

A. LE BRUN

S. CARREIRO

D. BAUER

J. P. BENZÉCRI

**La sécheresse de la peau chez l'homme
: analyse d'un ensemble de mesures
physiques et biochimiques**

Les cahiers de l'analyse des données, tome 11, n° 2 (1986),
p. 201-228

<http://www.numdam.org/item?id=CAD_1986__11_2_201_0>

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1986, 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 SÈCHERESSE DE LA PEAU CHEZ L'HOMME : ANALYSE D'UN ENSEMBLE DE MESURES PHYSIQUES ET BIOCHIMIQUES

[PEAU SECHE]

par A. Le Brun*, S. Carreiro**, D. Bauer***, J.P. Benzécri****

1 Données et méthodes

1.1 Origine des données

Beaucoup de produits cosmétiques sont conçus pour traiter les peaux sèches. On ne s'étonnera donc pas de voir l'équipe de Biophysique des Laboratoires de l'Oréal à Aulnay recueillir et analyser des données physiques et biochimiques propres à caractériser la sécheresse de la peau.

Les données, ont été recueillies dans le cadre d'une collaboration entre le Département de Biophysique de L'OREAL dirigé par M. J.L. LEVEQUE (‡) et le laboratoire du Professeur A.M. KLIGMAN (+) à Philadelphie, ceci pendant l'hiver ; saison où le froid vif et sec met à rude épreuve les peaux sèches ou fragiles. Il s'agit d'une part, d'un ensemble de mesures caractérisant l'état cutané des jambes droites et gauches de quelque cinquante femmes adultes ayant la peau sèche ; ces femmes étant choisies au hasard parmi un grand nombre de personnes accessibles ; en s'efforçant toutefois d'avoir des groupes de 10 individus dans chaque intervalle de 10 ans d'âge, d'autre part, de données analogues relatives au visage, mais concernant cette fois trois groupes équilibrés de femmes, désignées par un spécialiste pour avoir respectivement la peau normale, sèche ou très sèche. Les jambes ont été choisies, comme étant la zone la plus sèche ; et le visage, parce qu'il est exposé aux intempéries.

Outre les femmes adultes, on a étudié quelques enfants des deux sexes et des hommes adultes : mais nous ne dirons rien des analyses comportant ces deux dernières classes de sujets ; dont l'état cutané est apparu nettement différent en moyenne de celui des femmes adultes ; lesquelles font l'objet des principales recherches cosmétologiques.

(*) M^{elle} Le Brun a soutenu sur ce sujet une thèse de 3-ème cycle en biologie et physiologie animales (Université de Bordeaux I).

(**) Responsable du service statistique des Laboratoires de l'OREAL.

(***) Directeur du Département Métrologie et Calcul. Centre de Recherche Fondamentale de la Société l'OREAL.

(****) Professeur de statistique. Université Pierre et Marie Curie.
Ont de plus participé à cette étude :

J.L. Lévêque. Directeur du Département de Biophysique. Centre de Recherche Fondamentale de la Société L'OREAL.

A.M. Kligman Professeur de Dermatologie à l'Université de Pennsylvanie, Philadelphie.

1.2 Mesures effectuées

Sans entrer dans les spécifications techniques, nous énumérerons les mesures effectuées, en nous arrêtant plus longuement sur celles retenues pour une analyse relative aux jambes, présentée en détail au paragraphe 2.

i.2.0 Notes d'appréciation globale de la sécheresse de la peau

Deux spécialistes, T et AM, ont examiné le stratum corneum (ou couche cornée superficielle de l'épiderme) en différents points du front, des joues ou des jambes, soit à droite soit à gauche ; en cherchant à l'oeil nu ou à la loupe des stigmates de sécheresse (taches blanches) pour formuler une note clinique globale.

1.2.1 Relief des répliques et dénombrement des pores

A l'aide d'un quantimet, rides et pores sont étudiés quant à leur disposition, leur densité, leur profondeur sur un moulage ou réplique du relief cutané observé.

1.2.2 Cornéocytes

En agitant avec une mini-turbine un fluide à la surface de la peau, on recueille les cornéocytes destinés à une desquamation prochaine ; ces cellules sont fixées, comptées et analysées au quantimet.

1.2.3 Desquamation forcée

Sur les jambes, les squames sont arrachés avec un papier adhésif et observés en infra-rouge, leur quantité est évaluée par pesée. Sur le visage, avec un adhésif plus doux, on se borne à mesurer optiquement le pouvoir couvrant des squames.

1.2.4 Sécrétion sébacée

Une heure avant la mesure, on nettoie à l'alcool la zone étudiée. Le sébum sécrété est recueilli en quatre prélèvements successifs, de 1/4 d'heure en 1/4 d'heure, sur un verre dépoli ; la quantité du sébum étant estimée par son effet sur les propriétés optiques de transmission du verre.

1.2.5 Evaporimétrie

On mesure la perte d'eau par diffusion transpidermique ou perspiration.

1.2.6 Impédance aux courants de haute fréquence

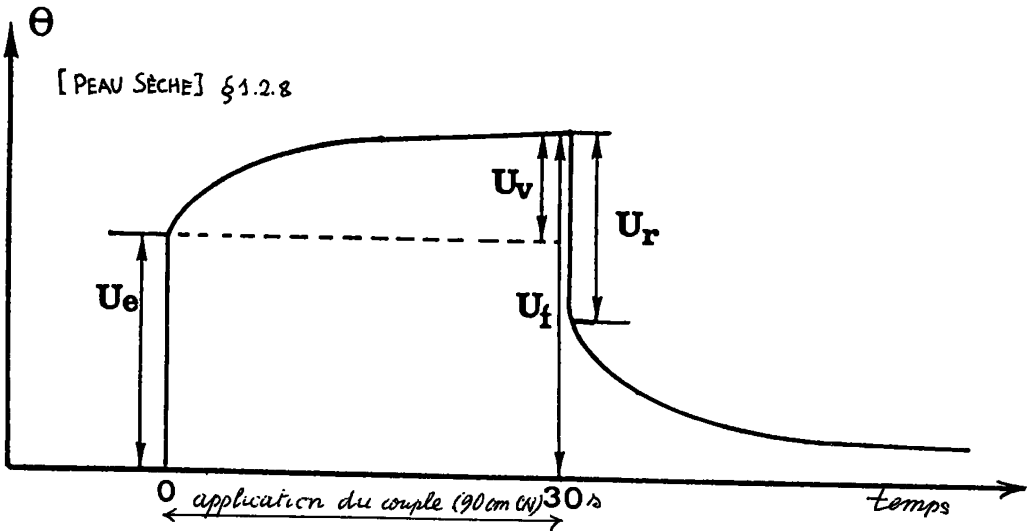
Cette caractéristique électrique de la peau est mesurée à 27 MHzertz (Dermodiag) et à 3,5 MHzertz (Tagami). (La peau sèche a une forte impédance).

1.2.7 Circulation sanguine

La variation de fréquence du rayonnement laser diffracté par par le flux sanguin mobile (effet Doppler-Fizeau) permet d'appréhender la vitesse de circulation sanguine.

1.2.8 Elasticité et déformabilité de la peau

Décrivons l'appareil utilisé, la courbe recueillie, les paramètres calculés sur celle-ci.



On colle sur la peau un petit tube cylindrique perpendiculaire à celle-ci. En exerçant un couple de torsion sur ce cylindre, on provoque la rotation de ce dernier en déformant la surface de la peau. Il va sans dire que le couple est très faible (10-3 Nm) ; et la rotation limitée par une butée à 30°...

En appliquant le couple de torsion, on a d'abord une rotation quasi-instantanée, ou réponse élastique soit U_e , puis par fluage, la rotation s'accroît lentement, jusqu'à une valeur finale U_f , (la variation ou réponse visqueuse $U_f - U_e$ est notée U_v).

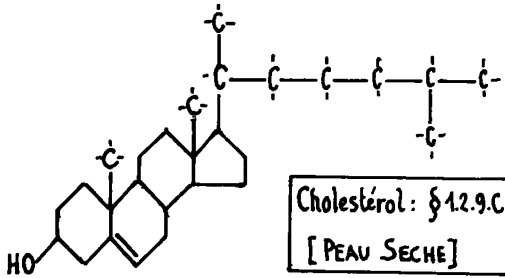
En supprimant la torsion, on a un retour partiel quasi-instantané U_r enfin la rotation restante ($U_f - U_r$) pour revenir à l'orientation initiale, s'effectue asymptotiquement en un temps non mesuré. Tous les paramètres désirés sont saisis par un microprocesseur qui commande aussi l'application du couple.

1.2.9 Lipides du stratum corneum de l'épiderme

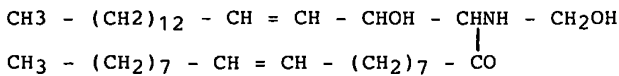
En agitant au contact de la peau, avec une turbine (cf. paragraphe 1.2.2) un mélange d'héxane et de méthanol (3:2), on recueille une solution des lipides de l'épiderme. Après concentration et évaporation à sec, ces lipides sont redilués dans un mélange de chloroforme et de méthanol, puis par chromatographie sur couche mince, en recourant à des bains successifs, on sépare les cinq fractions suivantes (dont le poids est déterminé par comparaison avec des solutions étalon).

- a) acides gras : R - COOH (où R est une chaîne carbonée saturée ou non).
- b) triglycéride : où la glycérine est estérifiée par trois acides gras R1 - COOH, R2 -COOH, R3 -COOH (distincts ou non) :

$$CH_2O (CO-R1) - CHO (CO-R2) - CH_2O (CO-R3)$$
- c) cholestérol : molécule à plusieurs cycles carbonés porteuse d'un groupement OH estérifiable.



- d) esters de stérol : ou cholestérol estérifié par un acide gras
- e) céramides : ou sphingosine amidifiée par un acide gras supérieur.



1.3 Méthodes d'analyse multidimensionnelle

On ne peut ici faire un exposé même succinct de l'analyse multidimensionnelle, d'ailleurs bien connue des lecteurs de cette revue. On se bornera à rappeler l'enchaînement des traitements statistiques, en insistant sur des codages introduits assez récemment (paragraphe 1.3.2 et 1.3.3) ou sur des méthodes, qui malgré leur efficacité éprouvée, ne sont pas encore d'un usage général (paragraphe 1.3.4).

