Procédure CALIS de SAS

août 92

Résumé

Cette note a été écrite dans le cadre d'un stage au Centre Interuniversitaire de Calcul de Toulouse. Elle précise le mode d'utilisation de la procédure CALIS du logiciel SAS pour estimer les paramètres d'un modèle d'équations structurelles et tester l'adéquation de ce modèle. Il existe une documentation complète sur l'utilisation de SAS et plus particulièrement de CALIS.

1 Introduction

La procédure CALIS (Covariance Analysis of Linear Structural Equations) estime les paramètres et teste l'adéquation des modèles d'équations structurelles en utilisant l'analyse de la covariance.

Soit S la matrice de covariance obtenue à partir d'un échantillon de taille N. Soit C la matrice prévue par le modèle, fonction des paramètres. CALIS minimise une fonction F qui diffère selon la méthode d'estimation choisie; CALIS en propose trois :

- $F = 0.5\,Tr(S - C)^2$ pour la méthode des moindres carrés non pondérés
- $F = 0.5\,Tr(S^{-1}(S - C))^2$ pour la méthode des moindres carrés généralisée
- $F = Tr(SC^{-1}) - n + log(detC) - log(detS)$ où n est le nombre de variables observables, pour la méthode du maximum de vraisemblance.

On obtient une matrice C, matrice de covariance des variables manifestes, qui permet de déterminer les différents paramètres.

Pour analyser un modèle, il existe trois options selon la présentation de ce modèle. Si le modèle est présenté sous forme d'un diagramme, on choisit l'option RAM; s'il est présenté sous forme d'équations, on choisit l'option LINEQS; s'il est présenté sous forme matricielle, on choisit COSAN.

2 Comment entrer les données?

2.1 Données brutes

On entre les données dans DATA=fichier_de_données que l'on nomme.
Exemple :

```
DATA fact;
   INPUT pop school employ services house;
cards;

5700  12.8   2500  270  25000
1000  10.9    600   10  10000
3400   8.8   1000   10   9000
3800  13.6   1700  140  25000
4000  12.8   1600  140  25000
8200   8.3   2600   60  12000
1200  11.4    400   10  16000
9100  11.5   3300   60  14000
9900  12.5   3400  180  18000
```

```
9600  13.7   3600  390  25000
9600   9.6   3300  80   12000
9400  11.4   4000  100  13000
;
```

Chaque colonne correspond aux observations des variables nommées dans INPUT.

2.2 Données de type matrice de covariance, matrice de corrélation, moyennes, écarts types.

On peut entrer dans data=fichier_de_données une matrice de covariance, une matrice de corrélation, une matrice de covariance "non corrigée par la moyenne" (moments du second ordre non centrés), une matrice de "corrélation non corrigée par la moyenne" ou une matrice SSCP (Sum of Squares and Cross Products). On doit alors préciser TYPE=COV, TYPE=CORR, TYPE=UCOV, TYPE=UCORR ou TYPE=SSCP après le nom du fichier de données.

2.2.1 S'il n'y a qu'un seul type de données

Si les données sont constituées uniquement d'une matrice de covariance, d'une matrice de corrélation, d'une matrice de covariance ou de corrélation non corrigée par la moyenne, on doit préciser la variable _TYPE_ par _TYPE_='COV', _TYPE_='CORR', _TYPE_='UCOV', _TYPE_='UCORR' ou _TYPE_='SSCP'avant INPUT. Exemple : si l'on veut entrer une matrice de covariance, on tape

```
DATA CMAT(TYPE=COV);
TITLE "Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide";

   _TYPE_ = 'COV'; INPUT _NAME_ $ V1-V6;
   LABEL V1='Anomia (1967)' V2='Anomia (1971)' V3='Education'
         V4='Powerlessness (1967)' V5='Powerlessness (1971)'
         V6='Occupational Status Index';
   CARDS;
V1   11.834      .         .         .        .        .
V2    6.947    9.364       .         .        .        .
V3    6.819    5.091   12.532        .        .        .
V4    4.783    5.028    7.495    9.986        .        .
V5   -3.839   -3.889   -3.841   -3.625    9.610       .
V6  -21.899  -18.831  -21.748  -18.775   35.522  450.288
  ;
```

2.2.2 Si l'on entre de plus les moyennes ou les écarts types.

On tape _TYPE_ après INPUT et la première colonne des entrées précisera la nature du _TYPE_ (mean pour la moyenne, std pour l'écart type, corr pour la corrélation et cov pour la covariance).

