



Comprendre et analyser les goûts et les saveurs

Sommaire

1. Introduction	2
Les goûts et les saveurs	2
L'analyse sensorielle, c'est quoi	2
2. Analyse sur du chocolat	3
Construction d'un test sensoriel	3
Dégustation de chocolat	6
Analyse des résultats	6
3. Pour aller plus loin : comprendre ce qu'aiment les gens et pourquoi	10
Introduction	10
Existe-t-il des segments d'appréciation ? Si oui, qu'est-ce qui les différencie ?	11
Quels sont les produits les plus appréciés ?	11





1. Introduction

Les goûts et les saveurs

Il existe 5 goûts :

Sucré – salé – amer – acide – umami

On les perçoit avec les papilles sur la langue

Il existe une infinité de saveurs

Fraise – chocolat – vanille – pistache – mangue, ...

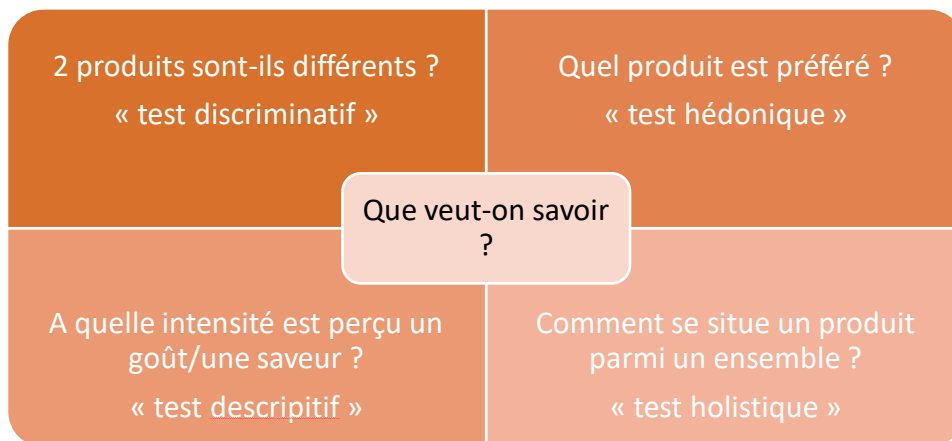
On les perçoit par voie **rétro nasale** : les molécules remontent de la bouche jusqu'au nez



Voie rétro nasale

L'analyse sensorielle, c'est quoi

C'est mesurer les perceptions sensorielles.



Ces différents tests ne requièrent pas les mêmes contraintes, notamment de panel.

PANEL : ensemble de panélistes, c'est-à-dire de personnes qui participent à l'analyse sensorielle

Un panéliste peut être :

- Naïf : il n'a jamais participé à un test sensoriel
- Initié : il a déjà participé à un test sensoriel
- Confirmé : il connaît bien la famille de produits qu'il analyse
- Expert : il a été entraîné à devenir expert sur une famille de produit et à évaluer un ensemble de descripteurs sur une échelle

Plus le panel est naïf, plus le nombre de panélistes doit être élevé (jusqu'à 100 participants).



Il peut être demandé de classer des produits ou de les noter indépendamment les uns des autres sur une échelle.

- **Tests hédoniques**

Panel naïf – 60 à 100 panélistes

Possibilité de classement ou de notation

Ex :

Veuillez classer ces 3 produits :

Celui que j'aime le plus				Celui que j'aime le moins
--------------------------	--	--	--	---------------------------

Goûtez l'échantillon et notez-le sur cette échelle :

☐ ☐ ☐ ☐ ☐
 Je n'aime du tout je n'aime pas trop ni bon ni mauvais j'aime bien j'aime beaucoup

- **Tests descriptifs**

Panel initié à expert (selon taille de panel et difficulté) – 10 à 40 panélistes

Possibilité de classement ou de notation, de la même façon que pour les tests hédoniques mais sur un descripteur (ex : sucré)

