
Mise en place d'un jury interne d'analyse sensorielle des produits marins

Evaluation des performances des dégustateurs

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

Adresse :

IFREMER
155, Rue Jean-Jacques ROUSSEAU
92138 ISSY-LES-MOULINEAUX

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

DEPARTEMENT
VALORISATION DES PRODUITS

LABORATOIRE : GENIE ALIMENTAIRE

AUTEUR (s) :		CODE :
CARDINAL M., CORNET J.		
TITRE		Date :
MISE EN PLACE D'UN JURY INTERNE D'ANALYSE SENSORIELLE DES PRODUITS MARINS EVALUATION DES PERFORMANCES DES DEGUSTATEURS		Tirage nb : _____
		Nb pages : 63
		Nb figures : 17
		Nb photos : _____
CONTRAT (intitulé)	n° PASSEV : VP/GA 20	DIFFUSION
N° _____		Libre <input checked="" type="checkbox"/>
		Restreinte <input type="checkbox"/>
		Confidentielle <input type="checkbox"/>

RESUME :

Ce rapport fait le point sur le travail réalisé lors de la mise en place, au centre IFREMER de Nantes, d'un jury interne d'analyse sensorielle, dont la vocation sera d'évaluer des produits d'origine marine. Les volontaires recrutés parmi le personnel ont subi diverses épreuves destinées à tester leurs aptitudes sensorielles.

Les performances évaluées concernent : l'aptitude à décrire objectivement l'ensemble des caractéristiques sensorielles d'un produit, l'aptitude à discriminer les saveurs fondamentales et certaines odeurs spécifiques des produits marins, l'aptitude à reconnaître et à mémoriser diverses odeurs, à classer des produits en fonction de l'intensité croissante d'une caractéristique, ainsi que l'aptitude à donner des réponses répétables.

Dans le même temps, le panel des dégustateurs s'est familiarisé avec les principales notions de caractérisation des produits alimentaires et a été sensibilisé aux méthodes d'évaluation.

Des méthodes statistiques telles que l'analyse en composantes principales (ACP), l'analyse factorielle des correspondances (AFC), sont proposées comme outils d'interprétation des résultats. Ces méthodes déjà largement utilisées permettent d'obtenir une vue plus synthétique des aptitudes individuelles et du groupe en général.

La cartographie sensorielle ainsi obtenue pour chaque individu devrait permettre de mieux gérer le panel, en formant des sous groupes d'évaluation en fonction du test à mettre en oeuvre et des aptitudes enregistrées.

ABSTRACT :

The development of a sensory evaluation structure inside a reasearch institute is presented using few examples of data processing collected during training tests followed by volunteers.

Statistical methods are proposed to evaluate various aptitudes of each panel member : aptitude to describe objectively the sensorial characteristics of marine products, aptitude to discriminate flavors, to memorize odors, aptitude to rank samples according to the intensity of one characteristic, attitude of each person towards a scoring scale and also aptitude to give reliable answers.

These methods, though widely used (Principal Component Analysis, Correspondence Analysis) give a synthetical view of individual qualities and also general aptitudes of the group.

mots clés : analyse sensorielle, formation de panel, produit de la mer

key words : sensory analysis, panel selection, marine products

**MISE EN PLACE D'UN JURY INTERNE, D'ANALYSE
SENSORIELLE DES PRODUITS MARINS**

EVALUATION DES PERFORMANCES DES DEGUSTATEURS

L'analyse des résultats s'est faite, en partie avec la collaboration de nos collègues du laboratoire Informatique et Statistiques de l'ENITIAA, qui nous ont apporté leur soutien et leur compétence dans le domaine du traitement des données d'analyse sensorielle.

**MISE EN PLACE D'UN JURY INTERNE D'ANALYSE SENSORIELLE DES PRODUITS
MARINS, AU SEIN DU LABORATOIRE GENIE ALIMENTAIRE**

EVALUATION DES PERFORMANCES DES DEGUSTATEURS

INTRODUCTION

MATERIEL ET METHODES

- 1./ Le jury
- 2./ La salle d'analyse sensorielle
- 3./ Le système d'acquisition de données
- 4./ Les épreuves de formation et de connaissance des performances sensorielles
 - 4.1 / Aptitude à décrire et à reconnaître
 - 4.1.1./ Description et reconnaissance d'odeurs et de saveurs
 - 4.1.2./ Description de la texture
 - 4.2./ Détermination des incapacités
 - 4.2.1./ Discrimination de saveurs
 - 4.2.2./ Discrimination d'odeurs
 - 4.3./ Détermination de l'acuité sensorielle
 - 4.3.1./ Détermination des seuils de séparation
 - 4.3.2./ Discrimination entre niveaux d'une même propriété.
 - 4.3.3./ Epreuve de discrimination par tests triangulaires
 - 4.4./ Détermination du mode d'utilisation d'une échelle de notation

4.5./ Vérification de la répétabilité des dégustateurs.

4.5.1./ Répétabilité dans le temps

4.5.2./ Répétabilité au cours d'une même séance

4.6./ Entretien des performances

RESULTATS ET DISCUSSION

1./ Aptitude à reconnaître et à décrire

1.1./ Description et reconnaissance d'odeurs et de saveurs

1.2./ Description de la texture

2./ Mise en évidence d'incapacités

2.1./ Test de discrimination des saveurs fondamentales

2.2./ Test de discrimination d'odeurs

3./ Détermination de l'acuité sensorielle

3.1./ Seuils de séparation

3.2./ Discrimination entre niveaux d'une même propriété (classement par rang)

3.3./ Epreuve de discrimination par tests triangulaires

4./ Utilisation des échelles de notation

5./ Répétabilité des réponses des dégustateurs

5.1./ Répétabilité dans le temps

5.2./ Répétabilité au cours d'une même séance

6./ Entretien et amélioration des performances dans le temps

6.1./ Mémorisation d'odeurs

6.2./ Epreuves de classement

CONCLUSION

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Le laboratoire Génie Alimentaire consacre son activité à des programmes de développement ou de mise au point de procédés technologiques et participe, dans le cadre de projets liés à l'aquaculture, à la caractérisation des poissons d'élevage.

Pour réaliser ces programmes et caractériser les produits obtenus, des analyses physiques ou chimiques sont habituellement mises en oeuvre. Ces analyses bien qu'indispensables, ne permettent cependant pas d'accéder à un aspect essentiel de l'aliment : ses caractéristiques organoleptiques.

C'est la raison pour laquelle, il est apparu nécessaire de constituer un jury d'analyse sensorielle capable d'évaluer objectivement les produits proposés; le but est donc de former et d'entraîner un jury orienté vers l'évaluation qualitative et quantitative de produits d'origine marine.

Pour constituer un tel groupe, un certain nombre de procédures ont été proposées (CIVILLE et coll. 1973, CROSS et coll. 1978, ZOOK et coll. 1977,) et l'AFNOR (1990) présente une méthodologie pour la mise en place, la sélection et la formation de jurys. Bien évidemment ces documents qui constituent de solides bases pour celui ou celle qui souhaite constituer un jury doivent être adaptés en fonction des types de produits qui seront évalués et des impératifs propres à chaque entreprise.

Dans notre cas, où la mise en place d'un jury interne a été retenue, plutôt que de sélectionner et donc d'éliminer des individus, ce qui est délicat à l'intérieur d'une entreprise, à la fois pour des raisons psychologiques et parce que le nombre de volontaires disponibles n'est pas extensible, il a été décidé de caractériser les performances individuelles et les aptitudes de chacun, de façon à pouvoir faire appel ensuite à tel ou tel sous groupe en fonction de l'épreuve visée.

Le présent rapport fait donc le point sur le travail réalisé au cours d'une année, avec les volontaires du centre de Nantes. L'activité a porté sur des aspects de sensibilisation à certaines notions d'analyse sensorielle et en particulier aux principales caractéristiques organoleptiques des produits (aspect, odeur, flaveur et texture). Des épreuves ont été ensuite mises en place pour évaluer les performances de chacun dans un certain nombre de domaines : l'objectif visé étant, de développer un *appareil de mesure* constitué par le jury qui, en tant qu'instrument aurait des qualités de fidélité, de justesse, d'exactitude et de sensibilité.

La perception sensorielle humaine ne présentant pas toutes ces qualités à la fois, en particulier en ce qui concerne la justesse et l'exactitude, c'est surtout l'aptitude à discriminer et à donner des réponses fidèles qui sera testée et entraînée.

MATERIEL ET METHODES

1./ LE JURY

Le jury est l'élément majeur de toute épreuve d'analyse sensorielle. Le travail va consister à connaître et à améliorer les performances de ce groupe de façon à pouvoir compter sur des individus fiables et discriminants.

Un appel à volontaires lancé auprès de l'ensemble du personnel du centre de Nantes (environ 200 personnes) a permis d'enregistrer la candidature de 52 personnes désirant participer à ce jury d'analyse sensorielle et suivre aussi régulièrement que possible les séances d'entraînement. On peut signaler que les trois quarts de ces personnes participaient déjà depuis une année à des séances d'évaluation sensorielle, mais de façon beaucoup plus irrégulière. La volonté de créer une structure analyse sensorielle, avec deux personnes affectées à cette activité, a permis de redynamiser le travail commencé avec le panel, d'augmenter le nombre de participants et d'instaurer une régularité dans la fréquence des tests proposés.

Les volontaires ont été informés des quelques conditions requises pour participer à cette entreprise : état de santé, disponibilité, motivation, intérêt, honnêteté.

Parmi ces volontaires, 15 d'entre eux exercent une fonction administrative, les autres plutôt une activité d'ordre scientifique les conduisant éventuellement à approcher plus souvent les produits d'origine marine.

Le groupe est formé de 29 femmes et 23 hommes.

2./ LA SALLE D'ANALYSE SENSORIELLE

Les séances d'évaluation sensorielle se déroulent dans une salle prévue à cet effet dont les caractéristiques correspondent aux recommandations de l'AFNOR. Dix cabines de dégustation permettent aux juges d'analyser les produits en évitant l'influence de facteurs extérieurs. Chaque cabine dispose d'un évier et peut être éclairée par une lampe de lumière blanche (température proximale de 6500°K), une lampe rouge ou bien une verte pour masquer d'éventuelles différences de couleur entre les échantillons.

3./ LE SYSTEME D'ACQUISITION DE DONNEES

Les séances de dégustation ont été informatisées; chaque cabine dispose d'un minitel permettant la saisie des réponses des dégustateurs et le transfert immédiat dans un fichier de résultats. Le système utilisé à IFREMER est le système d'acquisition et de traitement des données FIZZ (BIOSYSTEMES Dijon), composé :

- d'un réseau à transmission par fibres optiques comprenant un microordinateur, une carte contrôleur de réseau et dix minitels,
- d'un logiciel permettant de créer les séances, de collecter les réponses et de traiter statistiquement les données.

Le choix de ce système s'est fait en fonction de sa souplesse d'utilisation et des possibilités offertes lors de la création des séances. On peut ainsi établir des épreuves classiques mais aussi enchaîner différents tests, diversifier la présentation des séances, dialoguer avec le jury, proposer simultanément différentes séances, suivre les résultats individuels. Le traitement statistique des données permet d'analyser dans un temps très court un grand nombre de résultats.

4./ LES EPREUVES DE FORMATION ET DE CONNAISSANCE DES PERFORMANCES SENSORIELLES

Les tests proposés au jury ont plusieurs objectifs :

- faire le bilan des connaissances de chaque personne sur les critères concernant l'odeur, la saveur et la texture des produits alimentaires,
- mettre en évidence les aptitudes individuelles dans différents domaines tels que la reconnaissance et la mémorisation de stimuli, la discrimination de ces stimuli, la discrimination d'intensités différentes ou encore la répétabilité des réponses.

4.1./ Aptitude à décrire et à reconnaître

4.1.1./ Description et reconnaissance d'odeurs et de saveurs

Les premiers tests proposés visent à décrire différents stimuli olfactifs ou gustatifs. Chaque personne doit sentir ou goûter certaines substances et essayer, soit d'identifier sa nature, soit de faire des associations judicieuses avec d'autres produits.

Les échantillons olfactifs sont présentés dans des flacons, les saveurs dans des verres. Les produits à décrire, ont des concentrations au-dessus du seuil de reconnaissance. Les substances testées sont indiquées dans le tableau n°1.

Le choix des composés olfactifs repose sur les données de la littérature concernant les diverses substances responsables des saveurs des produits de la mer (Chang 1977, Lindsay 1990, Josephson 1992).

SUBSTANCE CHIMIQUE OU PRODUIT DE REFERENCE UTILISES	IDENTIFICATION DE L'ODEUR	CONCENTRATIONS UTILISEES
Triméthylamine (TMA)	Poisson altéré ou odeur aminée	240 ppm
Ammoniaque (NH ₃ + eau)	Ammoniaque	500 ppm
Diméthylsulfure (DMS)	Soufre, gaz	40 ppm
Acide acétique	Vinaigre	1 / 100
Méthional	Pomme de terre	10 ppm
Octe 1 n 3 ol	Champignon	20 ppm
Acide butyrique	Rance (note fromage)	1 / 1000
Arôme algue	Algue	2 / 100
Arôme fumé	Note fumée	1 / 100
Huile de poisson rance	Rance	huile pure
Arôme crustacé	Crustacé	2 / 100
Cinnamaldéhyde	Amande amère	2 / 1000
2,3 Butanedione	Beurre	10 ppm
Eugénol	Clou de girofle	10 ppm
Cis 3 hénényl acétate	Herbe coupée	20 ppm
Trans 2 hénénal	Note verte, feuille	10 ppm
Cis 3 hénéne 1 ol	Herbe écrasée	5 ppm

Tableau n°1 Exemples de produits utilisés pour les essais de description d'odeur et de saveur

Citral	Citron	100 ppm
Limonène	Ecorce d'orange	100 ppm
Géraniol	Rose	100 ppm
Styrène	Plastique	0.5 ppm
Acide heptanoïque	Odeur de moisi	1 / 1000
Iode	Iodée	1 / 1000
Acide thiobarbiturique	Soufre, H ₂ S	1 / 1000
2-4-6 Bromophénol	Algue	10 ppm
2-4 Bromophénol	Iodée	10 ppm
Phénol	Encre	0.5/1000
SUBSTANCE CHIMIQUE UTILISEE	IDENTIFICATION DE LA SAVEUR	CONCENTRATIONS UTILISEES
Chlorure de sodium	Salée	1.5 g/l
Saccharose	Sucrée	8 g/l
Acide citrique	Acide	1 g/l
Glutamate de sodium	Umami	1.6 /100
Chlorhydrate de Quinine	Amère	0.01 g/l

Tableau n°1 (suite) Exemples de produits utilisés pour les essais de description d'odeur et de saveur

Le nombre de réponses correctes est comptabilisé pour chaque test.

4.1.2./ Description de la texture

Pour avoir une idée de l'état des connaissances des dégustateurs dans le domaine de la perception de la texture des aliments, nous leur soumettons un test de description de 4 produits alimentaires très différents :

- n°1, une noix de coquille saint jacques décongelée,
- n°2, un morceau de steack haché,
- n°3, un biscuit sec
- et n°4, un chamallow.

Après avoir défini le terme de texture ainsi que les principales étapes de la perception de ses caractéristiques (Annexe n°1), un questionnaire est présenté à chaque dégustateur, pour chacun des produits (Annexe n°2). Chaque personne doit essayer de décrire le plus complètement et le plus objectivement possible la texture de chaque échantillon.

Pour préciser un peu plus la connaissance de chacun dans ce domaine, nous leur proposons ensuite un questionnaire comprenant les principaux termes de texture généralement utilisés (Annexe n°3). Ils doivent noter les quatre produits sur chaque critère. Ceci doit permettre de mieux cerner les difficultés de compréhension des termes, rencontrées par les différents membres du jury.

4.2./ Détermination des incapacités

4.2.1./ Discrimination de saveurs

L'objectif est de connaître la perception des dégustateurs en ce qui concerne les saveurs fondamentales : le salé, le sucré, l'acide et l'amer.

Nous souhaitons en effet savoir si le jury est effectivement capable de détecter par exemple, les saveurs acide ou amère présentes dans certains produits, et s'il ne fait pas de confusion entre ces différentes saveurs. Ces tests nous permettront de repérer les dégustateurs ayant des problèmes sur certains stimuli.

Avant de réaliser le test proprement dit, le juge est invité à goûter et à mémoriser les quatre saveurs fondamentales. Dix échantillons codés lui sont alors présentés (2 sucrés, 3 salés, 2 acides, 2 amers); il s'agit alors pour chaque personne de remplir un questionnaire (Annexe n°4) en indiquant en face du numéro de l'échantillon, la nature de la perception reconnue.

Les produits présentés sont tous à des concentrations au-dessus du seuil d'identification. (tableau n°2)

SAVEUR (produit)	CONCENTRATION
salée (chlorure de Na)	1.5 g / l
sucrée (saccharose)	8 g / l
acide (acide citrique)	1 g / l
amère (quinine)	0.01 g / l

Tableau n°2 : concentrations utilisées pour les tests de discrimination des saveurs

4.2.2./ Discrimination d'odeurs

Un test identique est réalisé sur des stimuli olfactifs, choisis en fonction de leur intérêt pour l'évaluation de certains de nos produits.

Les substances présentées, toujours à des concentrations supra liminaires (tableau n°3), sont les suivantes : de la triméthylamine (2 échantillons), du diméthylsulfure (2 échantillons), de l'acide acétique (1 échantillon) et de l'huile rance (1 échantillon).

Comme précédemment les produits présentés dans des flacons sont codés de façon anonyme.

ODEUR (produit)	CONCENTRATION
poisson altéré / note aminée (triméthylamine)	80 ppm
gaz - soufre (diméthylsulfure)	50 ppm
vinaigre (acide acétique)	1 / 100
rance (huile de poisson)	huile pure

Tableau n°3 : concentrations utilisées pour les tests de discrimination d'odeurs

4.3./ Détermination de l'acuité sensorielle

4.3.1./ Détermination des seuils de séparation

Un jury de dégustation doit être capable d'analyser et de quantifier les caractéristiques des produits, et par conséquent de déceler les différences d'intensité quand elles existent. C'est la raison pour laquelle des tests de détection des seuils de séparation ont été mis en place. Il s'agit d'évaluer, pour chaque personne, la plus petite différence de concentration que celle-ci est capable de déceler, pour un produit donné.

Le test se présente sous la forme de 4 tests triangulaires successifs : une solution de référence (odeur ou saveur) est proposée avec 2 autres échantillons de la même substance mais ayant un écart de concentration supérieur de 5, 10, 25 ou 50% avec la solution de référence. Les dégustateurs ayant tous le même ordre de présentation des échantillons, doivent indiquer quel est l'échantillon différent.

La difficulté du test est croissante, c'est à dire que les juges ont à évaluer, en premier, la référence et l'échantillon dont la concentration est supérieure de 50%, puis la référence avec l'échantillon d'une concentration supérieure de 25%, etc...

Les stimuli faisant l'objet de ce test sont donnés dans le tableau n°4 ainsi que les concentrations des solutions de référence.

PRODUIT	NATURE DE LA PERCEPTION	CONCENTRATION
triméthylamine	ODEUR poisson altéré – note aminée	80 ppm
diméthylsulfure	gaz – soufre	50 ppm
acide acétique	vinaigre	1 / 100
huile de poisson oxydée	rance	5 / 100
arôme fumé	fumée	0.03 / 100
	SAVEUR	
chlorure de sodium	salée	0.2 / 100
saccharose (support purée)	sucrée	1.6 / 100
acide citrique (support purée)	acide	0.1 / 100

Tableau n° 4 : substances et concentrations des références utilisées pour les tests de seuil de séparation

4.3.2./ Discrimination entre niveaux d'une même propriété

L'acuité sensorielle des volontaires est également testée par leur aptitude à classer des échantillons en fonction de leur intensité.

