

J.-P. BENZÉCRI

Sur les poudres de lessive utilisées pour le lavage en machine : efficacité, usure du linge, composition chimique et écotoxicité

Les cahiers de l'analyse des données, tome 6, n° 4 (1981), p. 415-437

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1981__6_4_415_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/>

SUR LES POUDRES DE LESSIVE
UTILISÉES POUR LE LAVAGE EN MACHINE :
EFFICACITÉ, USURE DU LINGE,
COMPOSITION CHIMIQUE ET ÉCOTOXICITÉ
[LESSIVE MACHINE]

par J.-P. Benzècri ⁽¹⁾
d'après une analyse de Y. Grelet-Puterflam ⁽²⁾

Depuis quelque quarante ans, le lavage domestique du linge s'est grandement modifié et diversifié. On ne s'étonnera pas que l'Union Fédérale des Consommateurs entreprenne une comparaison expérimentale des performances des lessives. Avant de rendre compte des analyses statistiques effectuées à la demande de cette association, (§§ 3 sqq) on explique sommairement (§ 1) comment la rigueur méthodologique peut pénétrer dans une telle étude, puis (§ 2) on précise le format des données originelles et des tableaux construits d'après celles-ci.

1 Etude expérimentale des lessives

1.1 Les constituants d'une lessive et leur rôle : Les lessives modernes contiennent un nombre important de produits : nous répartirons ceux-ci en cinq familles que nous étudierons successivement.

1.1.1 Les tensioactifs : Ces corps (anioniques, cationiques ou non-ioniques) abaissent la tension superficielle de l'eau. Ils améliorent ainsi les contacts : d'une part entre l'eau et les surfaces solides ; d'où Propriétés mouillantes ; actions sur les salissures insolubles , meilleure pénétration de la matière textile à laver, d'autre part entre l'eau et d'autres liquides non miscibles à celle-ci : d'où Propriétés émulgatrices (mise en émulsion des graisses).

1.1.2 Les alcalins : Ce sont des produits minéraux dont le pH est supérieur à 7. Ils neutralisent les salissures acides, facilitent les émulsions grasses et augmentent l'efficacité des tensio-actifs (synergie). A forte concentration, ils usent rapidement les fibres textiles.

1.1.3 Les séquestrants et complexants : Ces produits masquent les sels de calcium et de magnésium dissous dans les eaux dures : leur effet équivaut donc à un adoucissement de l'eau.

1.1.4 Les agents de blanchiment : Actuellement, seul le perborate de sodium est utilisé en Europe. Son rôle est de blanchir, par agitation destructrice, certaines taches colorées et d'améliorer le degré général de blancheur d'un tissu. Il agit exactement comme l'eau oxygénée.

Nous remercions vivement l'U.F.C. de nous avoir communiqué leurs données.

(1) Professeur de statistique. Université P. et M. Curie.

(2) Ingénieur C.N.R.S.

1.1.5 Les produits auxiliaires : Nous citerons sous ce titre :

Les anti-redéposants : évitent que les salissures insolubles ne se redéposent, produisant un effet de grisage ou de grisaillement.

Les enzymes : décomposent, donc rendent plus solubles, les salissures protéiniques et albuminoïdiques (sang, lait, oeuf, sauces, etc.). Ces produits ont leur efficacité optima entre 40 et 50° C.

Les azurants optiques : il s'agit le plus souvent de dérivés du stilbène. Leur propriété est de transformer les radiations de l'ultraviolet proche, invisible à l'oeil humain et présentes dans la plupart des sources lumineuses usuelles, en un rayonnement de longueur d'onde supérieure située dans le domaine visible ; dans les bandes du violet et du bleu principalement. Les tissus blancs ainsi traités ont par la suite un éclat apprécié.

En réalité toutes les lessives contiennent à des taux variables, des constituants de chacune des familles que nous avons énumérées (cf. § 2.1.1 E & § 3.5).

1.2 Les essais de performance

1.2.1 Mode de lavage : Les essais destinés à éprouver l'efficacité des différentes lessives ont tous été faits sur une même machine programmable de type ménager. Chaque lessive a été essayée deux fois à 90° C et deux fois à 60° C.

Pour les essais d'usure, on a utilisé une autre machine, également de type ménager ; en effectuant avec chaque lessive 30 lavages successifs suivant un programme comportant un lavage à 95°C entre un pré-lavage et un rinçage à 60° C.

1.2.2 Les tissus témoins : Le budget imparti à l'étude ne permet pas de travailler avec du linge sali naturellement : car dans ce cas les fluctuations aléatoires du salissement demanderaient qu'on fit des moyennes sur un très grand nombre d'essais. On a donc pris pour les essais d'efficacité des tissus salis artificiellement (tissus test EMPA du Laboratoire Fédéral d'Essai des Matériaux à Saint-Gall ; Suisse) ; et pour les essais d'usure des éprouvettes de tissus neufs).

1.2.2.1 Tissus gris : Ces tissus en coton ou mélange de polyester et de coton, sont salis artificiellement avec un mélange d'huile minérale et de noir de carbone.

1.2.2.2 Bandes combinées EMPA : Ces bandes sont formées de 8 coupons carrés (12 cm × 12 cm) de tissu de coton, cousus les uns aux autres ; un coupon blanc propre blanchi préalablement sans azurant optique (coupon destiné notamment à servir de témoin et éprouver le redépôt de salissures : cf. supra § 1.1.5), un coupon écru, et six coupons portant chacun une salissure différente :

salissure normalisée EMPA ; sang ; cacao ; sang-lait-encre de chine (i.e. tache mixte) ; noir de soufre ; vin rouge.

1.2.2.3 Bandes d'usure C.T.T.N. (Centre Technique du Textile et du Nettoyage à Lyon) : Ce sont des rectangles (40 cm × 80 cm) en tissu de coton blanc : après de multiples lavages (30 dans nos essais cf. § 1.2.1) ces bandes sont soumises à divers essais énumérés ci-dessous (§ 1.3.2).

1.2.2.4 Tissus de couleur : Pour apprécier la détérioration des colorants par la lessive, on a émis dans la charge de lavage des essais d'usure, des échantillons (20 cm x 20 cm) de quatre tissus de couleur (bleu foncé ou bleu ciel) : trois en coton, et un en mélange de polyester et de coton.

1.3 Mesure des performances : Nous considérons successivement l'efficacité du lavage et l'usure (ou détérioration des tissus).

1.3.1 Efficacité du lavage : On n'a fait aucun essai bactériologique (les salissures telles que pus ou mucus ne figurant d'ailleurs pas dans notre charge) mais seulement des essais optiques permettant de mesurer l'aspect du tissu. Pour ces essais on a pris un photomètre ELREPHO de Zeiss ; avec pour source lumineuse une lampe au Xénon émettant la lumière D qui correspond à la lumière du jour avec une fraction UV, suivant les recommandations du Comité International de l'Eclaircissement. Si la mesure doit être effectuée sous excitation de fluorescence afin d'éliminer l'effet des azurants optiques (cf. supra § 1.1.5), on supprime la fraction ultraviolette en intercalant entre la lampe et l'échantillon un filtre qui ne transmet pas les radiations dont la longueur d'onde est inférieure à 400 nm. Précisons la définition de nos diverses mesures.

1.3.1.1 Elimination des salissures grises (cf. § 1.2.2.1) : Elle est exprimée par la formule suivante :

Elimination (en %) = $100 \times (C-B)/(A-B)$; où on a noté :

A = réflectance du tissu blanc non sali.

B = réflectance du tissu gris avant lavage.

C = réflectance du tissu gris après lavage.

La réflectance (ou réflexion diffuse) est mesurée au travers du filtre R46, dont la bande passante est centrée sur 464 nm ; chaque mesure étant faite avec ou sans filtre (anti UV, cf. supra) sur la source, alors qu'on désire ou non éliminer l'effet des azurants optiques.