- **Tests discriminatifs**

Panel initié à confirmé – 10 à 20 panélistes

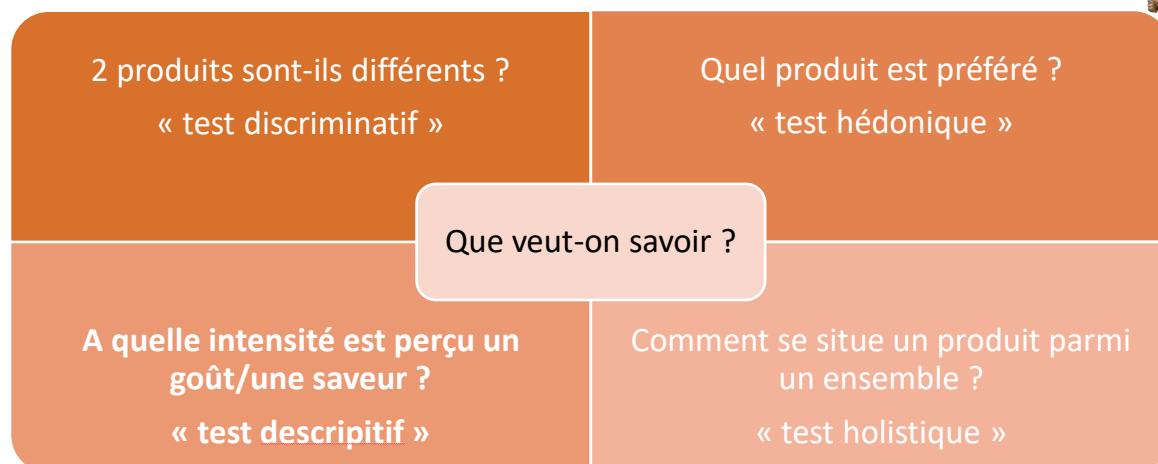
Ex : test triangulaire . Chaque panéliste a 3 échantillons dont 2 identiques et il doit retrouver lequel est différent.

2. Analyse sur du chocolat

Construction d'un test sensoriel



Ces 3 chocolats ont-ils la même intensité de chocolat et de sucre ?



Nous allons réaliser un test descriptif de classement sur les descripteurs « sucré » et « intensité du chocolat ». Je vous considère comme un panel initié, car je ne peux pas vous proposer un test hédonique (vous n'êtes pas assez nombreux). C'est ainsi ce qui semble plus adapté du point de vue de votre connaissance de l'analyse sensorielle et de votre nombre. J'aurais également pu vous proposer un test triangulaire, mais c'est moins intéressant et les carrés de chocolat seront différenciables au visuel.

Le questionnaire : points importants

- Attention aux allergies
- Les échantillons doivent avoir des numéros aléatoires à 3 chiffres pour éviter les ordres
- On ne met pas le même ordre à tout le monde pour éviter les biais d'ordre et de contraste

BIAIS D'ORDRE : On ne perçoit pas de la même façon le 1^{er} produit et le dernier

BIAIS DE CONTRASTE : Si un produit est très amer, celui d'après paraîtra fade

➔ **Il faut donc créer plusieurs ordres**

Avec nos 3 produits on a $3!$ (« factoriel 3 ») = $3 \times 2 \times 1 = 6$ ordres

- Si on en avait 4 : $4! = 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$
- 5 : $5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 120$
- 6 : $6! = 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 720$
- Ça fait beaucoup !

On utilise donc des carrés latins de Williams

5	3		7			
6		1	9	5		
	9	8			6	
8			6			3
4		8	3			1
7			2			6
	6			2	8	
		4	1	9		5
			8		7	9

En voici un : le SUDOKU est un carré latin d'ordre 10



A VOUS DE JOUER !

Saurez-vous créer un carré latin pour 4 et 6 produits ?