1.3.1 Codage disjonctif complet et tableau de Burt

Sous sa forme la plus générale, la donnée d'une étude statistique revêt souvent la forme d'un tableau $I \times V$, où I est un ensemble d'individus et V un ensemble de variables ; avec à l'intersection de la ligne i et de la colonne v , la valeur de la variable v pour l'individu i .

Il est toutefois inexact de caractériser l'analyse des données comme "un ensemble de techniques pour découvrir la structure d'un tableau de données à plusieurs dimensions..." ; car d'une part les méthodes de traitement d'un tableau de nombres relèvent de la géométrie et sont bien connues ; d'autre part le problème méthodologique propre à l'analyse des données est plutôt de concevoir le tableau qui par sa structure exprime les relations dont s'enquiert celui qui a recueilli les données.

Dans le cas présent, l'hétérogénéité des variables incite à les recoder sous un format unique, le plus simple étant le format disjonctif complet, qui à chaque variable v associe un ensemble fini J_v de modalités soit par exemple le nombre de rides NRI relevé sur la réplique (cf. paragraphe 1.2.1) d'une surface fixée à la peau :

modalité :	NRI1(20)	NRI2(14)	NRI3(15)
N. de Rides :	2	12	17
	25		

Dans la présente étude ce nombre varie de 2 à 25. On distingue trois modalités dans chacune desquelles rentre à peu près le même nombre d'individus ; avec, e.g., 14 individus rentrant dans la modalité NRI2, le nombre de rides étant supérieur à 12 et inférieur ou égal à 17.

A partir du tableau $I \times V$ des mesures brutes, on construit le tableau $I \times J$ en $(0,1)$; où J , ensemble des colonnes, comprend pour chaque variable originelle v un bloc J_v (avec une colonne par modalité) :

- soit pour le nombre de rides : trois colonnes, ce qu'on note : $J = (J_v/v_v)$. Et l'individu i a 1 dans la colonne j s'il possède cette modalité ; et zéro sinon. Par exemple si $k(i, NRI) = 15$ (on a compté 15 rides sur la réplique de i), on aura : $k(i, NRI1) = 0$; $k(i, NRI2) = 1$; $k(i, NRI3) = 0$.

Le tableau $I \times J$ en $(0,1)$ peut être analysé tel quel ; mais il est préférable de construire à partir de celui-ci le tableau de Burt, ou tableau des coordinances $J \times J$, avec : $k(j,j') =$ nombre des individus i rentrant à la fois dans la modalité j et dans la modalité j' ; le tableau $J \times J$ étant analysé avec $I \times J$ en lignes supplémentaires.

Il importe ici de noter que la ligne J du tableau de Burt n'est autre que le cumul des lignes du tableau $I \times J$ en $(0,1)$ afférentes aux individus i rentrant dans la modalité j ; point de vue qui suggère les contractions de tableau effectuées dans la suite (cf. paragraphes 1.3.3 et 1.3.4).

Il ne faut cependant pas oublier que tout comme les variables v , de multiples fonctions et combinaisons de celles-ci pourraient être découpées en classes.

À côté du poids des diverses fractions lipidiques, on peut considérer les % du total afférent à chaque fraction (cf. paragraphe 1.2.9). Il semble naturel de retenir des mesures d'élasticité de la peau, des angles (U_e, U_v, U_f, U_r) ; (cf. paragraphe 1.2.2). Cependant, le quotient U_r/U_e (rapport du retour instantané après suppression du couple, à la rotation instantanée lors de l'appl. du couple), peu lié aux autres variables révèle la différence la plus nette entre jambe droite et jambe gauche !

De plus, l'ensemble des variables est d'ordinaire redondant et inégal selon les secteurs explorés ; ce qui revient à accorder à ces sections (chimie, élasticité...) des pondérations implicites dont les résultats ne sont pas indépendants, ordinairement voisins de 0,4 pour la jambe et 0,1 pour le visage, mais pouvant approcher de 1.

Enfin, l'ensemble I des individus lui-même n'est pas hors conteste. Ici, l'individu peut être la personne examinée : avec pour ensemble des variables tout ou partie de ce qu'on a relevé sur elle, ou ce peut être une aire de la peau : par exemple la portion examinée de telle jambe : (cf. paragraphe 2) : nous dirons en bref, alors, que l'individu est une jambe.

Et de ce point de vue on découvre entre droite et gauche des dissemblances qu'on voit mal sur un tableau dont chaque ligne est un individu décrit par ses deux jambes.

1.3.2 Codage flou

Découper une variable en trois modalités (cf. paragraphe 1.3.1 :NRI) n'est pas assez précis, si l'intervalle afférent à une modalité est trop long. Mais en multipliant les modalités, on diminue le nombre des individus rentrant dans chacune de celles-ci. Et si l'on descend au-dessous d'une dizaine d'individus, on ne connaît plus la place de cette modalité relativement à l'ensemble des variables : car cette place, matérialisée ici par une ligne du tableau de Burt, est au fond une entité statistique dont la connaissance est en but à des fluctuations d'échantillonnage.

De plus multiplier les modalités alourdit les calculs, encombre les graphiques. Enfin on regrettera que deux individus situés de part et d'autres de la frontière entre deux modalités soient codés de façon tout à fait différente, alors que les valeurs de la variable diffèrent peu.

Certes ces critiques du codage en trois ou quatre classes valent surtout pour une variable isolée : de l'ensemble de la description d'un individu se dégage malgré les imprécisions ponctuelles une image fidèle. Mais, particulièrement quand le nombre des individus est faible, on peut gagner à décrire un individu non par une suite de 0 et de 1, mais des nombres variant continûment, (codage flou proprement dit ou par degrés).

Pour le codage flou, en général, nous renvoyons à J.Gallego, C.A.D Vol VII n° 4 pages 413-430 ; 1982. Dans la présente étude, on a seulement utilisé le recodage par degrés en trois modalités d'une variable découpée en cinq classes (procédé utilisé pour la première fois pas S. CHAIEB, C.A.D Vol IX n° 1 pp 43-57 ; 1984 ; et qui permet, en général, de recoder (2n-1) modalités suivant n). Le tableau suivant explique ce codage.

Codage disjonctif par découpage en 5 classes consécutives :

	V1	V2	V3	V4	V5
VR1	2	1			
VR2		1	2	1	
VR3				1	2

recodage par degrés suivant 3 modalités.

[PEAU SECHE]
§ 1.3.2

On y lit qu'un individu i rentrant dans la modalité V1 du découpage initial est recodé suivant :

$k(i, VR1) = 2$; $k(i, VR2) = 0$; $k(i, VR3) = 0$ de même $k(i, V2) = 1$ implique : $k(i, VR1) = k(i, VR2) = 1$; $k(i, VR3) = 0$; etc. On notera que la somme $k(i, VR1) + k(i, VR2) + k(i, VR3)$ est la même pour tout individu : ici cette somme est 2 ; on pourrait en divisant par 2 avoir 1, avec des degrés de 1/2. L'analyse des correspondances traitant des profils, cela importe peu.

1.3.3 Evolution temporelle et fenêtre glissante

Il importe de dégager la relation entre l'âge et l'état de la peau. Certes nos données recueillies en une seule saison sur un ensemble de sujets d'âges divers, ne concernent pas directement l'évolution de l'état de la peau en fonction de l'âge : cette évolution ne peut être observée qu'en suivant les mêmes sujets sur une longue période.

Car on ne peut affirmer que ceux qui ont aujourd'hui 60 ans étaient en moyenne il y a 40 ans dans l'état de ceux qui ont aujourd'hui 20 ans ; ni que ceux-ci dans 40 ans parviendront où en sont ceux-là. Les habitudes d'hygiène (chauffage, alimentation, sport,...) changent trop vite pour que jeunesse et vieillissement subsistent identiques à eux-mêmes en affectant les générations successives.

De plus, nos échantillons sont recrutés suivant des catégories de "peau sèche" ou "peau normale" : et il n'est pas sûr que tout au long de son existence une personne donnée reste dans la même catégorie. Mais sans perdre de vue ces objections, il vaut la peine de comparer nos sujets entre eux par tranches d'âge.

Supposons, pour fixer les notations, qu'il y ait 50 sujets, tous d'âges différents numérotés de i_1 à i_{50} dans l'ordre croissant des âges. Les sujets sont répartis en cinq classes, ou tranches d'âge, de AG_1 à AG_5 : AG_1 de i_1 à i_{10} ; AG_2 de i_{11} à i_{20} ; etc.

Notant $AGE = (AG_1, \dots, AG_5)$, on construit un tableau $AGE \times J$, dont chaque ligne AG est le cumul des lignes décrivant les individus i rentrant dans la tranche AG_n . En vérité, le tableau $(AGE \times J)$ n'est qu'un rectangle du tableau de Burt $(AGE \cup J) \times (AGE \cup J)$ qu'on peut construire en prenant l'âge parmi les variables descriptives des individus (cf. paragraphe 1.3.1).

L'analyse de ce tableau de correspondance montrera au mieux la gradation des caractères de la peau de tranche d'âge en tranche d'âge ; en y adjoignant $I \times J$ en supplémentaire ; on verra non seulement le point moyen AG_n , représentant une tranche, mais aussi autour de celui-ci, plus ou moins dispersés, les individus rentrant dans cette tranche.

Cependant, on peut souhaiter jalonner par plus de cinq points la ligne des âges. Ici, comme au paragraphe 1.3.2, les principes de l'échantillonnage interdisent de considérer des tranches étroites comportant, e.g., moins de 10 sujets. Mais on peut considérer des tranches successives empiétant sur "une fenêtre glissante" par exemple, en glissant de 5 en 5, 9 tranches successives :

(i_1, \dots, i_{10}) ; (i_6, \dots, i_{15}) ; (i_{11}, \dots, i_{20}) ; ;
 (i_{35}, \dots, i_{45}) ; (i_{41}, \dots, i_{50}) .

Cette technique a été utilisée pour la première fois par Ch. AUBACHE, non pour la variable temps, mais pour la variable prix (cf. (BIEN DURABLE) in C.A.D Vol x n° 4 ; 1985).

