

S. CARREIRO

M. TOLLE

D. BAUER

**La typologie des courbes de massage : relations
entre ces courbes et les appréciations verbales
de produits cosmétiques**

Les cahiers de l'analyse des données, tome 6, n° 2 (1981),
p. 207-227

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1981__6_2_207_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1981, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Les cahiers de l'analyse des données » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

LA TYPOLOGIE DES COURBES DE MASSAGE:
RELATIONS ENTRE CES COURBES
ET LES APPRÉCIATIONS VERBALES
DE PRODUITS COSMÉTIQUES
[TYP. COURBES]

par S. Carreiro ⁽¹⁾, M. Tolle ⁽²⁾
D. Bauer ⁽³⁾

0 Objet de l'étude

Le comportement à l'application d'un produit cosmétique constitue une donnée très importante pour l'utilisateur. Cette caractéristique est particulièrement suivie par les formulateurs de crèmes (de soins, de beauté...). A cet effet, un appareil appelé "minimasseuse" (car il réalise un léger massage de la peau) a été employé pour suivre les propriétés de ces crèmes, au cours de leur application, en traçant la courbe représentant le coefficient de friction dynamique cutané en fonction du temps.

L'interprétation de ces courbes a été jugée difficile bien que les résultats soient reproductibles et discriminants. C'est pourquoi, nous avons voulu préciser ici la relation :

"Courbe de minimasseuse" ↔ "Qualités d'application du produit"

afin d'introduire la minimasseuse comme outil quantitatif, dans la conception des formules de produits cosmétiques, le but étant par exemple :

- d'améliorer une formule par addition ou substitution d'un produit.
- d'étudier de nouvelles formules.
- de remplacer une matière première.
- de contrôler une matière première.

1 Les données

1.1 L'expérience : Cette étude a été réalisée avec :

- 24 testeurs sélectionnés à partir d'un groupe de 69 personnes comme étant les plus sensibles et donnant quant aux propriétés des produits cosmétiques, les appréciations les plus reproductibles.
- 10 produits dont 8 différents (l'introduction de couples de produits identiques servant à apprécier la reproductibilité).

(1) Docteur 3^o cycle (statistique mathématique) responsable du service statistique des laboratoires.

(2) Assistante dans le service statistique.

(3) Physicien. Directeur du département Métrologie et Calcul.

Centre de recherche fondamentale de la société L'OREAL. Département Métrologie et Calcul.

Ces produits sont les suivants :

- A : crème de nuit-soins
- B : lait démaquillant
- C = D : lait corporel
- E : crème de jour - soins
- F = I : crème de jour - soins
- G : lait corporel
- J : crème protectrice aux silicones, 'essai laboratoire
- K : crème de base

Pour chaque produit et chaque testeur, nous disposons des informations suivantes :

- une courbe avec un enregistrement de la variation du coefficient de friction en fonction du temps après application de la crème sur l'avant-bras.
- une notation sur cinq propriétés cosmétiques.

Concernant chaque testeur, nous avons également :

- des appréciations d'un dermatologue et d'une esthéticienne (très incomplètes).
- des mesures biologiques (trop incomplètes pour être utilisées).

1.2 Les courbes : On dispose d'une courbe par testeur et par produit soit : $24 \times 10 = 240$ courbes (tableau n° 1).

On peut distinguer pour chaque courbe quatre parties :

A/ un premier palier correspondant au coefficient de friction mesuré avant application de la crème (force d'appui = 50 g).

B/ une partie correspondant au coefficient de friction pendant l'application de la crème.

C/ un suivi des variations du coefficient de friction jusqu'à ce que la courbe se stabilise.

D/ un segment correspondant à la mesure du coefficient dix minutes plus tard (force d'appui : 50 g et 20 g).

Pour caractériser ces courbes deux possibilités se présentent :

- une description point par point de l'enregistrement. Nous avons fait l'expérience avec un analyseur d'images et nous avons conclu que cette méthode est trop longue et trop coûteuse dans un premier temps (relevé pour une courbe = 15 mn). D'ailleurs il n'est pas sûr *a priori*, qu'un codage quantitatif direct (par des coordonnées) donne des résultats plus clairs qu'un codage tel que le nôtre, fondé sur une analyse qualitative préalable. L'expérience de la présente analyse suggère même la conclusion opposée (cf: § 6).

- une description plus qualitative des courbes. A cet effet nous avons essayé de classer les courbes en quatre grands types (tableau n° 2).

- . le type n° 1 - une remontée de la courbe après application de la crème.
 - un seul creux avant la phase de stabilisation.
 - A semble être caractéristique de ce type.
- . le type n° 2 - pas de remontée après application.
 - deux creux avant la stabilisation.
 - C = D et G présentent ce tracé.