Exemple d'entrée d'une matrice de covariance et des moyennes:

```
DATA CMAT(TYPE=COV);
TITLE "Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide";

    INPUT _type_ $ _NAME_ $ V1-V6;
   LABEL V1='Anomia (1967)' V2='Anomia (1971)' V3='Education'
         V4='Powerlessness (1967)' V5='Powerlessness (1971)'
         V6='Occupational Status Index';
   CARDS;
mean .     1.       0.5      1.        .6      .7       .8
cov  V1   11.834     .        .         .       .        .
cov  V2    6.947    9.364     .         .       .        .
cov  V3    6.819    5.091   12.532      .       .        .
cov  V4    4.783    5.028    7.495    9.986     .        .
cov  V5   -3.839   -3.889   -3.841   -3.625   9.610      .
cov  V6  -21.899  -18.831  -21.748  -18.775  35.522  450.288
  ;
```

Exemple d'entrée d'une matrice de corrélation et des écarts types :

```
data correl(type=corr);
input _type_$ _name_$ v1-v6;
cards;
std  .  4.  2.  8.  5.  6.   3.
corr v1 1.0  .   .   .   .    .
corr v2  .7 1.0  .   .   .    .
corr v3  .5  .4 1.0  .   .    .
corr v4  .3  .8  .6 1.0  .    .
corr v5  .7  .9  .2  .9 1.0   .
corr v6  .8  .2  .4  .9  .8  1.0
;
```

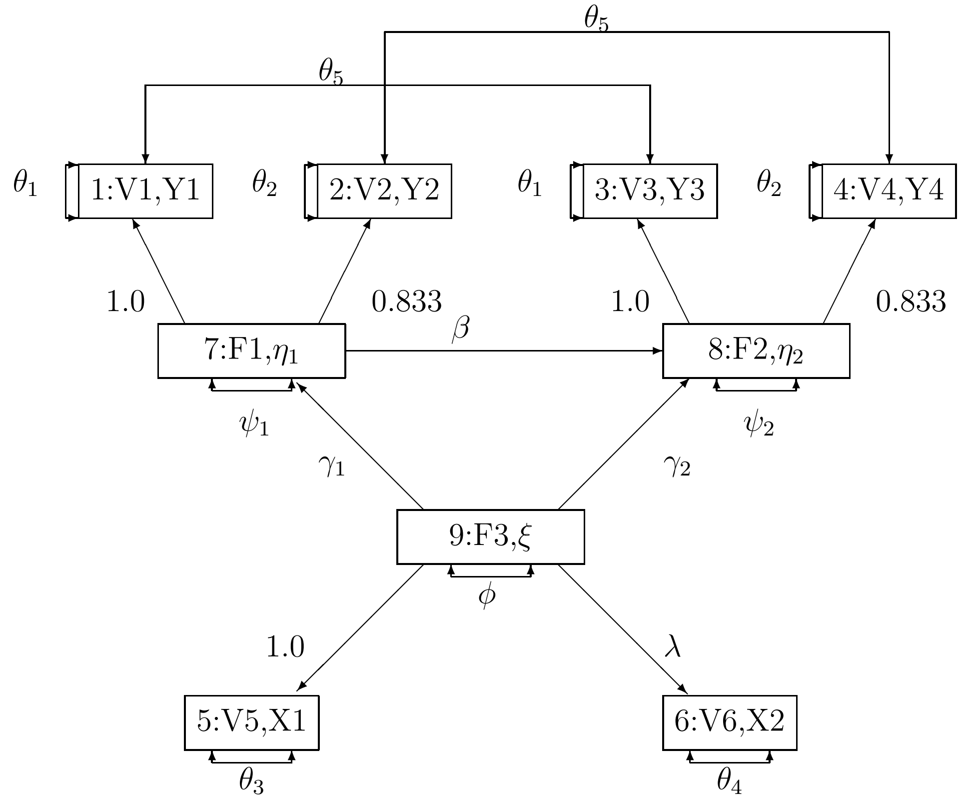
Il peut être utile de rentrer les écarts types par exemple quand on veut travailler avec la matrice de covariance et que l'on dispose de la matrice de corrélation.

