

Caractérisation de produits

François Husson

Laboratoire de mathématiques appliquées

Agrocampus ouest

husson@agrocampus-ouest.fr

Plan

- Présentation du jeu de données
- Caractérisation de produits
- Évaluation de la performance d'un juge et d'un jury ?
- Caractérisation multidimensionnelle de l'espace produit

Présentation des données

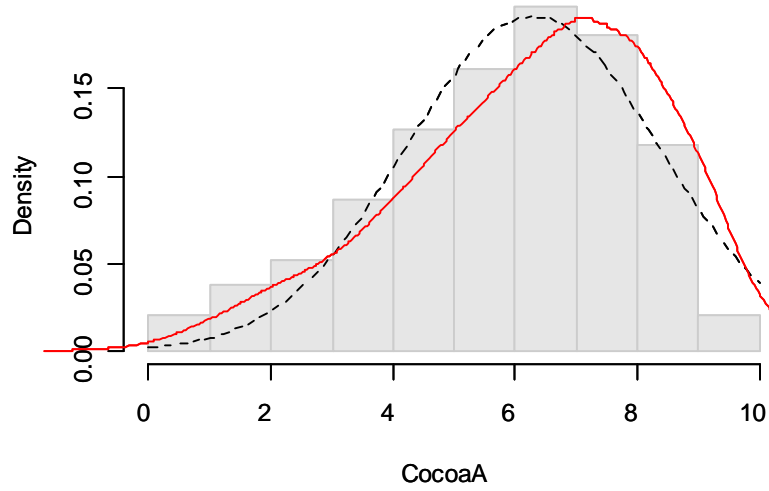
- 6 chocolats noirs (Excellence, Amère, Mi-doux, Amazonie, Pâtissier, Supérieur)
- 29 juges (étudiants)
- 2 séances de dégustation
- 14 descripteurs : **O.Cacao, O.Lait, Sucre, Acide, Amer, Cacao, Lait, Caramel, Astringent, Croquant, Fondant, Collant, Granuleux**
- Notes entre 0 et 10
- Plan d'expériences complet équilibré pour les rangs et les arrières-effets d'ordre 1

Présentation des données

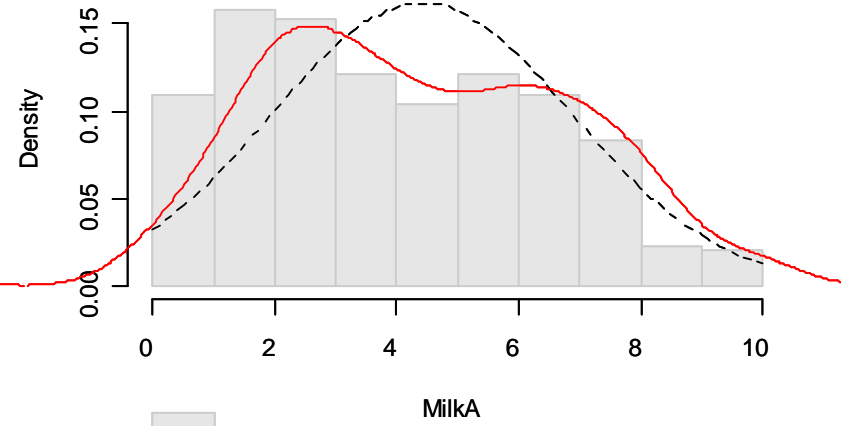
seance	jugé	rang	produit	premier	precedent	O.Cacao	O.lait	Sucre	Acide	Amer	Cacao	Lait	Caramel	Vanille	Astringent	Croquant	Fondant	Collant	Granuleux
1	1	1	6	1	0	7	6	7	2	4	6	5	5	3	5	8	3	4	3
1	1	2	4	0	6	8	5	5	6	6	4	4	4	4	4	6	3	7	3
1	1	3	2	0	4	8	6	5	5	6	5	4	7	4	6	7	5	4	3
1	1	4	5	0	2	7	5	5	4	7	3	5	6	2	4	6	6	4	7
1	1	5	1	0	5	7	8	4	7	8	8	3	3	2	6	3	2	3	5
1	1	6	3	0	1	6	7	7	2	2	2	7	8	4	3	3	8	6	5
2	1	1	2	1	0	7	7	7	6	7	6	6	3	4	7	6	3	8	4
2	1	2	4	0	2	7	5	7	3	5	6	5	5	4	3	3	6	4	6
2	1	3	3	0	4	4	7	9	1	2	2	9	7	7	3	3	8	5	6
2	29	5	1	0	5	1	2	1	5	10	8	4	2	0	2	3	2	0	1
2	29	6	3	0	1	0	1	10	1	0	0	9	10	9	0	2	8	0	0