Dégustation de chocolat

Voir le questionnaire

Analyse des résultats

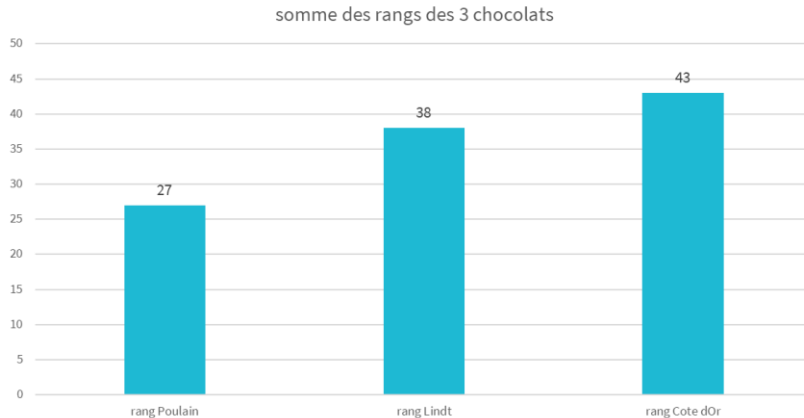
Mise en forme des données

Pour chaque panéliste, on récupère les rangs des 3 produits.

rang Poulain	rang Lindt	rang Cote d'O
1	2	3
1	3	2
2	1	3
2	3	1
1	2	3

Analyse des résultats

On va utiliser la somme des rangs avec un test statistique de Friedman



Voici un exemple

Mais les valeurs sont-elles **significativement** différentes ? Les panélistes ont-ils répondu au hasard ?

Principe d'un test statistique

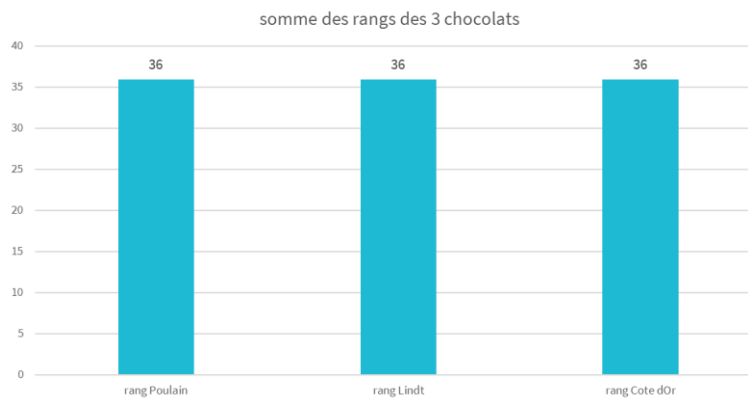
1. On pose 2 hypothèses

H0 : « les 3 produits ont la même intensité sucrée/chocolat »

H1 : « il existe au moins 1 différence entre 2 produits »



Si H_0 était vraie on aurait :



➔ Les 2 graphiques représentent-ils la même situation ?

Les calculs

- On calcule le carré des écarts de notre résultat et de la théorie -> pourquoi le carré ?
 - Pour ne pas avoir des valeurs négatives qui pourraient se compenser
- On calcule la somme des carrés - Appelée FRob

somme	27	38	43
somme théorique	36	36	36
carré des écarts	81	4	49
somme des carrés	134		

A vous de faire les calculs sur nos résultats :

Sucre :

Somme			
Somme théorique	36	36	36
Carré des écart			
Somme des carrées			

Chocolat :