Des classements par rang sont proposés pour 1 odeur (triméthylamine), 4 saveurs (salée, sucrée, amère et acide) et 3 caractéristiques de texture (fermeté, cohésion, exsudation). Les échantillons à classer sont dans les deux premiers cas, des solutions d'intensité croissante, pour la texture, des produits à base de surimi (pulpe de poisson lavée, pressée et additionnée de cryoprotecteurs), présentés sous forme de tranches de 5 mm d'épaisseur.

Pour chaque critère de texture, les formulations sont modifiées de façon à obtenir une gamme d'intensité croissante.

Schématiquement, la préparation des échantillons est la suivante :

- mélange du surimi avec du sel et de l'eau dans un cutter réfrigéré, sous vide,
- addition ou non d'amidon (4 ou 8%)
- cuisson du produit après obtention d'une pâte homogène.

Pour obtenir des textures variées, des surimis de nature et de qualité différentes sont utilisés:

- du surimi d'Alaska Pollack caractérisé par une force de gel élevée,
- deux lots de surimi de sardine, l'un de très faible force de gel et l'autre de force assez élevée.

La gamme d'échantillons utilisée pour tester la caractéristique *exsudation* est fabriquée à partir des mêmes types de surimi que précédemment mais les produits sont soumis ensuite à des conditions de congélation différentes, de façon à modifier la capacité de rétention d'eau des gels obtenus après cuisson.

Les substances faisant l'objet des tests ainsi que les critères de texture étudiés sont au préalable présentés et expliqués au jury : *la fermeté* est évaluée par la force nécessaire pour comprimer l'échantillon entre les molaires, *la cohésion* par le degré de compression du produit avant rupture, et enfin *l'exsudation* par la quantité d'eau qui est libérée lorsque l'échantillon est comprimé sous les dents.

Les échantillons de surimi sont analysés de façon mécanique par des mesures sur un texturomètre Instron 6021. Des enregistrements de la force exercée lors d'une double compression sur des échantillons de 2 cm de hauteur et 2 cm de diamètre ont été faits et ont permis de recueillir les mesures indiquées dans le tableau n°5. La fermeté est exprimée en Newtons et la cohésion correspond à un rapport des surfaces des deux courbes obtenues après la double compression de l'échantillon. En ce qui concerne l'évaluation de l'exsudation, les produits ont été comparés par une méthode de centrifugation qui permet d'évaluer le pourcentage d'eau extraite.

L'ordre de classement attendu est basé sur la connaissance de ces valeurs.

Les concentrations ou intensités utilisées figurent dans le tableau n°5. Six échantillons ont été classés pour les saveurs acide et amère, cinq dans le cas des autres critères.

L'ordre de présentation des échantillons est aléatoire mais identique pour tous les juges.

	n° de l'échantillon critères	1	2	3	4	5	6
SAVEUR	acide g/l (acide citrique)	0.015	0.062	0.125	0.25	0.5	1
	amère ppm (quinine)	1.25	2.5	5	10	20	–
	salée g/l (chlorure de Na)	0.03	0.07	0.15	0.3	0.6	–
	sucrée g/l (saccharose)	3	4	6	8	12	16
ODEUR	poisson altéré (triméthylamine) ppm	36	72	90	108	144	–
TEXTURE	fermeté Newtons	6.9	8.2	8.5	8.8	11.6	–
	cohésion	0.20	0.23	0.52	0.57	0.61	–
	exsudation % d'eau extraite	15.6	20.7	24.1	31.1	31.5	–

Tableau n°5 : concentrations ou intensités des critères utilisés lors des épreuves de classement

4.3.3./ Epreuve de discrimination par tests triangulaires

Une autre méthode peut être utilisée pour apprécier la capacité d'une personne à détecter des différences entre deux produits; il s'agit du **test triangulaire**. C'est une épreuve simple à mettre en oeuvre et facile à interpréter car elle se traduit, au niveau du juge, par la perception ou non, d'une différence entre les produits.

En général, ce type d'épreuve est utilisé pour avoir une réponse à la question, y-a-t-il une différence sensorielle entre ces deux produits?

Mais dans notre cas, nous l'avons proposée pour entraîner et connaître le pouvoir de discrimination de chaque personne. C'est la raison pour laquelle nous avons volontairement modifié certaines des propriétés sensorielles des produits présentés.

Il ne s'agit donc plus de savoir si les produits sont différents mais si le juge perçoit cette différence.

Les produits proposés pour ce test sont des batonnets de poisson aromatisés au crabe, achetés en frais dans le commerce (conservation à 0 +6°C). Une partie de ces batonnets a été congelée pendant 2 jours avant d'être présentée au panel.

Comme pour un test triangulaire classique, les membres du jury ont à évaluer les deux produits présentés (batonnet frais et batonnet ayant été congelé), l'un étant doublé et l'autre pas. Ils ont donc devant eux trois échantillons dont deux ont subi le même traitement. Leur travail consiste à identifier l'échantillon différent des deux autres.

La procédure généralement utilisée implique la présentation, le même nombre de fois, des six combinaisons possibles de disposition des échantillons les uns par rapport aux autres. Or dans notre cas, la réponse du juge nous intéresse mais également son comportement par rapport aux autres juges. Par conséquent, le produit frais, qui est doublé et le produit congelé sont dégustés selon le même ordre par tout le panel.

Cette épreuve a été proposée 3 fois au jury.

4.4./ Détermination du mode d'utilisation d'une échelle de notation

En général, un jury évalue des produits de façon quantitative, en notant les différents descripteurs sur une échelle (structurée ou non). Or la manière d'utiliser cette échelle peut être assez différente selon les individus.

Plusieurs raisons peuvent expliquer cela :

- les seuils de séparation ou différentiels varient selon les juges et par conséquent l'écart perçu entre les échantillons sera plus ou moins fort,
- certaines personnes ont tendance à noter en utilisant toute l'échelle alors que d'autres vont se restreindre à une petite partie. Ce phénomène peut être caractérisé par un facteur d'échelle propre à chaque juge.

Pour apprécier la manière dont chacun utilise l'échelle de notation proposée, nous demandons au panel de noter, en fonction de l'intensité perçue, différents stimuli liés à la saveur, l'odeur ou la texture.

Pour chaque descripteur testé, plusieurs concentrations ou intensités sont présentées : 4 pour les stimuli d'odeurs, 4 pour les saveurs, 5 pour les stimuli liés à la texture. Les produits proposés sont en solution pour les tests d'odeur et de saveur et sous forme de surimi cuit pour les tests portant sur la texture.

Le tableau n°6 rassemble la nature des descripteurs analysés ainsi que les concentrations ou intensités proposées.

Les données ainsi recueillies permettent d'apprécier le pouvoir discriminant de chaque personne mais aussi de calculer un facteur d'échelle, propre à chaque dégustateur, indicatif de sa façon de noter par rapport à l'évaluation du groupe.

DESCRIPTEURS	CONCENTRATIONS OU INTENSITES
SAVEUR salée (NaCl) sucrée (saccharose)	0.5 / 1 / 2 / 3 % 0.3 / 0.4 / 0.5 / 0.6 %
ODEUR rance (huile de poisson) crevette (arôme)	0.1 / 0.2 / 0.25 / 0.4 % 0.25 / 0.5 / 1 / 2 %
TEXTURE (surimi) fermeté (N) cohésion (rapport de surface)	7.7 / 9.2 / 9.65 / 10.4 / 12 0.664 / 0.712 / 0.733 / 0.759 / 0.763

Tableau n°6 : gamme des descripteurs proposés pour le test de notation

4.5./ Vérification de la répétabilité des dégustateurs

4.5.1./ Répétabilité dans le temps

La mise en place d'un jury, sur lequel on puisse compter au même titre qu'un appareil de mesure, nécessite un apprentissage de l'utilisation des techniques et des outils d'analyse sensorielle et demande également quelques vérifications du fonctionnement de cet instrument : la répétabilité des réponses fait partie de ces préoccupations. Il est en effet très important, lorsque l'on recueille les réponses d'une personne, de connaître, en quelque sorte le crédit que l'on peut lui accorder; en d'autres termes on souhaite savoir si cette personne est capable de donner plusieurs fois la même réponse quand elle évalue à différentes reprises les mêmes produits.

La répétabilité des juges est évaluée grâce aux résultats recueillis au cours de 3 séances de profil (notation de descripteurs sur une échelle), espacées d'un mois chacune.

Les échantillons retenus sont trois lots de bâtonnets de poisson aromatisés au crabe, de marque différente, achetés dans le commerce sous forme congelée. Les boîtes de chacun des produits proviennent du même lot de fabrication de façon à limiter les biais dus à des variations de qualité au cours de la production.

A chacune des séances, les trois produits, présentés dans le même ordre pour tous les juges, doivent être évalués selon les descripteurs suivants:

ODEUR : marine, fruitée, crabe, soufre.

SAVEUR : salée, sucrée, crabe, acide, amère.

TEXTURE : fermeté, élasticité, exsudation.

Les dégustateurs sont déjà familiarisés avec ces descripteurs.

Les trois produits, présentés simultanément sont notés critère par critère. La notation se fait par l'intermédiaire d'un minitel sur une échelle non structurée, de 0 à 10. Les résultats sont transférés immédiatement au niveau du logiciel d'acquisition et de traitement de données.

4.5.2./ Répétabilité au cours d'une même séance

Pour compléter les informations concernant la répétabilité des réponses données, un autre type de test est proposé, visant cette fois à apprécier la capacité de chaque dégustateur, à donner une note identique lorsqu'on lui soumet, dans une série de produits, deux échantillons de même concentration.

Cette faculté d'apprécier correctement l'intensité des échantillons, les uns par rapport aux autres et d'être capable de juger des produits très proches, pourra être mise à profit dans le cas où l'on souhaitera, par exemple, évaluer la variabilité au sein d'un même lot de produits. On utilisera alors deux qualités du dégustateur: son pouvoir de discrimination mais aussi son aptitude à mettre la même note lorsqu'il ne perçoit pas de différence.

L'épreuve est présentée de la façon suivante : les dégustateurs sont invités à noter sur une échelle une série de 4 ou 5 solutions préparées à partir d'une même substance et dans laquelle a été répétée deux fois la même concentration.

Le tableau n°7 donne les stimuli testés ainsi que les concentrations utilisées.

STIMULI	CONCENTRATIONS
saveur salée (NaCl)	0.15 % / 0.3 % (2fois) / 0.45 %
saveur sucrée (saccharose)	2 % / 3 % (2fois) / 4 %
odeur de rance (huile de poisson)	0.5 % / 1 % / 2 % (2fois) / 4 %
odeur de soufre (diméthylsulfure)	2 / 4 (2fois) / 8 / 12 ppm

Tableau n°7 : stimuli et concentrations utilisés pour l'épreuve de répétabilité au cours de la même séance

RESULTATS ET DISCUSSION

1./ Aptitude à reconnaître et à décrire

1.1/ Description et reconnaissance d'odeurs et de saveurs

Les figures 1 a, b, c donnent une représentation du nombre de produits reconnus sur 13 proposés. L'ensemble du groupe présente des performances tout à fait acceptables puisque le panel en reconnaît en moyenne 9. On peut également constater, en comparant les résultats des personnes ayant nouvellement intégré le groupe, que dans l'ensemble la forme de l'histogramme est plus "plate", la proportion de juges ayant donné un faible nombre de bonnes réponses étant plus importante. Ceci permet simplement de mettre en évidence un effet de mémorisation chez les personnes ayant déjà effectué ces tests de reconnaissance.

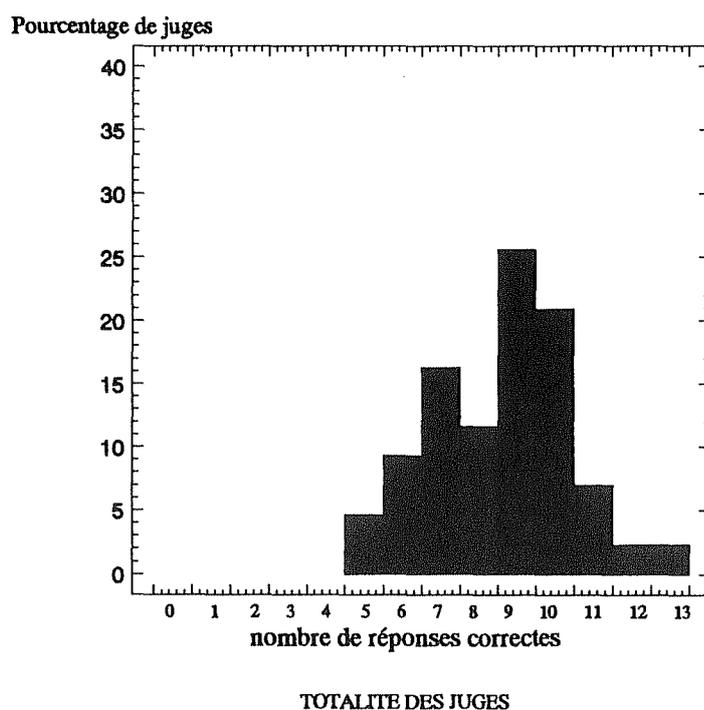


Figure 1a. : Epreuve de description
(odeurs et saveurs)

Pourcentage de juges ayant donné des descriptions correctes

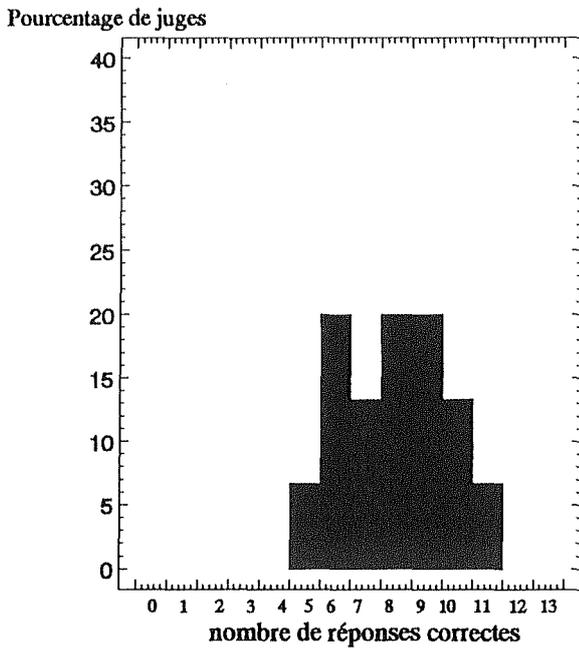


Figure 1.b Epreuve de description

NOUVEAUX JUGES

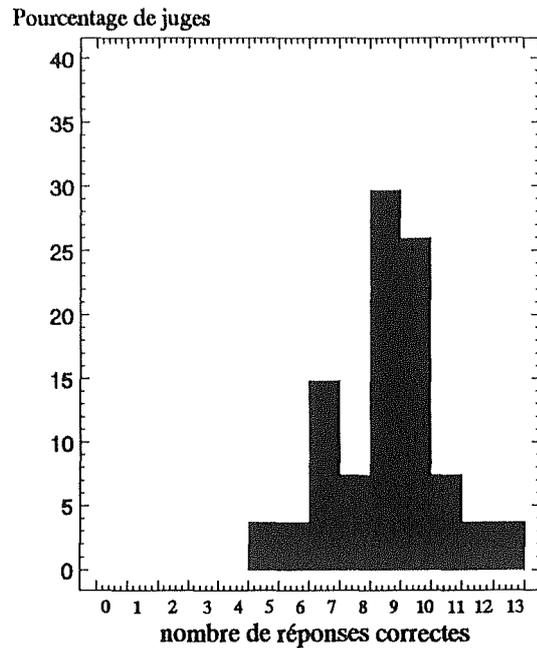


Figure 1.c Epreuve de description

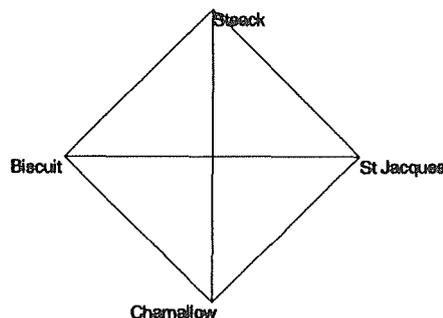
ANCIENS JUGES

1.2/ Description de la texture

Les tests proposés au panel sur la texture visent à évaluer l'état des connaissances du jury sur ce sujet avant toute phase d'entraînement.

Après avoir demandé à chaque dégustateur, une description libre (Annexe 2) et la plus complète possible de chaque produit étudié (noix de St Jacques, steack haché, biscuit sec et chamallow), les résultats sont traités en affectant une note globale à la "qualité" de la description effectuée sur chaque échantillon; cette qualité étant définie par le nombre de descripteurs pertinents cités (les notes ainsi enregistrées vont de 0 à 9).

Une représentation en étoile des notes obtenues par chaque juge pour chaque produit est donnée sur la figure n°2, la longueur de chaque branche est une indication de la "bonne" description du produit. La comparaison du diagramme représentant chaque juge, avec le schéma "clé" donnant les amplitudes maximales enregistrées, donc la description la plus objective et la plus précise obtenue, permet d'apprécier la capacité de chaque personne à décrire.



"clé" indiquant la description la plus précise pour chacun des produits

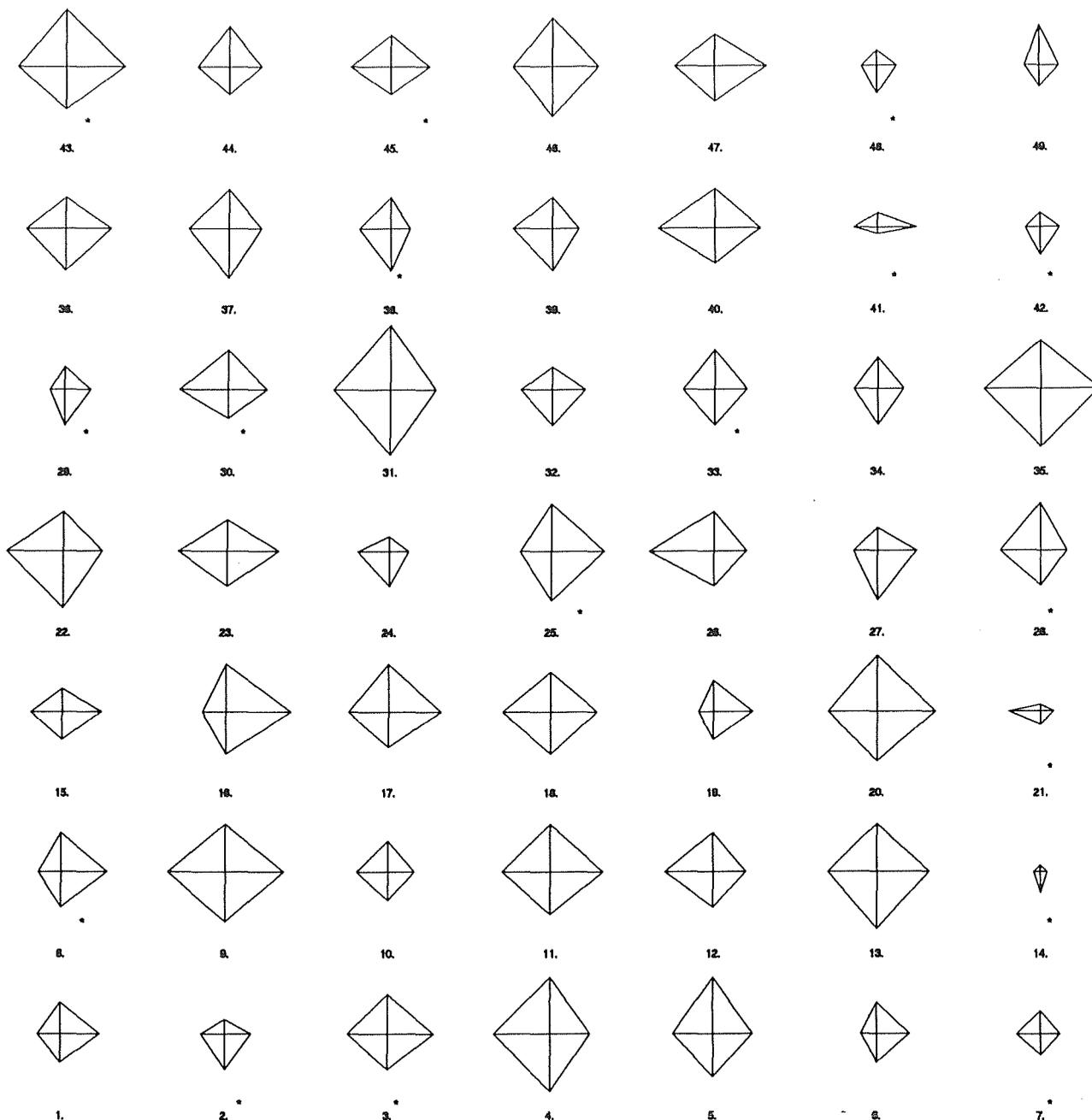


Figure n°2 Epreuve de description de la texture
Représentation individuelle des résultats

On remarque que les membres du jury les moins performants sont plutôt les nouveaux venus (juges repérés par une étoile) : leur description peu précise et souvent très incomplète s'explique par un manque d'entraînement pour ce type de test et par le manque d'habitude à utiliser un vocabulaire large et varié pour décrire les produits.