Une difficulté se rencontre ici : il se peut que plusieurs individus aient le même âge ; ou des âges si voisins (étant nés la même année) qu'il ne soit pas significatif de décider de leur incorporation à une tranche, d'après leur rang précis.

En ce cas on fera usage de pondérations. Supposons (e.g.) que 7 individus aient le même âge (ou presque) et que selon les dimensions choisies pour les tranches, les 4 premiers d'entre eux doivent rentrer dans une classe AG_n : on mettra alors dans cette classe les 7 individus, mais affectés chacun du poids $(4/7)$ (autrement dit dans le cumul des lignes, celles afférentes à ces individus seront ajoutées après multiplication par $4/7$).

1.3.4 Discrimination barycentrique et analyse discriminante

Pour l'analyse des correspondances, la plupart des problèmes statistiques usuels, se ramènent au même format : un sous-tableau rectangulaire d'un tableau de BURT ; ou ce qui revient au même, un tableau dont les lignes sont construites par cumul d'individus suivant des classes.

Le praticien doit apprendre à reconnaître cette unité de format, sous des discours divers.

Discriminer entre les classes c d'une partition C de l'ensemble I des individus, c'est en bref caractériser les individus de chaque classe c relativement à ceux des autres classes ; et de telle sorte que cette caractérisation vaille non seulement pour les i de I , mais pour d'autres qui pourront être observés par la note et décrits suivant le même ensemble J de modalités de variable.

A cette fin, on construit un tableau $C \times J$ dont chaque ligne, C est le cumul des lignes afférentes aux individus i rentrant dans la classe c .

Le tableau $I \times J$ étant adjoint à $C \times J$ en supplémentaire, les i de c sont figurés par les points d'un sous-nuage dont le centre est le point figurant c . La discrimination est réussie si ces nuages n'empiètent pas entre eux (ou empiètent peu) ; et si d'autres individus is d'un ensemble IS étudié après I (ou réservé pour épreuve, de l'ensemble des données initialement disponibles) s'incorporent chacun au sous-nuage de sa classe.

Le tableau est particulièrement clair si l'ensemble C ne compte que 2 ou 3 classes. Avec deux classes ($\text{card } C = 2$), l'analyse factorielle du tableau $C \times J$ fournit un seul axe factoriel ; sur lequel se projette, de part et d'autre de l'origine, les deux centres : C et C' . La qualité de la discrimination se juge par la distribution sur cet axe des individus des deux classes.

Cette distribution est opportunément figurée par un double histogramme construit sur l'axe : par exemple : au-dessus de l'axe, l'histogramme des individus de la classe c ; au-dessous de l'axe, celui des individus de c' .

La séparation ou l'empiètement des deux classes se voit clairement. Au paragraphe 2 cette méthode sert à apprécier dans quelle mesure l'état cutané des jambes droites se distingue de celui des jambes gauches.

On se souviendra que l'analyse factorielle d'un tableau à deux lignes peut se faire sans diagonalisation de matrice, par simple application du principe barycentrique (cf. e.g. BENZECRI PRA2 (DISCR.BARY) pp. 102-104) : d'où le terme de "discrimination barycentrique".

Avec 3 classes, $C = (c, c', c'')$, on a une représentation plane parfaite de $N(C)$; et l'empiètement des sous-nuages afférents à c, c', c'' s'apprécie dans ce plan. C'est ce qu'on verra au paragraphe 3.3 à propos de la discrimination des trois types de visage, à peau normale, sèche, ou très sèche.

N.B. Si la discrimination obtenue est médiocre, on peut douter qu'elle ne résulte de fluctuations aléatoires. La discrimination partielle obtenue sur I peut être confirmée, d'après un échantillon d'épreuve IS. On peut aussi reprendre l'analyse en partageant I en 2 (ou 3) classes, par affectation aléatoire des individus à ces classes : et voir quelle est la qualité de la discrimination obtenue par cette partition aléatoire dépourvue de toute signification, et donc de tout lien réel avec l'ensemble J des modalités descriptives.

Quant à la valeur propre issue de l'analyse du tableau C x J pour une dichotomie aléatoire, un calcul approché fondé sur le théorème de la limite centrale donne (2/Card I) fois la trace de la correspondance I x J.

1.3.5 Classification ascendante hiérarchique

Nous nous bornerons à rappeler qu'une CAH construite sur I d'après un tableau I x J, s'interprète d'après ce tableau ; essentiellement en considérant le nuage des profils sur J obtenus pour chaque classe c en cumulant les lignes afférentes aux individus i compris dans c. Si card J est élevé, cette interprétation n'est lisible que si l'espace des profils sur J est rapporté à un système d'axes factoriels (obtenus par analyse soit de I x J ; soit d'un tableau K x J croisant avec J un ensemble K de classes constituant une partition de I (extraite de C) ; ou encore si on substitue à J l'ensemble Q des classes d'une partition de J ; les colonnes du tableau I x J étant cumulées par classes pour obtenir un tableau I x Q (cf. (INTERPRETE CAH) in C.A.D Vol x n° 3 ; 1985).

2 Analyse des états cutanés des jambes

Nous considérerons d'abord les données disponibles (paragraphe 2.1) et la diversité des analyses auxquelles celles-ci se prêtent (paragraphe 2.2) ; puis nous exposerons en détail les résultats d'une analyse où l'état cutané de chaque jambe observée (droite ou gauche) constitue un individu (paragraphe 2.2 et 2.4).

2.1 Données relatives aux jambes

Nous nous bornerons à inventorier les données disponibles, en introduisant quelques sigles pour les variables mesurées sur les deux jambes et renvoyant au paragraphe 1.2 pour des précisions chimiques ou biophysiques.

2.1.0 Notes d'appréciation globale de la sécheresse de la peau (cf § 1.2.0)

On a pour chaque sujet de l'échantillon observé, les notes attribuées par les deux experts T et AM relatives à sa jambe droite et à sa jambe gauche. Ces notes sont découpées en trois modalités ; de 1 (peu de taches de sécheresse, peau en bon état) à 3 (peau en mauvais état) avec des sigles comportant l'initiale des experts T, A soit :

(ST1, ST2, ST3) ; (SA1, SA2, SA3)

Pour distinguer entre les mesures relatives à une jambe droite ou gauche on écrit : STD1, STG1 ; etc.

2.1.1 Reliefs des répliques

De nombreuses données ont été relevées pour chaque sujet sans spécifier s'il s'agissait de la jambe droite ou gauche.

2.1.2 Cornéocytes

Comme en 2.1.1 les données latéralisées manquent.

2.1.3 Desquamation forcée

Non latéralisée.

2.1.4 Sécrétion sébacée

Absence de données.

2.1.5 Evapométrie

Donnée non latéralisée.

2.1.6 Impédance aux courants de haute fréquence

Non latéralisée.

2.1.7 Circulation sanguine

(Effet DOPPLER-FIZEAU sur le rayonnement du laser) : manque.

2.1.8 Elasticité et déformation de la peau

cf. § 1.2.8)

Pour chaque jambe on a 4 mesures et on calcule un rapport ; soit cinq variables latéralisées, toutes codées suivant trois modalités, numérotées de 1 à 3, (de faible à fort).

UED : réponse angulaire initiale instantanée (dite élastique : cf. Ue sur la figure du paragraphe 1.2.8).

UEd : indice, très corrélé à UED, calculé par le microprocesseur.

UVD : accroissement (dit visqueux : U =) de la rotation entre le début et la fin de l'application du couple.

URD : retour angulaire instantané (Ur), à la suppression du couple.

RE : quotient URD/UED.

2.1.9 Lipides du stratum corneum de l'épiderme (cf. § 1.2.9)

Pour chaque jambe, on a les mesures absolues en masses de cinq fractions dont voici les sigles :

(FFA = acides gras ; TG = triglycérides ; CHO = cholestérol ;
EST : esters de stérols ; CER = céramides) ;

La masse totale des cinq fractions est notée MT ; dans certaines analyses figurent les pourcentages des cinq fractions rapportées à MT, avec pour sigles (FF% ; TG% ; CH% ; ST% ; CE%).

Toutes les variables sont codées suivant trois modalités ; (e.g., pour la masse totale, (MT1, MT2, MT3)) numérotées de faible à fort. Si l'individu statistique (décrit par une ligne i du tableau analysé) est une personne, (et non l'état cutané d'une seule jambe!), on introduit dans les sigles des variables latéralisées l'une des deux lettres D ou G, pour spécifier la jambe sur laquelle la mesure a été faite (e.g. MTG1, MTD1, ...).

2.2 Diversité des analyses

Nous l'avons dit au paragraphe 1.3.1 : des méthodes éprouvées d'analyse des données existent ; la panoplie des armes utiles s'enrichissant lentement au fil des ans. Face à un ensemble de données tel que celui décrit au paragraphe 2.1, le statisticien se demande d'abord quel tableau construire et analyser.

Les plus expérimentés sont parfois contraints de tâtonner ; quant à nous, abordant un champ nouveau, nous avons, sans nous lasser multiplié les expériences. Bien que nous adressant à un public de statisticiens ayant en nature de cosmétologie une curiosité bienveillante, nous ne pouvons entrer dans les détails. Mais en présentant l'éventail des choix qui nous étaient offerts, nous espérons contribuer au progrès méthodologique car dans tous les domaines on est amené à faire des choix semblables.

2.2.1 Ensemble des individus

La plupart des sujets étudiés sont des femmes adultes (cf. paragraphe 1.1) ; pourtant on a fait quelques analyses comportant des enfants des deux sexes et des hommes adultes : ce qui permet de définir avec précision ce qu'est une peau jeune ou une peau masculine ; notes de comparaison utiles pour les états cutanés des femmes adultes.

2.2.2 Latéralisation

Certaines variables sont explicitement rapportées à l'une ou l'autre des jambes et données deux fois. Mais beaucoup sont données une seule fois sans spécifier le côté.

Il importe d'avertir les expérimentateurs que l'analyse des données multidimensionnelles, peut avantageusement servir les tableaux de nombres tels qu'ils ont été notés (ou plutôt aujourd'hui saisis sur support magnétique...) au laboratoire de mesure : la redondance des mesures permet d'utiles vérifications ; et parfois l'analyse minutieuse de ce qui semblait n'être qu'une répétition révèle des différences inattendues (ici entre jambes droite et gauche).