Tableau N° 1

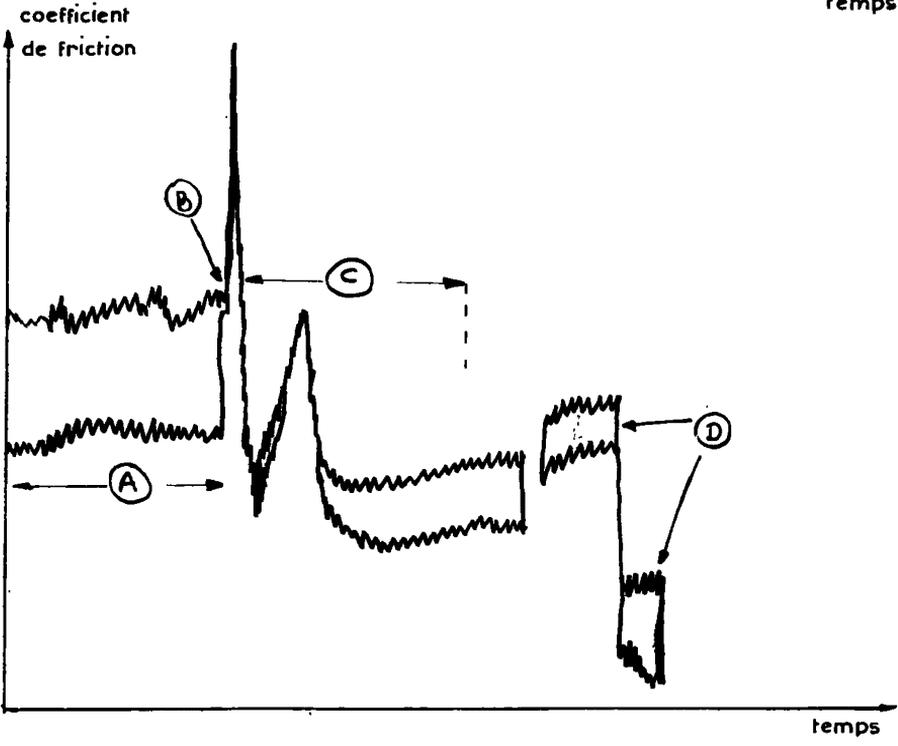
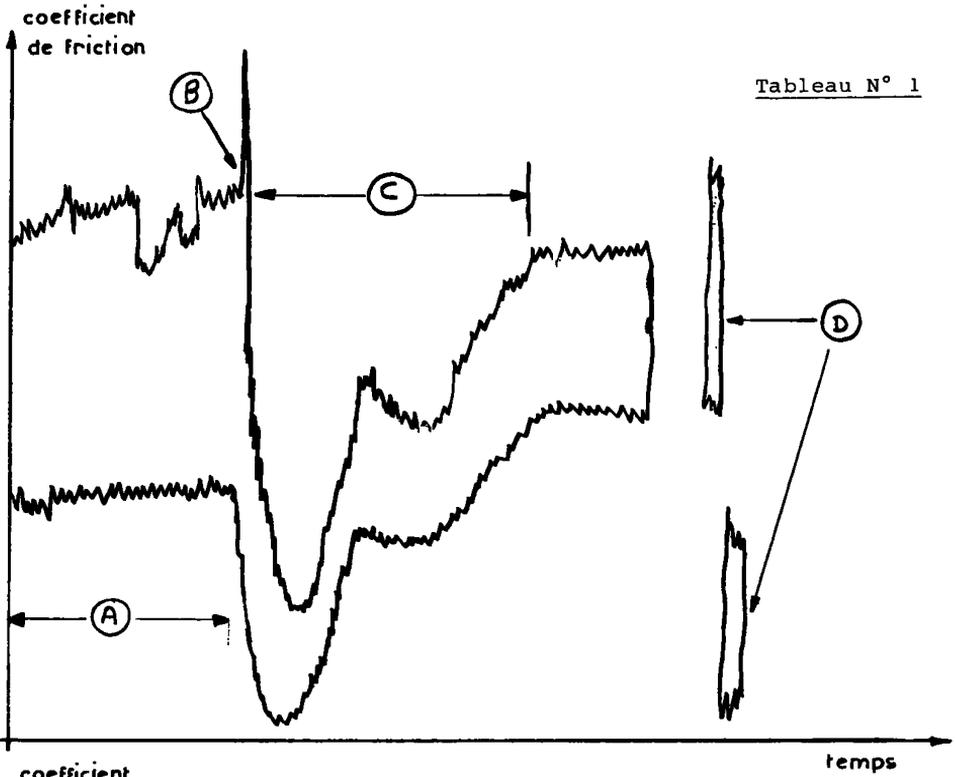
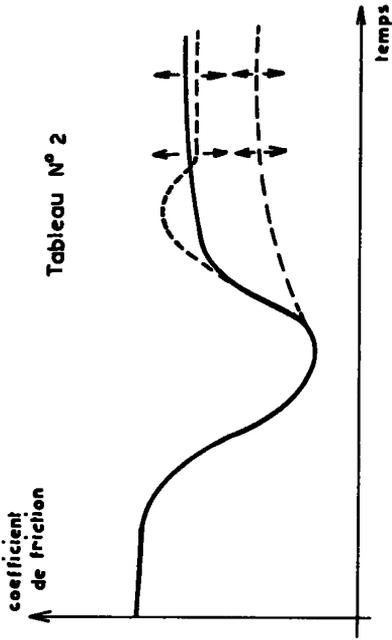
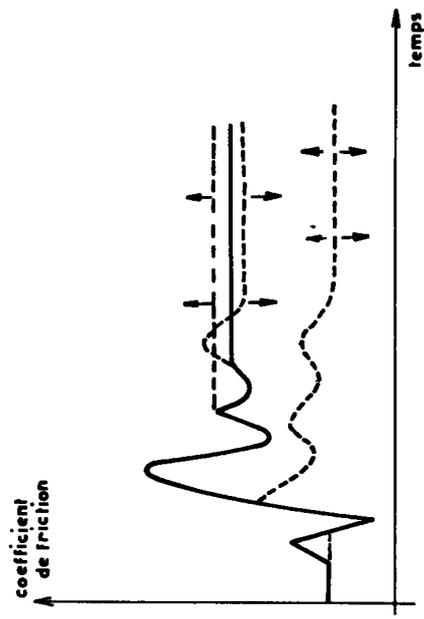