3 Comment entrer le modèle?

Un modèle peut être précisé par LINEQS, RAM ou COSAN. Le modèle se place après l'appel de la procédure PROC CALIS.

3.1 RAM

Exemple de diagramme :



Ce diagramme montre les relations directes et indirectes entre toutes les variables du modèle en utilisant des flèches pour indiquer la direction de causalité. Les coefficients de régression entre les variables sont indiqués par des flèches à une tête. Les variances et covariances sont indiquées par des flèches à deux têtes. Les flèches à deux têtes qui pointent vers des variables endogènes représentent les termes d'erreur (par exemple $Y1 = 1.0F1 + E1$, $\theta_1 = varE1$).

Le modèle RAM (Reticular Action), modèle de Mc Ardle(1980), Mc Ardle et Mc Donald(1984), est le suivant ;

$$v = Av + u$$

où A est une matrice régulière et v et u sont des vecteurs aléatoires. Les variables dans v et u peuvent être manifestes ou latentes. Les variables endogènes correspondant aux composantes de v sont exprimées comme combinaison linéaire des variables restantes et des composantes d'un vecteur u de matrice de covariance P.

La matrice de covariance des variables manifestes s'écrit

$$C = J(I - A)^{-1}P(I - A)^{-1\prime}J'$$

où J est la matrice de sélection.

Exemple : le diagramme précédent correspond aux équations structurelles suivantes

$$V1 = 1.0V7 + U1$$

$$V2 = .833V7 + U2$$

$$V3 = 1.0V8 + U3$$

$$V4 = .833V8 + U4$$

$$V5 = 1.0V9 + U5$$

$$V6 = \lambda V9 + U6$$

$$V7 = \gamma_1 V9 + U7$$

$$V8 = \beta V7 + \gamma_2 V9 + U8$$

$$V9 = U9$$

et aux matrices

$$V = \begin{pmatrix} V1 \\ V2 \\ V3 \\ V4 \\ V5 \\ V6 \\ F1 \\ F2 \\ F3 \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & .833 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & .833 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \gamma_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \beta & 0 & \gamma_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} \theta_1 & 0 & \theta_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_2 & 0 & \theta_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \theta_5 & 0 & \theta_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \theta_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \psi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \psi_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \phi \end{pmatrix}$$

L'option RAM transcrit un diagramme en une liste. On assigne des nombres aux "noeuds" du diagramme c'est à dire aux variables. RAM contient une liste de groupes de termes séparés par des virgules. Chaque ligne correspond à une flèche dans le diagramme. La première entrée de chaque ligne est le nombre de têtes de la flèche, la seconde entrée désigne la destination de la flèche, la troisième entrée désigne l'origine de la flèche, la quatrième entrée donne la valeur initiale du coefficient et la cinquième entrée donne un nom si le coefficient est un paramètre et non une constante. Si la cinquième entrée spécifie qu'il s'agit d'un paramètre alors la quatrième entrée n'est pas nécessaire parce que CALIS donnera une valeur initiale à ce paramètre.