En l'état où les données nous sont parvenues, on pouvait soit créer une ligne par sujet humain ; avec toutes les variables figurant éventuellement deux fois si elles étaient latéralisées ; soit créer une ligne par jambe, mais en abandonnant les variables non latéralisées. La possibilité subsistant toutefois d'attribuer à la jambe droite et à la jambe gauche d'un sujet donné la même valeur pour des variables non latéralisées importantes : éventuellement mises en supplémentaire.

2.2.3 Variables quotients et pourcentages

Pour les lipides, les % des différentes fractions varient nettement de sujet à sujet ; (e.g; pour les céramides dont le pourcentage typique est peu inférieur à 50 %, des variations de + ou - 10 % sont communes) ; quant à la mesure totale, l'ordre de grandeur des variations de sujet à sujet est du simple au double...

L'analyse multidimensionnelle pouvant traiter de nombreuses modalités issues d'un même jeu de variables, il n'y a pas d'inconvénients à prendre dans une même analyse pour variables principales, à la fois des valeurs absolues et des % ou autres quotients découpés en classes.

2.2.4 Place du signalement des individus

Age, sexe, profession ou habitude de vie (sportif, sédentaire) sont certainement des conditions qui influent grandement sur l'état de la peau. Il ne semble pas souhaitable de mettre ces variables au même rang que les résultats des mesures biophysiques ou biochimiques ; mais on peut créer pour les variables du signalement des lignes obtenues par cumul des individus rentrant dans chacune de leurs modalités ; et considérer le tableau de ces lignes soit comme tableau supplémentaire soit comme tableau principal ; ainsi qu'on l'a expliqué pour l'âge au paragraphe 1.3.3.

2.3 Tableau des états cutanés de 88 jambes Modalités des variables

Le tableau analysé croise un ensemble I de 88 jambes (données relatives aux jambes droite et gauche de 44 femmes adultes) avec l'ensemble J des 39 modalités des 13 variables latéralisées (ST, SA, UED, UEd, UVD, URD, RE, FFA, TG, CHO, EST, CER, MT) ; variables énumérées au paragraphe 2.1. Nous présenterons d'abord les résultats de la CAH effectuée sur J ; d'une part, afin de rappeler encore une fois la liste des variables ; d'autre part, afin de faciliter au lecteur l'examen des graphiques issus de l'analyse factorielle, en y figurant les contours des classes.

2.3.1 Classification sur J d'après le tableau I x J

On sait que dans la CAH effectuée sur un ensemble de n éléments (ici $n = 39$) on construit par agrégation binaire $n - 1$ classes numérotées de $(n + 1)$ à $(2n - 1)$ (ici de 40 à 77). Le n° le plus élevé étant celui de la classe construite la dernière, qui n'est autre que l'ensemble tout entier ; placé au sommet de la hiérarchie. Ici on a extrait de la CAH deux partitions, l'une obtenue en coupant l'arbre au-dessous du noeud 76 (partition en 3 classes (74, 75, 73), renumérotées (I, II, III)) ; l'autre obtenue en coupant au-dessous du noeud 73 (partition en 6 classes (70, 68, 56, 66, 69, 72) renumérotées (1, 2, 3, 4, 5, 6)). Le choix de ces partitions est d'abord suggéré par l'histogramme (non publié) des niveaux successifs des noeuds ; il est ensuite confirmé par l'interprétation de la CAH et de l'analyse factorielle.

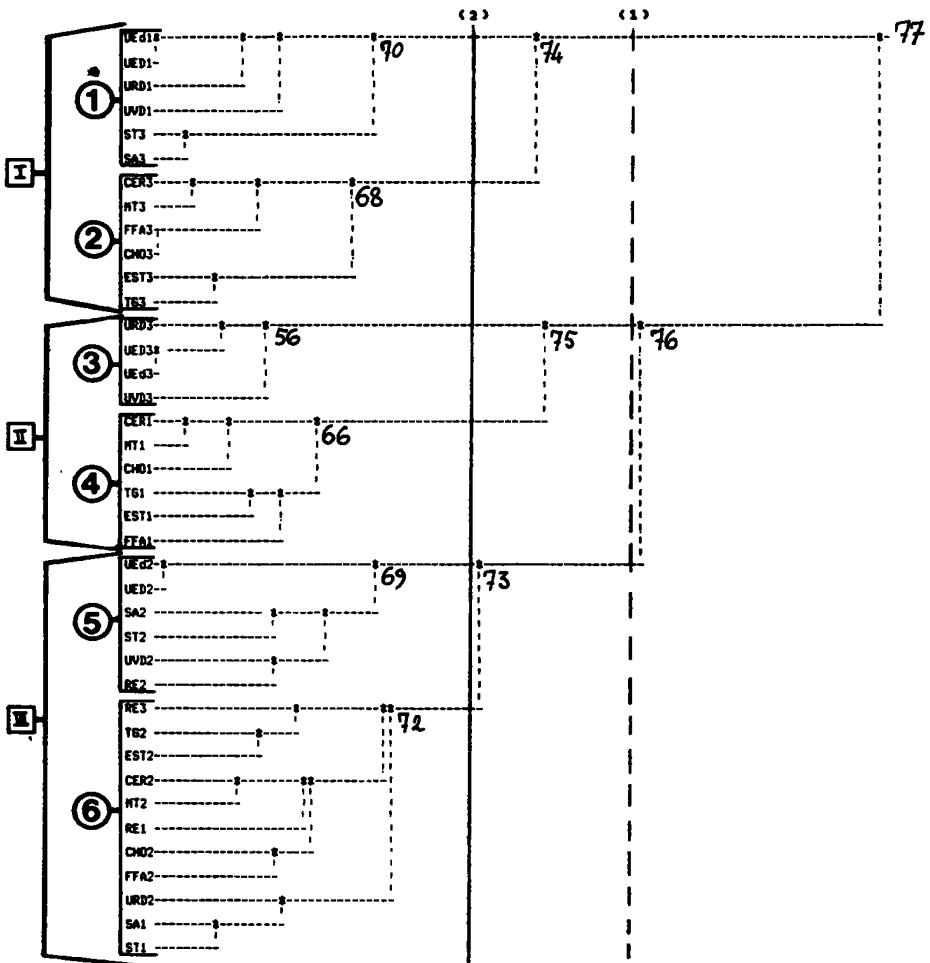
La classe I se subdivise en 1 et 2. La classe 1 comprend les 4 modalités (faibles valeurs) des variables angulaires mesurées à l'essai d'élasticité de la peau ; avec les deux modalités maxima (3) des atteintes de sécheresse maxima relevées par les experts. Cette association ne surprendra pas ; une faible déformabilité de la peau pouvant être l'effet de la sécheresse. A la classe 1 s'associe au sein de I une classe 2 qui comprend les modalités maxima (3) des 5 fractions lipidiques et du total MT de ces fractions : on conclura donc qu'une teneur en lipides élevée du stratum corneum (ou couche périphérique) de l'épiderme n'est pas une protection efficace contre les stigmates de la sécheresse mais va, au contraire, souvent de pair avec ceux-ci.

La classe II constitue à peu près l'antithèse de la classe I. A l'exception des notes de sécheresse données par les experts. On retrouve dans II des modalités de toutes les variables présentes dans I : mais les modalités sont inversées : si on a dans I la modalité 3 d'une variable (e.g. TG3), on a dans II la modalité 1 (TG1) ; et réciproquement.

La classe II se subdivise en 3 et 4 : contenant les modalités maxima (3) des classes des 4 variables de déformation angulaire, la classe 3 est l'antithèse de la classe 1 de I. Quant à 4, avec les modalités 1 des fractions des lipides et du total de ces fractions, elle est l'antithèse de la classe 2 de I.

Reste la classe III, qui contient d'une part les 13 modalités : 2 (moyenne) de toute les variables considérées ici ; d'autre part les modalités 1 (des notes de sécheresse) (ST1 et SA1 = minimum donc optimum) et les 3 modalités de la variable RE (quotient du retour angulaire instantané URD à la suppression du couple, par la réponse angulaire initiale instantanée UED à l'application du couple).

[PEAU SECHE] §2.3.1: CAH sur l'ensemble des modalités décrivant l'état cutané



Plus précisément la classe III se subdivise en 5 et 6. Dans 5 on a les modalités 2 des 4 variables de déformation angulaire (manque la modalité moyenne du retour instantané après suppression du couple), la modalité RE2 (du quotient retour/réponse initiale) et les modalités 2 des notes d'appréciation de la sécheresse. Dans 6 on trouve tout le reste ! notamment les modalités moyennes (2) des lipides ; les modalités extrêmes RE1 et RE3 du quotient d'angles ; les modalités 1 (optimum) des notes de sécheresse (SA1 et ST1).

Dans l'ensemble, cette classification suggère une vue simplifiée des données ; il y a 3 variables :

- sécheresse de la peau (appréciée de façon concordante par ST et SA),
- teneur en lipides (saisie par 5 variables de fractions FFA, TG, CHO, EST, CER et le total MT ; variables fortement liées entre-elles ; même si des analyses où figurent les %, révèlent que leur solidarité n'est pas absolue cf. paragraphe 2.5 conclusion),
- et déformabilité (exprimée par 4 réponses angulaires UED, UED, UVD, URD ; variables liées également ; même si le quotient RE exprime entre UED et URD des différences significatives ; cf. introduction 2.4.2).

On serait tenté de résumer d'après la classe I.

Mauvais état de la peau = (sécheresse marquée, faible déformabilité, forte teneur en lipides). Mais dans la classe II il manque à l'anti-thèse de cet état l'élément essentiel qui le qualifierait comme bon : la bonne note des experts (ST¹, SA¹...). Cette bonne note tombe avec des modalités moyennes.

L'analyse factorielle permet, croyons-nous, de retrouver le schéma simpliste et de le compléter par des nuances, afin de ménager cette progression nous considérerons le plan (1,3) avant le plan (1,2) !