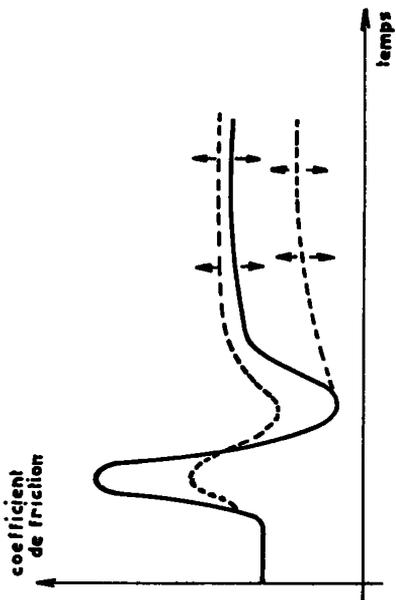
Tableau N° 2



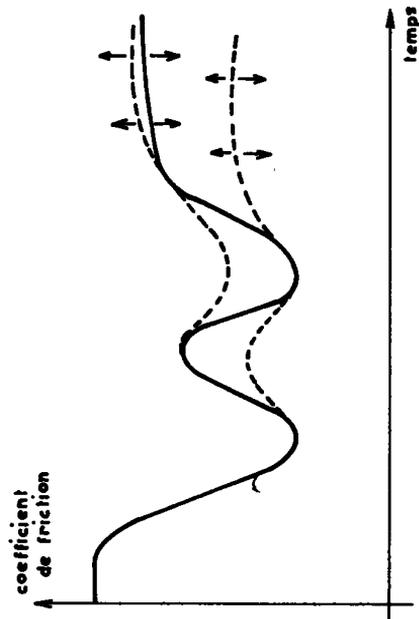
F=I
TYPE N°3



J
TYPE N°4



A
TYPE N°1



G
C=D
TYPE N°2

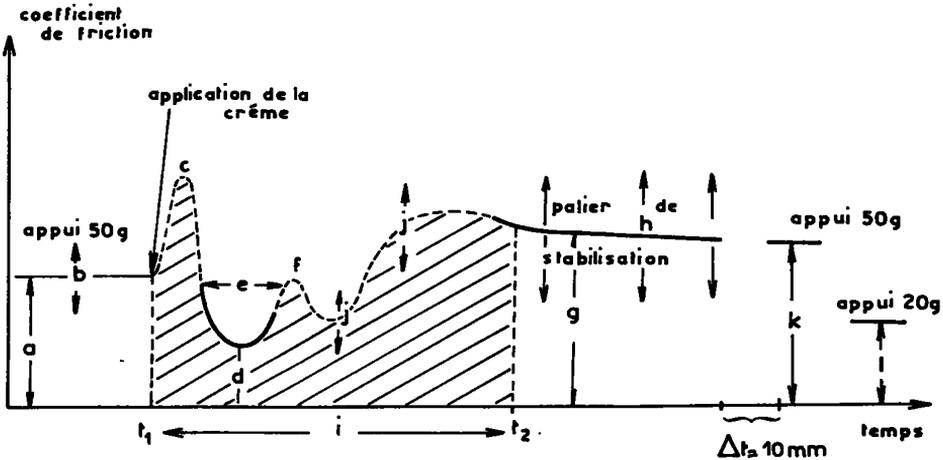
. Le type n° 3 - pas de remontée après application.
- un seul creux très large jusqu'à la stabilisation.
F = I illustre ce type.

. Le type n° 4 - un tracé très accidenté avec de très grandes remontées caractéristiques de J.

Les autres crèmes se répartissent suivant les trois premiers types, la crème K appartenant en grande partie au type n° 2.

Pour décrire numériquement suivant un même format toutes les courbes, il nous a fallu choisir un ensemble de caractères mesurables dont la connaissance suffise à reconstituer les formes de tout type.

Nous avons donc conçu une courbe "englobant" les quatre types de graphiques ; (i.e. redonnant chacun de ces types, dans le cas particulier où s'annulent certains paramètres).



De façon précise, on mesure pour chaque essai 14 paramètres :

M = mesure Q = semi-qualitatif

- hauteur moyenne du palier initial * M
- amplitude du palier initial * (ht. du balayage) M
- présence ou absence d'un pic après application crème Q
- hauteur moyenne du 1-er creux * M
- Δt correspondant au 1-er creux M
- présence ou absence d'un 2-ème creux Q
- hauteur moyenne du palier final * M
- amplitude du palier final. * M
- surface entre t_1 et t_2 (non utilisée)
- $\Delta t = t_1 - t_2$ M
- amplitude moyenne de la courbe entre t_1 et t_2 * Q
- Δ de hauteur entre palier initial et palier final M
- hauteur moyenne appui 50 g après $\Delta t = 10$ mn * M
- hauteur moyenne appui 20 g après $\Delta t = 10$ mn * M

* Ces variables ont été normées par la hauteur moyenne du palier initial.

1.3 Les appréciations diverses

1.3.1 Les propriétés cosmétiques : Chaque testeur a également rempli une fiche donnant sur une échelle de 1 à 10 son appréciation des 10 produits essayés quant à cinq critères cosmétiques repérés par les termes suivants : (définition interne à la société)

- Application (plus ou moins facile)
- Effet collant (moins ou plus collant)
- Pénétration (plus ou moins rapide)
- Douceur (plus ou moins grande)
- Effet gras (plus ou moins important)

Pour trois des produits (C,F,J), on communiquait au testeur les notes moyennes issues d'une précédente analyse.

1.3.2 Appréciation d'un dermatologue : Un dermatologue a noté certaines caractéristiques relatives à l'appréciation clinique de la peau. Ces caractéristiques dermatologiques sont les suivantes :

- épaisseur du pli cutané (en mm)
- élasticité de la peau
- ancrage (lâche, fort)
- présence de rides plus ou moins abondantes
- rugosité de la surface (rugueux, lisse)
- état de sécheresse de la peau (sèche, huileuse)
- brillance de la peau (mate, brillante)

Toutefois, on ne dispose que de 17 diagnostics sur 24 personnes.