Somme			
Somme théorique	36	36	36
Carré des écart			
Somme des carrées			



3. On utilise une table statistique pour comparer avec « la distribution du hasard »

Risque alpha : risque de rejeter H0 alors qu'elle est vraie – 5%

« degré de liberté » : nombre de panélistes - 1

q	0,995	0,99	0,975	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	q
n																		n
1	0,000	0,000	0,001	0,004	0,016	0,064	0,148	0,275	0,455	0,708	1,074	1,642	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879	1
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	0,446	0,713	1,022	1,386	1,833	2,408	3,219	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597	2
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	1,005	1,424	1,869	2,366	2,946	3,665	4,642	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838	3
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	1,649	2,195	2,753	3,357	4,045	4,878	5,909	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860	4
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	2,343	3,000	3,655	4,351	5,132	6,064	7,289	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750	5
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	3,070	3,828	4,570	5,348	6,211	7,231	8,558	10,641	12,592	14,449	16,812	18,548	6
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	3,822	4,671	5,493	6,346	7,283	8,383	9,803	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278	7
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	4,594	5,527	6,423	7,344	8,351	9,524	11,030	13,361	15,507	17,535	20,090	21,955	8
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	5,380	6,393	7,357	8,343	9,414	10,656	12,242	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589	9
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	6,179	7,267	8,295	9,342	10,473	11,781	13,442	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188	10
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	6,989	8,148	9,237	10,341	11,530	12,899	14,631	17,277	19,675	21,920	24,725	26,757	11
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	7,807	9,034	10,182	11,340	12,584	14,011	15,812	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300	12
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,042	8,634	9,926	11,129	12,340	13,636	15,119	16,985	19,811	22,362	24,736	27,688	29,819	13
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	9,467	10,821	12,078	13,339	14,685	16,222	18,151	21,061	23,685	26,119	29,141	31,319	14
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	10,307	11,721	13,030	14,339	15,733	17,322	19,311	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801	15
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	11,152	12,624	13,983	15,338	16,780	18,418	20,465	23,543	26,296	28,845	32,000	34,267	16
17	5,697	6,408	7,564	8,672	10,085	12,002	13,531	14,937	16,338	17,824	19,511	21,615	24,761	27,587	30,191	33,409	35,718	17
18	6,265	7,015	8,231	9,390	10,865	12,857	14,440	15,893	17,338	18,868	20,601	22,760	25,981	28,869	31,526	34,805	37,156	18
19	6,844	7,633	8,907	10,117	11,651	13,716	15,352	16,850	18,338	19,910	21,689	23,900	27,204	30,144	32,852	36,191	38,582	19
20	7,434	8,260	9,591	10,851	12,443	14,578	16,266	17,809	19,337	20,951	22,775	25,038	28,411	31,410	34,170	37,566	39,997	20
21	8,034	8,897	10,283	11,591	13,240	15,445	17,182	18,768	20,337	21,991	23,858	26,171	29,615	32,671	35,479	38,932	41,401	21
22	8,643	9,542	10,982	12,338	14,041	16,314	18,101	19,729	21,337	23,031	24,939	27,301	30,811	33,924	36,781	40,289	42,796	22
23	9,260	10,196	11,689	13,091	14,848	17,187	19,021	20,690	22,337	24,069	26,018	28,429	32,007	35,172	38,076	41,638	44,181	23
24	9,886	10,856	12,401	13,848	15,659	18,062	19,943	21,652	23,337	25,106	27,096	29,553	33,191	36,415	39,364	42,980	45,559	24
25	10,520	11,524	13,120	14,611	16,473	18,940	20,867	22,616	24,337	26,143	28,172	30,675	34,381	37,652	40,646	44,314	46,928	25
26	11,160	12,198	13,844	15,379	17,292	19,820	21,792	23,579	25,336	27,179	29,246	31,795	35,561	38,885	41,923	45,642	48,290	26
27	11,808	12,879	14,573	16,151	18,114	20,703	22,719	24,544	26,336	28,214	30,319	32,912	36,741	40,113	43,195	46,963	49,645	27
28	12,461	13,565	15,308	16,928	18,939	21,588	23,647	25,509	27,336	29,249	31,391	34,027	37,911	41,337	44,461	48,278	50,993	28
29	13,121	14,256	16,047	17,708	19,768	22,475	24,577	26,475	28,336	30,283	32,461	35,139	39,087	42,557	45,722	49,588	52,336	29
30	13,787	14,953	16,791	18,493	20,599	23,364	25,508	27,442	29,336	31,316	33,530	36,250	40,251	43,773	46,979	50,892	53,672	30

F_{Rob} = 134

F_{Ref} = 27,59

Si F_{Rob} > F_{Ref} alors on rejette H0

- Il existe au moins une différence
- Mais où est-elle ?
- On a besoin d'un 2^e test : « test de Conover »
- On compare 2 à 2 les valeurs selon le même principe

Exemple en utilisant RSTUDIO (pour les 2 tests) :

Une p-value inférieure à 0,05 indique une différence significative



```
> friedman.test(as.matrix(sucre))
```

Friedman rank sum test

```
data: as.matrix(sucre)
```

```
Friedman chi-squared = 7.4444, df = 2, p-value = 0.02418
```

```
> conover.test(poulain, lindt, cotedor)
```