A la suite de cette épreuve, un questionnaire (Annexe 3) est fourni sur lequel doivent être notés les produits précédents selon certains critères de texture, en fonction de l'intensité perçue pour chaque caractère. Ceci permet de préciser les connaissances de chaque

dégustateur vis à vis de la texture des produits alimentaires et de distinguer les personnes pour lesquelles, les termes descriptifs ne viennent pas spontanément à l'esprit de celles pour lesquelles ils sont inconnus ou mal définis.

Pour évaluer de façon individuelle, la performance d'appréciation de la texture, chaque fiche réponse est comparée à une fiche réponse de référence établie par les animateurs du jury; cette fiche étant considérée comme proche de la notation attendue, en admettant évidemment qu'il puisse y avoir une réponse exacte. Cette façon de procéder, un peu arbitraire, il est vrai, peut se justifier par le fait que l'on peut relativement bien noter et différencier les produits proposés.

Les réponses ont été codées de la façon suivante avant d'être analysées :

0 : non réponse	(? sur le questionnaire)
1 : intensité faible	(x ")
2 : intensité moyenne	(xx ")
3 : intensité forte	(xxx ")

L'évaluation de l'écart de notation par rapport à la fiche réponse se fait de deux manières :

- le nombre de différences observées avec la référence (quelle que soit l'importance de cette différence) a été comptabilisé : **D0**

- la somme des écarts, en valeurs absolues, entre la note donnée par le juge pour chaque produit et chaque descripteur avec la note de référence pour ces mêmes critères et produits a été calculée : **D1**

Ces deux paramètres représentés sur la figure n°3 (D1 en fonction de D0), permettent de visualiser deux choses:

- la discordance plus ou moins grande d'un juge vis à vis de la référence (position sur l'axe horizontal)

- et l'amplitude du désaccord (position sur l'axe vertical).

Il est ainsi possible de mettre en évidence les difficultés rencontrées par certains juges, en particulier les juges 47, 16, 43, 6 et 13. Ceci indique qu'un effort doit être fait sur la définition et la compréhension des termes liés à la texture.

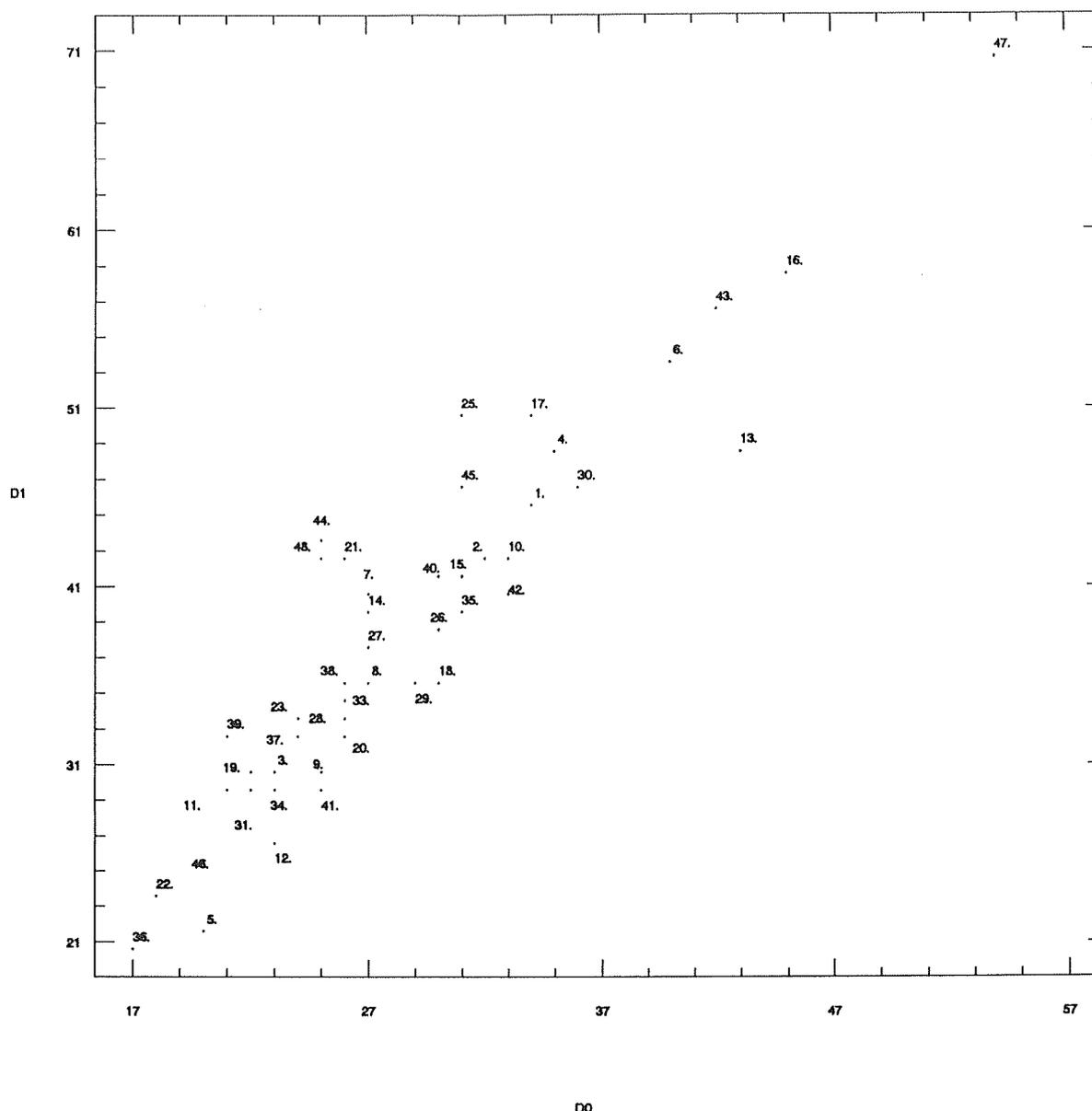


Figure n°3 Epreuve de description de la texture

L'analyse factorielle des correspondances traitée par le laboratoire Informatique et Statistique de l'ENTIAA (Nantes) à partir de l'ensemble des notes obtenues, a permis de préciser les termes de texture qui contribuent faiblement à l'explication de l'inertie du nuage des points – produits et qui par conséquent peuvent être des termes mal évalués, mal compris, ayant un sens variable d'un juge à l'autre ou simplement être des attributs non discriminants (rapport intermédiaire/contrat d'incitation).

Les termes ainsi mis en évidence sont les suivants :

cohésion, adhérence, humidité, viscosité, fragilité, broyabilité et granulométrie.

Cette première approche de l'analyse de la texture met en évidence les principales difficultés de compréhension rencontrées par le jury. D'autres tests, par la suite, sensibiliseront les dégustateurs aux principales définitions de texture.

2./ Mise en évidence d'incapacités

2.1./ Test de discrimination des saveurs fondamentales

Avant toute tentative d'évaluation de la sensibilité de chaque dégustateur vis à vis de telle ou telle substance, la première information à recueillir est sa capacité à identifier les saveurs présentées à des concentrations supra-liminales.

Ce test présenté au § 4.2.1 concerne les saveurs fondamentales : salée, sucrée, acide et amère. Les réponses recueillies sur les formulaires en Annexe 4, sont analysées de la façon suivante:

pour chaque saveur étudiée :

la note 1 est attribuée lorsque les 2 ou 3 (selon le cas) échantillons de la même saveur sont reconnus,

la note 0.5, lorsque 1 échantillon sur 2, 1 sur 3 ou 2 sur 3 sont mal identifiés, ce qui laisse subsister un doute quant à la perception de cette saveur par le dégustateur,

enfin la note 0, lorsqu'aucun des échantillons n'est reconnu.

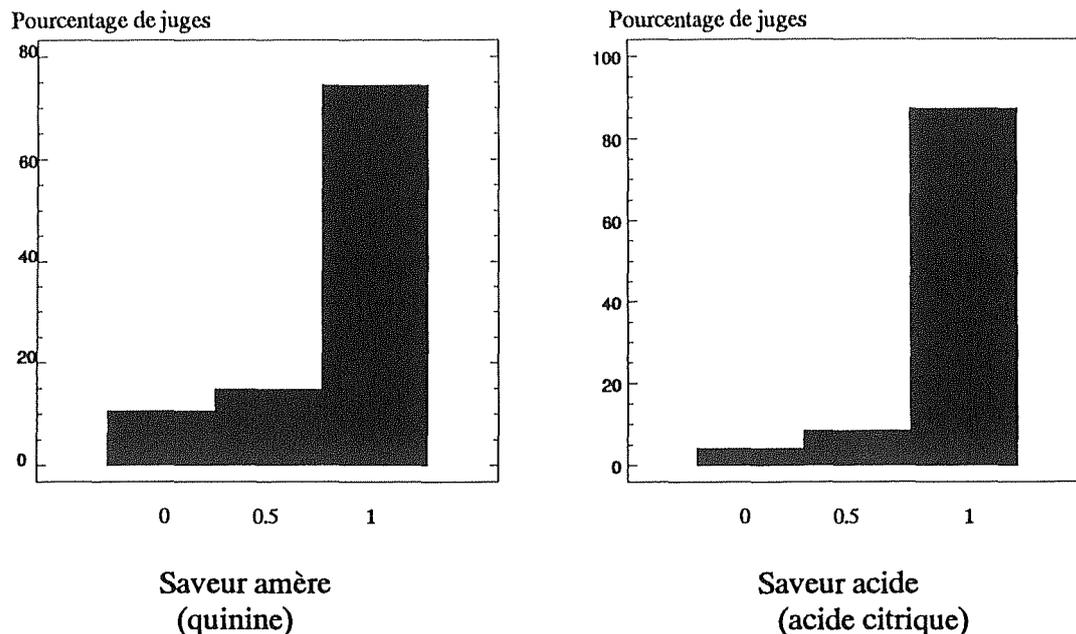
Au niveau du groupe, il ressort une très bonne identification des saveurs salée et sucrée. Seul le juge n° 19 confond 1 fois sucré et amer et la saveur salée est mal identifiée 1 fois seulement, par les juges 18, 25, 39, 41 et 42 qui la décrivent souvent comme étant acide.

Les résultats individuels sont présentés en annexe 5.

Par contre, les résultats concernant les saveurs acide et amère montrent que certains juges éprouvent quelques difficultés. La figure n°4 indique que 25% du groupe ne reconnaît pas ou mal la saveur amère. Si l'on détaille les résultats, on s'aperçoit que les juges 6, 27, 34, 39 et 41 ne perçoivent pas du tout cette saveur et que les juges 7, 8, 14, 17, 19, 22, 40 ont quelques difficultés. Dans leur cas, il faudra préciser leur perception réelle, à l'occasion d'autres tests.

La saveur acide, quant à elle, n'est pas ou mal perçue par 12% de la population (figure n°4). Les juges 18 et 39 ne reconnaissent pas l'acidité; il faudra lever le doute pour les juges 5, 14, 17, 19.

On constate, en général, que les difficultés observées sont souvent des confusions entre les saveurs acide et amère.



0 : saveur non identifiée
 0.5: problème de reconnaissance
 1 : saveur identifiée

Figure n°4 : Epreuve de discrimination de saveurs
 – (amère et acide) –

2.2/ Test de discrimination d'odeurs

La même épreuve est réalisée sur certaines odeurs qu'il semble intéressant d'évaluer dans le cadre de notre activité liée aux produits de la mer.

Les mêmes codes que ceux utilisés pour dépouiller les précédents résultats sont utilisés :

1 : identification parfaite
 0.5 : erreur sur 1 ou 2 échantillons
 0 : aucune identification correcte

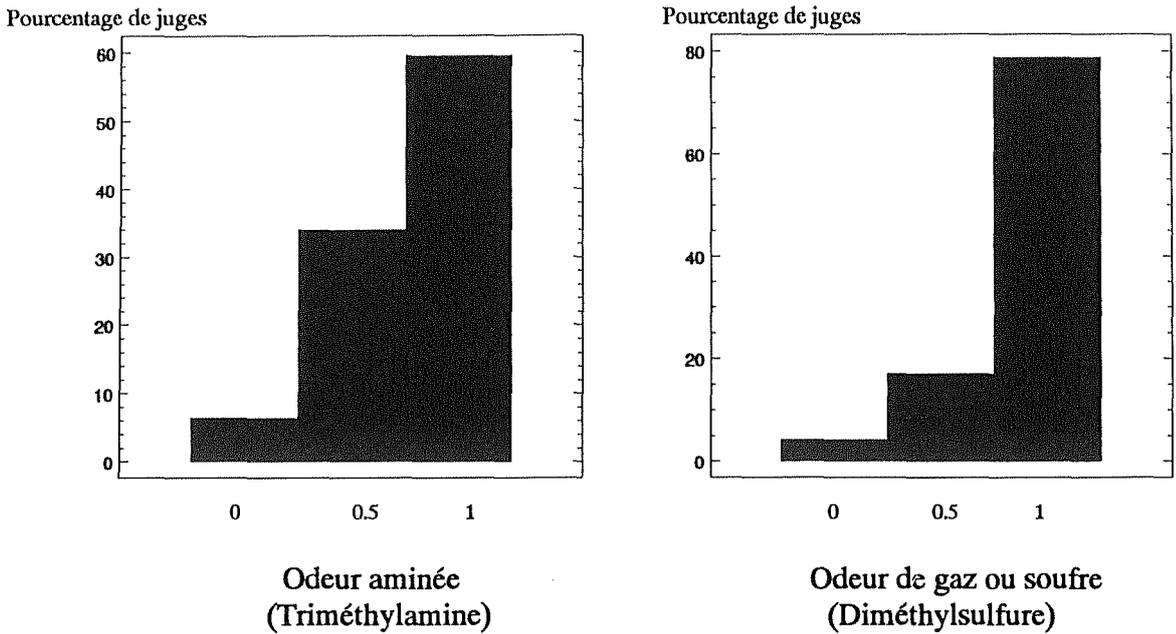
Dans cette épreuve, il n'est présenté que 1 ou 2 échantillons de chaque odeur.

Il apparaît, au vu des résultats, que les odeurs de rance et d'acide acétique sont en général bien reconnues; seuls les juges 2 et 3 ne reconnaissent pas l'acide et les juges 3 et 15 l'odeur rance.

(Les résultats individuels sont présentés en annexe 6).

Par contre, l'odeur de poisson altéré représentée par la triméthylamine et l'odeur de soufre (diméthylsulfure) posent beaucoup plus de problèmes : 20% des personnes n'identifient pas, ou mal le composé soufré et 40% confondent la triméthylamine avec une autre odeur ou bien, tout simplement, ne la reconnaissent pas. (figures n°5).

On peut penser que ces produits sont peu familiers de la majorité des dégustateurs. Une phase d'entraînement plus importante devrait améliorer les résultats et faciliter la mémorisation des produits.



- 0 : odeur non identifiée
- 0.5: problème de reconnaissance
- 1 : odeur identifiée

Figure n°5 : Epreuve de discrimination d'odeurs
- (aminée et soufrée) -

3./ Détermination de l'acuité sensorielle

3.1/ Seuils de séparation

Les évaluations soumises au panel feront appel, le plus souvent, à sa capacité à différencier des produits en fonction des intensités présentes. Il est donc important d'apprécier à partir de quelle différence de concentration, un dégustateur est capable de faire une distinction entre 2 échantillons.

C'est la raison pour laquelle le test présenté au §4.3.1 (Matériels et Méthodes) est mis en place.

L'épreuve proposée sous forme de tests triangulaires se révèle relativement difficile pour les dégustateurs; en particulier lorsqu'il s'agit d'odeurs, comme le montrent les résultats enregistrés sur l'ensemble du groupe: le tableau n°8 indique, au niveau de l'ensemble du panel, si une différence significative est réellement faite entre la référence et l'échantillon de concentration plus élevée.

Différence de concentration entre les échantillons

Substance testée	5%	10%	25%	50%
Triméthylamine (1er test)	/	*	/	/
Triméthylamine (2nd test)	/	/	*	***
Diméthylsulfure	/	/	/	/
Acide acétique	/	/	/	/
Huile rance	/	/	***	***
Arôme fumé	***	***	***	***
Chlorure de Na	*	*	**	***
Saccharose (support purée)	-	/	/	***
Acide citrique (support purée)	-	/	**	***

- : non testé
- / : pas de différence significative
- * : différence significative à 5%
- ** : différence significative à 1%
- *** : différence significative à 1/1000

Tableau n° 8 : seuils de différenciation du groupe

Les résultats obtenus, lors des tests portant sur les saveurs sont meilleurs pour le sel que pour l'acide et le sucre; ceci peut s'expliquer par le fait que dans le premier cas, il s'agit de tester des solutions alors que dans les deux autres cas, la présentation est faite avec de la purée comme support, ce qui augmente la difficulté.

En ce qui concerne les résultats obtenus pour les odeurs, il semble que l'ordre, selon lequel sont présentés les tests triangulaires, influe sur la capacité de discrimination du groupe. C'est en tout cas ce qui semble ressortir avec la triméthylamine : lors du 1er test, le groupe ne faisait pas de différence entre les échantillons mais lorsqu'on commence les tests triangulaires par l'écart de concentration de 50%, on enregistre alors une différence significative.

Par contre, dans le cas du diméthylsulfure et de l'acide acétique, les concentrations utilisées doivent être modifiées: diminuée pour le diméthylsulfure et augmentée pour l'acide acétique. Le mauvais choix des concentrations de départ peut expliquer l'apparente difficulté du test.