1.3.3 Jugement de l'esthéticienne : Une esthéticienne a également donné une appréciation sur l'état de sécheresse de la peau de l'avant bras. Nous disposons de 15 jugements sur 24 personnes.

1.3.4 Mesures biologiques : Trois mesures ont été réalisées :

- Lipides du front (14 mesures/24), méthode Schaefer et autres.
- Protéines du front (15 mesures/24).
- Protéines du bras (11 mesures/24). Adaptation interne de la méthode de Loevenberg.

Ces trois dernières séries de mesures (dermatologue, esthéticienne, biologique) étant incomplètes, nous ne pourrions pas les incorporer à l'analyse.

2 Etude de reproductibilité

Afin de sélectionner un sous-ensemble de testeurs donnant des appréciations très reproductibles, nous avons dressé un tableau dans lequel nous avons reporté pour chaque testeur et chaque critère, les écarts de notation C-D et I-F des appréciations formulées quant à des produits identiques présentés sous des noms différents. (C = D, I = F).

Un testeur parfaitement reproductible aura des écarts nuls pour tous les critères.

On a remarqué que les écarts d'appréciations n'avaient pas la même amplitude moyenne pour tous les critères.

Nous avons par conséquent décidé de retenir les personnes dont les écarts d'appréciation sur les deux crèmes ne dépassent pas :

- 4 pour le collant.
- 3 pour la pénétration.
- 2 pour la douceur, le gras, l'application.

On dispose finalement de 12 testeurs.

3 Corrélations

Le tableau de données en l'état actuel se présente donc de la façon suivante : une ligne pour chaque essai (soit 120 lignes puisqu'on a procédé à 10 essais avec chaque sujet) et 1 colonne par variable, soit 18 colonnes : 13 caractéristiques * relevées sur la courbe-type et cinq propriétés cosmétiques.

Afin de simplifier au maximum la collecte et le codage des données, nous nous appliquons à éliminer les redondances entre les variables. Pour cela nous avons dressé une matrice de corrélation : sur le tableau (n° 3), ne figurent que les coefficients très significatifs.

On peut faire les remarques suivantes :

- la hauteur du palier final étant à la fois corrélée à la différence de hauteur entre le palier initial et final (- 0.93) et aux deux hauteurs moyennes après $\Delta t = 10$ mn (0.93, 0.75), il suffit de conserver cette variable pour l'analyse.

- l'application est inversement corrélée à l'effet collant(-0.83) et à la pénétration (0.70); par conséquent, il semblerait que ces trois jugements soient relativement confondus. Toutefois, il nous a semblé utile de les conserver pour le reste de l'analyse.

- l'effet gras est la seule propriété cosmétique totalement indépendante des autres.

- aucune corrélation hautement significative n'apparaît entre le bloc des paramètres de la courbe et celui des propriétés cosmétiques. Pourtant, c'est par l'analyse des rapports entre ces deux groupes de variables (recodées, il est vrai cf. §.4) que l'analyse factorielle révèle la structure du problème étudié. Ceci est un témoignage de plus de la faiblesse des calculs de corrélation (entre variables prises deux à deux) relativement à l'analyse multidimensionnelle (qui considère simultanément toutes les variables).

Finalement, après avoir éliminé les variables jugées redondantes, nous retenons les 15 variables suivantes (dont les sigles sont expliqués sur le tableau de corrélation ci-joint).

- 10 paramètres relatifs aux courbes :

{TO, LFO, REM, HCR, LCR, 2CR, TF, LFF, DTA, LFA}

- 5 propriétés cosmétiques :

{APP, COL, PEN, DOU, GRA}

De plus, un examen approfondi des courbes nous a suggéré d'introduire une seizième variable HRE mesurant la hauteur de la remontée (ou pic) qui suit éventuellement l'application de la crème : cette variable HRE précise la simple information de présence-absence donnée par la variable booléenne. REM : dans les analyses ultérieures nous pourrions supprimer purement et simplement REM. (On remarquera dans les

* Nous n'avons pas introduit la surface entre t_1 et t_2 , cette mesure étant dans un premier temps très longue à relever sur tant de courbes.

résultats d'analyse du § 5, que la modalité REM1, présence d'une remontée s'inscrit toujours dans le segment joignant les points HRE2 et HRE3 ; lesquels figurent les deux modalités non nulles de HRE, définies ci-dessus au § 4).

4 Découpage des variables en classes et construction d'un sous-tableau de Burt

4.1 Histogrammes et découpages en classes : La grande hétérogénéité des variables nous paraît requérir impérativement un codage sous forme disjonctive complète. Comme il est classique, on construit l'histogramme des valeurs prises par chaque variable et on s'applique à découper l'intervalle de variation en sous-intervalles consécutifs, dans lesquels rentre un nombre équivalent de cas.

Dans certains cas, il est impossible d'équilibrer les classes. Ex. : pour le critère REM, il y a 73 personnes sur 117 dont la courbe ne présente pas de remontées après application de la crème. Cette modalité REM se retrouve évidemment avec le même poids en HRE1 (cf. *supra* § 3 *in fine*). Pour la propriété cosmétique dite application, 49 produits sur 117 ont été notés 8, soit 42%.

Le tableau (n° 4) donne le découpage retenu : avec pour chaque variable les limites des classes inscrites sur un axe, et à côté du nom de chaque modalité, son effectif entre crochets (e.g. [40] pour la modalité T02 etc.).