1.3.1.2 Le grisage intrinsèque : (cf. Norme NFT 73-60). Cette mesure portée sur l'échantillon de tissu blanc mis au lavage sans salissure (cf. § 1.2.2.2) : le grisage traduit le redépos sur le linge de salissures pigmentaires colorées, généralement grises. On l'exprime par la variation de réflectance du tissu mesurée au travers du filtre tristimulus vert (filtre FM Y/L). Si le grisage a une valeur positive, le tissu lavé est plus gris que le tissu blanc d'origine (e.g. du fait du redépos) ; un grisage négatif indique au contraire une amélioration de la blancheur (e.g. par azurage). Même remarque vaut pour le jaunissement (presque toujours négatif) et la variation de blancheur considérés ci-dessous.

1.3.1.3 Le jaunissement intrinsèque : (même norme NF). Un rinçage insuffisant, des dépôts de sel de fer ou de résidus de savons, peuvent (entre autres causes) produire un jaunissement du tissu. On mesure cet effet par la variation du degré de jaune du tissu ; lequel s'exprime comme différence de R_g (défini ci-dessus) et de R_b , réflectance mesurée au travers du filtre tristimulus (FN Z/L).

1.3.1.4 Le degré de blancheur : (même norme NF). La blancheur apparente d'un tissu dépend du grisage et du jaunissement. On convient d'exprimer le degré de blancheur par la formule $(3R_b - 2R_g)$ (où R_b

et Rg sont les reflectances définies ci-dessus). Plus exactement, nous intéressons la variation de la blancheur.

1.3.1.5 Elimination sur les coupons tachés : Les éliminations obtenues après lavage sur six types différents de salissures (cf. supra § 1.2.2.2) sont calculées par la même méthode optique utilisée pour les tissus gris (cf § 1.3.1.1).

1.3.2 Essai d'usure et détérioration

1.3.2.1 L'usure totale : Elle est déterminée selon deux méthodes normalisées la dynamométrie et l'éclatométrie.

La dynamométrie consiste à mesurer la force de traction qu'il faut appliquer aux deux extrémités d'une éprouvette pour que celle-ci rompe ; on mesure de plus l'allongement qu'a subi le tissu à la rupture (cf. norme NF G 07-001).

L'éclatomètre consiste à mesurer la pression nécessaire pour provoquer l'éclatement d'une éprouvette de tissu sous l'action d'une membrane gonflée par un fluide.

1.3.2.2 L'usure chimique : Certains constituants des lessives (perborates, alcalins) peuvent détruire chimiquement les enchaînements celloglucane $C_6H_{10}O_5$ d'une macromolécule $(C_6H_{10}O_5)_n$. Cette attaque se traduit par une diminution du nombre n des monomères : il suffit donc pour apprécier l'usure chimique de suivre l'évolution de la valeur moyenne du nombre n , laquelle est (par définition) le degré moyen de polymérisation DP. Pour cela, on mesure la viscosité d'une solution d'un échantillon de coton (soumis à l'essai) dans un solvant approprié par rapport à la viscosité du solvant pur (cf. norme NF T 12-005).

1.3.2.3 Taux de cendres : Les résidus d'incinération résultent de matières minérales ou organiques restant dans le tissu après lavage ; soit du fait d'un mauvais rinçage ; soit par un défaut de complexant dans la lessive (cf. § 1.1.3). Un taux élevé de cendres est toujours associé à un toucher rêche et éventuellement un grisage ou un jaunissement ; voire une usure chimique ou mécanique accrue.

1.3.2.4 Perte de coloris : On apprécie le pourcentage d'élimination du colorant par l'augmentation de la reflectance d'un échantillon de tissu coloré après de multiples lavages.

1.4 L'écotoxicité : On a étudié la toxicité des lessives sur deux espèces animales en mesurant :

- la concentration inhibitrice CI50 pour 24 heures en mg/l sur *Daphnies* (puces d'eau) (i.e. concentration entraînant l'immobilité de 50% des daphnies au bout de 24 h).

- la concentration létale CL50 pour 24 heures en mg/l sur *Truitelles* (petits poissons) (i.e. concentration entraînant la mort de 50% des poissons au bout de 24 h).

On sait qu'outre leur toxicité, les lessives peuvent nuire à l'environnement en favorisant le développement démesuré de certaines plantes et micro-organismes végétaux. Cet effet d'engrais (sensible en eaux dormantes) et dû principalement au tripolyphosphate de sodium (agent sequestrant : cf. § 1.1.3) n'a pas été étudié.

2 Données disponibles et tableaux analysés

2.1 Les données initiales : Elles constituent divers tableaux dont les lignes ou individus, sont les lessives étudiées ; et les colonnes sont les variables mesurées.

2.1.1 Les ensembles de variables : Les variables sont réparties en cinq groupes désignés par les lettres A, B, C, D, E. Initialement, les variables avaient reçu un sigle de deux lettres, dont la première était celle du groupe ; par la suite on a créé des sigles de plusieurs lettres, en abrégant les libellés des variables.

A Performance de lavage à 90° :

DEZ, DET : détergence (cf. § 1.3.1.1) sur coton gris, respectivement avec et sans azurant optique.

SAN, CAC, MIX, NOI, ECR, VIN : détachage (cf. § 1.3.1.5) de six types de salissures des bandes combinées EMPA (cf. § 1.2.2.2) : respectivement SANG, CACao, MIXte, NOIr au soufre ; ECRu, VIN.

GRZ, GRI : grisage (cf. § 1.3.1.2) sur coton, avec ou sans azurant.

JAZ, JAU : jaunissement (cf. § 1.3.1.3) sur coton, avec ou sans azurant.

BLZ, BLA : augmentation de la blancheur (cf. § 1.3.1.4) sur coton, avec ou sans azurant.

B Performance à 60° : Les variables sont celles mesurées pour le lavage à 90°, complétées des essais de DETergence, GRISage, JAU-nissement et BLAnchiment effectués sur un tissu de polyester et de coton (tissu qui ne supporte pas le lavage à 90°) ; les mesures effectuées sur ce tissu seront désignées par les sigles DET', GRI', JAU', BLA'. De plus quand il faudra distinguer entre mesures relatives aux deux températures de lavage, un chiffre 6 désignera le lavage à 60° C : e.g. 6 DET signifie détergence à 60° C ; etc. .

C Usure : Il s'agit répétons-le d'usure après 30 lavages à 90° C environ. Ces mesures se répartissent en deux groupes : 4 relatives à la résistance du tissu, et désignées par un sigle débutant par les 3 lettres DYN (dynamométrie) ; et 5 relatives à la fragilité des couleurs, affectées d'un sigle COL.

DYNS, DYNM : dynamométrie (ou essai de traction, cf. § 1.3.2.1) sur tissu respectivement sec et mouillé.

DYNE : éclatométrie (mesure de la diminution de la force de rupture : cf. § 1.3.2.1) sur tissu sec.

DYNP : diminution du degré de polymérisation de la cellulose du coton : cette mesure (cf. § 1.3.2.2) atteint une cause physico-chimique essentielle de la diminution de la résistance d'un tissu.

COLB, COLH, COLV, COLP : perte de coloris (cf. § 1.3.2.4) sur quatre tissus : respectivement : un coton Bleu ciel ; un coton bleu Hydrone ; un coton Vert ; et mélange Polyester-coton, bleu.

COLC : taux de cendres (cf. § 1.3.2.3) ; on attribue à cette variable un sigle COL parce que, à l'analyse elle apparaît proche des variables de perte de coloris.

D *Ecotoxicité* : on n'a mesuré que deux variables

DAP : concentration inhibitrice sur DAPHnies.

TRU : concentration létale sur TRUITelles.