3.2./ Discrimination entre niveaux d'une même propriété (classement par rang)

L'objectif est d'évaluer l'aptitude des juges à bien discriminer, en fonction de l'intensité, les échantillons qui leur sont présentés, et ceci pour les différentes caractéristiques énumérées précédemment (§ 4.3.2 de Matériels et Méthodes).

Pour chaque descripteur, nous comparons le classement réalisé par chaque membre du panel à l'ordre de référence déterminé à partir des concentrations ou des intensités consignées dans le tableau n°1. Nous calculons en particulier le coefficient de Spearman défini par :

$$S_p = 1 - 6 \sum d_i^2 / n(n^2 - 1)$$

où d_i désigne la différence entre le rang attribué par le juge et le rang de référence pour l'échantillon n°i et n le nombre de produits classés (5 ou 6 selon le cas).

Ce coefficient est toujours compris entre 1 (accord total) et -1 (désaccord total). Ainsi, pour un descripteur donné, l'aptitude d'un juge à discriminer est d'autant plus grande que ce coefficient est proche de 1. A titre illustratif les figures n°6 et n°7 montrent les distributions des coefficients de Spearman pour l'ensemble du groupe et pour chaque descripteur testé.

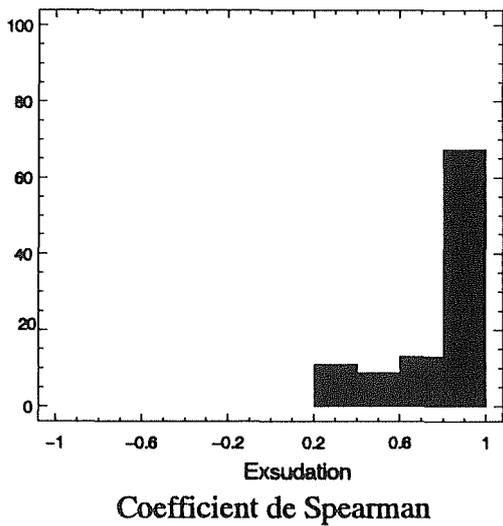
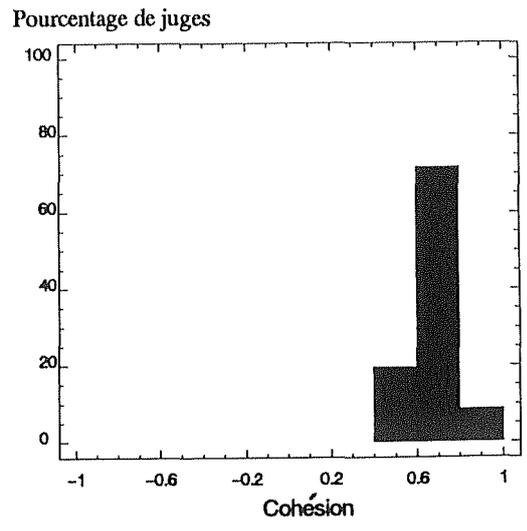
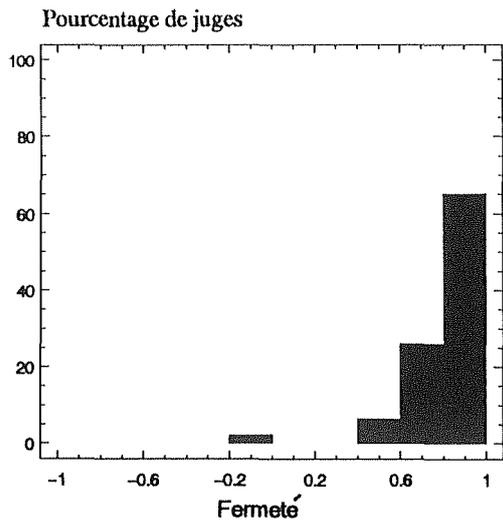
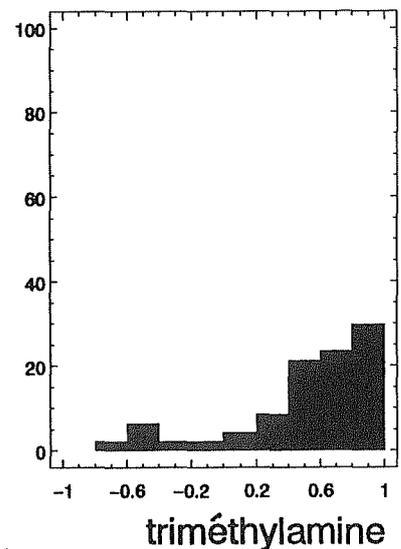
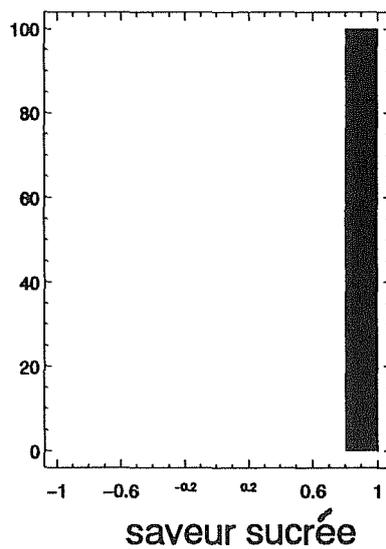
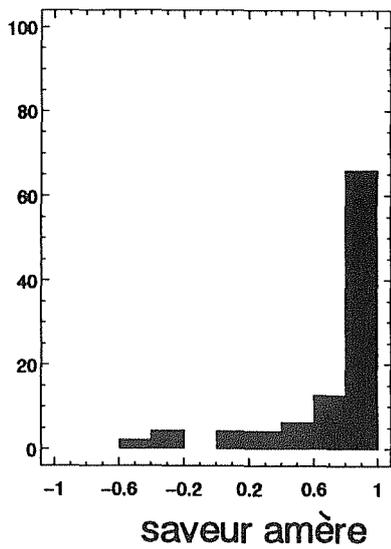
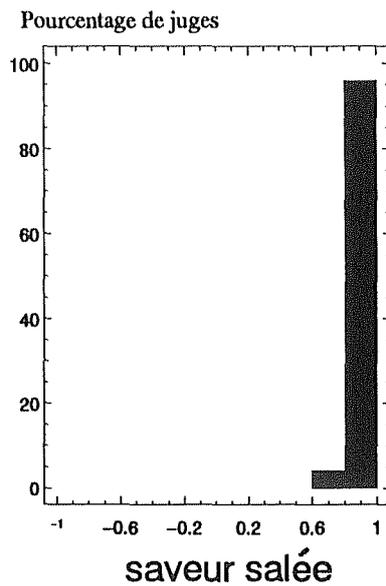
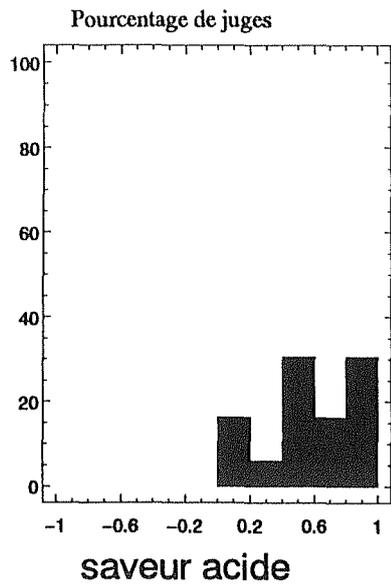


Figure n°6 : Epreuve de classement
 histogramme de distribution des coefficients de Spearman
 – descripteurs de la texture –



Coefficient de Spearman

Coefficient de Spearman

Coefficient de Spearman

Figure n°7 : Epreuve de classement
 histogrammes de distribution des coefficients de Spearman
 descripteurs de saveurs et d'odeurs

Le tableau n°9, indique pour chaque critère, la valeur moyenne et l'écart type des coefficients de Spearman ainsi que la valeur minimale (la valeur maximale est égale à 1).

DESCRIPTEUR	MOYENNE	ECART - TYPE	MINIMUM
Saveur acide	0.61	0.28	0.09
Saveur salée	0.97	0.07	0.70
Saveur sucrée	0.95	0.05	0.83
Saveur amère	0.76	0.35	-0.50
Fermeté	0.98	0.15	0.00
Cohésion	0.70	0.09	0.50
Exsudation	0.83	0.20	0.30
Triméthylamine	0.59	0.43	-0.60

Tableau n°9 :Statistiques sommaires sur les indices de Spearman pour les différents descripteurs

A partir de ces figures et tableau, nous pouvons mettre en évidence deux types de descripteurs :

- les descripteurs pour lesquels les juges n'éprouvent pas de difficulté particulière à discriminer les intensités; les saveurs salée et sucrée sont les exemples les plus frappants et dans une moindre mesure les descripteurs fermeté et exsudation. Les coefficients des juges sont relativement proches de 1 avec une faible dispersion.

- les descripteurs pour lesquels la dispersion des coefficients est élevée ce qui indique la présence de juges aux performances relativement médiocres. Les résultats des tests sur l'odeur de triméthylamine et les saveurs acide et amère illustrent cette hétérogénéité du pouvoir discriminant des juges, hétérogénéité liée à la substance testée.

Pour comparer simultanément les performances des dégustateurs pour l'ensemble des substances et des caractéristiques de texture analysées, une représentation en étoile des résultats est proposée. La figure n°8b donne pour chaque juge une synthèse de ses performances. Chaque étoile correspond à un juge et chaque branche à un descripteur. La longueur de la branche est proportionnelle au coefficient de Spearman et donne ainsi une idée du pouvoir discriminant de chaque personne. Il apparaît que les juges n°1, 14, 15, 31, 40, 43 ont une assez bonne performance, à l'opposé des juges 2, 5, 17, 19, 35, 45 et 48.

Nous avons, par la suite, effectué une Analyse en Composantes Principales (ACP) sur le tableau des coefficients de Spearman mais les résultats ne fournissent pas d'éclairages supplémentaires par rapport au diagramme en étoile (Annexe 7). La justification tient au fait que les performances pour les différents descripteurs, ne sont pas corrélées et que, par conséquent, il ne se dégage pas de structure d'ensemble. Concrètement, ceci se traduit par le fait que chaque composante principale est liée à une (et une seule) des variables originales et de ce fait, ne présente aucun caractère synthétique.

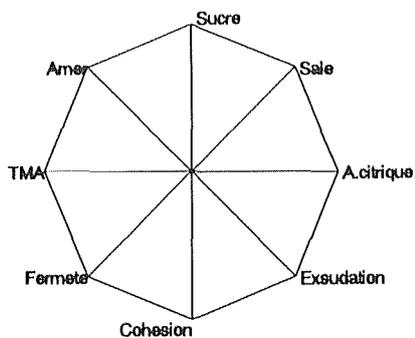


Figure n°8a: "clé" de représentation des résultats individuels des épreuves de classement par rang présentés sur la figure n°8b

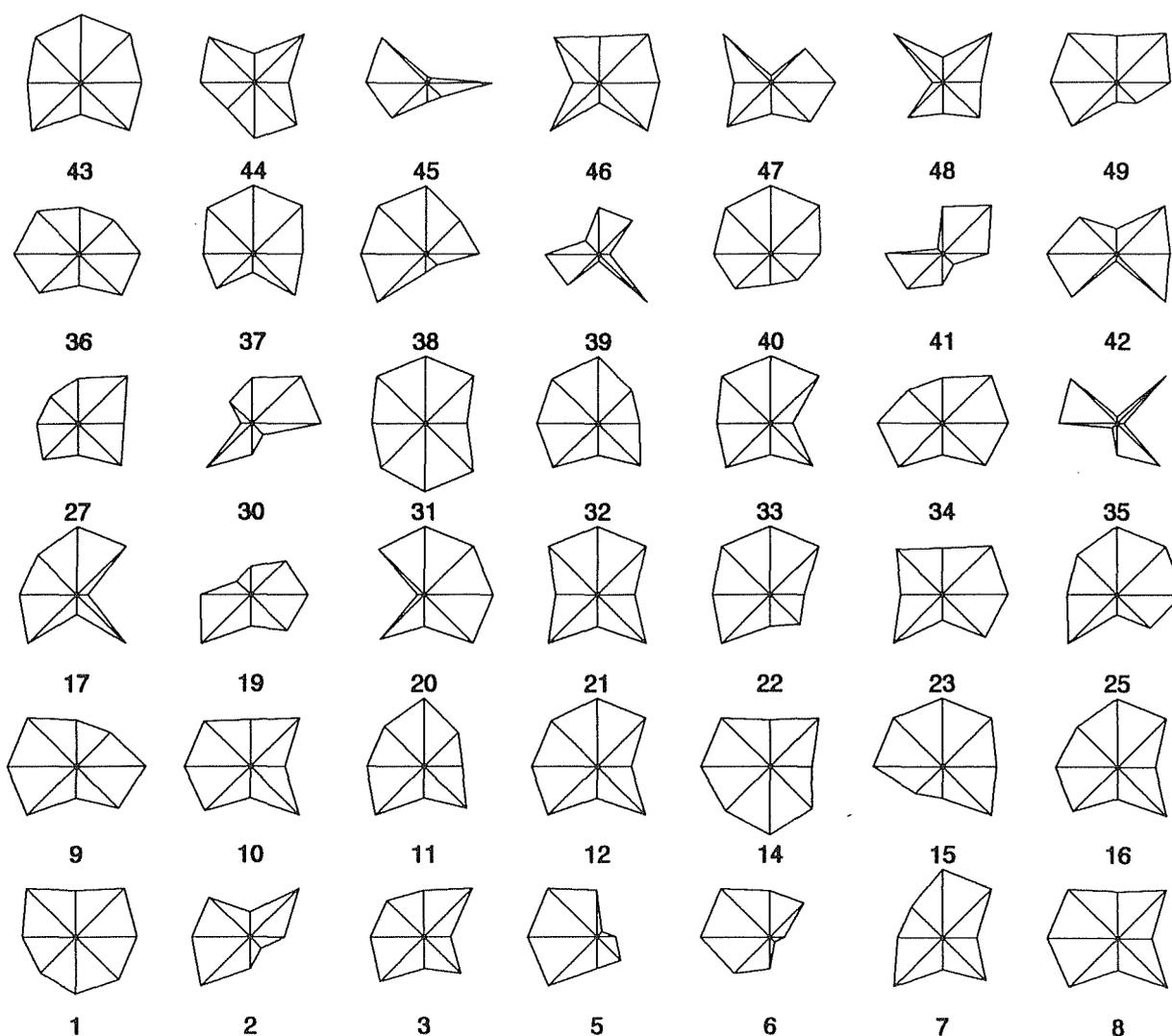


Figure n°8b : Epreuve de classement par rang – Performances individuelles – Représentation du coefficient de Spearman

(les juges n'ayant pas réalisé tous les tests ne sont pas représentés)

3.3/ Epreuve de discrimination par tests triangulaires

Cette épreuve vise également à entraîner le jury à la recherche de différences existant entre deux produits plus complexes qu'une simple solution.

Les trois tests triangulaires réalisés avec des batonnets de poisson aromatisés au crabe (§4.3.3) ont donné les résultats suivants :

(le chiffre 1 correspond à une identification correcte du produit différent, 0 à une réponse inexacte).

jugé	test n°1	test n°2	test n°3	jugé	test n°1	test n°2	test n°3
1	1	1	-	27	1	0	1
2	0	0	-	28	1	-	-
3	1	1	-	29	-	-	1
4	1	0	1	30	1		1
5	0	-	0	31	-	1	1
6	1	-	-	32	1	-	1
7	1	0	1	33	0	1	1
8	1	1		34	1	0	
9	1	1	1	35	0	0	1
10	0	0	1	36	0	1	
11	1	1	1	37	1		1
12	1	1	1	38	1	1	
13	1	1	1	39	1	1	1
14	0	1	1	40	0	0	1
15	1	1	1	41	1	1	0
16	1		1	42	0		0
17	1	0	0	43	1		
18			1	44	1	1	1
19	0	0	0	45	0	1	
20	1		0	46	1		1
21	1	1		47	0	1	
22	0	0	1	48	1	1	
23	1	0	1	49	1	0	1
24	1	0	1	50	1	1	1
25	0		1	51		1	0
26	0			52		0	

Tableau n°10 : Résultats individuels de tests triangulaires sur des batonnets de poisson

	TEST N°1	TEST N°2	TEST N°3
Nombre total de réponses	47	37	36
Nombre de réponses correctes	32	22	29
Résultats au niveau du groupe	différence significative ***	différence significative ***	différence significative ***

Tableau n°11 : Résultats du groupe pour les tests triangulaires
(*** : différence hautement significative, $p < 0.001$)

Cette épreuve permet de tester ici l'aptitude de chacun à déceler une différence de texture ou d'intensité d'arôme (car la congélation a semble-t-il modifié également la saveur du produit congelé par rapport au produit frais).

Il ne s'agit évidemment que d'une très vague indication, car nous n'avons que trois réponses, dans le meilleur des cas et cela ne concerne qu'un seul type de produit et une seule caractéristique sensorielle mais c'est un premier résultat qui pourra être précisé par la suite.

Mais dans tous les cas, une différence significative est faite par le groupe, au seuil $\alpha=0.001$, ce qui est tout à fait satisfaisant (tableau n°11).

4./ Utilisation des échelles de notation

Les objectifs sont ici d'évaluer l'aptitude des juges à discriminer à partir d'une échelle de notation et de comparer leurs manières de noter (cf § 4.4./ Matériels et Méthodes).

Pour un descripteur donné, les différences de notation peuvent tenir aux aspects suivants (Powers 1988) :

- un **effet différentiel** dû à chaque juge (décalage d'origine) déterminé en partie par des différences de sensibilité;

- un **facteur d'échelle** propre à chaque juge : les juges n'utilisent pas la même échelle de notation en ce sens que certains d'entre eux auraient tendance à utiliser toute l'échelle alors que d'autres n'en utiliseraient qu'une partie restreinte.