4.2 Les tableaux analysés : Convenons de noter :

I : L'ensemble des essais effectués : avec 12 testeurs et 10 produits, il devrait y avoir 120 essais ; il n'y en a en fait que 117 pour diverses raisons accidentelles. A chaque essai I, il correspond une courbe et un ensemble d'appréciations.

J : $JC \cup JA$: ensemble des modalités descriptives des essais.

JC : ensemble des modalités descriptives de la courbe. Ces modalités sont au nombre de 31 (trois pour la variable T0, trois pour la variable LF0, ...).

JA : ensemble des modalités des variables d'appréciations. Vingt modalités au total, quatre pour chacune des cinq variables (APP, COL, PEN, DOU, GRA).

Les données codées sous forme disjonctive complète constituent donc un tableau $I \times J$ en $(0,1)$. A ce tableau est associé classiquement un tableau de Burt $J \times J$, donnant dans chaque case $k(j, j')$ le nombre d'individus (essais) i rentrant à la fois dans les deux modalités j et j' . Notre premier objectif étant d'étudier les relations entre la courbe de massage et les appréciations cosmétiques, il est naturel d'analyser le sous-tableau de Burt $JC \times JA$: ce tableau donne, e.g. à l'intersection de la ligne REM1 (présence de remontée) et de la colonne APP1 (application difficile), le nombre 5 parce que parmi les essais dont la courbe présente une remontée, il y en a cinq qui ont reçu l'appréciation APP1.

Au tableau $JC \times JA$, les essais individuels peuvent être adjoints soit en ligne supplémentaire (tableau $I \times JA$: chaque essai étant caractérisé par les appréciations qu'il a suscitées), soit en colonne supplémentaire (tableau $JC \times I$, chaque essai étant assimilé à sa courbe). Il est de plus possible de constituer des centres de gravité de courbes (ou d'ensembles d'appréciations) afférents soit à un testeur, soit à un produit .

T0 : hauteur moyenne du palier initial

6	10	13	23
T01 [41]	T02 [40]	T03 [36]	

LF0 : amplitude du palier initial

2	4	7	9
LF01 [44]	LF02 [55]	LF03 [18]	

REM : Présence (REM1 [44]) ou Absence (REM0[73]) de remontée

HCR : hauteur du premier creux

0	0.4	0.6	3
HCR1 [46]	HCR2 [37]	HCR3 [34]	

LCR : largeur du premier creux

0	2.25	3.4	13
LCR1 [37]	LCR2 [39]	LCR3 [41]	

2CR : Présence (2CR1 [72]) ou Absence (2CR0[45]) d'un 2-ème creux

TF : hauteur du palier final

0.12	0.55	0.85	2
TF1 [27]	TF2 [41]	TF3 [49]	

LFF : amplitude du palier final

0	2	3.5	9
LFF1 [39]	LFF2 [47]	LFF3 [31]	

DTA : $t_2 - t_1$

1	4.5	7	15
DTA1 [32]	DTA2 [45]	DTA3 [40]	

LFA : amplitude entre t_1 et t_2

0	1.8	2.5	8
LFA1 [40]	LFA2 [40]	LFA3 [37]	

HRE : hauteur de la remontée

0	2.85	7
HRE1 [73]	HRE2 [21]	HRE3 [23]

Tableau n° 4 : Description des courbes

APP : application

2	3	4	5	6	7	8	9	10
APP1 [21]			[26] APP2	APP3 [18]		APP4 [52]		

COL : collant

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COL1 [38]		COL2 [20]		[31] COL3	COL4 [28]				

PEN : pénétration

2	3	4	5	6	7	8	9	10
PEN1 [24]		PEN2 [31]		PEN3 [22]		PEN4 [40]		

DOU : douceur

2	3	4	5	6	7	8	9	10
DOU1 [19]			[36] DOU2	DOU3 [27]		DOU4 [35]		

GRA : gras

2	3	4	5	6	7	8	9	10
GRA1 [27]			[26] GRA2	GRA3 [24]		GRA4 [40]		

Suite du Tableau n° 4 : Appréciations cosmétiques

D'autre part, la présente analyse (JC × JA avec JC × I et I × JA en supplémentaires) ayant montré une bonne cohérence entre forme de la courbe et appréciations cosmétiques, on peut envisager ultérieurement des analyses où l'ensemble I figure en élément principal : au premier chef, l'analyse d'un tableau I × JC de courbes, que des appréciations cosmétiques fiables aient ou non été formulées par le testeur (on se souvient que la non reproductibilité des réponses nous a fait écarter la moitié des testeurs cf. § 2).

5 Résultat d'analyse de correspondance

On a :

$$\begin{array}{lll} \lambda_1 = 0.081 & \lambda_2 = 0.058 & \lambda_3 = 0.005 \dots \\ \tau_1 = 51\% & \tau_2 = 36,6\% & \tau_3 = 3,4\% \dots \end{array}$$

Dans le présent exposé, nous nous bornons donc à interpréter les deux premiers facteurs.

5.1 Paramètres de la courbe et propriétés cosmétiques : Le graphe n° 1 figure les éléments principaux : ensemble JC des modalités descriptives de la courbe, et ensemble JA des modalités d'appréciations cosmétiques.

5.1.1 L'axe 1

Du côté positif de l'axe 1, on a le profil cosmétique suivant :

Collant (COL4), rêche (DOU1), application difficile (APPL1), non pénétrant (PEN1) à quoi s'associent des courbes présentant :

- une hauteur du creux élevé (c'est-à-dire un creux peu profond) HCR3
- une remontée moyenne de la courbe après application de la crème HRE2.