Les n premiers nombres assignés aux variables dans le diagramme et dans le vecteur v doivent correspondre aux n variables manifestes de la matrice de covariance ou de corrélation entrée. Si l'on n'est pas sûr de l'ordre des variables manifestes dans Data, on utilise l'option VAR pour spécifier l'ordre des variables : chaque variable manifeste se verra attribuer dans le diagramme son rang dans la matrice de covariance ou de corrélation.

Ces entrées données sous forme de liste déterminent les éléments des matrices A et P. Le premier terme est le numéro de la matrice dans le modèle RAM (1:matrice A, 2:matrice P). Le second terme est le numéro de la ligne de la matrice où se situe l'élément. Le troisième terme est le numéro de la colonne de la matrice où se situe l'élément.

Si l'on ne spécifie ni le quatrième, ni le cinquième terme, le coefficient est supposé constant égal à 1 par défaut. En utilisant le même nom pour différents coefficients, on les contraint à être égaux.

Avec RAM on peut utiliser les commandes suivantes

VARNAMES (VNAMES) donne des noms aux variables latentes et aux erreurs. On ne peut utiliser qu'un VARNAMES avec chaque PROC CALIS. La matrice peut être spécifiée par l'entier 1 ou 2 (1: matrice A, 2: matrice P). Par exemple pour le diagramme précédent, on peut spécifier les variables latentes par les noms F1, F2, F3 et les variables d'erreurs par les noms E1, E2,..., E6, D1, D2 et D3 de la façon suivante :
VNAMES

1. f1-f3,
2. e1-e6 d1-d3;

Si dans RAM, VNAMES n'est pas spécifié, des noms seront assignés par défaut aux variables en utilisant les préfixes F, E et D.

PARAMETERS (PARMS) définit d'autres paramètres que ceux qui sont utilisés dans le modèle. On peut utiliser plusieurs PARAMETERS pour chaque PROC CALIS. La liste des noms de paramètres peut être suivie d'un signe égal et d'une liste de nombres. Ces nombres seront utilisés comme valeurs initiales des paramètres.

Exemple :
PARAMETERS alpha=.5 beta=-.5;

BOUNDS

On y exprime les minorations et les majorations. Les seuls opérateurs acceptés sont <, >, >= et <=. On peut utiliser BOUNDS pour définir une contrainte pour tout paramètre dont le nom a été spécifié dans RAM ou qui est utilisé dans le modèle d'un INRAM=data set (voir plus loin).

Exemple :

```
BOUNDS
0.0<=a1-a9 x<=1.0,
-1.0<=c2-c5,
b1-b10 y>=0.0;
```

On doit séparer les contraintes par une virgule.

VAR donne la liste des variables manifestes qui doivent être analysées. Si VAR n'est pas précisé, toutes les variables manifestes sont analysées. On utilise VAR pour s'assurer que les variables manifestes apparaissent dans l'ordre correct pour RAM.

Ces commandes sont placées après la liste de RAM.

On ne peut utiliser qu'une seule fois RAM pour chaque PROC CALIS.

Exemple correspondant au diagramme précédent :

```
DATA CMAT(TYPE=COV);
TITLE "Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide";

   _TYPE_ = 'COV'; INPUT _NAME_ $ V1-V6;
   LABEL V1='Anomia (1967)' V2='Anomia (1971)' V3='Education'
         V4='Powerlessness (1967)' V5='Powerlessness (1971)'
         V6='Occupational Status Index';
   CARDS;
V1   11.834     .        .        .        .        .
V2    6.947    9.364     .        .        .        .
V3    6.819    5.091   12.532     .        .        .
V4    4.783    5.028    7.495    9.986     .        .
V5   -3.839   -3.889   -3.841   -3.625   9.610      .
V6  -21.899  -18.831  -21.748  -18.775  35.522  450.288
  ;

PROC CALIS COV DATA=CMAT TECH=NR EDF=931 ALL;
 TITLE3 "Model of BENTLER, 1985, p. 31";
ram
  1 1 7 1.,
  1 2 7 .833,
  1 3 8 1.,
  1 4 8 .833,
  1 5 9 1.,
  1 6 9 .5 lamb,
  1 7 9 -.5 gam1,
  1 8 7 .5 beta,
  1 8 9 -.5 gam2,
  2 1 1 3. the1,
  2 2 2 3. the2,
  2 3 3 3.the1,
  2 4 4 3. the2,
  2 5 5 3. the3,
  2 6 6 3. the4,
  2 1 3 .2 the5,
  2 2 4 .2 the5,
  2 7 7 4. psi1,
  2 8 8 4. psi2,
  2 9 9 6. phi;
```

```
vnames 1 f1-f3,
       2 e1-e6 d1-d3;
run;
```