Pour un descripteur Y, nous déterminons le facteur d'échelle de chaque juge, de la manière suivante :

Nous calculons $V_i(Y)$ la variance des notes attribuées par le juge n°i aux différents produits. En notant $V(Y)$ la moyenne des variances, le facteur d'échelle associé au juge n°i peut être défini par :

$$\lambda_i = V_i(Y) / V(Y)$$

Une valeur λ_i supérieure à 1 indique que les notes attribuées par le juge i ont une dispersion supérieure à la dispersion moyenne. A titre illustratif, nous reproduisons sur le tableau n°12 les facteurs d'échelle associés à chaque juge pour les descripteurs "saveur salée", "saveur sucrée", "odeur rance" et "odeur crevette" ainsi que ceux liés à la texture, "fermeté", "cohésion" et "humidité"

Au vu de ce tableau, nous pouvons distinguer deux modes distincts d'utilisation des échelles de notation. Les juges 8, 20, 23, 31 et 35, par exemple, ont un facteur d'échelle proche de 1. Les juges 11 et 41 sont au contraire caractérisés par des facteurs d'échelle généralement élevés ce qui indique qu'ils utilisent toute l'échelle de notation, à l'opposé des juges 2, 29, 34, 46 ou 51 chez lesquels on peut relever des facteurs d'échelle de 0.08 pour la saveur salée ou encore 0.07 pour l'odeur rance; ces individus ont noté sur une partie très restreinte de l'échelle.

n° du juge	ODEUR		SAVEUR		TEXTURE		
	crevette	rance	salée	sucrée	fermeté	cohésion	humidité
1	0.28	1.32	1.34	1.23	0.59	0.39	3.25
2	0.39	0.44	0.55	0.51	0.75	0.57	0.91
3	0.50	1.96	0.79	0.83	1.05	1.15	0.99
4	1.39	0.62	0.76	1.01	0.66	0.58	0.40
6	0.47	0.71	0.66	0.35	-	-	-
8	1.21	0.94	1.29	1.11	0.99	0.71	0.82
9	0.75	0.80	0.91	0.85	0.54	0.19	0.04
10	1.08	0.94	0.72	0.58	0.25	0.15	1.38
11	2.69	3.86	4.36	1.81	1.17	1.74	0.51
12	1.96	2.05	0.55	1.54	1.20	0.02	0.35
13	0.70	0.44	0.91	0.99	1.54	1.86	0.26
14	0.69	0.40	0.92	1.04	0.86	1.13	3.14
15	0.56	0.87	1.34	0.85	0.58	0.34	0.14
16	1.19	1.36	0.42	0.55	0.68	1.00	1.43
17	0.42	3.19	1.33	2.16	0.88	1.13	0.22
20	1.39	1.21	1.07	0.95	0.85	0.42	0.08
22	2.08	0.14	1.53	1.50	1.29	1.66	1.56
23	1.42	0.62	1.23	0.92	0.95	1.08	2.79
24	1.22	0.26	0.97	1.59	0.82	0.41	0.00
25	1.55	0.37	1.79	1.37	-	-	-
28	0.49	0.16	0.31	0.68	-	-	-
29	0.08	0.07	0.42	1.56	1.22	1.59	2.15
30	0.70	0.89	1.32	1.27	-	-	-
31	1.85	1.08	1.03	1.06	0.75	0.89	0.79
32	0.80	0.73	1.08	0.65	1.22	0.77	1.89
34	0.44	0.61	0.08	0.49	-	-	-
35	0.99	0.83	0.79	1.49	1.32	1.22	0.31
36	0.11	0.44	0.18	0.92	0.97	1.13	1.03
37	1.16	0.87	0.53	1.23	1.17	0.19	0.14
40	2.20	1.22	1.02	1.44	1.57	2.01	2.57
41	2.63	2.57	1.17	1.64	2.18	1.23	0.19
42	0.24	0.34	0.39	0.41	0.76	0.41	1.05
43	0.00	0.36	0.57	0.76	-	-	-
44	0.54	0.61	1.20	0.39	0.54	0.28	0.48
45	0.34	0.82	0.72	0.46	0.16	1.39	0.22
46	0.44	0.48	0.45	0.29	1.60	1.77	1.83
47	1.57	2.18	0.23	0.41	1.36	1.54	1.62
48	1.80	1.32	1.08	0.92	0.73	0.47	0.44
49	1.21	1.61	2.14	1.43	1.48	0.94	1.60
50	0.37	0.33	1.07	0.46	1.01	0.88	0.19
51	0.27	0.34	0.14	0.55	-	-	-
52	1.75	1.60	2.57	1.54	1.03	0.91	0.00

Tableau n°12 : facteurs d'échelle associés aux descripteurs "odeur crevette", "odeur rance", "saveur salée", "saveur sucrée", "fermeté", "cohésion" et "humidité".

Le calcul des facteurs d'échelle nous renseigne sur la façon dont est utilisée l'échelle de notation, sans que l'on puisse savoir, pour autant, si les différences observées d'un juge à l'autre sont dues principalement à des sensibilités différentes ou bien plutôt à un comportement particulier vis à vis de cette échelle. C'est la raison pour laquelle nous avons évalué la capacité des juges à discriminer les différentes intensités.

Pour cela considérons, pour chaque descripteur, le tableau constitué par les juges et leurs notations pour les différentes concentrations. Concrètement, nous disposons, pour chaque descripteur, d'un tableau à 4 colonnes correspondant respectivement aux notes associées aux quatre concentrations. Dans un premier temps, nous "réajustons" les notes de chaque juge, de la manière suivante:

- nous **centrons** les quatre valeurs correspondant aux quatre concentrations afin d'éliminer l'effet différentiel associé au juge,

- nous **réduisons** les quatre valeurs en les divisant par le facteur d'échelle associé au juge considéré.

Par la suite, nous calculons la note moyenne de chaque colonne. Les quatre notes moyennes ainsi obtenues s'interprètent comme les notes attribuées par un juge moyen. De ce fait, elles nous servent de référence pour évaluer la capacité des juges à discriminer les concentrations. Nous calculons, en effet, le coefficient de corrélation entre les notes attribuées par chaque juge aux différentes concentrations et les notes moyennes. Cette démarche est similaire à celle que nous avons adoptée précédemment dans le cas des épreuves de classement par rang avec les coefficients de Spearman.

Le tableau n°13 présente les statistiques sommaires des coefficients de corrélation calculés :

Descripteurs	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Coefficient de Variation
Odeur crevette	0.70	0.34	-0.39	0.99	48.9%
Odeur rance	0.63	0.36	-0.56	0.99	57.1%
Saveur salée	0.83	0.28	-0.29	0.99	34.8%
Saveur sucrée	0.96	0.05	0.77	0.99	4.8%
Fermeté	0.94	0.09	0.40	0.99	9.9%
Cohésion	0.83	0.29	-0.66	0.97	35.5%

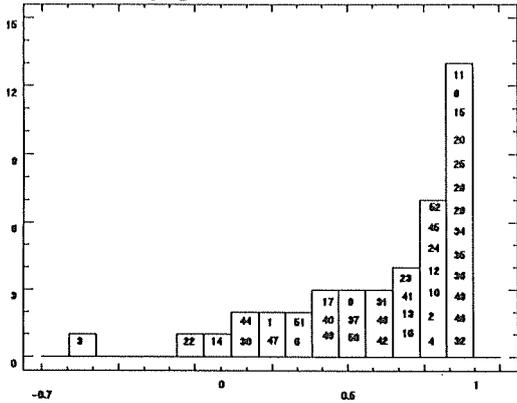
Tableau n°13 : Statistiques sommaires des coefficients de corrélation

Les saveurs sucrée et salée sont généralement bien discriminées par les juges, et particulièrement la saveur sucrée pour laquelle les performances sont très homogènes. La discrimination des odeurs pose visiblement plus de problème.

Pour visualiser ces performances, nous avons reproduit les histogrammes de dispersion des coefficients de corrélation (Figures n°9). Les juges, repérés par leur numéro, sont d'autant plus performants qu'ils se trouvent à droite du graphique.

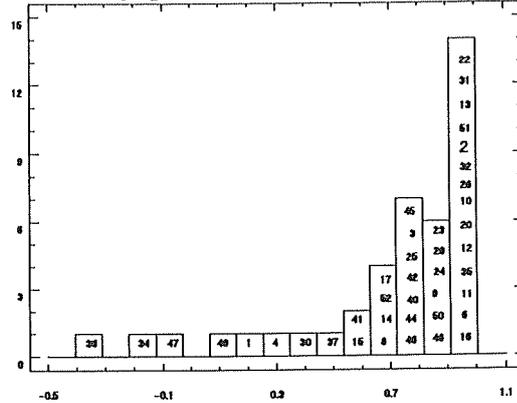
(Les résultats détaillés de ces coefficients de corrélation sont en annexe 8)

Nombre de juges

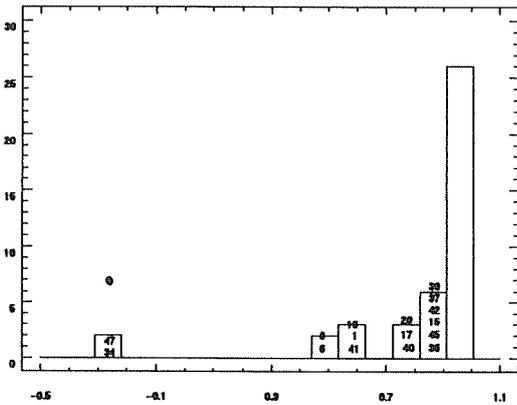


odeur rance

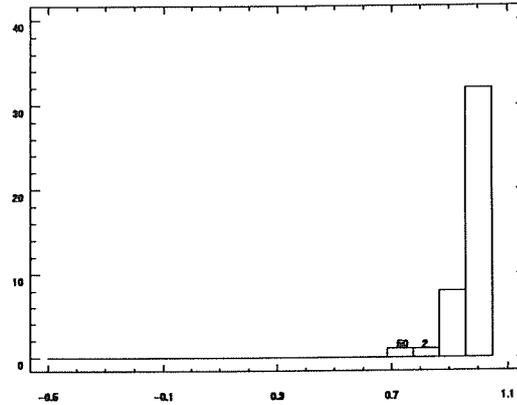
Nombre de juges



odeur crevette



saveur salee



5./ Vérification de la répétabilité des dégustateurs

5.1./ Répétabilité dans le temps

La répétabilité des juges est évaluée à partir des données recueillies au cours de trois séances de profil durant lesquelles trois produits sont notés selon différents descripteurs (donnés dans le tableau n°14). A partir des notes relatives à chaque juge et chaque descripteur, nous effectuons une analyse de la variance à un facteur, en considérant les produits comme étant les niveaux du facteur de classification (3 niveaux).

La somme des carrés des écarts des observations à leur moyenne se décompose en une somme factorielle (**inter-produits**) et une somme résiduelle (**intra-produits**). C'est la moyenne de cette dernière somme qui sert de base pour évaluer la répétabilité d'un juge. La norme AFNOR (AFNOR, 1990) recommande, en particulier, d'utiliser la racine carrée de ce carré moyen, comme indice de non fiabilité. Si cette quantité est grande, cela signifie que le juge n'évalue pas de façon homogène les mêmes produits présentés à des séances différentes. Les tableaux n°15a et 15b montrent, respectivement, des exemples d'un juge fiable et d'un juge qui ne l'est pas pour la saveur sucrée.

Numéro	Abréviation	Descripteurs
1	aci	Acidité
2	ame	Amertume
3	cra	Saveur crabe
4	elas	Elasticité
5	exsu	Exsudation
6	ferm	Fermeté
7	odc	Odeur crabe
8	odf	Odeur fruitée
9	odm	Odeur marine
10	ods	Odeur soufre
11	sal	Saveur salée
12	suc	Saveur sucrée

Tableau n°14 : liste des abréviations utilisées pour l'épreuve de fiabilité

ex : saveur sucrée

Données			
	Produit 1	Produit 2	Produit 3
1ère séance	3.6	8.6	5.7
2ème séance	2.9	7.1	5.7
3ème séance	1.4	7.1	4.3

TABLEAU DE L'ANALYSE DE LA VARIANCE

Source de variation	SCE	ddl	Moyenne des carrés	F	Seuil de signification
inter-produits	37.48	2	18.74	22.1	0.0017
intra-produits	5.09	6	0.85		
	42.56				

Tableau n°15a : Cas d'un juge fiable

Données			
	Produit 1	Produit 2	Produit 3
1ère séance	0.7	8.6	0.7
2ème séance	1.4	7.1	2.9
3ème séance	7.1	8.6	10

TABLEAU DE L'ANALYSE DE LA VARIANCE

Source de variation	SCE	ddl	Moyenne des carrés	F	Seuil de signification
inter-produits	39.79	2	19.89	1.62	0.27
intra-produits	73.48	6	12.24		
	113.27				

Tableau n°15b : Cas d'un juge non fiable

Première analyse:

Afin de visualiser la fiabilité des différents juges, nous effectuons une ACP sur le tableau croisant les juges et leurs indices de non fiabilité pour les différents descripteurs.

La figure n°10 donne la représentation simultanée des descripteurs et des juges sur le premier plan factoriel de cette ACP et permet d'avoir ainsi une image générale de la répétabilité des dégustateurs. Le premier axe, corrélé avec tous les descripteurs, distingue les juges globalement fiables (à gauche) des juges globalement non fiables (à droite): on peut rappeler, en effet, que la valeur de l'indice est d'autant plus élevée que le juge est non fiable, par conséquent tous les dégustateurs plutôt répétables ont un faible indice et sont représentés sur la partie gauche de la figure.

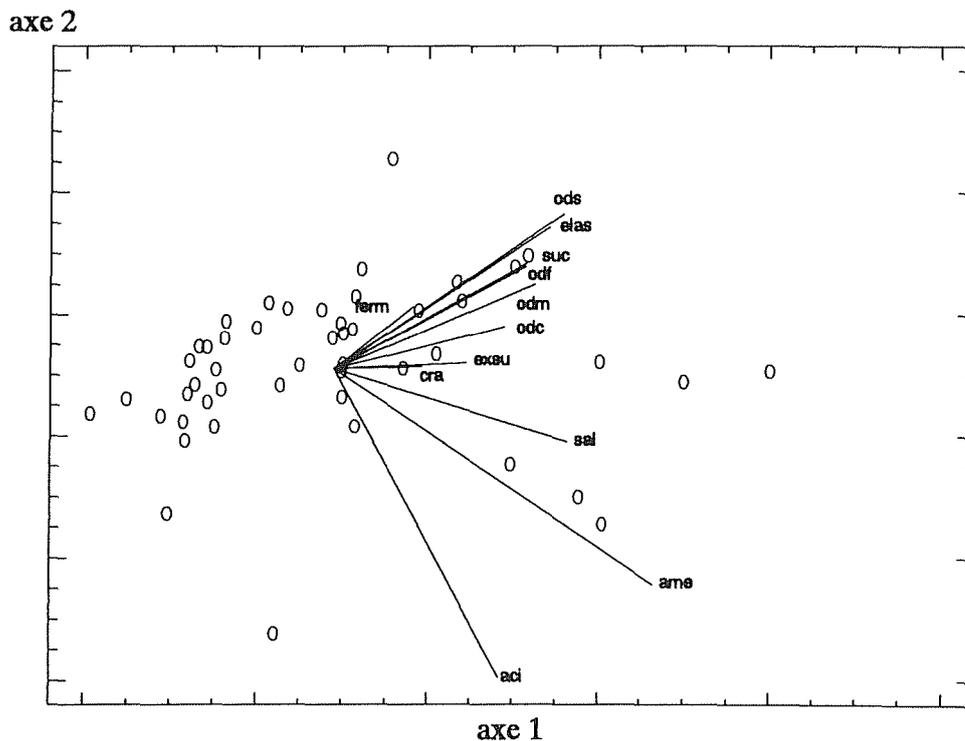


Figure n°10 : représentation simultanée des descripteurs et des juges sur le premier plan factoriel de l'ACP
(les juges sont représentés par un cercle)

Les figures n°11 et n°12 qui représentent respectivement les descripteurs et les juges sur ce même plan factoriel précisent les performances de chaque juge.

Ainsi, les juges 24, 35, 50, 20, 6, 31, se montrent globalement fiables, à l'opposé des juges 22, 25, 41, 33 et 47. Le deuxième axe permet de nuancer les résultats des juges par rapport aux différents descripteurs. C'est ainsi que nous pouvons constater que les juges 29, 31 et 41 ont une performance médiocre pour la "saveur acide" et une bonne performance pour l'"odeur soufre" et la caractéristique "élasticité".

axe 2

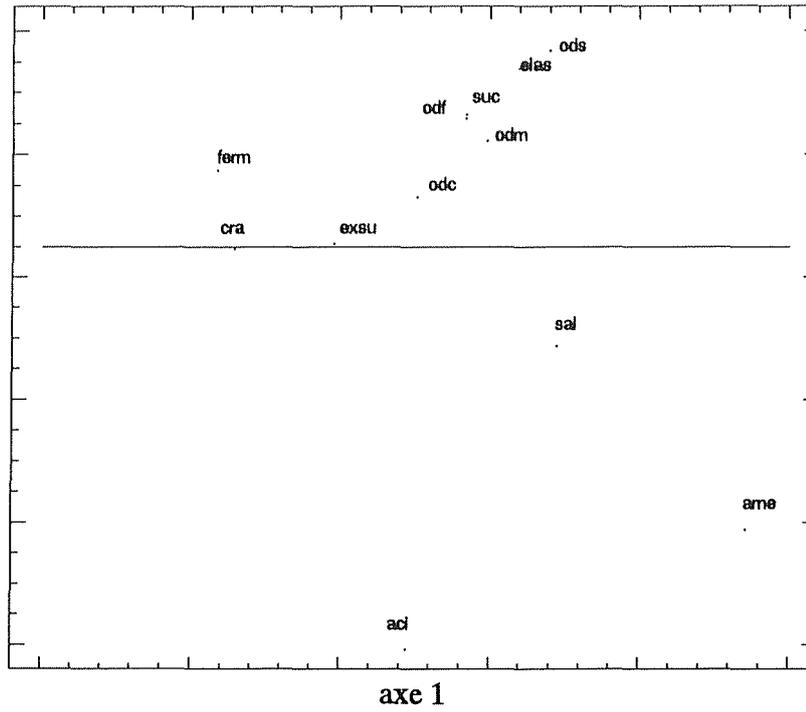


Figure n°11 : représentation des descripteurs sur le premier plan factoriel de l'ACP

axe 2

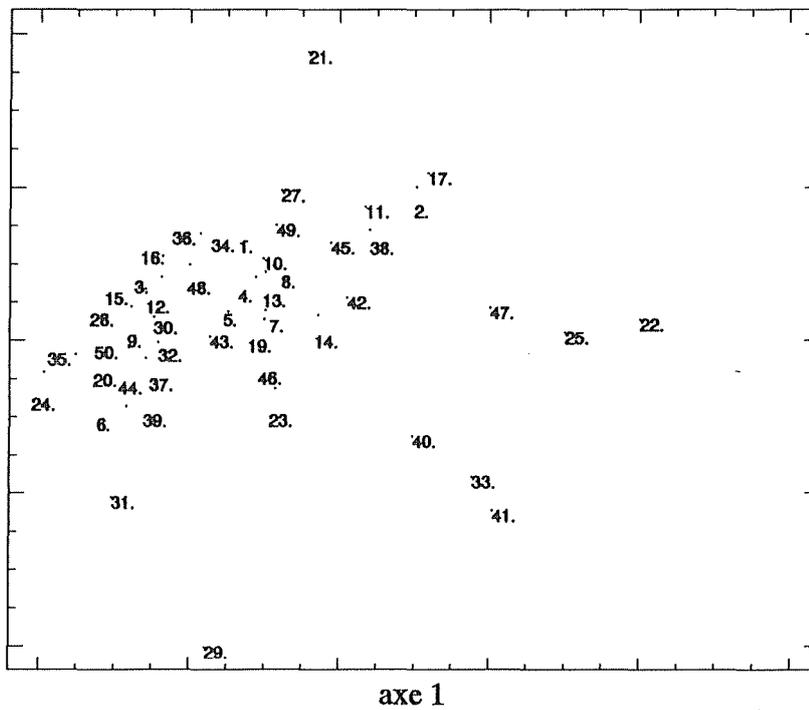


Figure n°12 : représentation des juges sur le premier plan factoriel de l'ACP

Deuxième analyse :

La racine carrée de la moyenne de la somme résiduelle dans l'analyse de variance a été interprétée comme étant un indice de non fiabilité des juges. Pour avoir un indice directement interprétable en tant qu'indice de fiabilité, nous considérons l'inverse de cette quantité: cet indice est d'autant plus grand que le juge est fiable.

Sur le tableau croisant les juges et leurs indices de fiabilité ainsi définis pour les différents descripteurs, nous effectuons une Analyse Factorielle des Correspondances simples (AFC). Le premier plan factoriel (figure n°13) restitue 44% de l'inertie totale et permet d'avoir une cartographie des juges.