E *Composition des poudres* : nous rangeons ces variables en cinq classes suivant le plan du § 1.1.

E1 : *les tensioactifs* (cf. § 1.1.1) : TEN, OKY, SAV, ANI : teneurs respectives en TENSioactifs et SAVons (total) ; t. non ioniques OXYéthyles ; SAVons de sodium ; tensioactifs ANIoniques et hychrotropéscientuels.

E2 : *les alcalins* (cf. § 1.1.2) : pH, ALC, CO₃, SiO₃ : l'ALCalinité combinée (exprimée en % de Na OH du poids de lessive) varie (dans une certaine mesure) en raison inverse du pH : elle prend sa plus faible valeur pour la lessive la plus alcaline (la lessive 09, dont le pH atteint 11,8) ; on a dosé deux sels de sodium : Na₂CO₃ et Na₂SiO₃.

E3 : *sequestrants et complexants* : (cf. § 1.1.3) : P₃O₁₀ ; SEQ : i.e. tripolyphosphate de sodium : Na₅P₃O₁₀ ; et pouvoir sequestrant mesuré en équivalent EDTA (sel de sodium de l'acide éthylène diamine tétracétique).

E4 : *agent de blanchiment* : (cf. § 1.1.4) : BO₃ : i.e. teneur en perborate de sodium.

E5 : *produits auxiliaires* : (cf. § 1.1.5) : AZU, ZYM, CEL, SO₄ : i.e. AZurant, enZYMes, antiredéposant (épaississant CELLulosique) ; et silicate de soude Na₂ SO₄ produit dont le rôle adjuvant est controversé, certains le considérant comme une simple charge (excipient particulièrement important de certaines poudres destinées au lavage manuel).

On notera que 11 de ces mesures constituent un bilan, exprimé en pourcentage de masse, de la composition chimique de la poudre ; ce sont :

{OXY, SAV, ANI, CO₃, SO₄, P₃O₁₀, BO₃, SO₄, AZU, ZYM, CEL},

(les mesures des trois derniers, dont aucun ne dépasse jamais 2%, étant toutefois semi-quantitatives). A titre de vérification on a calculé pour chaque lessive le total de ces mesures : le résultat obtenu varie de 89 à 101,5% : compte-tenu de l'imprécision, un total dépassant un peu 100% n'est pas inquiétant ; mais il est vraisemblable que quelques % de la masse de certaines lessives échappent à l'analyse (parfums ? excipient, produit efficace non identifié ?).

2.1.2 *Les ensembles d'individus* : L'étude principale des performances de nettoyage et d'usure porte sur 29 lessives pour chacune desquelles on dispose des variables des groupes A, B, C. On notera que dans cet ensemble se cache une série d'essai (n° 15) effectuée avec la lessive "nulle", c'est-à-dire sans lessive, tandis que dans les 28 autres cas, le dosage a été de 3 g par litre d'eau.

La composition chimique (E) a été étudiée pour 25 des 29 lessives essayées en machine ; de plus outre l'eau (n° 15 déjà signalé) on a essayé des copeaux de savon (n° 77) et des cristaux de carbonate de soude (n° 28). L'écotoxicité (D) est connue pour 14 des 15 lessives analysées.

Enfin pour quatre poudres (numérotées de 30 à 33) servant au

lavage manuel on a déterminé les variables E et D ; quant aux performances de lavage, il n'est pas possible de les définir rigoureusement dans les conditions du lavage manuel.

2.2 Codage et construction des tableaux : Devant l'hétérogénéité des variables (mis à part le bilan pondéral signalé au § 2.1.1 E), on a effectué un codage sous forme disjonctive complète en découpant toutes les variables en 3 (voire 4) classes : autant que possible on a réalisé des classes d'égal effectif, en se basant sur les histogrammes ; lorsque plusieurs analyses ont été faites en modifiant le nombre des lessives prises en compte, on a éventuellement modifié le découpage ce qui a permis d'éprouver la stabilité des résultats.

Les variables du groupe ABCD correspondent à des effets soit désirables soit indésirables : par exemple la modalité forte de la variable TRU (dose létale sur TRUitelles) implique une faible toxicité donc un effet désirable ; au contraire c'est la modalité faible de la variable JAUnissement, qui exprime un effet désirable. Systématiquement les modalités de toutes les variables des groupes ABCD ont reçu le sigle de la variable avec le signe + pour l'effet favorable, le signe - pour l'effet défavorable, et ~ pour le niveau intermédiaire ; dans le cas de quatre modalités celle-ci s'ordonnent suivant (+,m,n,-). Par exemple +TRU signifie : forte dose létale sur TRUitelles ; +JAU = faible JAUnissement ; etc. .

Quant aux variables du groupe E qui n'expriment rien qui soit *a priori* désirable ou indésirable on a donné à leurs modalités les préfixes (+, ~, +), ou (+,m,n,+): ainsi +ZYM signifie : forte teneur en enzymes ; +BO₃ = faible teneur en perborate ; ~CEL = teneur intermédiaire en épaississant CELLulosique ; etc. .

On utilisera les lettres A,B,C,D,E pour désigner les ensembles de modalités afférents à chaque groupe de variable ; e.g.

$$D = \{+DAP, \sim DAP, -DAP, +TRU, \sim TRU, -TRU\}.$$

On sait que le découpage des variables en classes permet de construire pour l'ensemble des individus un tableau de description logique (en 0,1) sous forme disjonctive complète ; avec à l'intersection de la ligne i et de la colonne j la valeur 1 si l'individu rentre dans la modalité j, et zéro sinon. A partir de ce tableau rectangulaire, on construit un tableau carré, le tableau de Burt, ou tableau de cooccurrence de ces modalités : avec $k(j,j')$ = nombre des individus rentrant à la fois dans les modalités j et j' (cf. [BIN. MULT.] in *Cahiers* Vol II n° 1, 1977 ; et [FORM. QUEST.] dans le vol. ENS2 : la Prat. de l'A. des D.). Le tableau de Burt dépend évidemment de l'ensemble des individus d'après lequel il est construit.

2.3 Les tableaux analysés : Dans toutes nos analyses, on n'a pas tenu compte de l'effet des azurants optiques, les variables correspondantes ont donc été éliminées. Les principaux résultats présentés ici sont issus de l'analyse de tableaux de description logique croisant l'ensemble I des lessives avec un ensemble J de modalités de variables. Par exemple, au § 3.2 J est l'ensemble B des résultats du lavage à 60° C ; au § 3.3 J est l'ensemble $A \cup B \cup C$ des résultats de lavage à 90° et à 60° avec les effets d'usure (C) ; au § 6 J est l'ensemble des modalités de certaines variables de groupes A et C (action sur les taches ; et perte de couleurs). On sait que l'analyse d'un tel tableau logique équivaut à l'analyse du tableau carré de Burt $J \times J$; et c'est toujours d'après ce dernier qu'on a donné les valeurs propres et taux d'inertie.

Au § 3.1 afin de comparer les performances d'une même lessive à

60° et 90°, on analyse un tableau où chaque lessive fournit deux lignes, les variables conservées étant celles communes aux blocs A et B.

Aux §§ 3.5.2 et 3.6, on analyse des sous-tableaux rectangulaires de tableaux de Burt : il s'agit au § 3.5.2 du tableau A × E croisant performances de lavage et modalités des variables chimiques ; au § 3.6 du tableau E × D croisant modalités des variables chimiques et écotoxicité.

Enfin on analyse au § 3.5.1 le tableau brut des bilans pondéraux des poudres ; tableau dont les colonnes sont les 11 variables du groupe E signalées au § 2.1.1 E.