3.2 LINEQS

Modèle : $\eta = \beta\eta + \gamma\xi$
où β et γ sont des matrices et η et ξ sont des vecteurs de variables aléatoires. Les composantes de η correspondent aux variables endogènes; les composantes de ξ correspondent aux variables exogènes et aux variables d'erreur. Les variables dans η et ξ peuvent être manifestes ou latentes.
Soit

$$\Gamma = \begin{pmatrix} \gamma \\ I \end{pmatrix}$$

Soit

$$B = \begin{pmatrix} \beta & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

La matrice de covariance s'écrit

$$C = J(I - B)^{-1}\,\Gamma\Phi\Gamma'(I - B)^{-1'}J'$$

où $\Phi = E(\xi'\xi)$
Exemple : équations correspondant à l'exemple de la page 5

$Y1 = 1.0F1 + E1$
$Y2 = .833F1 + E2$
$Y3 = 1.0F2 + E3$
$Y4 = .833F2 + E4$
$X1 = 1.0F3 + E5$
$X2 = \lambda F3 + E6$
$F1 = \gamma_1 F3 + D1$
$F2 = \beta F1 + \gamma_2 F3 + D2$
Dans cet exemple on a

$$\eta = \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \\ X1 \\ X2 \\ F1 \\ F2 \end{pmatrix}$$

$$\beta = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.833 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.833 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \beta & 0 \end{pmatrix}$$

$$\gamma = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \lambda \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \gamma_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \gamma_2 \end{pmatrix}$$

varF3 $= \phi$
varE1 $= \theta_1$
varE2 $= \theta_2$
varE3 $= \theta_1$
varE4 $= \theta_2$
varE5 $= \theta_3$
varE6 $= \theta_4$
cov(E1,E3) $= \theta_5$
cov(E2,E4) $= \theta_5$
varD1 $= \psi_1$
varD2 $= \psi_2$

$$\Phi = \begin{pmatrix} \theta_1 & 0 & \theta_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \theta_5 & 0 & \theta_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \theta_5 & 0 & \theta_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \theta_4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \psi_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \psi_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \phi \end{pmatrix}$$

Après LINEQS, on écrit les équations du modèle. Les termes du côté gauche de l'équation peuvent être soit des variables manifestes, soit des variables latentes. Les variables du côté gauche de l'équation ne doivent pas apparaître du côté droit de la même équation de sorte que la matrice β ait ses éléments diagonaux nuls.

La longueur du nom de chaque variable est restreint à huit caractères. Les noms des variables manifestes sont définis dans DATA. Les noms des variables latentes doivent commencer par la lettre F et les noms des erreurs correspondant aux variables manifestes doivent commencer par E, les noms des erreurs correspondant aux variables latentes doivent commencer par un D.

Chaque équation doit contenir au plus une variable E ou D. Les équations doivent être séparées par des virgules. L'ordre des équations est arbitraire.

Les coefficients à estimer sont indiqués dans les équations par un nom précédant le nom de la variable indépendante. Le nom du coefficient peut être suivi par un nombre réel entre parenthèses indiquant la valeur initiale de ce coefficient. Un nombre réel précédant le nom de la variable indépendante indique un coefficient constant. Si, ni un nom de coefficient, ni un nombre réel, ne précède le nom de la variable indépendante, le coefficient est supposé égal à un.