La représentation simultanée en AFC permet de positionner chacun des juges par rapport aux descripteurs: un juge est attiré par les descripteurs pour lesquels il a une bonne fiabilité et rejeté par les descripteurs pour lesquels sa performance est médiocre.

axe 2

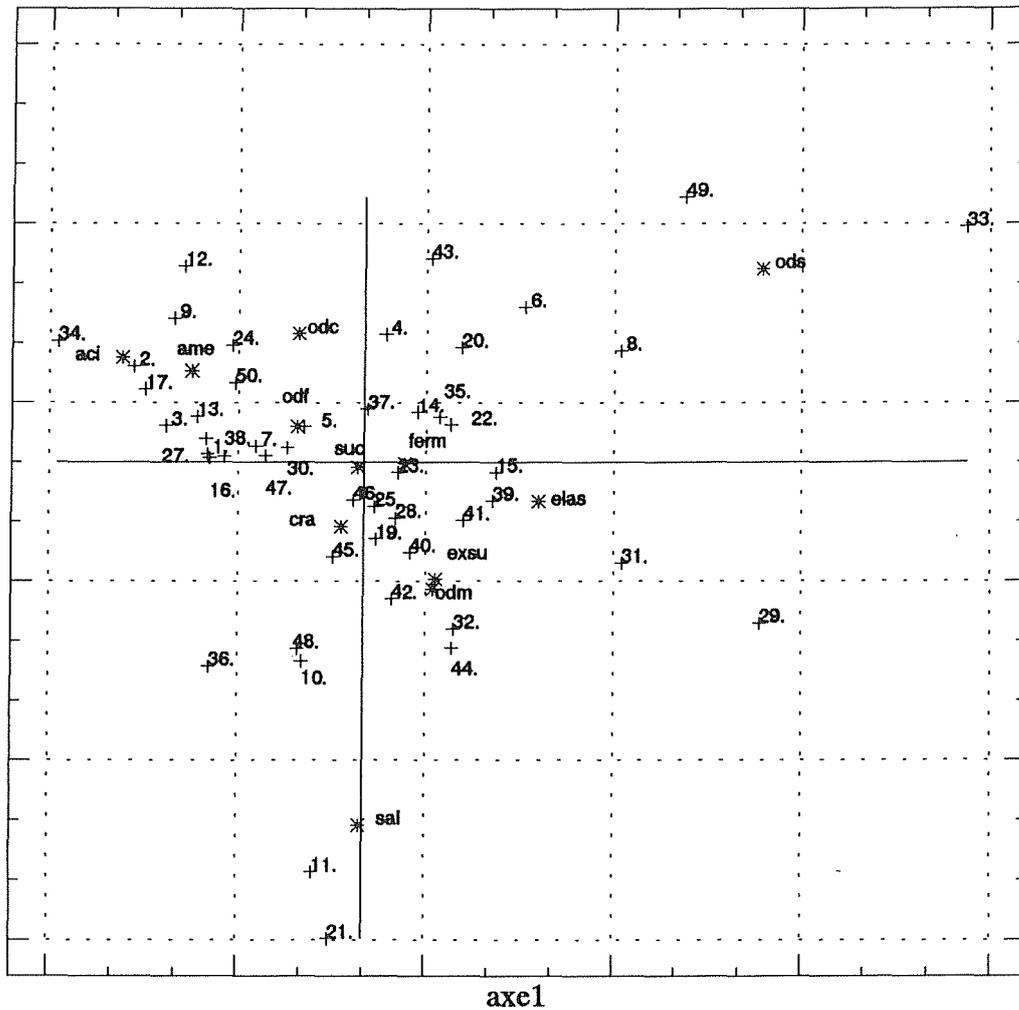


Figure n°13 : représentation simultanée des juges et des descripteurs sur le premier plan factoriel de l'AFC
(les juges sont identifiés par leur numéro, les descripteurs par leur abréviation)

Par rapport à l'ACP, l'interprétation sur le premier plan factoriel est plus nuancée car nous disposons d'une visualisation immédiate de la performance des juges pour chaque descripteur.

Dans notre exemple, les juges 34, 2, 17 se montrent fiables pour les descripteurs "saveur acide" et "saveur amère" et peu fiables pour "odeur soufre". Les juges 29 et 33 ont, par contre, des performances inverses: relativement bonnes pour "odeur soufre" et médiocres pour "saveur acide" et "saveur amère".

Sur le second axe, "saveur salée" s'oppose à "odeur soufre". Les juges 11 et 21 s'opposent ainsi aux juges 33, 43, 49 et 12.

Ces résultats de répétabilité seraient à nuancer car dans notre interprétation, nous n'avons pas tenu compte du fait que certains dégustateurs pouvaient être fiables pour certains critères parce que peu discriminants pour ces mêmes descripteurs.

5.2./ Répétabilité au cours d'une même séance

Les épreuves d'évaluation de la répétabilité des juges au cours d'une même séance (§ 4.5.2./Matériels et Méthodes), permettent d'étudier le comportement des juges lorsqu'on leur propose de noter 2 produits identiques dans une série d'échantillons.

Les figures n°14 a et b donnent une représentation des 2 notes attribuées par chaque juge au même produit : la première note en fonction de la deuxième. Si le dégustateur a bien évalué les deux produits c'est à dire s'il a mis la même note, il doit se situer sur la bissectrice. Il s'en écartera d'autant plus qu'il sera peu répétable.

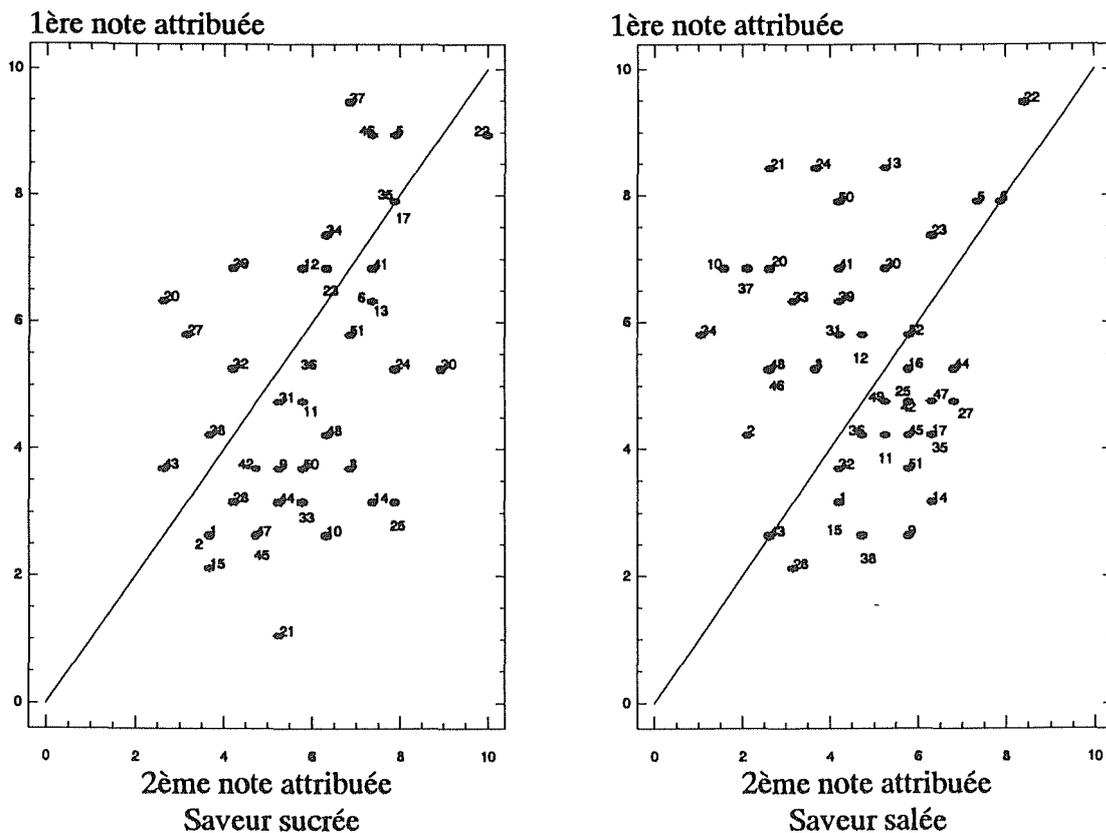
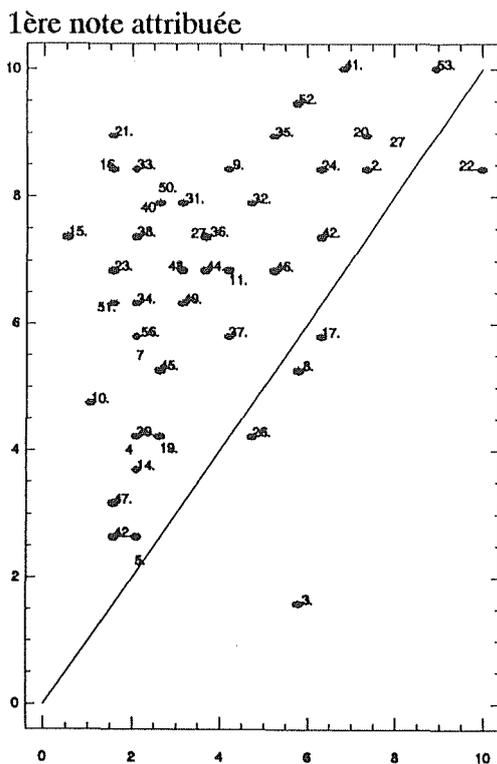
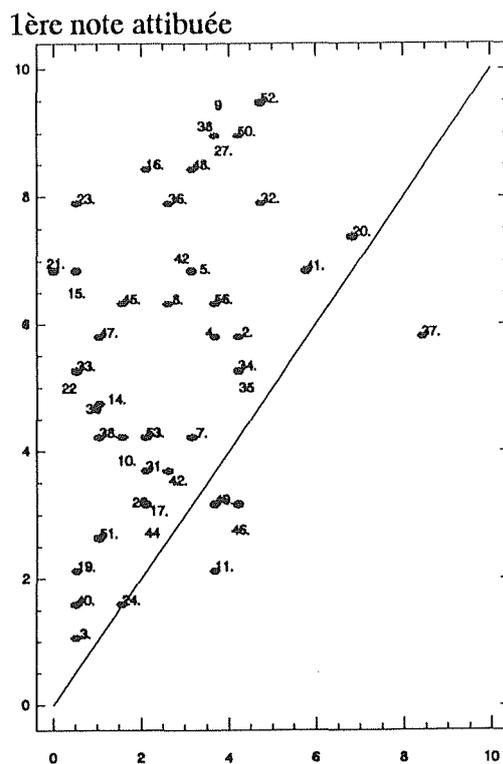


Figure n°14 a : Epreuve de répétabilité au sein d'une même séance



2ème note attribuée

Odeur de rance



2ème note attribuée

Odeur de soufre

Figure n°14 b : Epreuve de répétabilité au sein d'une même séance
Odeur rance et diméthylsulfure

On remarque la différence existant entre les graphes des résultats liés aux saveurs et ceux correspondant aux odeurs; dans ce dernier cas, il n'y a plus de symétrie de répartition de part et d'autre de la bissectrice. Visiblement, la deuxième note attribuée par les juges est systématiquement plus faible que la première, ce qui peut indiquer un effet de saturation au cours de l'évaluation.

Pour avoir une vue plus synthétique de l'ensemble des résultats de chaque juge, nous considérons la valeur absolue de l'écart de notation, pour chaque descripteur, et pour que cela soit directement interprétable, nous calculons l'inverse de cet écart. Ainsi plus la valeur est forte, plus le sujet est répétable dans sa notation.

La figure n°16 donne une représentation en étoiles des performances de chaque juge. Chaque branche correspond à un descripteur (figure n°15) dont la longueur est proportionnelle à la répétabilité du juge.

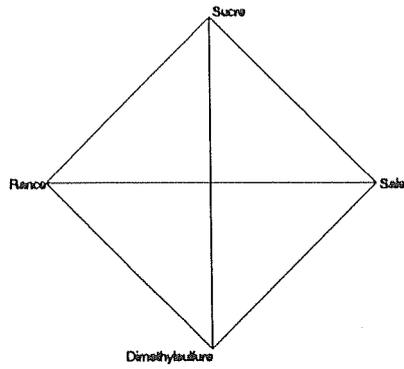


Figure n°15 : Epreuve de répétabilité au sein d'une même séance
identification des descripteurs

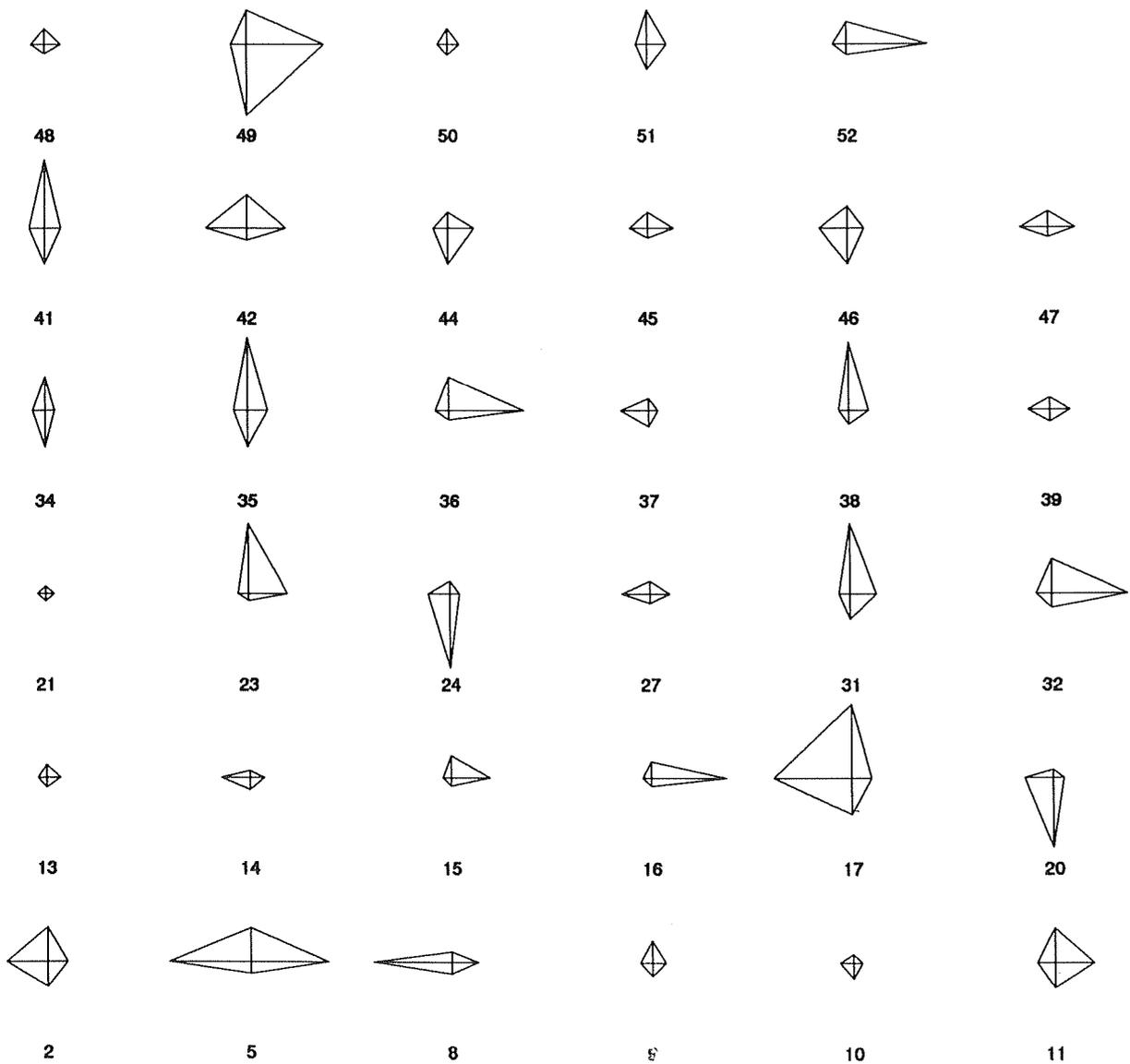


Figure n°16 : Epreuve de répétabilité intra-séance
résultats individuels

6./ Entretien et amélioration des performances

6.1./ Mémorisation d'odeurs

Plusieurs tests de reconnaissance d'odeurs sont proposés successivement, mais à intervalle variable dans le temps; il s'agit pour le jury d'identifier correctement les produits présentés (liste donnée en p.6) et de les mémoriser.

Le tableau n°16 indique le nombre d'identifications correctes effectuées par chaque personne.

Contrairement à ce que l'on pouvait attendre, les résultats évoluent peu d'une séance à l'autre, c'est à dire que globalement, les personnes qui identifient correctement un grand nombre de produits dès le premier test restent constantes dans leur performance et corrigent difficilement leur première impression : c'est ainsi que les juges qui attribuent spontanément à la triméthylamine (caractéristique du poisson altéré), le qualificatif de crevette, crustacé ou poisson, éprouvent une certaine difficulté à nommer correctement le produit.

Ce problème de mémorisation est peut être lié essentiellement à la fréquence de présentation des produits. Il serait souhaitable de proposer plus souvent, chaque semaine par exemple et non tous les mois, comme nous le faisons, les substances à identifier. Cela devrait permettre une assimilation plus facile.

On peut signaler d'autre part une différence très nette entre le test de discrimination d'odeurs déjà présenté et ce test de reconnaissance. En effet, la discrimination, si elle est relativement bien faite, n'entraîne pas forcément une bonne reconnaissance. Les juges sont capables de discriminer correctement des produits lorsqu'ils sont présentés juste avant le test mais cela ne veut pas dire automatiquement qu'ils seront capables de les reconnaître dans une série de produits.

Il est donc indispensable de développer la phase d'apprentissage.

juge	test n°1	test n°2	test n°3	test n°4	test n°5	test n°6	test n°7
1	10	10	9	10	-	6	10
2	7	6	6	6	6	-	-
3	8	10	-	-	8	9	7
4	7	9	-	6	9	10	11
5	6	-	-	-	9	-	11
6	-	-	-	-	-	-	9
7	5	5	5	-	9	9	8
8	7	8	8	6	7	7	9
9	5	6	6	3	7	6	-
10	8	11	10	4	11	10	10
11	10	11	12	-	10	12	13
12	7	5	7	-	6	10	-
13	10	10	10	-	9	7	-
14	7	8	6	-	-	-	-
15	8	8	-	9	10	11	12
16	7	6	-	-	6	-	-
17	9	9	11	-	7	8	-
18	-	-	-	-	-	8	7
19	7	9	9	8	7	8	9
20	9	11	-	10	8	12	12
21	10	8	7	-	5	-	-
22	9	11	12	7	10	10	11
23	6	8	7	8	6	9	9
24	9	10	10	8	12	11	13
25	-	-	-	5	9	7	11
26	-	-	-	-	-	-	-
27	9	12	-	10	7	11	13
28	-	-	-	-	-	-	-
29	6	8	-	-	4	3	6
30	-	-	-	-	7	8	9
31	9	12	10	11	9	11	10
32	9	9	-	8	8	11	13
33	8	8	9	5	7	10	11
34	5	7	8	-	6	7	7
35	10	11	11	8	10	-	9
36	11	10	-	6	-	-	-
37	8	9	-	-	10	-	14
38	7	9	8	-	-	10	6
39	6	7	6	-	7	10	7
40	8	11	-	-	8	-	-
41	6	8	9	6	10	8	6
42	9	5	-	-	-	-	-
43	9	-	-	-	-	-	-
44	8	6	4	-	6	10	6
45	8	9	-	6	9	-	-
46	6	8	6	8	8	-	11
47	6	8	8	-	-	-	-
48	7	7	-	-	-	-	-
49	9	10	8	-	8	10	-
50	10	8	10	5	9	10	10
51	5	8	-	-	-	9	-
52	-	-	-	-	-	11	10
nombre de produits présentés	12	12	12	12	12	13	14
	janvier	début février	fin février	juillet	septembre	octobre	décembre

Nombre d'identifications correctes
Tableau n°16 : Epreuve de reconnaissance d'odeurs

6.2./ Epreuves de classement

Certaines épreuves sont proposées une deuxième fois afin de confirmer les résultats obtenus lors du premier test et voir si des progrès ont été réalisés. Cela permet, en même temps d'entraîner les dégustateurs à rechercher des différences d'intensité entre les produits. Les mêmes gammes de concentration sont donc présentées.