Présentation des données

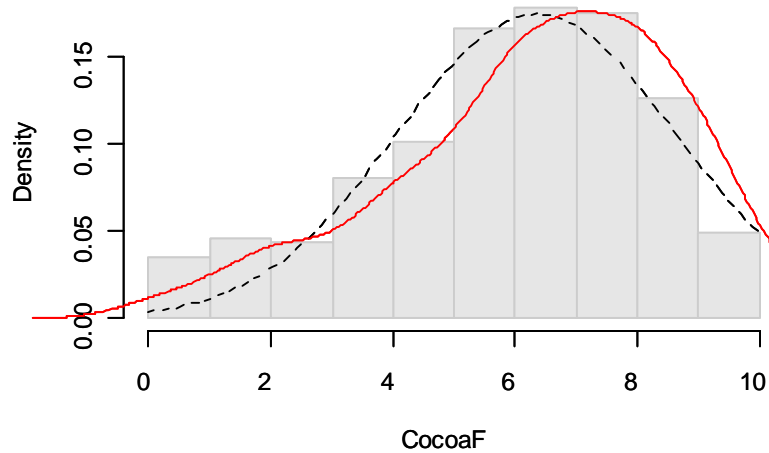
Histogram of CocoaA



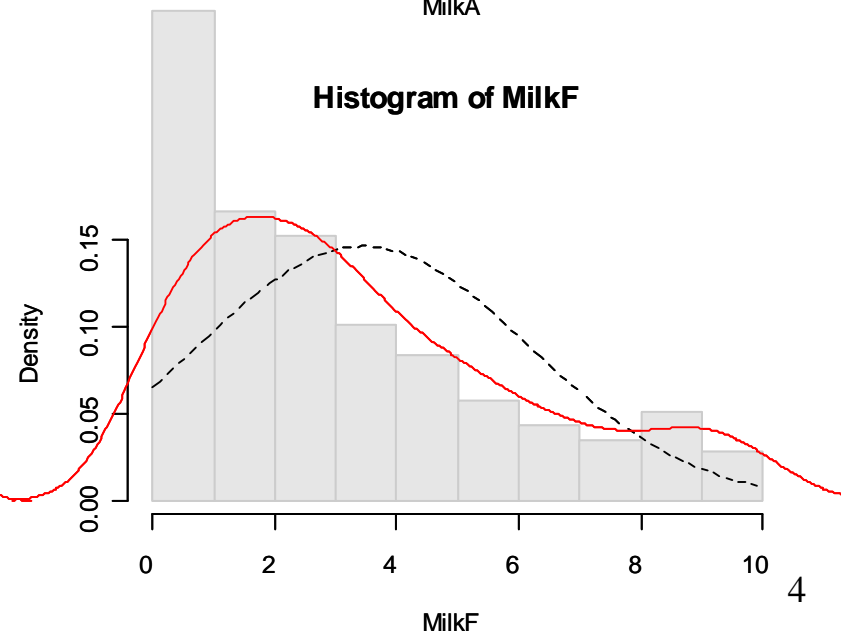
Histogram of MilkA

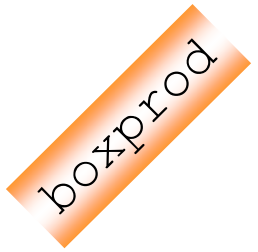


Histogram of CocoaF



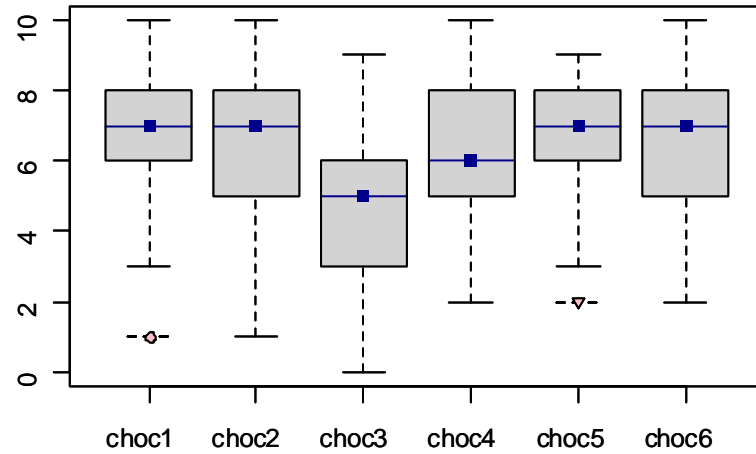
Histogram of MilkF



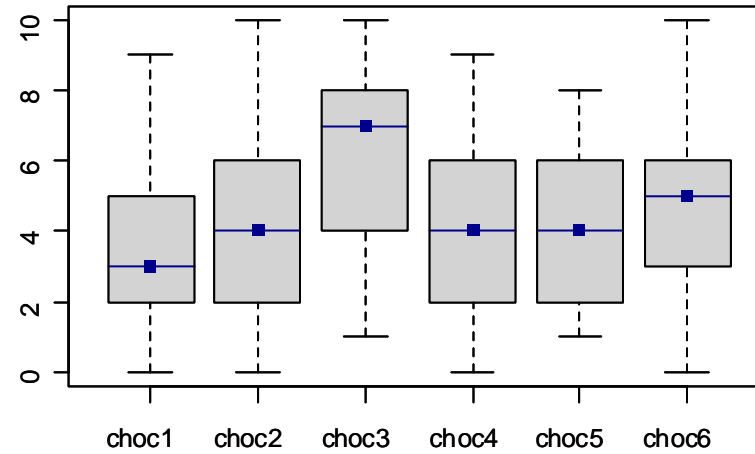


Présentation des données

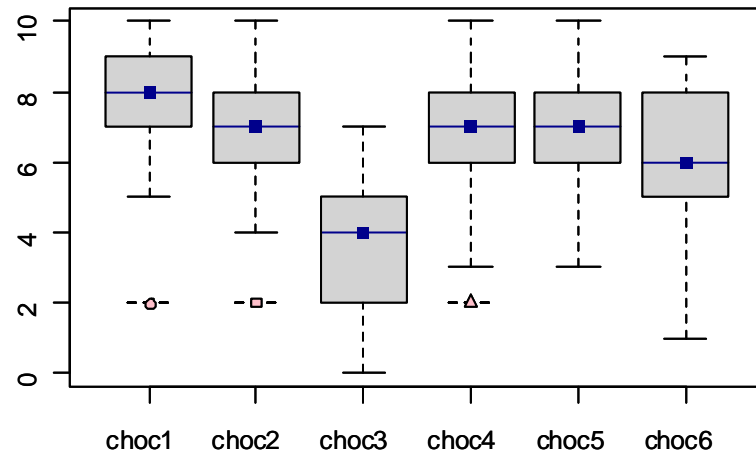
CocoaA



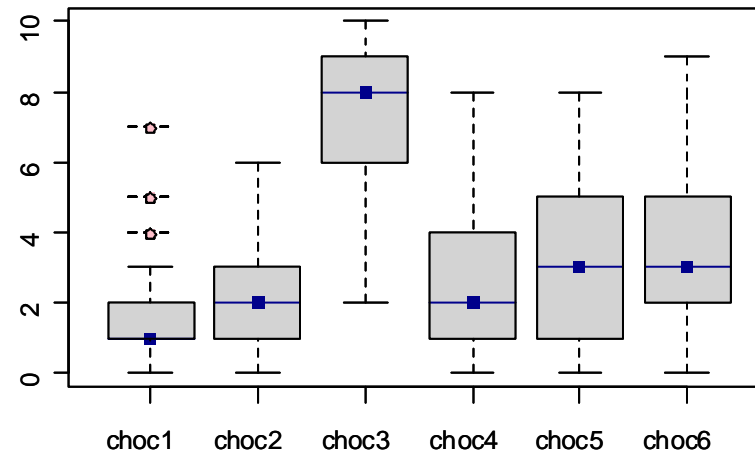
MilKA



CocoaF



MilKF



Rappel d'analyse de la variance

Définition :

$$\forall (i, j, k) \quad Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

$$L(\varepsilon_{ijk}) = N(0, \sigma) \quad \text{et} \quad \text{cov}(\varepsilon_{ijk}, \varepsilon_{i'j'k'}) = 0 \quad \forall (i, j, k) \neq (i', j', k')$$

Avec :	μ	l'effet moyen
	α_i	l'effet du produit I
	β_j	l'effet du juge j
	γ_k	l'effet de la séance k
	$\alpha\beta_{ij}$	l'effet de l'interaction produit – juge
	$\alpha\gamma_{ik}$	l'effet de l'interaction produit – séance