2.3.2 Le plan {1, 3} issu de l'analyse factorielle du tableau I x J

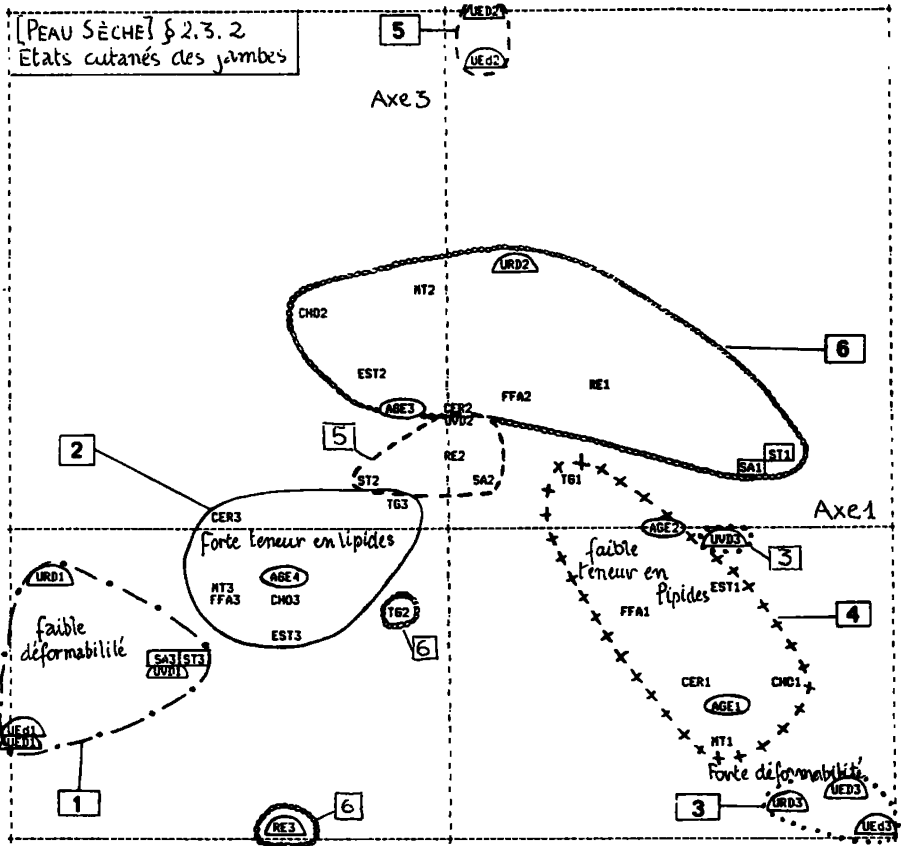
Ainsi qu'on l'a annoncé, ce plan offre un schéma simple qui confirme les suggestions de la CAH ; l'accord étant rendu clairement visible par des lignes qui sur la carte plane délimitent dans la mesure du possible, les contours des classes.

Dans son ensemble, le nuage N(J) des modalités descriptives de l'état cutané a la forme classique d'un croissant parabolique. A l'extrémité inférieure gauche de la figure, (débordant peu du quadrant $F1 < 0$; $F3 < 0$). On a la classe I du paragraphe 2.3.1 ; avec ses subdivisions 1 et 2 : c'est l'état cutané le moins bon qui est caractérisé par cet ensemble de modalités. La classe III (5 et 6) distribuée principalement au voisinage du demi-axe 3 positif correspond à un état moyen.

Enfin, dans le quadrant ($F1 > 0$, $F3 < 0$) on trouve la classe II (3 et 4) ; forte déformabilité, faible teneur en lipides ; classe à laquelle la proximité sur le plan permet de rattacher les modalités SA¹, ST¹ (de la sécheresse minima selon les experts) ; bien que la CAH ait placé ces modalités dans la classe III.

Les modalités de l'âge, projetées en supplémentaire, confirment l'interprétation du nuage des modalités descriptives : les modalités AGE¹ et AGE⁴, rangées dans leur ordre naturel suggèrent une ligne parabolique, allant du meilleur état cutané vers le moins bon : ce qui ne surprendra pas ; même si, comme on l'a souligné au paragraphe 1.3.3, la collecte des données en une seule saison sur des sujets choisis suivant certains critères, ne peut atteindre directement l'évolution de l'état cutané.

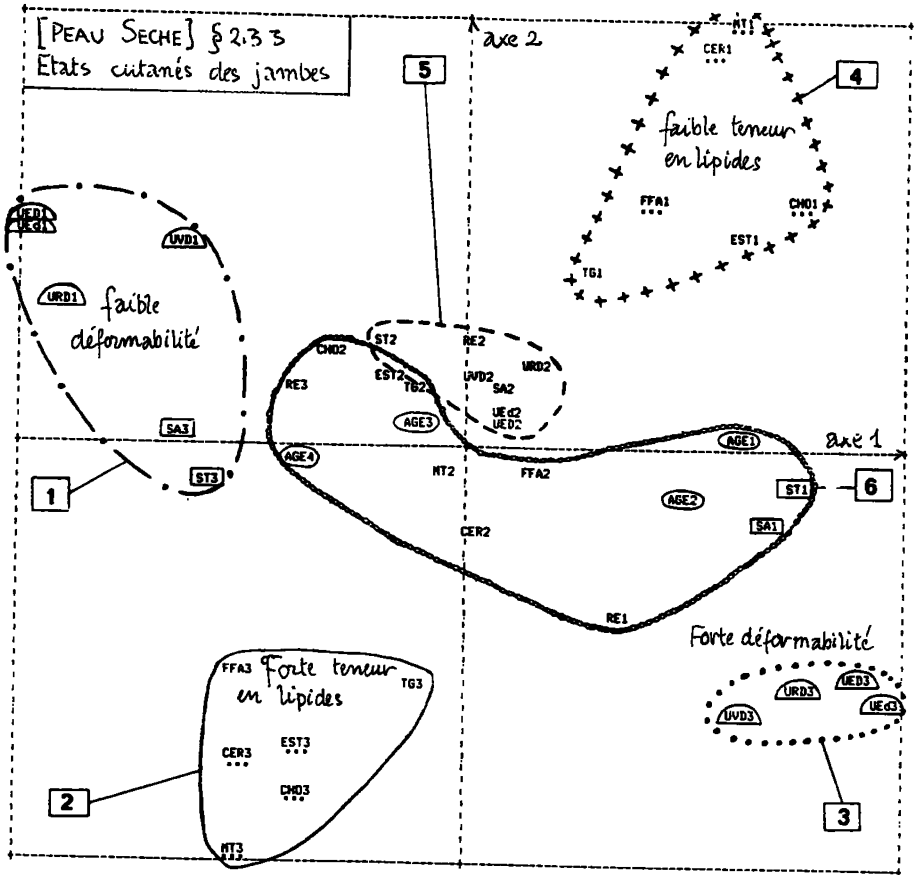
A ce tableau simpliste, (auquel manque toutefois la variable quotient RE) l'axe 2 ajoutera un indispensable relief.



2.3.3 Le plan (1, 2) issu de l'analyse du tableau I x J

Comme dans le plan (1,3) et plus parfaitement encore que dans celui-ci, on peut par des contours sinueux séparer les classes 1 à 6 retenues au paragraphe 2.3.1. Notons ici que les deux subdivisions 1 et 2 de la classe I sont nettement séparées, ainsi que les subdivisions 3 et 4 de la classe II.

Suivant la direction de l'axe 1 s'ordonnent les modalités des notes de sécheresse SA et ST, ainsi que celles de l'âge : du côté négatif ($F1 < 0$) forte atteinte de la peau pour la sécheresse et âge élevé ; du côté positif ($F1 > 0$) peau indemne et jeunesse. C'est sous forme à peu près rectiligne, la séquence déjà vue dans le plan (1,3) sur une ligne courbe.



Les modalités 2 des variables comprises dans les classes 5 et 6, sont groupées au voisinage de l'origine. Restent les modalités extrêmes des variables de teneur en lipides, et des angles de déformation (l'interprétation du quotient $RE = URD/UED$ étant différée au paragraphe 2.4.3).

Les modalités de faible déformation comprises dans la classe 1 et situées dans le quadrant ($F1 < 0 ; F2 > 0$), s'opposent aux modalités de forte déformation qui constituent la classe 3 située dans le quadrant ($F1 > 0 ; F2 < 0$). La classe 2 formée des modalités de forte teneur en lipides située dans le quadrant ($F1 < 0 ; F2 < 0$) s'oppose à la classe 4 des faibles teneurs en lipides (classe située dans le quadrant : $F1 > 0 ; F2 > 0$).

L'état cutané le moins bon, le plus marqué par la sécheresse (SA3 - ST3) est très proche de la faible déformabilité, mais il est à quelque distance des fortes teneurs en lipides, auxquelles il s'agrège toutefois au sein de la classe 1.

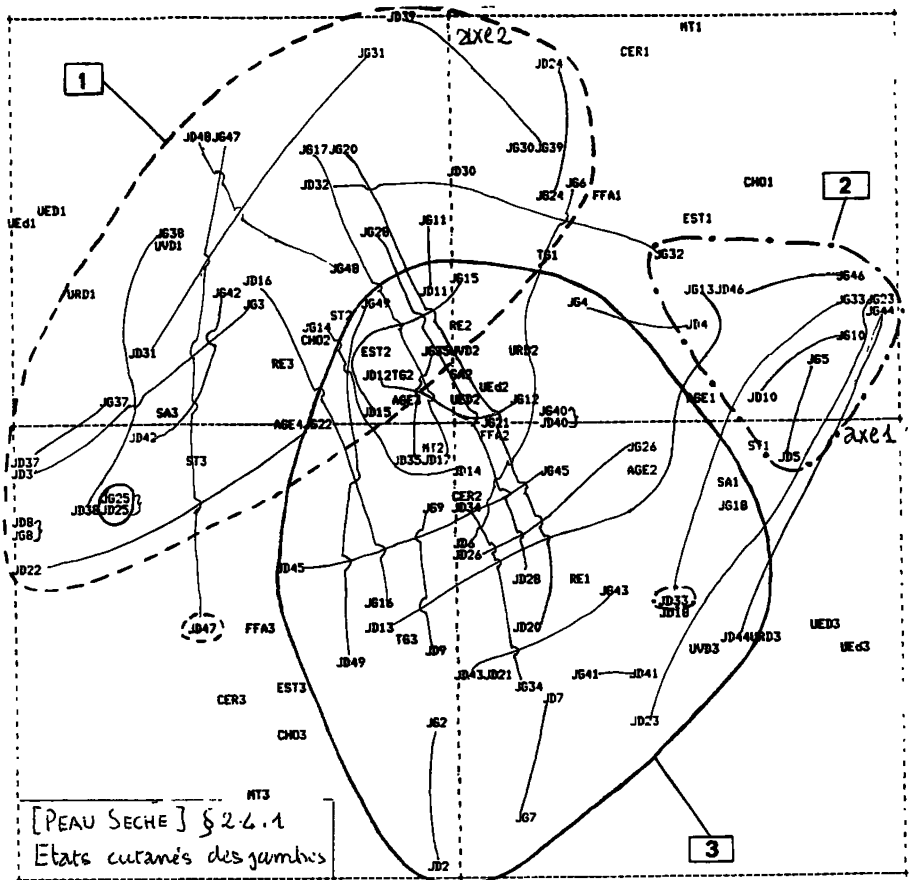
L'état cutané le meilleur (SA1, ST1), bien que rangé par la CAH dans une classe de modalités moyennes (2) se trouve dans le plan (1,2) intermédiaire entre fortes déformations (classe 3) et faibles teneurs en lipides (classe 4), classes auxquelles on a pu le rattacher dans le plan (1,3).

