues, des gencives et de la langue. Ce sont les mêmes récepteurs qui permettent d'identifier les propriétés mécaniques et rhéologiques du produit.

- La déglutition : cette phase correspond à un mécanisme complexe permettant le passage du bol alimentaire de la bouche à l'estomac. Elle fait intervenir l'activité synchronisée de la langue, du palais mou, du pharynx, de l'œsophage et de plus de 22 groupes de muscles différents.

3.2. L'analyse instrumentale de la texture

On peut distinguer trois grandes catégories de mesures instrumentales de la texture correspondant à des objectifs différents :

- **les mesures comparatives** pour comparer des produits entre eux ou par rapport à des produits de référence,
- **les mesures imitatives** pour quantifier objectivement une propriété de texture,
- **les mesures fondamentales** pour comprendre les mécanismes de formation de la texture dans les systèmes alimentaires.

Les mesures comparatives et imitatives sont des mesures qui dépendent des appareils et des conditions opératoires et sont exprimées en unités arbitraires ou physiques (force de rupture par exemple).

- **Les mesures comparatives** sont effectuées à l'aide d'appareils simples (viscosimètres, viscosimètres à chute de bille, pénétromètre, ...) ou plus performants (analyseurs de texture). Les analyseurs de texture mesurent des forces, des déplacements ou des vitesses pour un échantillon soumis à un effort de compression ou de traction contrôlé.
- **Les mesures imitatives** sont obtenues par des dispositifs qui essaient de reproduire un acte sensoriel comme la mastication par exemple.
- **Les mesures fondamentales** sont basées sur la caractérisation de comportements rhéologiques plus complexes : rhéo fluidification, thixotropie, seuil d'écoulement et viscoélasticité. Elles concernent davantage les aliments fluides ou les liquides épaissis.

Thixotropie : variation de la viscosité avec le temps

Fluidification : Donner à quelque chose la limpidité et l'écoulement qui sont ceux d'un liquide.

La viscoélasticité est la propriété de matériaux qui présentent des caractéristiques à la fois visqueuses et élastiques, lorsqu'ils subissent une déformation.