	$\beta\gamma_{jk}$	l'effet de l'interaction juge - séance

Signification des effets

- Effet **Produit** : produits discriminés (**très intéressant**)
- Effet **Juge** : utilisation de l'échelle de note différente d'un juge à l'autre (**pas grave**)
- Effet **Séance** : utilisation différente de l'échelle d'une séance à l'autre (**pas grave**)

Signification des effets

- Interaction **Produit - Séance** : pour ce descripteur, l'ensemble des juges (i.e. le jury) n'est pas répétable (**problématique**)
- Interaction **Produit - Juge** : pour ces descripteurs, pas de consensus entre juges (**problématique**)
- Interaction **Juge - Séance** : pour certains juges utilisation différente de l'échelle d'une séance à l'autre (**pas grave**)

Effet juge fixe ou aléatoire

- Effet **fixe** : l'effet du facteur est lié aux modalités de ce facteur (on s'intéresse aux résultats de ces juges)
- Effet **aléatoire** : l'effet du facteur n'est pas strictement lié aux modalités de ce facteur (on cherche à comprendre ce que disent les juges en général à partir d'un échantillon de juges : les juges de notre jury).
Il y a inférence.

Rappel d'analyse de la variance

Effet juge fixe

Test global de l'effet produit :

★ H_0 : il n'y a pas d'effet produit H_1 : il y a un effet produit

$$H_0 : \quad \forall i \quad \alpha_i = 0 \qquad H_1 : \quad \exists i / \alpha_i \neq 0$$

$$★ \quad F_{obs} = \frac{SC_{produit} / ddl_{produit}}{SC_{résiduelle} / ddl_{résiduelle}}$$

$$★ \quad \text{Si } H_0 \text{ vraie, } \mathcal{L}(F_{obs}) = F_{ddl_{résiduelle}}^{ddl_{produit}}$$

Rappel d'analyse de la variance

Effet juge aléatoire

Test global de l'effet produit (ou effet séance) :

★ Hypothèses : idem effet juge fixe

H_0 : il n'y a pas d'effet produit H_1 : il y a un effet produit

H_0 : $\forall i \quad \alpha_i = 0$ H_1 : $\exists i / \alpha_i \neq 0$

★
$$F_{obs} = \frac{SC_{Prod} / ddl_{Prod}}{SC_{interaction_{Prod:Juge}} / ddl_{interaction_{Prod:Juge}}}$$