Les comparaisons des résultats des deux séances (figure n°17), pour chacune des trois saveurs testées, montrent peu de différence. Les distributions des coefficients de Spearman (variant de -1 à 1) sont quasiment identiques d'un test à l'autre, ce qui permet de confirmer les premiers résultats.

On note cependant une légère amélioration concernant la saveur acide (courbe de distribution décalée vers la droite)

Les performances individuelles sont données en annexe 9.

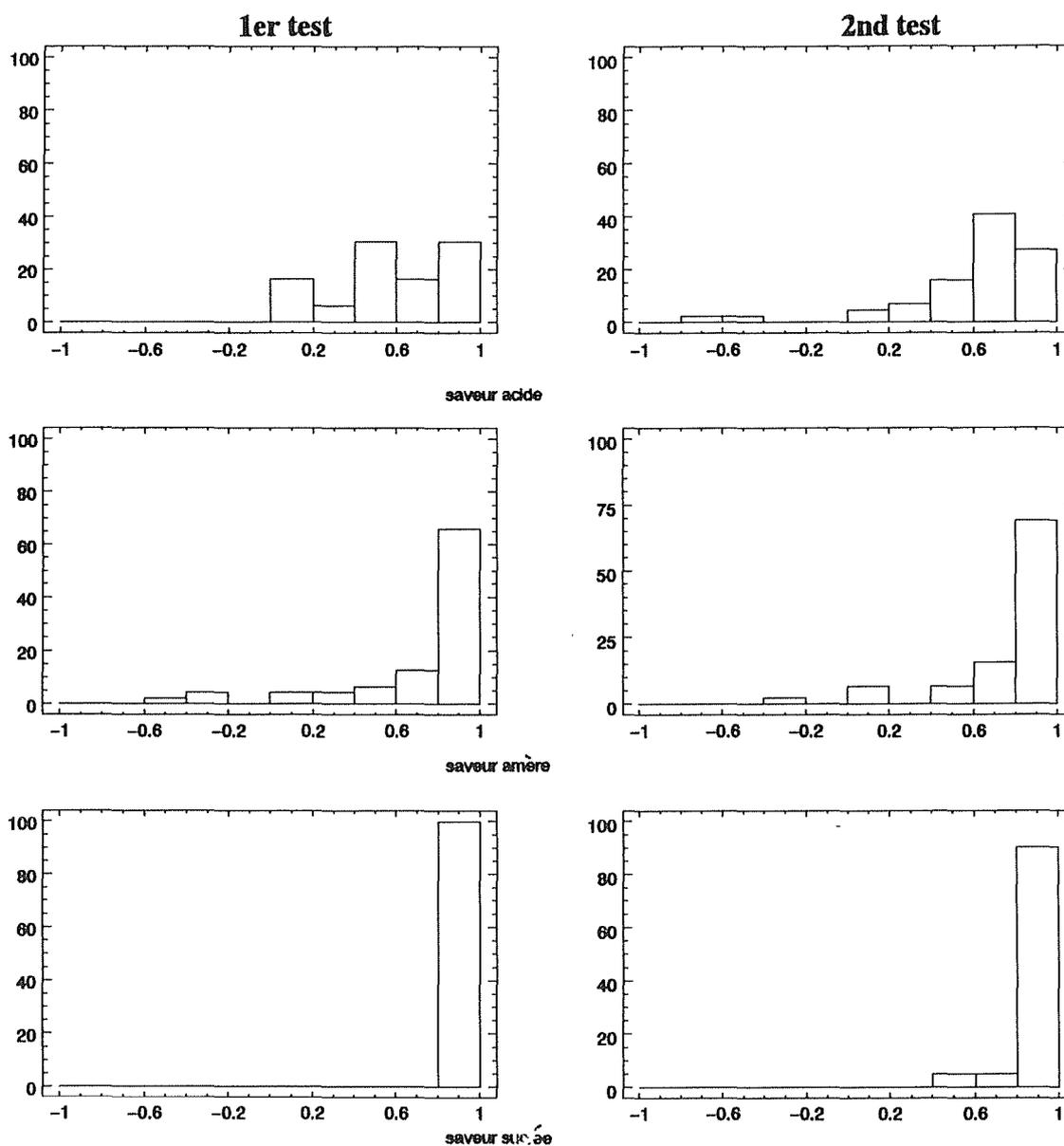


Figure n°17 : Comparaison des distributions des coefficients de Spearman obtenus lors de tests de classement, répétés 2 fois et portant sur des saveurs.

CONCLUSION

A l'issue de ce travail de formation et d'entraînement qui s'est étalé sur une période d'une année environ, il est possible de faire un rapide bilan des acquis, de mettre en évidence un certain nombre de points positifs mais également d'identifier quelques problèmes à résoudre.

Parmi les points positifs que l'on peut citer, il semble que la pratique de l'analyse sensorielle, souvent sous estimée au sein des entreprises (car pas toujours prise au sérieux), ait réussi à se faire accepter comme un outil d'analyse à part entière.

Visiblement la majorité des volontaires qui ont suivi ce travail ont compris que leur participation représentait réellement un travail dont les résultats pouvaient influencer des mises au point de produit ou des modifications technologiques.

Le travail réalisé jusqu'à présent a contribué à l'acquisition, par le jury d'un certain nombre de notions propres à l'évaluation sensorielle et à la caractérisation des composantes organoleptiques des produits alimentaires, ainsi qu'à la familiarisation avec les épreuves couramment utilisées pour comparer ou caractériser des produits.

L'ensemble des tests a permis d'évaluer les performances de chacun des juges et de constituer ainsi une sorte de cartographie sommaire de leurs perceptions dans le domaine des reconnaissances d'odeurs, de saveurs ou de texture, de la discrimination d'intensités ainsi qu'en matière de répétabilité.

Cette connaissance permettra de suivre l'amélioration des résultats au cours du temps et de mieux gérer l'ensemble du jury dans le choix des dégustateurs en fonction du type d'épreuve demandée.

L'objectif peut paraître un peu utopique dans la pratique, car les produits sont généralement étudiés dans leur globalité et non sur une caractéristique particulière. Conscients que les dégustateurs n'ont pas forcément les mêmes aptitudes de perception sur tous les critères, on s'attachera principalement à trouver le meilleur compromis possible pour réaliser une analyse fiable.

La pratique de l'analyse sensorielle a également mis à jour d'autres questions et problèmes : comment tenir compte dans les résultats obtenus, des écarts de notation existants entre les juges et dus à l'utilisation différente de l'échelle? Quelle influence cela a-t-il sur l'interprétation?

Ce type de questions a le mérite, même si les réponses ne sont pas toujours évidentes à donner, de maintenir une attitude relativement critique et d'essayer de trouver de nouveaux traitements des données afin de mieux analyser les résultats.

Parmi les points qui se sont révélés délicats au cours de ce travail, la phase d'entraînement de tous les volontaires sans exclusion, s'est avérée relativement lourde à mettre en oeuvre.

Il est également difficile, lorsque l'on s'adresse à un jury interne, de constituer des sous groupes d'évaluation, choisis en fonction d'un nombre de critères particuliers, tout en tenant compte des susceptibilités individuelles.

Enfin, le manque de disponibilité de certains ou d'assiduité d'autres ne facilitent pas toujours l'organisation des séances.

Malgré tout, une des satisfactions est le maintien, pour le moment des motivations de la majorité des participants, ce qui a permis de garder l'effectif du panel à peu près constant; seules quatre ou cinq personnes, pour des raisons diverses ont abandonné.

Les principaux axes de travail pour la suite de l'entraînement des dégustateurs concernent essentiellement les aspects liés à la texture qui ont été un peu moins travaillés, ainsi que la mise en place de discussions de groupe plus fréquentes de façon à se mettre d'accord sur un langage commun pour évaluer les produits.

Enfin, il faudra essayer de maintenir l'intérêt du panel pour ce type de travail et persuader ceux qui ne le seraient pas encore de l'utilité de leur participation régulière et de l'importance que cela revêt pour la connaissance des produits alimentaires étudiés.

ANNEXES

ANNEXE 1

ETUDE DE LA TEXTURE DES PRODUITS ALIMENTAIRES

OBJECTIFS :

Définir l'ensemble des attributs liés à la texture d'un produit.
Se mettre d'accord sur la signification de chaque terme.
S'entraîner à classer des échantillons en fonction de telle ou telle propriété.

La connaissance et l'acquisition de ce vocabulaire permettra d'analyser de façon plus précise les produits que l'on étudiera.

DEFINITION DU TERME TEXTURE:

La texture est l'ensemble des propriétés mécaniques, géométriques et de surface d'un produit alimentaire, perceptibles par les mécano-récepteurs, les récepteurs tactiles et, éventuellement par les récepteurs visuels et auditifs.

Les propriétés mécaniques sont celles liées à la réaction du produit alimentaire à la suite d'une contrainte.

Les propriétés géométriques sont celles liées aux dimensions, à la forme et à l'arrangement des particules dans un produit alimentaire.

Les propriétés de surface sont celles liées aux sensations telles que celles produites par l'eau et/ou les matières grasses et à la façon dont ces constituants sont libérés dans la cavité buccale.

Lorsque l'on déguste un produit, on peut mettre en évidence un ordre d'apparition des différentes propriétés, correspondant aux étapes suivantes :

- avant mastication (propriétés géométriques, humidité, matières grasses)
- la première morsure (propriétés mécaniques, géométriques, humidité et matières grasses)
- pendant la mastication (toutes les propriétés perçues par la bouche)
- la phase résiduelle après mastication

ANNEXE 2

RECHERCHE DE DESCRIPTEURS LIES A LA TEXTURE DES PRODUITS

NOM :

DATE:

Décrivez les sensations que vous procure ce produit en vous attachant uniquement à la texture.
Pour vous guider, nous vous indiquons les étapes auxquelles vous devez décrire vos perceptions

	N° du produit :
IMPRESSION INITIALE (aspect visuel)	
PERCEPTION INITIALE AU CONTACT DU PALAIS	
PERCEPTION PENDANT LA MASTICATION	
SENSATIONS RESIDUELLES EN FIN DE MASTICATION	

ANNEXE 3

LISTE DE TERMES DECRIVANT LA TEXTURE DE PRODUITS ALIMENTAIRES

Veillez, pour chaque produit cocher les termes qui décrivent le mieux la texture des produits proposés.

Précisez l'intensité du descripteur par la notation suivante :

- 0 inexistante
- x intensité faible
- xx intensité moyenne
- xxx intensité forte

Lorsqu'un terme n'a pour vous aucune signification, mettez un point d'interrogation dans la case correspondante.

Propriété	PRODUITS			
	n°	n°	n°	n°
fermeté ou dureté				
cohésion				
viscosité				
élasticité				
adhérence				
fragilité				
mâchement				
broyabilité				
granulosité				
fibreux				
cellulaire				
crystallisé				
aéré				
humidité				
huileux				
graisseux				
gras				

ANNEXE 4

DISCRIMINATION DES SAVEURS FONDAMENTALES

NOM:

DATE:

N°	saveur acide	saveur amère	saveur salée	saveur sucrée	saveur non reconnue
931					
590					
778					
411					
253					
102					
958					
357					
456					
156					

Veillez indiquer par une croix la saveur que vous avez reconnue

ANNEXE 5

DISCRIMINATION DES SAVEURS
(résultats individuels)

juge	saveur salée	saveur sucrée	saveur acide	saveur amère
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	0.5	1
6	1	1	1	0
7	1	1	1	0.5
8	1	1	1	0.5
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	0.5	0.5
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	0.5	0.5
18	0.5	1	0	1
19	1	0.5	0.5	0.5
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
22	1	1	1	0.5
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	0.5	1	1	1
26	1	1	1	1
27	1	1	1	0
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1
31	1	1	1	1
32	1	1	1	1
33	1	1	1	1
34	1	1	1	0
35	1	1	1	1
36	1	1	1	1
37	1	1	1	1
38	-	-	-	-
39	0.5	1	0	0
40	1	1	1	0.5
41	0.5	1	1	0
42	0.5	1	1	1
43	1	1	1	1
44	1	1	1	1
45	1	1	1	1
46	1	1	1	1
47	-	-	-	-
48	1	1	1	1
49	1	1	1	1
50	1	0.5	1	1
51	1	1	1	1
52	1	1	1	1

codes utilisés : 1 : reconnaissance, 0.5 : à vérifier, 0 : substance non identifiée.

ANNEXE 6

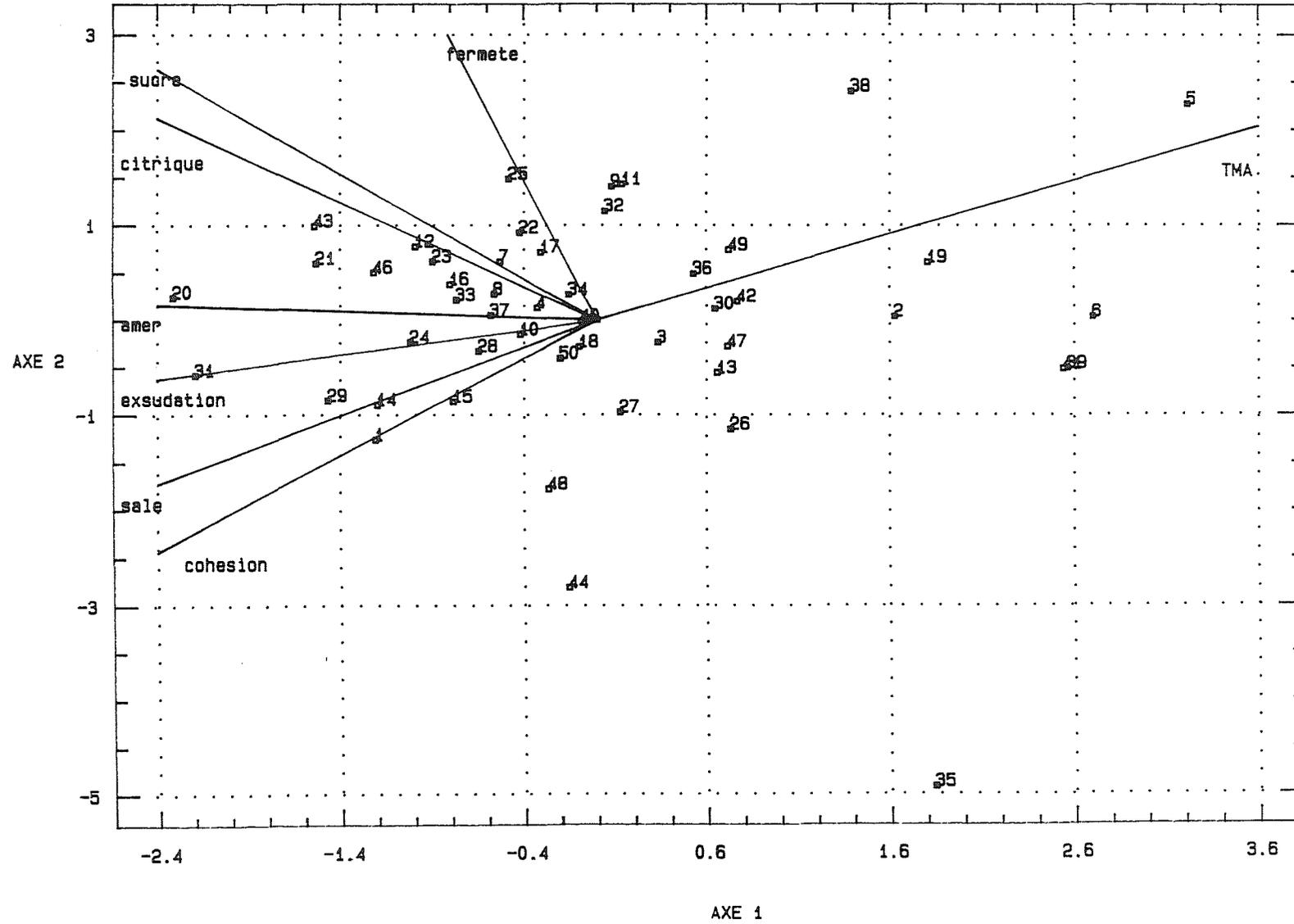
DISCRIMINATION D'ODEURS (résultats individuels)

juge	Triméthylamine	Diméthylsulfure	Acide acétique	Huile rance
1	0.5	1	1	1
2	0.5	0	0	1
3	0.5	0	0	0
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	0.5	1	1	1
7	0.5	1	1	1
8	0.5	0.5	1	1
9	0.5	0.5	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	0.5	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	0
16	1	0.5	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	0.5	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	0.5	0.5	1	1
24	0	1	1	1
25	0.5	1	1	1
26	0.5	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	0	0.5	1	1
31	1	1	1	1
32	1	1	1	1
33	1	0.5	1	1
34	1	1	1	1
35	1	1	1	1
36	1	1	1	1
37	0.5	1	1	1
38	-	-	-	-
39	1	1	1	1
40	1	1	1	1
41	1	0.5	1	1
42	0.5	1	1	1
43	1	1	1	1
44	1	1	1	1
45	1	1	1	1
46	0.5	1	1	1
47	-	-	-	-
48	0	0.5	1	1
49	0.5	1	1	1
50	1	1	1	0.5
51	1	1	1	0.5
52	0.5	1	1	0.5

codes utilisés : 1 : reconnaissance, 0.5 : à vérifier, 0 : substance non identifiée.