2.4 Tableau des états cutanés de 88 jambes ; ensemble des individus (jambes)

Nous considérons successivement le nuage des individus dans le plan (1,2) issu de l'analyse des correspondances (paragraphe 2.4.1) ; la structure de ce même ensemble selon la CAH (paragraphe 2.4.1) ; un essai de discrimination entre états des jambes droites et états des jambes gauches (paragraphe 2.4.3) ; essai suggéré par l'examen des résultats précédents.

2.4.1 L'ensemble des individus dans le plan (1, 2)

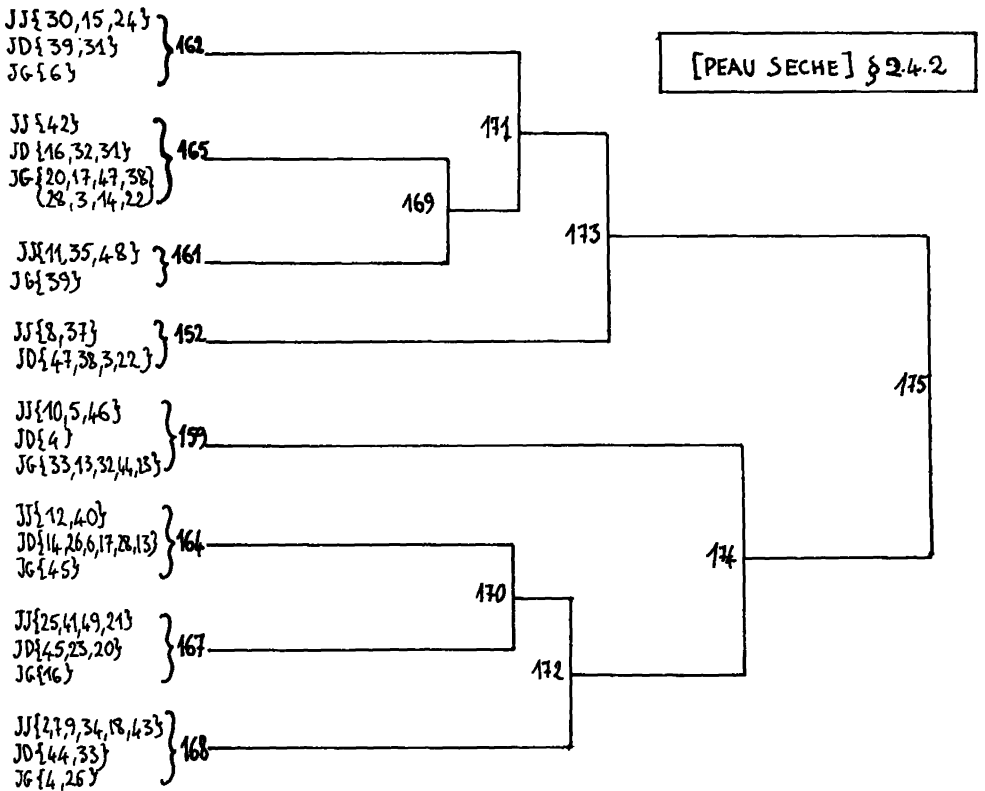
Bien qu'aucune indication ne nous permette de découvrir d'après la place d'un sigle tel que JG38 (jambe gauche du sujet n° 38) l'état d'une personne connue, il vaut la peine d'examiner attentivement, le nuage compact des 88 individus ou "états cutanés de jambe". Non sans surprise, nous remarquons que dans de nombreux cas, jambe droite et jambe gauche de même numéro sont séparées par un grand écart. Pour la commodité du lecteur on a, sur le graphique, relié les couples de points (JDx, JGx) par des lignes dont plusieurs sont fort longues ; ayant parfois leurs deux extrémités dans des zones excentriques de quadrants opposés.



2.4.2 Classification ascendante hiérarchique sur l'ensemble des individus

Pour dépouiller cette classification, on a retenu la partition en 8 classes définies par les 7 noeuds les plus hauts. Notre unique objet étant d'apprécier les similitudes ou les différences entre droite et gauche, on a donné le contenu de chaque classe en distinguant les paires de jambe : JJx = jambe droite et jambe gauche du sujet x ; et les jambes droite (JDx) et gauche (JGx) isolées au sein de leur classe. La classe 161 contient trois paires de jambes et une jambe gauche isolée.

La classe 152, au contraire contient deux paires de jambes et quatre jambes droites isolées, etc...

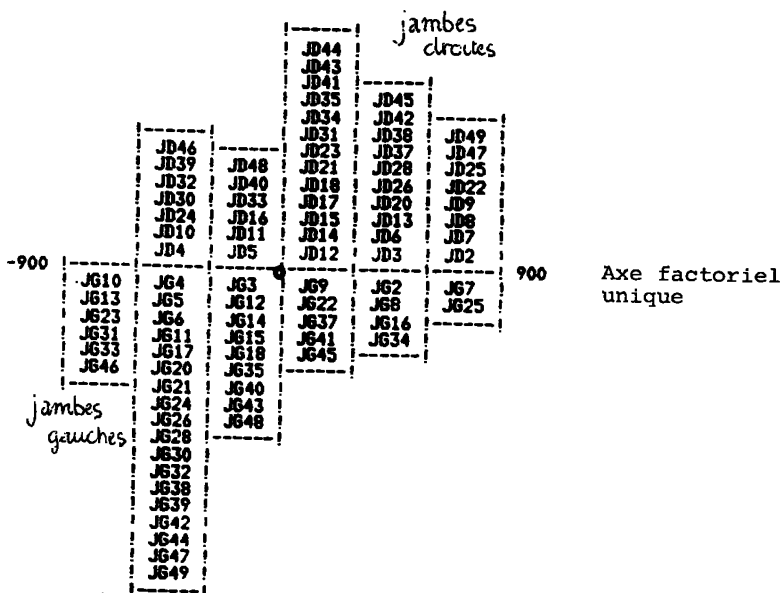


Classification des états cutanés de 92 jambes : 44 droites, 44 gauches ; on a noté : JJx = les deux jambes de x ; JDx = j. droite de x ; JGx = j. gauche de x.

Il apparaît que, non seulement beaucoup de jambes sont séparées de leur homologue, (fait déjà vu dans le plan (1,2) mais encore que certaines zones se signalent par une densité élevée en droite ou en gauche....

2.4.3 Essai de discrimination entre états cutanés des jambes droite et gauche

La méthode est celle présentée au paragraphe 1.3.4 : on crée un tableau (JD, JG) x J dont les deux lignes JD et JG sont respectivement les cumuls des lignes descriptives des 44 jambes droites et des 44 jambes gauches ; les individus (JDx et JGx) sont projetés en supplémentaire sur l'axe unique issu de l'analyse de ce tableau. Sur les histogrammes des abscisses, on voit que les deux classes des jambes droite et gauche sont séparées avec quelque 30 % d'erreur ; ce qui diffère nettement du taux de 50 % correspondant à une répartition aléatoire.



[PEAU SECHE] § 2.4.3. Essai de discrimination entre JD et JG

Quant aux variables, le poids des fractions lipidiques afférentes aux jambes droites dépasse en moyen celui propre aux jambes gauches. De plus le rapport URD/UED est plus élevé pour les jambes gauches.

Il n'est pas impossible que certaines mesures effectuées systématiquement sur une seule jambe soient à l'origine de cette différence. Cependant les rôles différents dévolus aux jambes droite et gauche dans la posture du corps et les mouvements pourraient produire une dissymétrie réelle entre les états-cutanés des deux membres.

2.5 Résultats complémentaires issus d'autres analyses

Certaines analyses d'un tableau avec une ligne par sujet (et non une ligne par jambe) mettent en jeu les variables non latéralisées en particulier la description méticuleuse des répliques. On ne sera pas surpris de lire que la profondeur moyenne des rides est trouvée plus élevée chez les sujets âgés que chez les sujets jeunes : relation confirmée par une analyse temporelle avec fenêtre glissante : figure : (cf. paragraphe 1.3.3).

On a vu que les 5 fractions lipidiques distinguées dans les données varient conjointement quant à leur poids : dont les valeurs élevées sont plus fréquentes chez les sujets âgés que chez les jeunes.

Dans les analyses prenant en compte les %, une opposition intéressante apparaît entre les pourcentages des triglycérides et des esters de stérols d'une part et ceux des céramides de l'autre ; les pourcentages élevés de céramides étant plus répandus chez les sujets âgés.

3 Analyses des états cutanés des visages

Les données analysées ici ont été recueillies en février 1985 ; elles concernent 44 sujets de sexe féminin âgés de 19 à 54 ans ; choisis trois mois auparavant par un expert comme représentatifs de trois types de peau : A = peau normale ; B = peau sèche ; C = peau très sèche.