3 Résultats des analyses

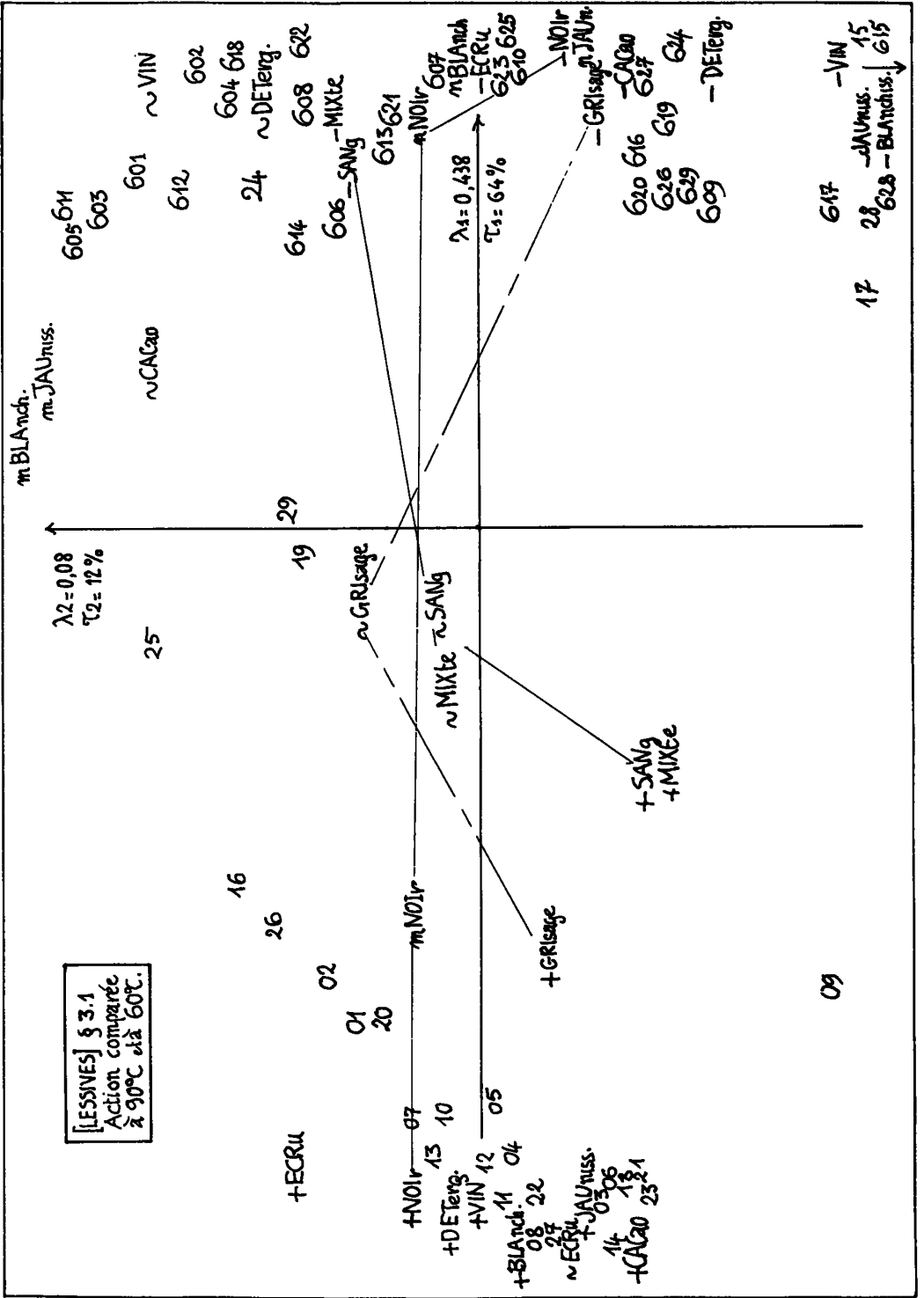
3.1 Action comparée des lessives à 90° C et à 60° C : Les variables retenues sont BLanchiment, JAUnissement, GRISage, DETergence, avec l'action sur six types de taches : SANG, CACao, MIXte, NOIR de soufre, ECRu, VIN. La plupart de ces variables sont découpées en trois classes : + favorable, ~ moyen, - mauvais ; à l'exception de BLA, JAU, NOI qui sont en quatre classes (+, m, n, -). Chaque lessive fournit deux lignes, selon la température d'utilisation : e.g. 03 : la lessive 03 utilisée à 90° C ; et 603 la lessive 03 utilisée à 60° C.

Dans le plan 1 × 2, le nuage des modalités de variables montre un net effet Guttman : les modalités + sont du côté négatif de l'axe 1 ; les modalités intermédiaires étant plutôt dans le quadrant (F1 0, F2 0) et les modalités - dans le quadrant (F1 > 0, F2 < 0). La seule exception sensible est celle des variables SANG et MIXte dont les modalités + (sans cesser d'avoir F1 < 0) occupent une position intermédiaire à l'intérieur du croissant : en retournant au tableau des données on voit que la modalité +SAN se rencontre 19 fois, dont 5 fois à 60° C (lessives 609, 612, 620, 626, 619) ; de même parmi les 20 cas de +MIX on a : 606, 620, 626, 617, 628. On peut encore signaler 4 cas de +GRI avec les lessives 613, 614, 616, 629. Enfin la deuxième modalité du blanchiment, mBLA, se rencontre avec 605, 606, 611, 612.

Quant au nuage des lessives, on a avec les modalités + exclusivement des lessives à 90° C ; quelques lessives (19, 29, 25, 24) utilisées à 90° C rejoignent les meilleures des lavages à 60° C (quadrant F1 > 0, F2 > 0). Enfin dans le quadrant de l'inefficacité (F1 > 0, F2 < 0) on trouve encore trois lavages à 90° C : 15, 17, 28. Mais en fait 15 est le lavage à l'eau pure (sans lessive) ; 17 aux copeaux de savon ; et 28 au carbonate de sodium ; (cristaux de soude enrobés de résine de pin).

Une conclusion s'impose donc : avec le programme de lavage que nous avons utilisé aucune des lessives essayées n'a à 60° C des performances comparables à celles d'une bonne lessive utilisée à 90° C. Dans la mesure où l'on tient à de telles performances, tout en prétendant économiser l'énergie (et bien laver des objets en textiles fragiles), il faut concevoir de nouvelles lessives et de nouveaux programmes de lavage à basse température (trempage plus long ?)

3.2 Lavage à 60° C : Les variables retenues sont BLA, BLA', JAU, JAU', GRI, GRI', DET, DET' ; (où l'accent ' , se rapporte à l'action sur un tissu mixte de coton et polyester : e.g. JAU' = jaunissement de ce tissu) ; et l'action sur six types de taches : SANG, CACao, MIXte, NOIR de soufre, ECRu, VIN. Ces variables sont découpées en trois modalités (+, ~, -) ; à l'exception de BLA, BLA', JAU, GRI qui ont quatre modalités (+, m, n, -). Le tableau a 29 lignes, autant que de lessives (y compris l'eau pure : 15 !).