Du côté négatif de l'axe 1, on trouve au contraire pour profil cosmétique :

Très pénétrant (PEN4), application facile (APP4), peu collant (COL1), doux ou moyennement doux (DOU4) avec pour les courbes correspondantes :

- un Δt du premier creux moyen : LCR2 (de 2,25 à 3,9 mm)
- une hauteur de creux faible (i. e. creux profond) : HCR1 (< 0.4)
- une hauteur de palier final moyenne : TF2 (0.55 - 0.85)
- une amplitude moyenne faible entre t_1 et t_2 : LFA1 (< 1.8)

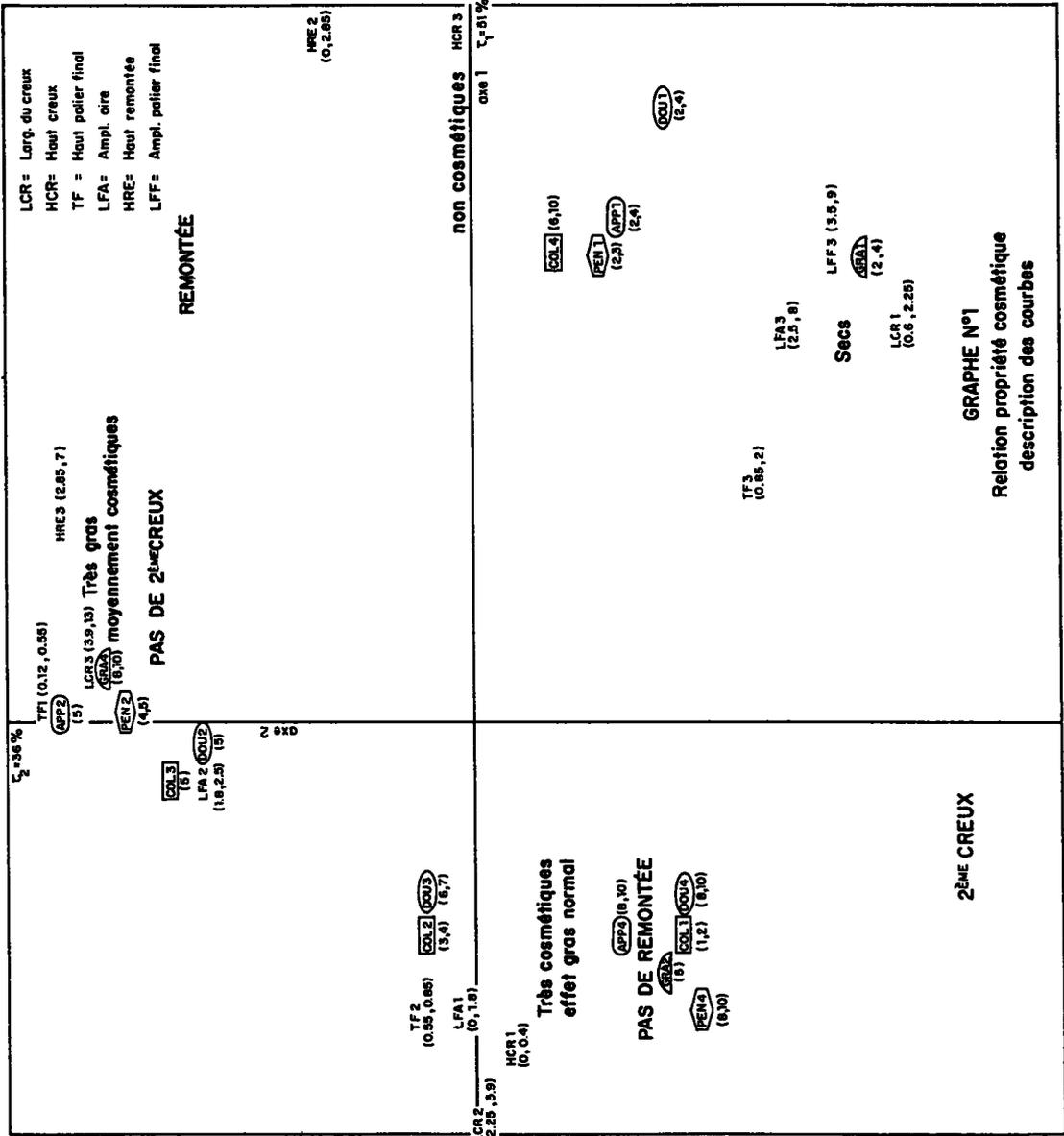
En somme l'axe 1 est un axe de qualité des produits.

5.1.2 L'axe 2

Du côté positif de l'axe 2, on a le profil cosmétique suivant :

Très gras (GRA4) ; et niveau moyen des autres propriétés à quoi s'associent pour les courbes :

- absence de 2-ème creux (2CR0)
- Δt du 1-er creux grand : LCR3, de 3,9 à 13.



- faible hauteur du palier final : TF1 de 0,12 à 0,55.
- remontée importante après application de la crème HRE3.

Du côté négatif de l'axe 2, on a : sec (GRA1) ; associé à :

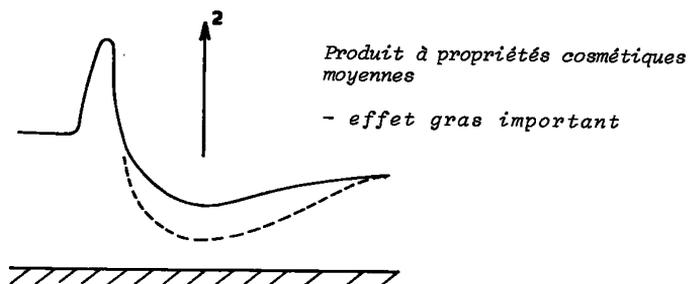
- présence d'un deuxième creux 2CRI
- Δt du premier creux faible : LCRI : de 0,6 à 2,25.