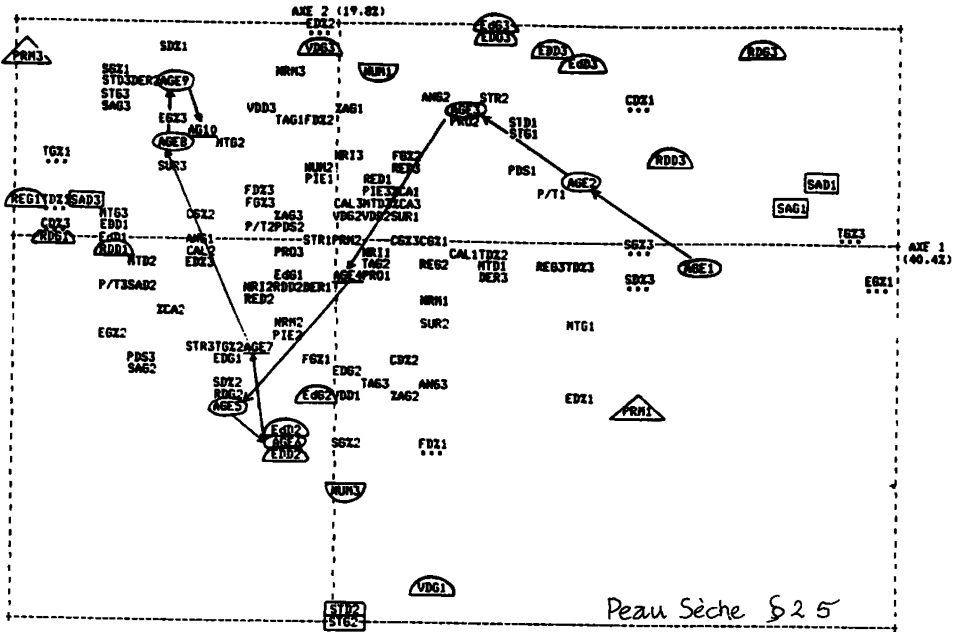
Nous ne rentrerons pas ici dans le détail des résultats des analyses, nous bornant à concentrer notre attention sur la discrimination entre les trois classes A, B, C.

3.1 Représentation du nuage des modalités des variables

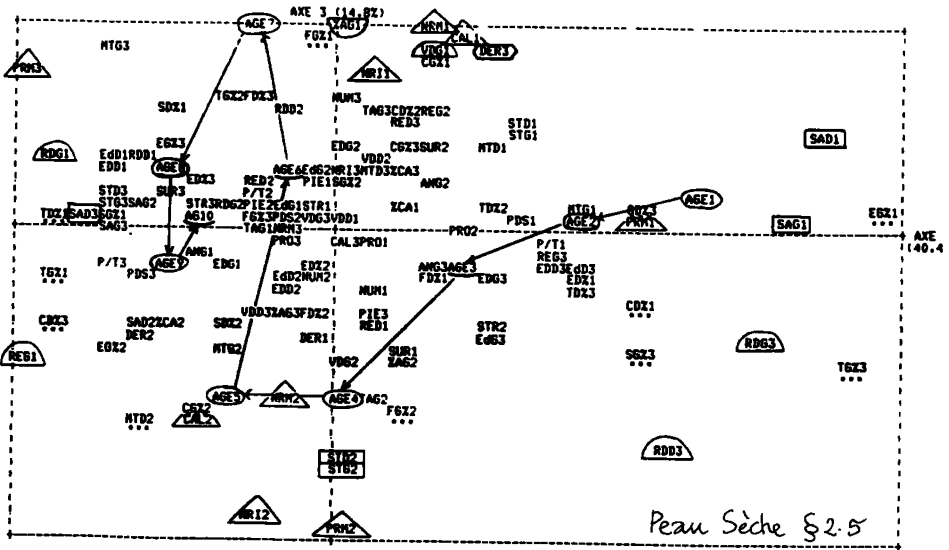
Comme au paragraphe 2, chaque variable est codée suivant 3 modalités. Le plan (1,2) issu de l'analyse factorielle met en évidence les modalités extrêmes de 3 groupes de variables :

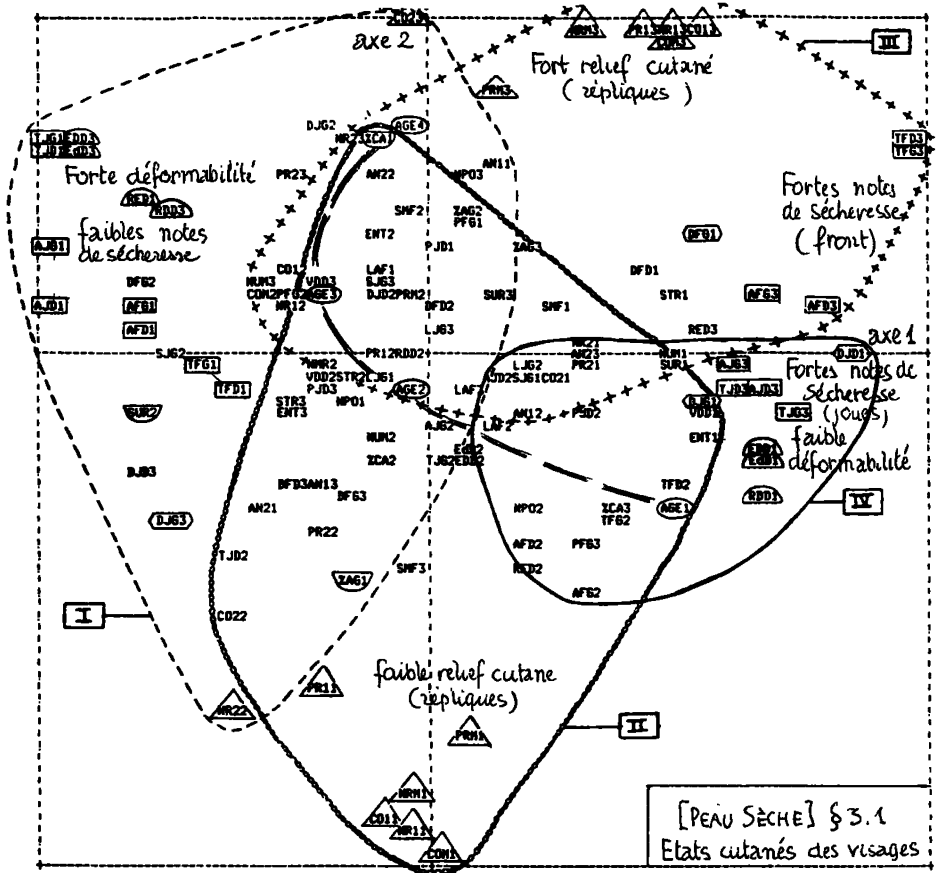
- Les notes de sécheresse, attribuées par les deux mêmes experts A et T qu'au paragraphe 2, mais concernant ici (puisque'il s'agit de visages) les joues droite et gauche et les deux moitiés droite et gauche du front.

- Les angles de déformation, variables dont la mesure est expliquée au paragraphe 1.2.8, et qui ont joué un grand rôle dans l'interprétation des analyses du paragraphe 2. Ici la déformabilité de la peau a seulement été étudiée sur la joue droite.



Analyse temporelle avec fenêtre glissante: Chaque individu est caractérisé par 15 données relevées sur ces deux jambes (certaines variables sont notées D ou G)
 Des cadres différents signalent les diverses classes de variables: \square Dermodiag; \circ Lipides
 \square Scores; \triangle Elasticité; \triangle Répliques; ∇ Numération; \diamond PIE; \diamond Tagami.





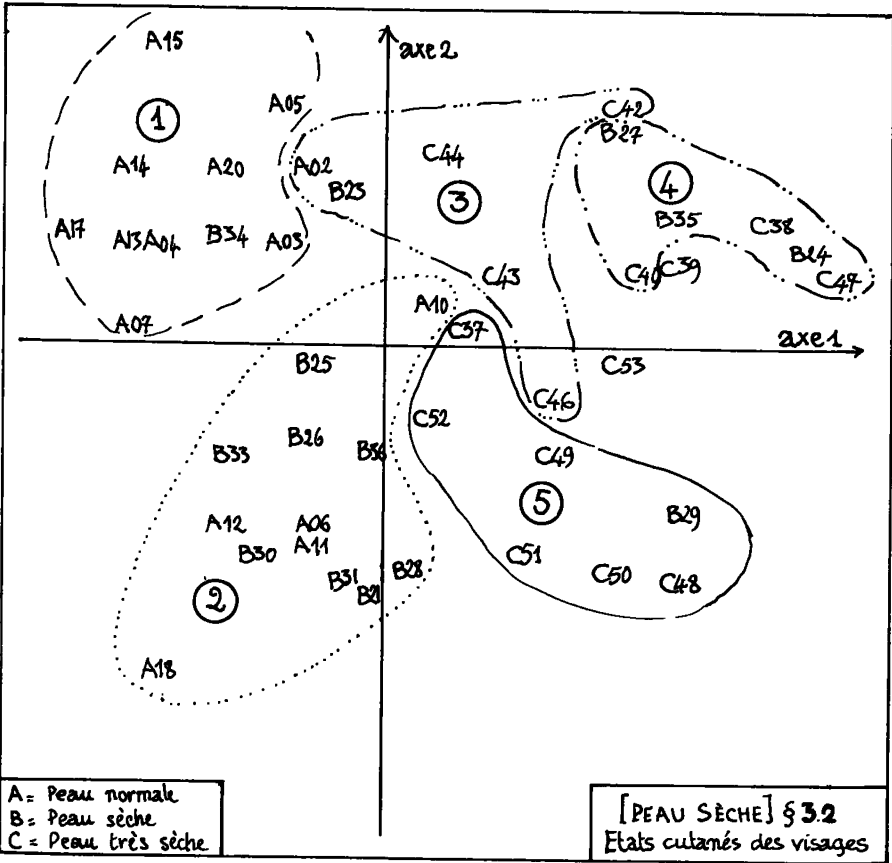
- Le relief cutané : étudié, lui aussi, exclusivement sur la joue droite ; par l'examen au quantimet, en éclairage rasant, de répliques ou moulages de la peau ; en calculant plusieurs variables telles que nombre et profondeur des rides, allongement de la surface cutanée (du fait de ses ondulations...) etc.

En bref s'opposent sur l'axe 1 : d'une part (F1 0), forte déformabilité et faibles notes de sécheresse ; d'autre part (F1 0), faible déformabilité et fortes notes de sécheresse ; qui accompagnent de faibles valeurs de l'impédance cutanée, mesurée au dermodiag (à 27 MHzertz).