Un premier examen du plan 1×2 peut laisser croire à un effet Guttman : le nuage a la forme d'un croissant, allongé dans la direction de l'axe 1 ; et à l'extrémité positive de celui-ci s'accumulent les modalités - (inefficacité du lavage). Cependant on a du côté positif de l'axe 1 les deux modalités +SANG et +MIXte : en retournant au tableau des données on voit que deux seulement des 9 lessives ayant à 60° l'efficacité maxima sur les taches de sang (+SAN), ont un facteur F1 négatif (ce sont 05 et 16) ; de même des 9 lessives qui ont la modalité +MIX seul 14 a un F1 négatif. Quant aux 12 autres modalités +, elles ont un facteur F1 négatif : sept dans le quadrant ($F1 < 0$; $F2 < 0$) ; 4 dans le quadrant ($F1 < 0$; $F2 > 0$) ; et une proche de l'axe 1. On ne peut cependant conclure que l'efficacité maxima corresponde nettement à la corne du nuage située dans le quadrant ($F1 < 0$; $F2 < 0$). Pour nuancer au mieux nos conclusions, il faut encore revenir aux données. Nous avons pour chaque lessive dénombré les modalités + qu'elle possède : le maximum possible, 14, correspondrait à une lessive ayant des performances excellentes sous tous rapports : une telle lessive n'existe pas... mais on a en tête la lessive 14 (10+) ; le classement exact étant :

14(10+) ; 05(9+) ; 01 et 03(8+) ; 02,11,13(7+) ; 16,22,26(5+) ;
10,12,17,18,20(4+) ;

etc. ; resterait à tenir compte des ~ et des -. Il faut en tout cas souligner une conclusion : à 60° C les performances de lavage des lessives (pour ne rien dire de l'usure du linge qui n'a pas été étudiée à cette température), mettent en jeu des facteurs multiples qu'il est difficile de concilier.

Le plan 1×2 issu de l'analyse factorielle, donne une première vue des mérites relatifs des lessives ; mais du fait de la dispersion des modalités +, le premier facteur n'est pas un indice parfait de performance.

Quant aux facteurs suivants, il semble bon de signaler que sur l'axe 3 positif les lessives 08, 25 et 27 sont associées aux modalités : -DET, -DET', ~MIX, +JAU. Les lessives 08, 25, 27 sont sur l'axe 1 du côté négatif (accumulation des modalités +), mais proche de l'origine : 08 réalise trois modalités + (+VIN, +BLA', +JAU') ; 25 et 27 n'en ont qu'une (+BLA' pour 25 ; +JAU' pour 27).

3.3 Analyse globale des performances : Dans la présente analyse furent toutes les modalités des variables des groupes A, B, C (cf. § 2.1.1) : A, lavage à 90° C ; B, lavage à 60° C ; C usure à 90° C. Pour distinguer les variables de performances à 60° C, celles-ci sont affectées d'un sigle commençant par le chiffre 6 : ainsi +6SAN signifie : efficacité optima à 60° C sur la tache de sang ; -6DET' signifie mauvaise détergence à 60° sur tissus de polyester-coton etc. Il importe de noter qu'ici à la différence de l'analyse comparative du § 3, les variables de performances à 60° C et 90° C sont découpées en classes séparément : ainsi les sigles +6NOI et +NOI représentent tous deux une modalité d'efficacité maxima sur la tache de NOIR de soufre, mais le niveau +6NOI atteint à 60° est bien inférieur à celui atteint à 90° , +NOI.

3.3.1 Le plan 1×2 : On voit que l'axe 1 est un axe de niveau général : du côté positif de l'axe on trouve la plupart des modalités -, associées aux lessives les moins efficaces. Celles-ci nous ont déjà été signalées par les précédentes analyses notamment l'analyse comparative du § 3. Ce sont d'abord 15 (eau), 17 (copeaux de savon) et 28 (cristaux de soude) ; puis 24, 19, 29, 09 et 25 : ces lessives ont à 90° des performances qui se rangent parmi celles obtenues à 60°

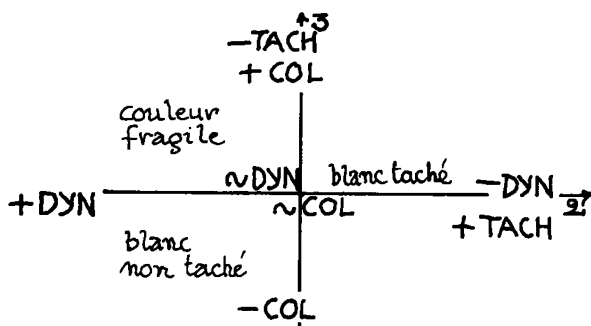
avec d'autres lessives (ou en sont voisines cf. § 3). Elles ont aussi de mauvaises performances d'ensemble à 60° (§ 3.2).

Cependant, le demi-plan ($F1 > 0$) n'est pas exclusivement occupé par les modalités - : parmi celles-ci se trouvent les quatre modalités +SAN, +6SAN, +MIX, +6MIX relatives au détachage du SANG et de la salissure protéinique MIXte à 90° et 60°. Ces exceptions ont elles aussi déjà été vues au § 4 : il se confirme qu'une bonne action sur ces taches peut être associée à une efficacité générale mauvaise ; on sait de plus (cf. § 3.1), qu'à la différence des autres effets ce détachage est dans certains cas, aussi bien réussi à 60° C qu'à 90°.

Le groupe des modalités d'usure (DYNamométrie et COuLeurs) n'est pas nettement disposé sur l'axe 1 : cela est normal, car ainsi qu'on le verra en détail sur le plan 1 x 2 l'usure est en général la conséquence inévitable d'un lavage efficace.

Dans l'ensemble les modalités de même nom considérées à 90° et 60° sont peu éloignées : on a déjà remarqué +SAN à côté de +6SAN et +MIX avec +6MIX ; on a de même -ECR avec -6ECR, -BLA avec -6BLA ; etc. : cela veut dire que ce sont en général les mêmes lessives qui pour un effet donné réussissent le mieux (ou le moins bien) à 90° et à 60°. De même l'action à 60° sur tissu mixte est voisine de celle sur tissu de pur coton. Il y a pourtant à cette règle des exceptions notables : ainsi les trois points +DET, +6DET et +6DET' (détergence sur coton gris, à 90° et 60° , et sur tissu mixte gris à 60°) se distribuent dans le demi-plan ($F1 < 0$) sur une longue ligne à peu près parallèle à l'axe 2.

3.3.2 Le plan 2 x 3 : Ici les modalités afférentes à la dynamométrie et aux couleurs se groupent nettement, comme le symbolise notre schéma. Le long de l'axe se succèdent les 3 groupes +DYN, ~DYN, -DYN des modalités des quatres variables caractérisant l'usure proprement dite. Le long de l'axe 3 on a de même la succession (-COL, ~COL, +COL) : où (e.g.) par -COL nous entendons le groupe des 4 modalités de perte maxima des coloris, auxquelles s'adjoint -COLC, (fort taux de cendre). Cette homogénéité du groupe des variables COL est d'autant plus remarquable que les 4 tissus ont une solidité de coloris très inégale : maxima pour le tissu mixte Polyester-coton (perte moyenne de 4%) suivi du bleu Hydronne (perte de 8%) ; minima pour le coton Vert (~ 35%) et Bleu (~30%).