Kruskal-Wallis rank sum test

```
data: poulain and lindt
```

```
Kruskal-Wallis chi-squared = 5.8594, df = 2, p-value = 0.05
```

Comparison of poulain by lindt
(No adjustment)

Col	Mean-		
Row	Mean	1	2
2	2.802637		
	0.0067*		
3	1.628823	-1.231075	
	0.0621	0.1186	

```
alpha = 0.05
```

```
Reject Ho if p <= alpha/2
```

Pour les curieux, voici le script R

```
# je dis à R où aller chercher les fichier
```

```
setwd("D:/Galois 2025")
```

```
# j'installe les packages avec les fonctions dont j'aurai besoin
```

```
install.packages("conover.test")
```

```
install.packages("stat")
```

```
library(conover.test)
```

```
library(stat)
```

```
# sucre
```

```
# je récupère le fichier
```

```
sucre<-read.csv2("Galois_2025_sucre.csv",header=TRUE,dec=".",sep=";",stringsAsFactors=TRUE)
```

```
View(sucre)
```

```
# pour le 2e test, je crée des vecteurs pour chaque chocolat
```

```
poulain <- sucre$rang.Poulain
```

```
lindt <- sucre$rang.Lindt
```

```
cotedor <- sucre$rang.Cote.dOr
```

```
#je réalise le test de friedman
```

```
friedman.test(as.matrix(sucre))
```



#je réalise le test de conover

```
conover.test(poulain, lindt, cotedor)
```

choco

```
choco<-read.csv2("Galois_2025_choco.csv",header=TRUE,dec=".",sep=";",stringsAsFactors=TRUE)
View(choco)
```

```
poulain2 <- choco$rang.Poulain
```

```
lindt2 <-choco$rang.Lindt
```

```
cotedor2 <- choco$rang.Cote.dOr
```

```
friedman.test(as.matrix(choco))
```

```
conover.test(poulain2, lindt2, cotedor2)
```

3. Pour aller plus loin : comprendre ce qu'aiment les gens et pourquoi

Introduction

Le projet porte sur l'étude de 9 boissons chaudes chocolatées par 290 consommateurs sur une échelle discrète en 9 points.

On possède par ailleurs les données de profil sensoriel des 9 boissons chaudes chocolatées évaluées par 9 panélistes entraînés sur 16 descripteurs sensoriels :

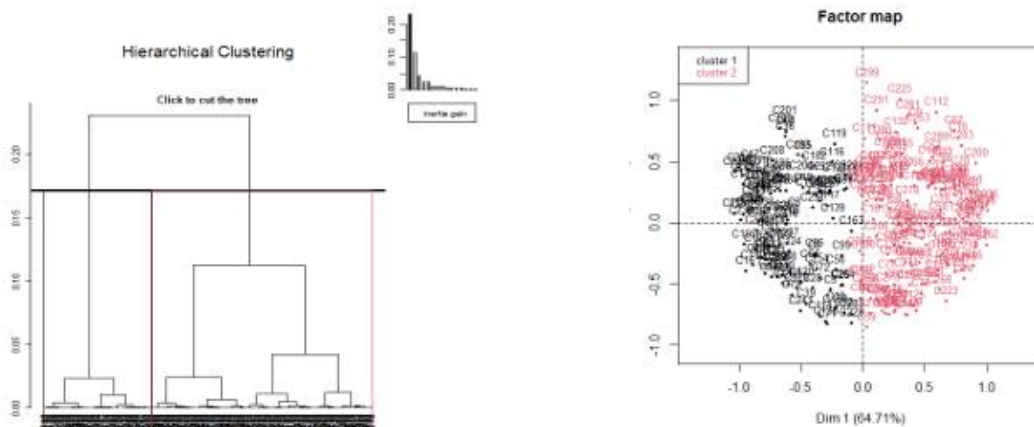
- Odeur : Malty_Od, Chocolate_Od, Cocoa_Od, Milky_Od
- Sensation en bouche : Body, Powdery, Mouthcoating
- Flaveur : Strength_Flav, Malty_Flav, Chocolate_Flav, Cocoa_Flav, Sweet_Flav, Milky_Flav
- Arrière-goût : Acidic, Bitter, Astringent

L'objectif est de comprendre la structure des préférences et son lien avec les caractéristiques sensorielles des produits. On utilise une cartographie interne avec point idéal qui permet de construire sur la base du liking et de prendre en compte l'aspect non-linéaire de l'appréciation.