Sur l'axe 2, l'opposition majeure est entre fort relief cutané (F2 0) et faible relief (F2 0). On a joint sur une courbe les 4 modalités de l'âge. La proximité entre AGE1 et forte sécheresse des joues peut surprendre ; autant que celle entre AGE3, AGE4 et son état cutané (forte déformabilité, faibles notes de sécheresse...). Nous y reviendrons en examinant le visage des individus.

3.2 Représentation du nuage des individus

Nous considérons simultanément la projection des individus (visages) sur le plan (1,2), et une partition en 5 classes extraites d'une classification ascendante hiérarchique. Les classes sont numérotées de Normal (A) à Très Sec (C) : les classes 1 et 2 ne contiennent aucun des individus Cx (considérés au départ comme ayant une peau très sèche) ; les classes 4 et 5 ne contiennent aucun des individus Ax (choisis pour avoir une peau normale). La CAH concorde donc approximativement avec la partition initiale (A, B, C), sans toutefois retrouver exactement celle-ci.



- ① {9A; 1B}
- ② {5A; 8B}
- ③ {1A; 1B; 4C}
- ④ {3B; 3C}
- ⑤ {1B; 8C}

Dans le plan (1,2), il est possible d'assigner aux 5 classes des domaines de forme assez régulière n'empiétant pas entre eux. Tous les individus Ax, à l'exception de A10 proche de l'origine ont un facteur F1 négatif. Tous les individus Cx, sans exception, ont un facteur F1 positif. Ceci concorde avec l'interprétation de l'axe 1 proposée au paragraphe 3.1.

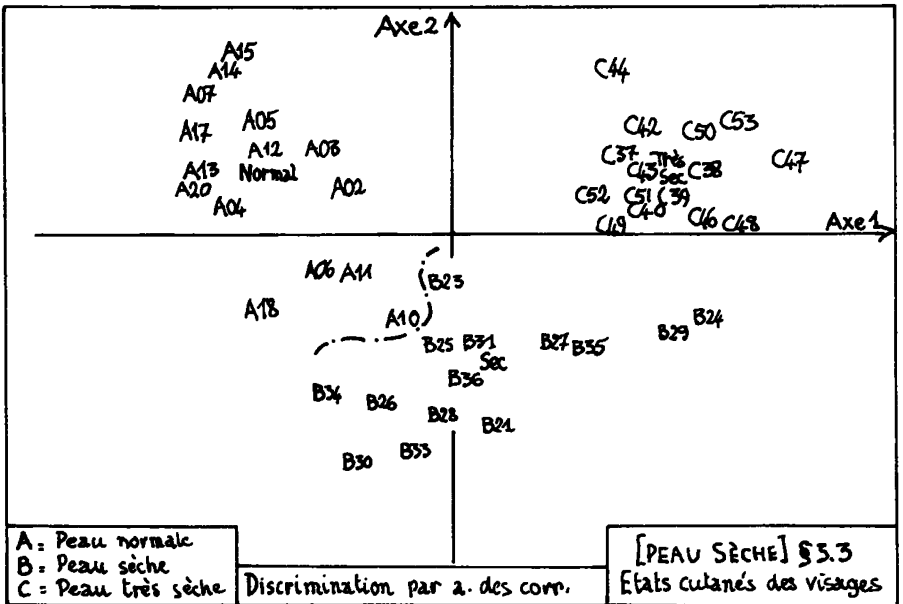
Mais on peut s'interroger sur la constitution des classes A, B, C ; leur représentativité. Comment la notion a priori de peau sèche ou très sèche peut-elle être posée indépendamment de notes de sécheresse calculées sur tout un protocole assez rigoureux, tel que celui que suivent les experts pour noter l'état des jambes, des joues, du front?...

D'autre part les effectifs en jeu sont faibles ; il ne peut s'agir de véritables échantillons. La variable âge en particulier, dont le rôle est apparu essentiel dans l'étude de l'état cutané des jambes (étude consacrée seulement aux peaux dites sèches), est distribuée irrégulièrement.

En lisant le tableau des données, on trouve 4 individus d'âge inférieur ou égal à 21 ans : 3 mis dans la classe C (peau très sèche) et 1 dans la classe B (peau sèche) ; aucun n'est donné pour normal (A). Cependant, les 3 individus âgés de plus de 60 ans sont dans la classe B. Ainsi s'expliquent des rapprochements surprenants trouvés au paragraphe 3.1 entre modalités de l'âge et modalités des variables descriptives.

3.3 Discrimination entre les 3 groupes de sujets

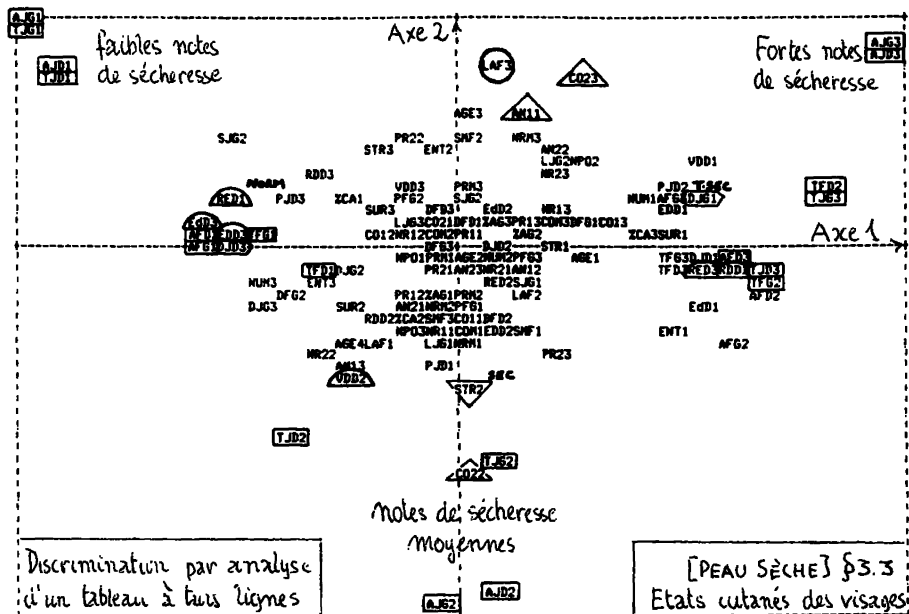
Comme on l'a expliqué au paragraphe 1.3.4, on construit un tableau de correspondance (A, B, C) x J, dont chacune des lignes est la somme de celles afférentes aux individus que contient la classe correspondante (e.g. la ligne A est la somme des 15 lignes décrivant les observations effectuées sur les individus dont la peau est a priori jugée normale).



Ce tableau est analysé, avec en supplémentaire le tableau I x J décrivant les individus.

Avec deux facteurs seulement (puisque'il n'y a que 3 lignes), les résultats sont entièrement dans le plan (1,2). La discrimination entre les 3 classes A, B, C apparaît presque parfaite. Seul l'individu A10 (peau normale) adhère à 1 classe qui n'est pas la sienne : la classe B des peaux sèches. Mais il faut noter que le sujet A10 est âgé de 55 ans...

Sur le nuage N(J) des modalités des variables, on voit que les principales contributions à l'inertie, donc à la création des axes et



finalement à la discrimination, viennent des modalités des notes de sécheresse données par les experts ; principalement sur l'état cutané des joues. Certes, il est juste de distinguer entre type de peau (déterminé au départ pour constituer les classes A, B, C) et état de la peau (noté méthodiquement par les experts), mais on peut déplorer une certaine circularité du protocole d'observation.

4 Conclusion

Pour fonder sur une base expérimentale la conception des produits cosmétiques, on utilise des techniques de mesure d'une grande complexité, techniques désormais bien maîtrisées dans les laboratoires de l'Oréal.

Nous croyons avoir su montrer que l'analyse statistique multidimensionnelle des mesures ainsi recueillies suggère des critiques constructives et des synthèses fécondes.

Nota :

En réfléchissant a posteriori sur les résultats de l'analyse discriminante, nous croyons pouvoir résumer comme suit la démarche suivie.

- a) L'expert n, sans se livrer à des mesures précises choisit trois sous-échantillons de sujets, étiquetés "peau très sèche", "peau sèche", "peau normale". Nous dirons TS, S, N.
- b) L'état cutané de ces sujets fait l'objet d'observations minutieuses, consignées dans un tableau de données. Parmi ces données figurent des "notes globales de sécheresse" qui ne sont rien d'autre que l'expression numérique des caractères d'après lesquels l'expert A a constitué les trois sous-échantillons étudiés.
- c) L'analyse discriminante effectuée dans le but de retrouver pour les sous-échantillons TS, S, N, supposés parfaitement séparés au départ, une définition en terme de données numériques observées par la suite doit plutôt être lue en sens inverse. Elle montre que le travail préalable de l'expert A était bon ; c'est-à-dire aussi bon qu'il pouvait l'être compte tenu des moyens légers mis en oeuvre. La distinction préalable (TS ; S ; N) est confirmée par les notes globales de sécheresse, qui caractérisent l'état cutané du même point de vue, mais vraisemblablement avec beaucoup plus de précision.

Ce travail a été réalisé dans le laboratoire de Métrologie et Calcul de L'OREAL sous la conduite de Madame CARREIRO pour le Département de BIO-PHYSIQUE dirigé par Monsieur J.L. LEVEQUE.

Nous tenons à remercier Monsieur D. REYMOND, Directeur scientifique de L'OREAL, Monsieur B. JACQUET, Directeur Général des Laboratoires de Recherche Fondamentale, Monsieur LEVEQUE qui ont bien voulu autoriser la publication de cette étude.

Nous adressons également nos remerciements à Monsieur le Professeur J.P. BENZECRI pour ses recommandations pendant la réalisation de cette étude ainsi que pour sa participation déterminante à l'écriture de cette publication synthétique.

Nous remercions les collaborateurs de Monsieur LEVEQUE, Madame FRANCOIS, Messieurs CORCUFF, de RIGAL, SAINT-LEGER, pour leur aide, Monsieur HAUDIQUET et Madame TOLLE du Service Statistique pour leur soutien et leur assistance, Madame MARANGHI et Madame LARISE, pour la mise en forme de ce document.