★ Si H_0 vraie, $\mathcal{L}(F_{obs}) = F_{ddl_{interaction_{Prod:Juge}}}^{ddl_{Prod}}$

Rappel d'analyse de la variance

Effet juge aléatoire

★ H_0 : il n'y a pas d'effet juge
(ou d'une interaction) H_1 : il y a un effet juge
(ou de l'interaction)

$$H_0 : \sigma_{juge}^2 = 0$$

$$H_1 : \sigma_{juge}^2 \neq 0$$

★
$$F_{obs} = \frac{SC_{effet}/ddl_{effet}}{SC_{residuelle}/ddl_{residuelle}}$$

★ Si H_0 vraie,
$$\mathcal{L}(F_{obs}) = F_{ddl_{residuelle}}^{ddl_{effet}}$$

Rappel d'analyse de la variance

Test de conformité d'un coefficient :

★ $H_0 : \alpha_i = 0$ $H_1 : \alpha_i \neq 0$

★ $T_{obs} = \frac{\hat{\alpha}_i}{\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}_i}}$

★ Si H_0 vraie, $\mathcal{L}(T_{obs}) = Student(\text{ddl}_{\text{interaction}})$

Caractérisation des produits

- Objectifs :
 - Caractériser les produits par des variables quantitatives
 - Classer les variables qui caractérisent les produits
- Question
 - Comment caractériser le chocolat « mi-doux » ?
- Moyen
 - Test F de pour classer les variables
 - Tests T pour caractériser un produit

Caractérisation des produits

Par analyses de variance et les tests T des coefficients de Produit dans le modèle $\text{Note} = \text{Produit} + \text{Juge} + \text{Séance}$

Résultats
pour l'arôme
de cacao

	Sum Sq	Df	CM	F value	Pr(>F)	
Product	208.00	5	41.50	14.60	7.61e-13	***
Panelist	390.00	28	13.90	4.90	4.69e-13	***
Session	3.72	1	3.72	1.31	0.254	
Residuals	892.00	313	2.85			

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6.2900	0.0905	69.500	2.64e-192
Product - choc1	0.7990	0.2020	3.950	9.71e-05
Product - choc2	0.2640	0.2020	1.310	1.92e-01
Product - choc3	-1.6100	0.2020	-7.980	2.74e-14
Product - choc4	-0.0287	0.2020	-0.142	8.87e-01
Product - choc5	0.5060	0.2020	2.500	1.29e-02
Product - choc6	0.0747	0.2020	0.369	7.12e-01



Caractérisation des produits par les variables (analyse de variance à 1 facteur)

	Vtest	P-value
MilkF	16.4	9.664e-61
CocoaF	13.48	1.015e-41
Bitterness	13.34	6.529e-41
Crunchy	12.66	4.817e-37
Caramel	11.53	4.568e-31
Sweetness	11.44	1.305e-30
Astringency	8.959	1.643e-19
Melting	8.415	1.967e-17
Acidity	7.723	5.669e-15
Vanilla	7.318	1.262e-13
CocoaA	7.07	7.61e-13
MilkA	5.926	1.551e-09
Granular	4.371	6.186e-06
Sticky	3.563	0.000183

Lait est le meilleur descripteur pour différencier les produits



Caractérisation d'un produit

Chocolat 1

	Coeff	Adjust mean	P-value	Vtest
Bitterness	2.46	7.07	2.52e-23	9.95
CocoaF	1.72	8.07	2.27e-17	8.48
Astringency	1.65	4.76	1.4e-12	7.08
Acidity	1.48	4.66	8.21e-10	6.14
CocoaA	0.799	7.09	9.78e-05	3.9
MilkA	-0.828	3.59	0.000651	-3.41
Vanilla	-0.966	1.1	1.88e-06	-4.77
Caramel	-1.68	1.67	2.82e-12	-6.99
Sweetness	-1.95	3.14	1.12e-16	-8.29
MilkF	-1.89	1.57	3.43e-18	-8.7