Existe-t-il des segments d'appréciation ? Si oui, qu'est-ce qui les différencie ?

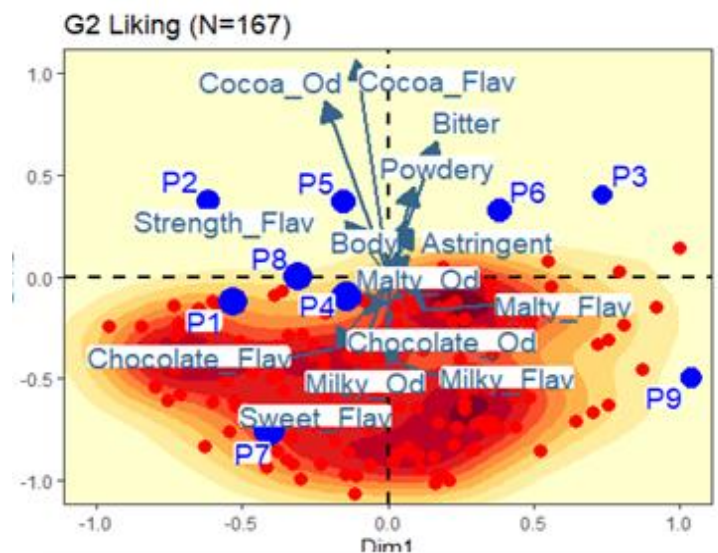
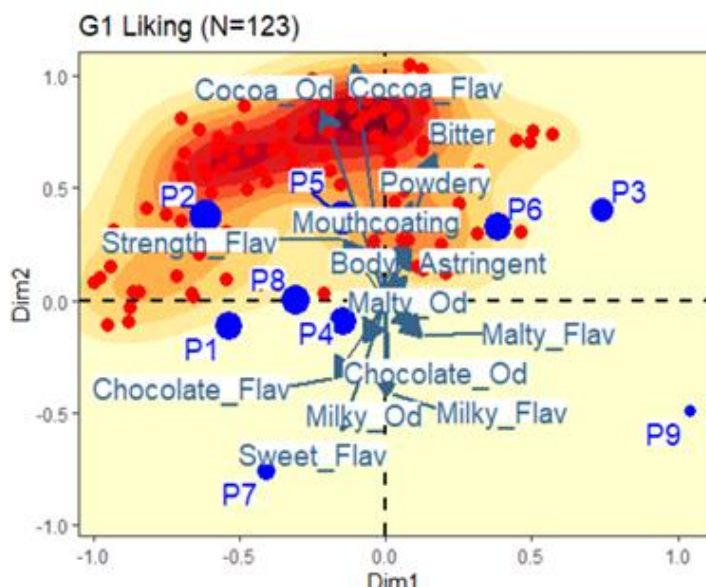
On procède par clustering, qui révèle 2 groupes au sein du panel. Ils se différencient par leur direction d'appréciation.



Quels sont les produits les plus appréciés ?

Etant donné qu'il y a 2 groupes, on regarde ces 2 groupes séparément.

On réalise une cartographie interne avec point idéal. Chaque panéliste est ainsi projeté sur la carte selon son produit idéal (points rouges), et la concentration en points rouges dans une zone donnée se traduit par le gradient jaune->rouge où les zones les plus foncées correspondent aux produits représentant le produit idéal d'un grand nombre de panélistes.





Le groupe 1 a une préférence pour P5, suivi de P2 et P8. Le groupe 2 a une préférence pour P4 et P7, suivis de P1 et P8. P8 est donc un produit apprécié par les 2 groupes. A l'inverse P9 est un produit peu apprécié par les 2 groupes.

Le groupe 1 apprécie les odeurs et saveurs de cacao ainsi que l'amertume (chocolats plus forts) alors que le groupe 2 apprécie les odeurs et saveurs chocolat, les saveurs sucré et laitiers (chocolats moins forts, de type chocolat au lait).