EPREUVE DE CLASSEMENT - ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

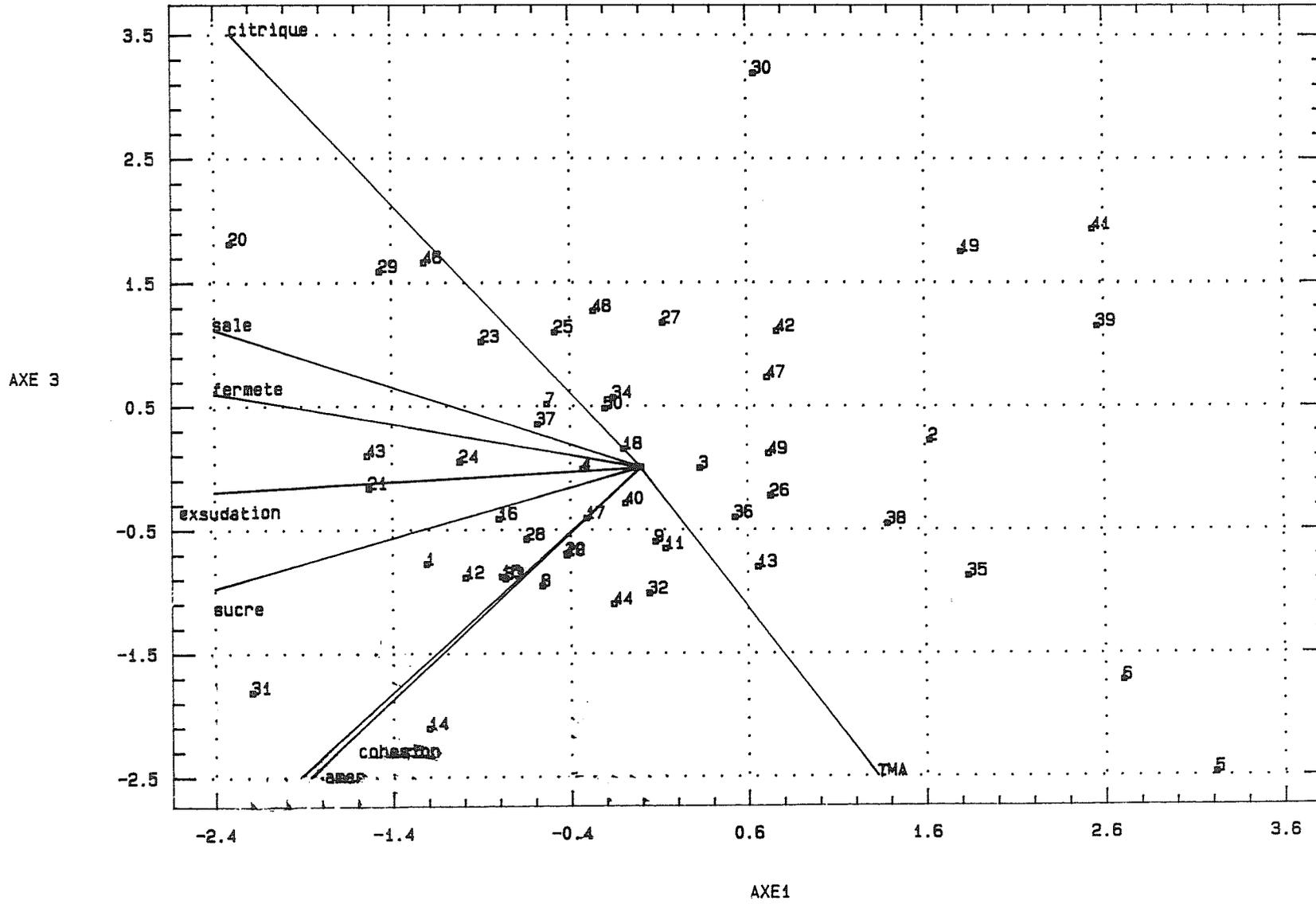
AXE 1 - AXE 2



ANNEXE 7

EPREUVE DE CLASSEMENT - ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

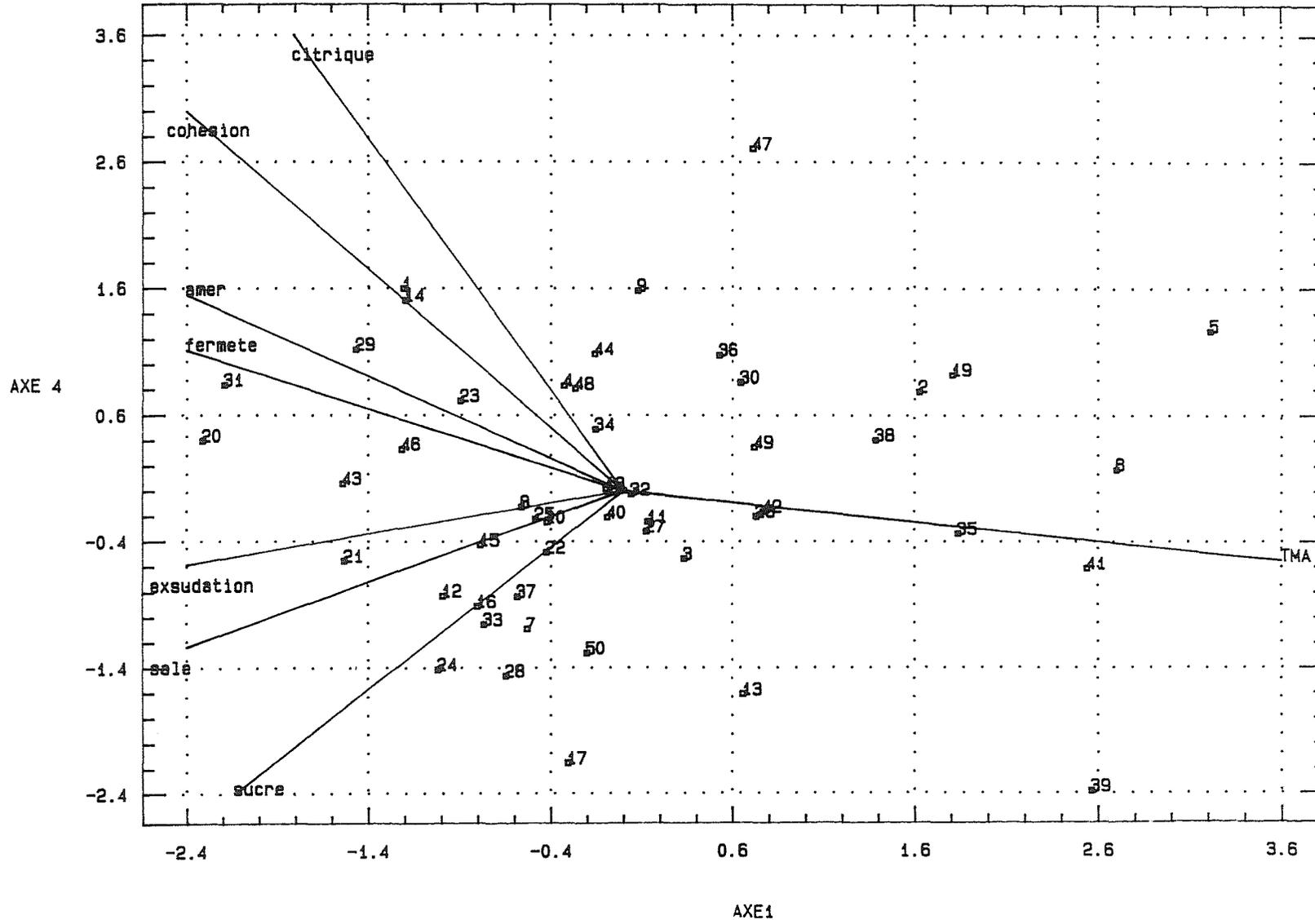
AXE 1 - AXE 3



ANNEXE 7

EPREUVE DE CLASSEMENT - ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

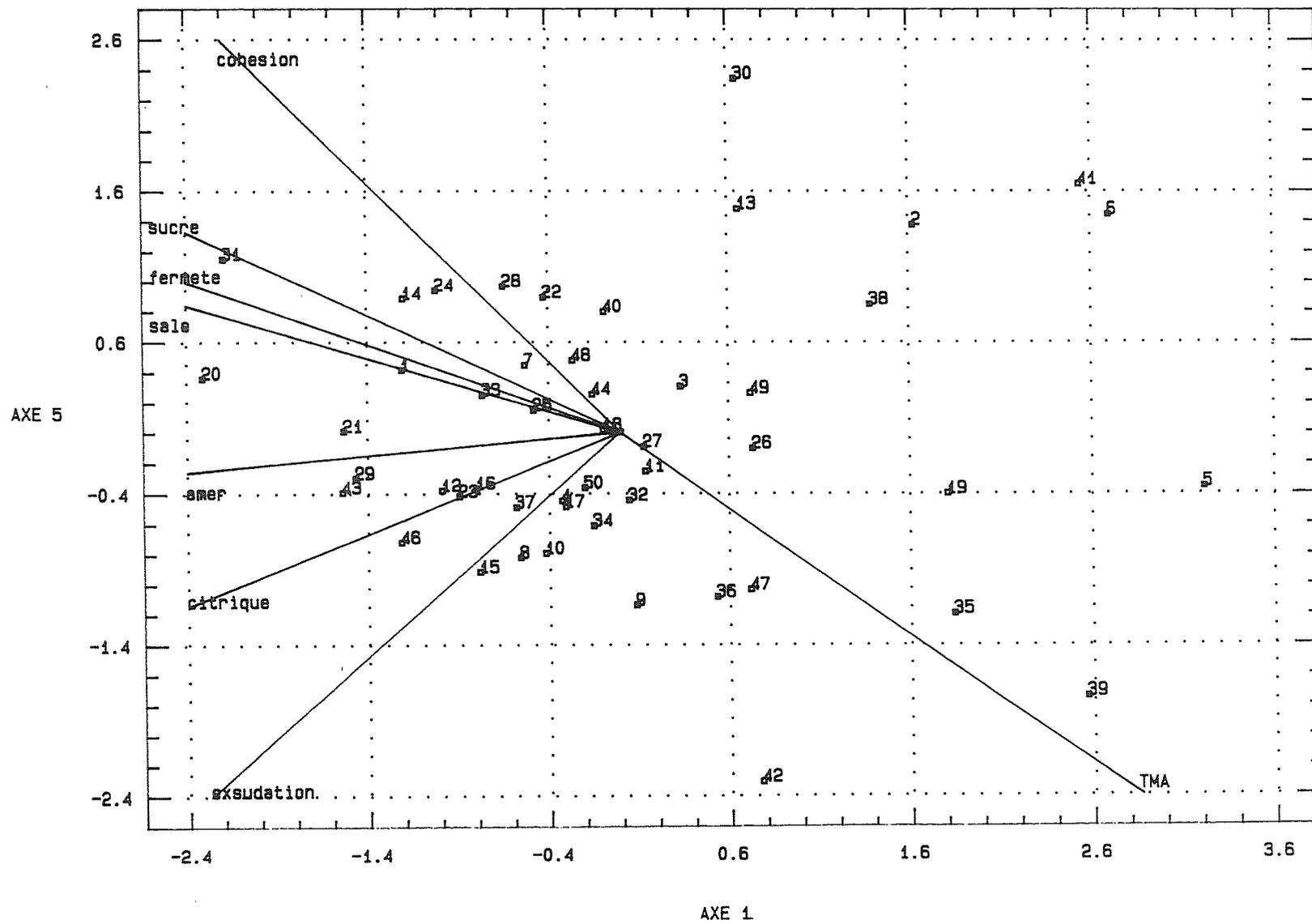
AXE 1 - AXE 4



ANNEXE 7

EPREUVE DE CLASSEMENT - ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

AXE 1 - AXE 5



ANNEXE 7

ANNEXE 8

TEST DE NOTATION

Coefficients de corrélation obtenus à partir des notes centrées et réduites

juge	od.rance	od.crevette	sav.salée	sav.sucrée	fermeté	cohésion
1	0.24	0.22	0.57	0.99	0.98	0.74
2	0.87	0.99	0.98	0.84	0.88	0.97
3	-0.56	0.79	0.99	0.99	0.99	0.97
4	0.80	0.28	0.98	0.96	0.99	0.95
5					0.98	0.89
6	0.35	0.93	0.52	0.99		
7					0.89	0.83
8	0.98	0.63	0.51	0.99	0.91	0.92
9	0.54	0.82	0.99	0.98	0.98	0.61
10	0.87	0.97	0.99	0.99	0.98	0.65
11	0.97	0.93	0.97	0.99	0.91	0.96
12	0.85	0.95	0.98	0.99	0.97	-0.20
13	0.77	0.99	0.99	0.99	0.98	0.88
14	0.1	0.64	0.98	0.96	0.93	0.78
15	0.99	0.62	0.83	0.98	0.89	0.86
16	0.79	0.92	0.59	0.87	0.98	0.95
17	0.44	0.7	0.76	0.95	0.96	0.70
18						
19					0.98	0.87
20	0.95	0.96	0.96	0.99	0.99	0.95
21					0.98	0.82
22	-0.1	0.99	0.99	0.99	0.94	0.97
23	0.68	0.91	0.99	0.9	0.99	0.90
24	0.86	0.87	0.92	0.97	0.98	0.89
25	0.99	0.75	0.98	0.98		
26						
27					0.97	0.92
28	0.99	0.97	0.98	0.98		
29	0.99	0.9	0.77	0.98	0.99	0.94
30	0.05	0.37	0.9	0.95		
31	0.62	0.99	0.97	0.98	0.99	0.94
32	0.96	0.98	0.96	0.88	0.99	0.97
33					0.98	0.91
34	0.91	-0.15	-0.29	0.94		
35	0.97	0.94	0.94	0.98	0.84	0.97
36	0.77	-0.39	0.82	0.99	0.98	0.91
37	0.51	0.47	0.86	0.98	0.94	0.93
38					0.99	0.94
39					0.88	-0.66
40	0.40	0.77	0.73	0.99	0.96	0.87
41	0.75	0.6	0.55	0.95	0.96	0.95
42	0.60	0.79	0.84	0.98	0.40	0.96
43	0.94		0.99	0.99		
44	0.08	0.75	0.98	0.99	0.99	0.89
45	0.84	0.79	0.82	0.98	0.89	0.85
46	0.58	0.74	0.99	0.96	0.98	0.93
47	0.21	-0.09	-0.26	0.98	0.96	0.89
48	0.95	0.83	0.96	0.97	0.97	0.95
49	0.41	0.09	0.99	0.99	0.99	0.96
50	0.48	0.82	0.99	0.77	0.97	0.96
51	0.32	0.99	0.94	0.93		
52	0.89	0.65	0.99	0.99	0.95	0.89
53					0.95	0.93
56					0.99	0.87

Coefficient de corrélation entre chaque juge et le juge moyen

ANNEXE 9

EPREUVE DE DISCRIMINATION ENTRE NIVEAUX D'UNE MEME
PROPRIETE

résultats individuels obtenus sur un même test répété deux fois
saveurs étudiées : acide, amère, sucrée

saveur juges	acide -1-	acide -2-	amère -1-	amère -2-	sucrée -1-	sucrée -2-
1	0.885	0.77	1	0.66	0.94	0.94
2	0.485	0.37	0.7	0.9	0.88	1
3	0.37	0.48	0.6	0.9	0.94	-
4	0.94	0.66	0.9	0.9	0.94	0.83
5	0.26	0.71	1	1	0.94	-
6	0.2	0.43	1	1	0.94	-
7	0.485	-0.6	0.4	0.9	1	1
8	0.485	0.83	1	1	0.94	-
9	1	0.77	1	0.9	0.94	0.83
10	0.485	0.83	0.9	0.7	0.94	1
11	0.54	0.54	0.7	1	1	0.94
12	0.485	0.48	0.9	0.9	1	1
13	0.085	-	-	-	1	1
14	0.6	0.82	1	0.10	0.94	0.71
15	0.77	0.83	1	1	1	-
16	0.54	0.94	0.7	0.9	1	1
17	0.14	-	0.7	-	1	0.83
18	0.6	-	-	-	0.94	0.94
19	0.83	0.77	-0.2	0.08	0.89	0.83
20	1	0.2	0.9	0.9	1	0.94
21	0.54	-	1	-	1	0.94
22	0.485	0.88	1	0.54	1	1
23	0.94	0.83	0.9	1	0.94	0.94
24	0.14	0.77	0.9	1	1	1
25	0.94	0.77	0.7	0.7	1	-
26	0.2	0.71	-	0.48	0.88	-
27	0.66	0.94	0.3	-0.3	0.94	0.94
28	0.085	-	1	-	1	-
29	1	0.91	1	0.1	0.94	1

ANNEXE 9 (suite)

**EPREUVE DE DISCRIMINATION ENTRE NIVEAUX D'UNE MEME
PROPRIETE**

résultats individuels obtenus sur un même test répété deux fois
saveurs étudiées : acide, amère, sucrée

juges	acide 1er	acide 2nd	amère 1er	amère 2nd	sucrée 1er	sucrée 2nd
30	1	0.71	0.1	0.9	0.94	-
31	0.6	0.77	1	0.9	1	0.83
32	0.6	0.77	0.9	0.7	1	0.88
33	0.31	0.94	1	0.9	1	1
34	0.94	0.54	0.5	0.7	0.94	0.94
35	0.085	0.14	0.9	0.88	0.83	1
36	0.885	-	0.8	-	0.94	1
37	0.71	0.94	0.9	0.9	1	1
38	0.77	0.66	1	1	1	0.94
39	0.14	0.71	-0.2	0.88	0.94	0.88
40	0.71	0.48	0.9	0.9	1	-
41	0.66	0.26	-0.5	0.7	0.94	0.54
42	0.77	-	0.6	-	0.88	0.94
43	0.88	-	0.9	-	1	1
44	0.485	0.71	0.9	0.88	0.89	0.6
45	0.94	0.83	0.9	0.71	0.83	0.77
46	0.88	-	0.9	0.9	0.94	1
47	0.94	0.66	1	0.9	0.83	1
48	0.54	-0.5	1	1	0.88	-
49	0.77	-	1	-	0.94	1
50	-	0.26	0.2	0.48	1	0.94
51	-	0.54	-	0.9	-	-
52	-	0.71	-	1	-	1

Coefficients de Spearman calculés à partir des classements effectués

BIBLIOGRAPHIE

- A.F.N.O.R. Méthodologie – Guide général pour la sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets qualifiés. V 09-003 juillet 1988
- A.F.N.O.R. Méthodologie – Essai de classement par rang, NF V 09-018 janvier 1987
- EVALUATION SENSORIELLE (1990) Manuel méthodologique. Technique et documentation. Lavoisier, 352p.
- BERDAGUE J.L. et GRAPPIN R. (1991) Caractérisation sensorielle des aliments par analyse factorielle discriminante : Apport du centrage et de la réduction des données. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 24, 298-302.
- BRESSAN L.P. and BEHLING R.W. (1977) The selection and training of judges for discrimination testing *Food Technology*, nov 1977, 62-67.
- CARDELLO A., SAWYER F.M., PRELL P., MALLER O. and KAPSALIS J. (1983) Sensory methodology for the classification of fish according to "edibility characteristics". *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, 16, 190-194.
- CHANG S., PETER R.J. (1977) Symposium : The basis of quality in muscle foods – Recent developments in the flavor of meat. *J.Food Sci.* 42, 2, 298-305.
- CROSS H.R., MOEN R., and STANDFIELD M.S. (1978) Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Food technology*, 32, n°7, 48-54.
- JOSEPHSON D.B.(1992) *Seafood. Volatile compounds in food and beverages*, 6, 179-202. New York. Marcel Dekker.
- JOSEPHSON D.B., LINDSAY D.A. and STUIBER D.A. (1991) Volatile carotenoid-related oxidation compounds contributing to cooked salmon flavor. *Lebensm-Wiss. u. Technol.*, 24, 424-432.
- KONOSU S. and YAMAGUCHI K. (1985) Flavors of fish and shellfish with special reference to taste-active compounds Symposium Seattle.
- LINDSAY R.C. (1990) Fish flavors. *Food Review International*, 6(4), 437- 455.
- LUNDAHL D.S. and McDANIEL M.R. (1991) Influence of panel inconsistency on the outcome of sensory evaluations from descriptive panels. *Journal of Sensory Studies*, 6, 145-157.
- NAES T. (1990) Handling individual differences between assessors in sensory profiling. *Food quality and preferences*, 2, 187-199.
- NAES T. and SOLHEIM R. (1991) Detection and interpretation of variation within and between assessors in sensory profiling. *Journal of Sensory Studies*, 6, 159-177.

PRELL P.A., SAWYER F.M., (1988) Flavor profiles of 17 species of north Atlantic fish. J. Food Sci., 53, 4, 1036-1042.

VIGNEAU E. (1991) Appui à l'interprétation des données d'analyse sensorielle recueillies lors de la formation d'un jury au sein de l'IFREMER. Rapport intermédiaire d'activité. Contrat d'incitation ENITIAA- VP 90 / 381.

SAUVAGEOT F., (1982) L'évaluation sensorielle des denrées alimentaires, Technique et Documentation, 195p.

ZOOK K. WESSMAN C., (1977), The selection and use of judges for descriptive panels. Food technology, 31, n°11, p56-61