L'axe 2 semble être l'axe de l'effet Gras du produit. Toutefois, pour plus de clarté dans l'interprétation, il faut considérer le plan 1×2 dans son ensemble avec les différents groupements de points qu'on y observe ; ce que nous ferons en introduisant les éléments supplémentaires caractérisant les essais individuels.

5.1.3 Conclusion

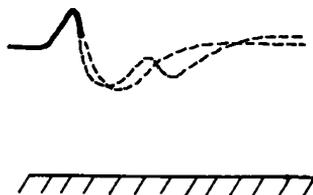
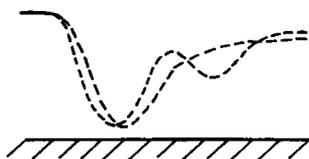
On constate, comme signalé précédemment dans l'étude de corrélation, un comportement identique des critères Application, Pénétration, Douceur et Collant ; seul l'effet Gras est bien distinct des autres propriétés cosmétiques.

Nous avons essayé de représenter par des courbes les associations de modalités présentes dans les différentes régions du plan. Afin que cette présentation soit parfaitement réaliste, nous avons choisi des courbes réelles, d'après la place que l'analyse a assignée (cf. *infra* §5.2.2).



Produit avec : application facile, bonne pénétration, doux non collant
- effet gras dit normal
- effet gras dit sec

Produit avec : application difficile, mauvaise pénétration, collant, râche
- effet gras dit normal
- effet gras dit sec



5.2 Représentation des essais individuels : Ainsi qu'on l'a dit au § 4.2, chaque essai peut être adjoint au tableau JC x JA soit comme une colonne supplémentaire (si on le décrit par les modalités de la courbe obtenue) soit comme une ligne supplémentaire (si on considère l'ensemble des appréciations cosmétiques recueillies).

5.2.1 Les profils cosmétiques : On trouve sur le graphique n° 2 un point pour représenter les appréciations afférentes à chaque essai. Chaque essai associe, on le sait, un produit et un testeur. C'est du point de vue des produits que nous considérerons ces points : c'est-à-dire que nous commenterons successivement les sous-nuages de points relatifs à un produit donné appliqué aux différents testeurs.

On rappelle que les essais comportaient des couples de produits identiques (C = D ; I = F) présentés aux mêmes sujets pour juger de la reproductibilité de leurs appréciations. De plus, par convention, pour unifier les appréciations des testeurs, on avait convenu au préalable d'un certain profil de notes pour les 3 produits C, F et J.

C = D : Lait corporel

On constate que les Points C et D sont très proches les uns des autres, donc très corrélés; par conséquent, ces deux produits ont bien été jugés identiques. Ils ont de fortes abscisses négatives sur les deux axes et possèdent par conséquent de bonnes qualités cosmétiques (proximité APP4, DOU4, PEN4, COL1) et un effet gras normal (GRA2).

Remarque : Seule l'appréciation de l'individu N se distingue du groupe. Si l'on examine les appréciations du dermatologue et de l'esthéticienne, on constate que ce testeur est le seul dont la peau du bras a été jugée très sèche par ces deux personnes.

I = F : Crème de jour, soins

On a également une très bonne corrélation entre les jugements de ces deux produits. Tous les points ont une forte abscisse sur l'axe 2 et une abscisse nulle sur l'axe 1, ce sont par conséquent des produits avec un effet gras important (GRA4) et moyens au niveau des autres propriétés cosmétiques (APP2, PEN2, COL3, DOU2)

K : Crème de base et G : Lait corporel

Ces deux produits sont très voisins ; ce sont des produits ayant d'assez bonnes propriétés cosmétiques, toutefois, en moyenne, leurs abscisses sur les axes 1 et 2 sont moins négatives que pour (C = D) ils sont par conséquent moins cosmétiques.

E : Crème de jour-soins

Les points relatifs à cette crème sont relativement dispersés sur l'axe 1 et sur l'axe 2 mais presque toujours positifs sur ce dernier. Ce produit est moyennement cosmétique et assez gras. Les jugements individuels sont dispersés mais en moyenne, ce produit ressemble un peu à (I = F).

B : Lait démaquillant

On observe deux nuages de points B : un premier voisin des produits (K), (G), (C = D), et un second (BF, BN, et BI) caractérisé par un effet cosmétique moyen; en effet l'individu F juge le produit B très gras, l'individu I trouve son application assez difficile, l'individu N le juge globalement moyen.

(A) (Crème de nuit-soins)

On distingue encore deux nuages également partagés :

- un premier nuage proche des produits (I = F) et E (moyen en cosmétique et gras).
- un deuxième nuage de points avec les abscisses très positives sur l'axe 1, donc des propriétés cosmétiques médiocres.

(J) (crème protectrice)

Le produit J est très distinct des autres produits. Son abscisse, la plus positive sur l'axe 1, permet de conclure que ce produit a les propriétés cosmétiques les plus mauvaises parmi ceux figurant dans cette étude. D'autre part, ce produit est très sec (abscisse très négative sur l'axe 2 qui est, rappelons-le, l'axe de l'effet gras).

5.2.2 Les descriptions des courbes : Dans le graphe n° 3, nous avons placé les 117 points représentant les courbes (adjointes au tableau JC * JA en colonnes supplémentaires). Ici encore on examinera ces points produit par produit.

(C = D) (Lait corporel)

On note une parfaite reproductibilité des courbes ; en effet, 20 points sur 24 sont situés dans la partie de graphique correspondant à une abscisse négative sur l'axe 1 et l'axe 2.