Caractérisation d'un produit

Chocolat 2

	Coeff	Adjust mean	P-value	Vtest
Crunchy	1.59	7.71	4.6e-12	6.92
CocoaF	0.569	6.91	0.00322	2.95
Sweetness	-0.463	4.62	0.0377	-2.08
Caramel	-0.578	2.78	0.013	-2.48
Melting	-0.624	4.33	0.00961	-2.59
MilkF	-1.07	2.38	2.46e-07	-5.16

Chocolat 5

CocoaA	0.506	6.79	0.013	2.48
Crunchy1	0.517	6.64	0.0196	2.33
CocoaF1	0.448	6.79	0.02	2.33
Sticky	-0.756	3.22	0.00196	-3.1



Caractérisation d'un produit

Chocolat 3

	Coeff	Adjust mean	P-value	Vtest
MilkF	4.25	7.71	2.53e-61	16.5
Caramel	2.97	6.33	1.01e-30	11.5
Sweetness	2.52	7.6	2.63e-25	10.4
Melting	2.36	7.31	3.78e-20	9.19
Vanilla	1.6	3.67	1.54e-14	7.68
MilkA	1.64	6.05	4.8e-11	6.58
Sticky	1.05	5.03	1.78e-05	4.29
Granular	-1.4	1.6	5.26e-08	-5.44
Acidity	-1.61	1.57	3.32e-11	-6.63
CocoaA	-1.61	4.67	2.79e-14	-7.61
Astringency	-1.91	1.21	5.79e-16	-8.09
Bitterness	-3.22	1.4	1.95e-35	-12.4
Crunchy	-3.14	2.98	8.03e-36	-12.5
CocoaF	-2.97	3.38	1.55e-40	-13.3



Caractérisation d'un produit

Chocolat 4

	Coeff	Adjust mean	P-value	Vtest
Acidity	0.756	3.93	0.00135	3.21
Astringency	0.578	3.69	0.0101	2.57
Bitterness	0.578	5.19	0.0116	2.52
Granular	0.552	3.55	0.0283	2.19
Melting	-0.572	4.38	0.0175	-2.38
Caramel	-0.681	2.67	0.00345	-2.92
Sweetness	-0.79	4.29	0.000422	-3.53
MilkF	-0.868	2.59	2.7e-05	-4.2

Chocolat 6

Crunchy	1.21	7.33	8.98e-08	5.35
Sweetness1	0.537	5.62	0.0159	2.41
Acidity1	-0.503	2.67	0.0321	-2.14
Melting1	-0.744	4.21	0.00204	-3.08

decat

6.287 + 0.799

Caractérisation d'un produit

	CocoaB	Bitterness	CocoaA	Granula	Astringency	Acidity	Crunchy	Sticky	Melting	Sweetness	Vanilla	Caramel	MilkA	MilkF
choc1	8.069	7.069	7.086	3.448	4.759	4.655	5.966	3.759	4.741	3.138	1.103	1.672	3.586	1.569
choc2	6.914	4.948	6.552	3.155	3.155	3.138	7.707	3.828	4.328	4.621	1.81	2.776	4	2.379
choc4	6.69	5.19	6.259	3.552	3.69	3.931	6.103	4.103	4.379	4.293	2.121	2.672	4.103	2.586
choc5	6.793	4.879	6.793	3.069	3.103	3.086	6.638	3.224	4.741	5.224	1.793	3.414	4.172	3.121
choc6	6.224	4.19	6.362	3.172	2.759	2.672	7.328	3.931	4.207	5.621	1.914	3.259	4.569	3.362
choc3	3.379	1.397	4.672	1.603	1.207	1.569	2.983	5.034	7.31	7.603	3.672	6.328	6.052	7.707

Caractérisation d'un produit