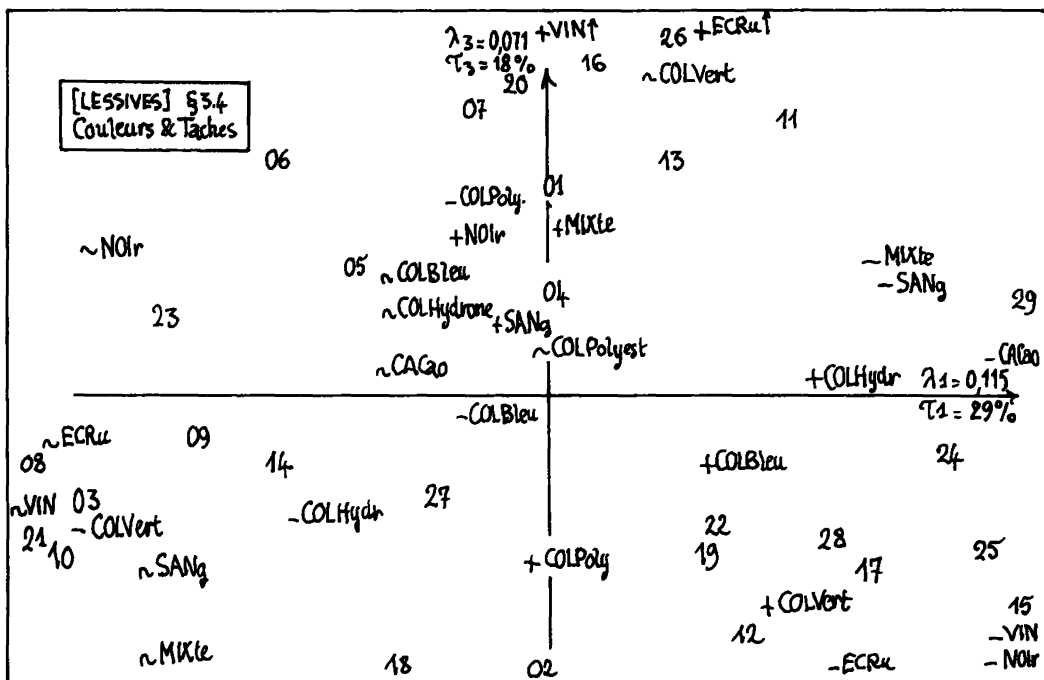


Les variables de détachage sont également assez bien groupées : +TACH avec -DYN ; -TACH avec +COL : ceci signifie que d'une part les lessives qui ont une bonne prise sur les taches usent aussi les fibres du linge ; et que d'autre part les lessives qui respectent le mieux les couleurs ont le moins d'effet sur les taches. On pouvait certes prévoir un rapport entre l'élimination souhaitée des taches

et celle regrettable des couleurs : le résultat vu dans le plan 2 x 3 nous paraît mériter d'être précisé ; et c'est l'objet de l'analyse du § 3.4, consacrée exclusivement aux couleurs et aux taches.

Du point de vue de l'utilisateur, les trois premiers axes de la présente analyse permettent de s'orienter dans le choix d'une lessive. Pour être d'une efficacité acceptable, celle-ci doit d'abord avoir un facteur F1 négatif. Ensuite, le plan 1 x 2 offre 3 zones spécialisées selon les usages. Du côté F2 > 0 sont les lessives agressives (-DYN) les seules toutefois à mordre sur toutes les taches : ceci convient pour un linge blanc taché (ou des effets de travail en toile de couleur). Le quadrant F2 < 0, F3 > 0 est le seul acceptable pour des vêtements de couleur fragile. Enfin un linge blanc modérément taché sera sans doute lavé de façon satisfaisante par une lessive du quadrant F2 < 0, F3 < 0. Quant aux tissus lavés à 60°, on se reportera à l'analyse du § 3.2.

3.4 Couleurs et taches : Dans la présente analyse, on a conservé les modalités de 10 variables : six relatives aux taches (SAN, CAC, MIX, NOI, ECR, VIN) et quatre relatives aux couleurs (COLB, COLH, COLV, COLP sans les cendres).



A l'extrémité positive de l'axe 1 sont les six modalités - d'action contre les taches : on attend donc de trouver à l'extrémité négative du même axe les six modalités + (d'efficacité maxima contre les taches). Il n'en est rien : +CACao mis à part ce sont les modalités d'efficacité moyenne (~VIN, ~ECRu etc.) qui se signalent par un facteur F1 négatif : ainsi le facteur 1 oppose à une efficacité uniformément faible (F1 > 0) une efficacité uniforme et moyenne (F2 > 0). Quant aux modalités d'efficacité maxima, elles sont (sauf +CAC) sur l'axe 1 au voisinage de l'origine ; mais se dispersent dans le plan 2 x 3. En particulier on a à l'extrémité positive de l'axe 2 les modalités +SANG et +MIXte dont la proximité a déjà été remarquée ; tandis

que +VIN et +ECRU s'éloignent sur l'axe 3. Les trois modalités (-, ~, +) de chaque couleur dessinent dans le plan 1×2 des lignes brisées dont le faisceau se concentre dans une bande qui va du quadrant ($F1 < 0$; $F2 > 0$) au quadrant ($F1 > 0$; $F2 < 0$): il est naturel que le respect des couleurs +COL, aille avec l'inefficacité sur les taches ($F1 > 0$). Toutefois les trois modalités de COLP suivent en fait presque exactement l'axe 2; la perte de coloris maxima de ce tissu de polyester-coton (d'ailleurs le plus stable, cf. *supra*) allant avec l'attaque optima des taches de sang et des taches mixtes (+SAN, +MIX).

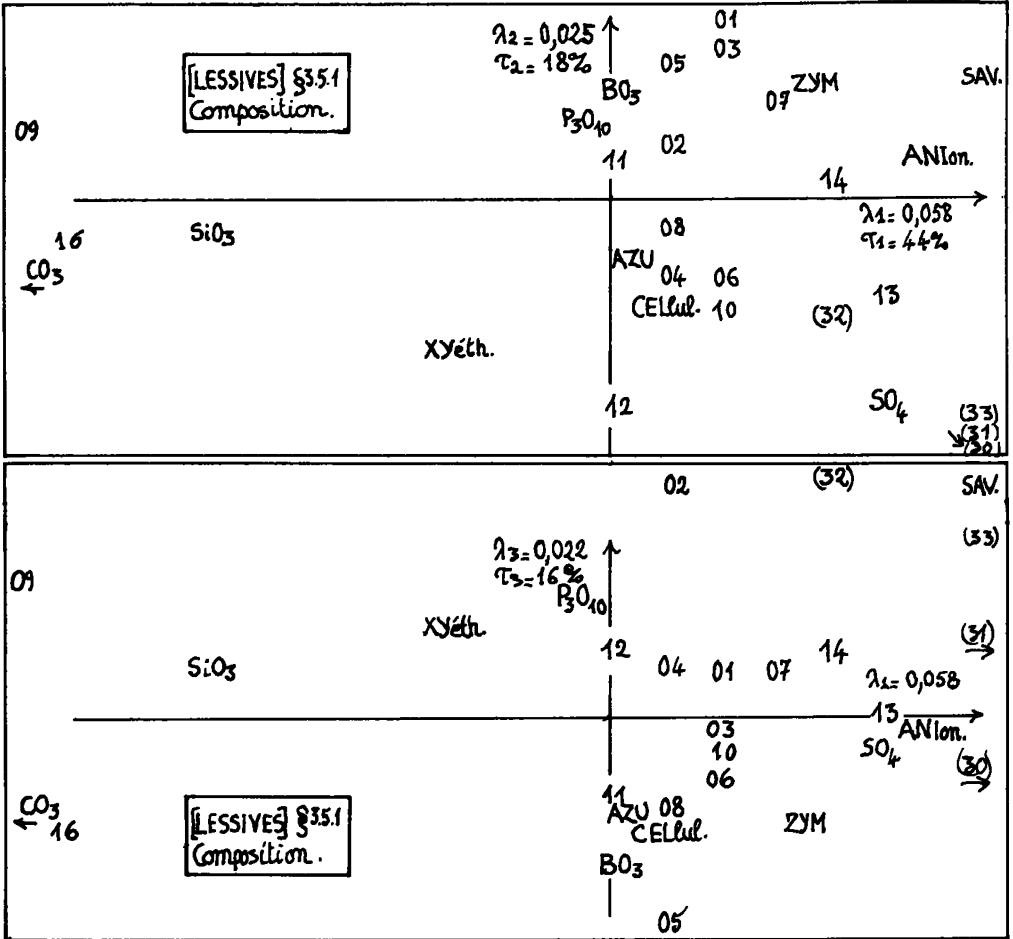
Quant à l'utilisateur, la dispersion des points +TACH suggère qu'il n'y a pas de formule d'efficacité universelle maxima: une bonne efficacité générale correspondant toutefois à $F1 < 0$.