Les courbes de ce produit présentent donc :

- une hauteur de creux faible (HCR1)
- un Δt du creux moyen (LCR2)
- une hauteur du palier final moyenne
- un deuxième creux (2CR1)
- une amplitude moyenne de la courbe plutôt faible (LFA1)
- une remontée nulle après application de la crème (REMO)

(I = F) (Crème de jour-soins)

Les points sont relativement bien groupés, ils sont tous positifs sur l'axe 2 et le centre de gravité du nuage a une abscisse nulle sur l'axe 1.

Leurs courbes se caractérisent par :

- une hauteur du palier final faible (TF1)
- pas de deuxième creux (2CRO)
- un Δt du 1-er creux élevé (LCR3)
- une remontée importante après application de la crème
- une amplitude moyenne entre t_1 et t_2 (LFA2)

(K) (Crème de base) et (G) (Lait corporel).

Les courbes de ces deux produits sont très voisines. Ils ont en moyenne des coordonnées faiblement négatives sur les axes 1 et 2. Le tracé des courbes n'est pas aussi net que pour (C = D).

- 73% des courbes de G sont voisines de celles de (C = D).

- Pour K, il y a plus de dispersion: 50% seulement des courbes sont proches de (C = D). Rappelons que l'individu N avait jugé plus sévèrement cette crème que les autres testeurs (graphe n° 2), or, dans le graphe 3, le point KN est en dehors du groupe, donc le testeur et la machine sont parfaitement d'accord pour juger que cette crème ne convient pas. La crème K ne convient peut-être pas aux peaux sèches?

(E) (Crème de jour-soins)

Assez grande dispersion des points, toutefois en moyenne, cette crème se rapproche de (F = I). Trois courbes se distinguent (EN, EH, EP), elles présentent une hauteur de creux très grande (HCR3) et une remontée moyenne après application de la crème (HRE2). Cette crème ne convient toujours pas au testeur N.

(B) (Lait démaquillant)

Même remarque que pour E. Le testeur N se distingue encore ; très peu de crèmes semblent convenir à sa peau.

(A) (Crème de nuit-soins)

Là encore, ce produit a des courbes voisines de celles de (I = F), toutefois, 83% des points ont une abscisse positive sur l'axe 1 donc une hauteur de creux plus grande.

(J) (Crème protectrice)

Pour ce produit, les points sont bien groupés, ils ont tous des coordonnées fortement positives sur l'axe 1 et négatives sur l'axe 2.

Leurs courbes présentent :

- un deuxième creux (2CR1)
- un Δt faible pour le 1-er creux (LCR1)
- une amplitude très grande le long de la courbe
- une remontée moyenne après application de la crème
- une hauteur du 1-er creux importante (HCR3)

5.2.3 Synthèse : Nous avons rassemblé tous ces résultats dans le graphe n° 4. Nous avons fait figurer :

- les jugements cosmétiques
- les paramètres déterminant les caractéristiques de la courbe de la MINI-MASSEUSE.
- les nuages relatifs aux différents produits (estimés d'après la plus forte densité de points).

6 Conclusion et perspectives

En donnant le pas au qualitatif sur le quantitatif dans la description des courbes, nous avons obtenu pour celles-ci une répartition cohérente. Toutefois, cette représentation n'a été construite qu'en conservant les appréciations cosmétiques dont il nous semblait imprudent de nous affranchir dans une première étape. Il nous paraît maintenant opportun d'analyser un tableau I x JC de descriptions de courbes pris comme tableau principal (cf. § 4.2) et cela en introduisant un plus grand nombre de courbes, notamment celles provenant des testeurs dont les appréciations ne sont pas reproductibles. Pour dépouiller une analyse aussi vaste (mettant en jeu des centaines de courbes), la classification automatique pourra nous être utile.

En interprétant la présente analyse, nous avons fait porter toute notre attention sur ces produits : en considérant notamment les sous-nuages afférents aux essais de chaque produit (et pour lesquels il conviendra ultérieurement d'introduire un centre de gravité). Cependant, aussi bien la réponse verbale (appréciation) que la réponse physique (courbe) sont fonction de deux variables de base : le produit et la peau sur laquelle on applique celui-ci. La présente analyse a certes révélé un testeur particulier, à la peau très sèche, "N" mais on n'a pas été plus loin dans l'étude des différences entre testeurs. Dans l'avenir, on pourrait aussi considérer les courbes obtenues avec la mini-masseuse comme un moyen objectif de caractériser les peaux. On étudierait e.g. la réponse d'une même peau à trois produits typiques représentatifs d'un champ de formules à explorer (*de ce point de vue, on peut remarquer que l'introduction d'une crème protectrice dans la présente étude n'était peut être pas opportune*) en soumettant éventuellement la peau à un traitement préalable ; voire une agression bénigne telle que friction à l'alcool, etc. (Ici l'importance de mesures telles que hauteur moyenne du palier initial - notée (a) sur la figure du § 1.2 - ou rapport des hauteurs finales aux initiales sous différents appuis, fourniraient sans doute les caractéristiques les plus pertinentes). En effet, les formules cosmétiques doivent s'adapter à la fois aux types de peau et aux types de correction que l'on désire obtenir.

Somme toute, un champ de recherches s'ouvre à nous ; bien des expériences sont à réaliser et les seules données déjà disponibles nous paraissent offrir encore matière à de fructueuses analyses.

Ce travail a été réalisé dans le Laboratoire de Métrologie et Calcul de l'OREAL. Nous tenons à remercier M. Kalopissis, Vice-Président en charge de la Recherche qui nous a permis sa publication, ainsi que M. Jacquet, Directeur Général Adjoint des Laboratoires de Recherche.

Nous adressons également nos remerciements à M. Le Professeur J.P. Benzécri qui nous a beaucoup aidé au cours de cette étude.