3.5 Composition chimique et performances

3.5.1 Diversité de formules de lessives: Ainsi qu'on l'a dit au § 2.1.1 E, 11 des variables du groupe E constituent un bilan pondéral approché de la composition chimique de la poudre; ce bilan étant connu pour 15 lessives pour machines (n°s 1-14 et 16) et 4 lessives pour lavage manuel (n°s 30-33). L'analyse du tableau de correspondance brut, dont les colonnes sont les composantes et les lignes les lessives (les poudres 30-33 étant en éléments supplémentaires) donne une première vue de ces bilans. On s'est borné à figurer les 3 premiers facteurs (par les plans 1×2 et 1×3): en effet le 4-ème axe n'extrait que de 8% de l'inertie (deux fois moins que le troisième). A la vérité un constituant essentiel les enzymes, a un COR (\cos^2) de 0,467 avec l'axe 7: ce qui montre que trois axes ne suffisent pas à rendre compte de la diversité des lessives: mais la difficulté est ici que les dosages d'enzymes étant semi-qualitatifs, alors qu'à faible dose (1 à 2%) ce constituant est actif, on ne sait quel juste codage adopter: on se contentera donc de 3 axes, en retournant au tableau des données pour vérifier ce que suggèrent nos graphiques.

Sur l'axe 1, du côté négatif, les deux poudres les plus alcalines (09 et 16 de pH respectifs 11,8 et 11,2) sont associées au Na_2CO_3 suivi de Na_2SiO_3 et des tensio-actifs OXYéthyles; les deux autres tensio-actifs ANionique ou SAVons de sodium sont à l'extrémité opposée (+) de l'axe 1: en effet si le pH est élevé (alcalin) un tensio-actif anionique est neutralisé. D'autre part l'agressivité des solutions alcalines requiert que les poudres (30-33) destinées à l'usage manuel soient à l'extrémité (+) de l'axe (ces poudres n'ont pas de Na_2CO_3). L'opposition entre les Na_2CO_3 et ANI est une nécessité technique. Le plan 2×3 permet de situer les trois constituants pondéralement les plus importants: tripolyphosphates (P_3O_{10}) perborates (BO_3) et sulfate (SO_4): il apparaît que les enzymes sont dans ce plan proches des perborates (les trois lessives les plus pauvres en enzymes sont également pauvres en perborate); tandis que sur l'axe 1 elles s'opposent à Na_2CO_3 .

On peut, d'après les proximités entre lessives suggérées par l'analyse du tableau des bilans chimiques (et vérifiées sur le tableau même), conjecturer des similitudes d'effets. Par exemple 16 est proche de 09: toutefois 09 est encore plus alcaline que 16, et celle-ci est la seule des deux à contenir des enzymes. Les analyses du § 3.2 (60°) et du § 3.3 (60° et 90°) donnent à 16 sur l'axe 1 une meilleure place qu'à 09; l'analyse du § 6 (couleurs et taches), montre 09 associée à une plus grande destruction des couleurs, tandis que 16 est plus efficace sur les taches (surtout ECRU et VIN): suggestions qu'on vérifie en retournant aux données brutes.



I	J	BO3	SO4	CO3	SiO	P3O	OXY	SAV	ANI	AZU	ZYM	CEL
01		23	6	0	9	34,5	4,5	4,5	11	1	2	1
02		9	10,5	0	10,5	42	4	2	7	1	2	1
03		26	9,5	2	3,5	37,5	4,5	3	5	2	2	0
04		15,5	17	2,2	8	34	6	1	8,5	2	1	1
05		34	11	2,5	7,5	30,5	1,5	0,5	8,5	2	2	2
06		21	18	2,5	9,5	29	4,5	1	9,5	2	2	2
07		21	11	2	5,5	34	4,5	5	8	2	2	0
08		22,5	14,5	2,5	10	27,5	4,5	0,5	9,5	2	2	2
09		13,5	2	8	17,5	39	4,5	0,5	0,5	1	0	1
10		18	21	3	8,5	29,5	3,5	2,5	6,5	2	2	1
11		24	11,5	2,5	7,5	31	5,5	0,5	7	2	2	1
12		14,5	17	2,5	9,5	25	11,5	2,5	5,5	2	0	1
13		19	22,5	1,2	5,5	30	3	3,5	6,5	2	2	2
14		17	15	1,3	6	34,5	3	4	7,5	2	2	2
16		20	5,5	7,5	15,5	20	7	0,2	0,7	2	2	1
30		0	60,5	0	1	6,5	1	0,5	26,5	2	0	0
31		0	34,5	0	8	24	0,3	0,3	22,5	2	2	2
32		0	15,0	0	10,5	37	7	1	18,5	2	2	2
33		0	27,5	0	9,5	34,5	2,5	0,1	17,5	2	2	2

Les lessives 03 et 07 ont des compositions pondérales apparemment très voisines, pourtant ces poudres ont des effets assez différents : comme on le voit au § 3.2 (effets à 60° C) et au § 3.4 (couleurs et taches). D'ailleurs le pouvoir SEQuestrant nul pour 07, est non nul (encore que faible) pour 03.

Ici on peut s'interroger sur le mode d'action des constituants chimiques : dans quelle mesure leurs effets s'additionnent-ils simplement ? Quand se renforcent-ils (synergie) ou se contrarient-ils (comme une forte alcalinité contrarie l'action des tensio-actifs anioniques.) En augmentant ou diminuant e.g. de 20% la dose de poudre utilisée, modifierait-on grandement les performances de lavage ? Il est vraisemblable en tout cas que les solutions étant tamponnées le pH varierait peu. Mais que dire de l'action du $\text{Na}_2\text{B}_3\text{O}_6$ ou des enzymes ?

3.5.2 Explication des performances : Afin de mettre en rapport composition et performances, on a systématiquement adjoint les modalités des variables du groupe E (composition) découpées en classe aux diverses analyses objets des §§ 3.2, 3.3 et 3.4. De plus on analyse le tableau A x E, sous-tableau de Burt croisant les performances de lavage à 90° C avec la composition.

Quant aux éléments supplémentaires du groupe E, non figurés afin de ne pas surcharger les graphiques, bornons-nous à signaler quelques observations dont la validité est appuyée par les listes de COR et CTR (et en concentrant notre attention sur les variables dont les modalités sont rangées dans leur ordre naturel ($\uparrow \sim \downarrow$) sur l'axe étudié). Il faut d'abord noter que l'analyse chimique n'ayant pas porté sur toutes les poudres, on a dû réserver une modalité "absence de mesure" laquelle s'écarte parfois nettement de l'origine ; et cela dans la direction des produits les moins efficaces : les lessives dites de "haut de gamme" ayant été analysées de préférence aux autres ! En particulier sur l'analyse du § 3.3 seules quatre des lessives non analysées (18, 21, 22, 27) ont un facteur $F_1 < 0$; et deux lessives analysées (09, 06) ont un facteur $F_1 > 0$; parmi les lessives analysées on trouve en général du côté $F_1 < 0$, le plus écartées de l'origine, les poudres les plus riches en BO_3 , pourvues d'enzymes, ainsi que d'azurant. Rien ne nous apparaît sur l'axe 2 ; mais sur l'axe 3 les lessives non dosées sont plutôt du côté (-) (modalités -COL, mais aussi -TACH !) sont associées à $\uparrow \text{pH}$, $\uparrow \text{CO}_2$ et $\uparrow \text{ZYM}$. De même au § 3.4 (taches et couleurs), on voit sur l'axe 1 positif, $\uparrow \text{ZYM}$ (absence d'enzymes) associé à un mauvais détachage (-TACH) ; et dans le quadrant ($F_1 > 0$; $F_2 < 0$) un faible pH ($\uparrow \text{pH}$) et une forte alcalinité combinée ($\uparrow \text{ALC}$: ce qui va avec cela), associées au respect des couleurs $\uparrow \text{COL}$.

Pour rendre compte de l'analyse du sous-tableau de Burt (A x E) (auquel les individus-lessives, ont été adjoints en lignes supplémentaires d'après leur composition chimique) on commentera le plan 1×2 , en se bornant ici encore aux faits combinés par les listages de COR et CTR.

Du côté négatif de l'axe 1 on a les performances $\uparrow \text{JAU}$, $\uparrow \text{BLA}$, $\uparrow \text{ECR}$, $\uparrow \text{NOI}$ (mais aussi -SAN et -MIX) ; avec des modalités de composition parmi lesquelles les mieux corrélées semblent $\uparrow \text{OXY}$, $\uparrow \text{AZU}$, $\uparrow \text{CEL}$, $\uparrow \text{SEQ}$. (Alors que l'effet des SEQuestrants n'a pas été expérimentée, puisque les essais n'ont pas été faits avec une eau dure.

Du côté positif de l'axe 1 on a l'ensemble des performances opposées avec les modalités de composition dont la plupart ne surprennent pas : -JAU, -BLA, -ECR, -NOI (et +SAN, +MIX) ; avec $\uparrow \text{BO}_3$, $\uparrow \text{SO}_4$, $\uparrow \text{SiO}_3$, $\uparrow \text{AZU}$, $\uparrow \text{ZYM}$, $\uparrow \text{P}_3\text{O}_{10}$; ainsi que les lessives 09 et 02.

Sur l'axe 2 on a du côté positif : $\uparrow \text{DET}$, $\uparrow \text{CACao}$, -GRISage, $\uparrow \text{pH}$,

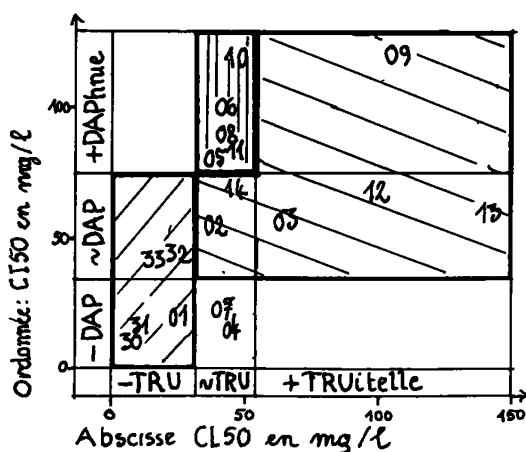
+ALC (et +TEN) et la lessive 05 ; tandis que du côté négatif ce sont : -DET, -CACao, +pH, +P₃O₁₀, +TEN, +AXY, +SEQ, et la lessive 12.

Autant que l'efficacité des produits pris isolément ou associés, les corrélations que montrent les analyses témoignent de la conception des lessives : ainsi bien que l'effet des AZurants optiques ne soit pas prise en compte dans nos analyses, le taux d'azurant élevé (+AZU) ou bas (+AZU) se signale comme associé à la qualité générale du produit.

3.6 Composition chimique et toxicité : L'écotoxicité a été étudiée pour 14 des lessives essayées sur machine (n^os 01 à 14) ainsi que 4 poudres destinées au lavage manuel (n^os 30 à 33). Des analyses chimiques ayant été faites pour l'ensemble de ces 18 poudres on doit tenter de mettre en rapport composition et toxicité. Pour cela on a analysé un sous-tableau de Burt, croisant les 6 modalités des deux variables de toxicité (DAPHnies et TRUITelles) avec les modalités des variables de composition.

A l'extrémité positive de l'axe sont les modalités -DAP et -TRU de toxicité maxima ; +DAP et ~TRU sont dans le quadrant (F1 < 0; F2 > 0) tandis que +TRU et ~DAP sont sur l'axe 2 négatif.

Quant à l'interprétation chimique, on doit être prudent : qu'un faible niveau de carbonate de sodium (+CO₃) voisine avec -TRU ne signifie évidemment pas que l'absence de carbonate fasse mourir les truitelles ! On doit au contraire remarquer que le seul taux élevé qui paraisse à l'extrémité positive de l'axe 1 est +ANI tensio-actifs anioniques, (le point +TEN n'étant que le cumul de ANI, SAV et OXY, les trois tensio-actifs dosés séparément ici : cf. § 2.1.1. E). D'ailleurs les trois modalités de ANI suivant celles de TRU (+ANI va avec -TRU, ~ANI avec ~TRU, +ANI avec +TRU) on peut conclure que les tensio-actifs anioniques sont le principal facteur de létalité des truitelles. Au contraire la proximité de +DAP et +BO₃ montre une très bonne tolérance des daphnies aux perborates ; de même la proximité de +TRU avec +P₃O₁₀ et +SiO₃ signifie que les truitelles sont indifférentes au perborate et au silicate de sodium.



Dans quelle mesure la formule chimique détermine-t-elle les deux variables de toxicité mesurées ici ? Pour le voir on a adjoint les 18 lessives, caractérisées par leur formule chimique, en éléments supplémentaires à l'analyse factorielle. Et on a comparé le nuage des 18 points obtenus au graphique plan rapporté aux deux axes des variables de toxicité. Dans ce graphique on a aussi marqué les bornes des modalités de variables TRU et DAP. On voit dans les deux cas trois groupes avec des caractéristiques semblables

{09,02,03,12,13,14} : avec +TRU et ~DAP ;

{05,06,08,10,11} : avec ~TRU et +DAP ;

{01,30,31,32,33} : avec -TRU et -DAP .

la place de 04 et 07 étant incertaine . Mais la concordance n'est pas parfaite : en particulier, rien ne signale à l'analyse factorielle que la lessive 09 est de beaucoup la moins toxique pour les deux espèces. Aussi longtemps qu'une expérimentation systématique n'aura pas été faite, on doit se contenter des approximations trouvées ici (conclusions dont la stabilité est démontrée par une analyse fondée sur les seules lessives destinées aux machines, à l'exclusion des lessives manuelles toutes très chargées en tensio-actifs anioniques ; et donc toxiques).

4 Conclusions

Il y a loin des données dont nous disposons à un plan d'expérience confrontant toutes les formules possibles de lessives : concevoir un tel plan ne serait d'ailleurs pas aisé du fait de la multiplicité des variables et de leurs interactions ; et le réaliser ne pourrait être que très coûteux. Telles que nous les a soumise l'Union Fédérale des Consommateurs (UFC) les données représentent cependant un grand travail bien orienté pour saisir la diversité des produits effectivement présents sur le marché en les mettant à l'épreuve de quelques mesures bien définies : il nous paraît seulement regrettable que rien n'ait été tenté pour apprécier l'effet des variations de dosage (poids de poudre par litre d'eau) et aussi celui des changements de programme (l'essai n'ayant été porté que sur deux programmes l'un à 60° C, l'autre à 90° C).

Sans prétendre condenser en moins d'une page les conclusions nuancées égrenées au fil des analyses, nous pouvons en citer ici quelques unes : nette infériorité du lavage à 60° C (§ 3.1) ; diversité des qualités inconciliables (ou du moins inconciliées en l'état de l'art !) qu'on peut demander à un lavage (§ 3.2, § 3.3) : d'où résulte la nécessité de choisir la lessive en fonction du linge et de ses souillures (§ 3.4) ; diversité des formules malgré la relative standardisation des composants (§ 3.5) ; toxicité élevée des tensio-actifs anioniques (§ 3.6).

On sait que les industriels qui conçoivent et distribuent les lessives, interrogent des centaines d'usagers avant d'introduire un nouveau produit. Sans doute leur approche globale et subjective, pourrait-elle être heureusement conjuguée avec l'expérimentation analytique de l'UFC : l'analyse des données est quant à elle prête à cette confrontation d'informations de deux natures, relatives aux mêmes produits.