Si le modèle contient beaucoup de paramètres, on peut préciser tous ces paramètres par le même préfixe. Un préfixe est un nom court suivi de deux points. Un nom est alors attribué au paramètre en ajoutant un suffixe entier à ce préfixe. Le préfixe ne doit pas avoir plus de 5 ou 6 caractères de façon à ce que le nom ne dépasse pas huit caractères.

Commandes possibles avec LINEQS :

– STD

– COV

– BOUNDS

– PARAMETERS

STD et COV définissent les éléments de la matrice Φ. Les définitions des paramètres sont séparées par des virgules. Les variables utilisées dans STD et COV doivent être exogènes (elles ne doivent donc pas apparaître à gauche d'une équation).

STD

définit les éléments diagonaux de la matrice Φ, désigne quelles variances sont des paramètres à estimer et lesquelles sont fixées. Les éléments qui ne sont pas définis sont mis à zéro.

Chaque élément du côté droit du signe égal définit la variance de la variable située du côté gauche. Un nom du côté droit signifie que la variance correspondante est un paramètre à estimer. Ce nom peut être suivi par un nombre réel entre parenthèses qui définit la valeur initiale de la variance dans le processus de minimisation. Un nombre réel dans la liste de droite signifie que la variance correspondante est fixée. Le côté droit peut aussi contenir des préfixes.

Exemple

STD

e1-e6 = 6*a (6*3);

définit les six variances des erreurs comme les paramètres a1,...,a6 ayant tous pour valeur initiale 3.

COV

définit les éléments hors diagonale de la matrice Φ, précise quelles covariances sont des paramètres à estimer et lesquelles sont fixées. Les éléments non définis sont mis à zéro.

COV diffère de STD seulement par la signification de la liste des variables du côté gauche. Le côté gauche peut avoir deux formes; l'ordre des noms de variables est très important :

- COV

  e1-e4 = phi1-phi6;

  signifie [e2,e1]= phi1, [e3,e1] = phi2, [e3,e2] = phi3, [e4,e1] = phi4, [e4,e2] = phi5, [e4,e3] = phi6.

  Les éléments symétriques sont déduits aussitôt.

- L'utilisation de deux listes de k1 et k2 variables séparées par un astérisque du côté gauche du signe égal signifie que la liste du côté droit correspond à toutes les k1*k2 paires distinctes de variables dans la matrice Φ.

  Exemple

  COV
  e1 e2*e3 e4 = phi1-phi4;

  signifie [e1,e3] = phi1, [e1,e4] = phi2, [e2,e3] = phi3, [e2,e4] = phi4.

Si on utilise LINEQS pour l'exemple de la page 5, on tape :

```
 DATA CMAT(TYPE=COV);
_TYPE_ ='COV'; INPUT _NAME_ $ V1-V6;
cards;
V1   11.834    .         .          .         .          .
```

```
V2    6.947   9.364      .          .        .         .
V3    6.819   5.091   12.532      .        .         .
V4    4.783   5.028    7.495     9.986     .         .
V5   -3.839  -3.889   -3.841    -3.625    9.610      .
V6  -21.899 -18.831  -21.748   -18.775   35.522   450.288
;
PROC CALIS COV DATA=CMAT TECH=NR  EDF=931 all;
LINEQS
   V1 = F1 + E1,
   V2 = .833 F1 + E2,
   V3 = F2 + E3,
   V4 = .833 F2 + E4,
   V5 = F3 + E5,
   V6 = LAMB(.5) F3 + E6,
   F1 = GAM1(-.5) F3 + D1,
   F2 = BETA(.5) F1 + GAM2(-.5) F3 + D2;

STD
E1-E6 = THE1-THE2 THE1-THE4 (6 * 3),
D1-D2 = PSI1-PSI2 (2 * 4),
F3 = PHI (6.);

COV
E1 E3 = THE5 (.2),
E4 E2 = THE5 (.2);

RUN;
```

3.3 COSAN

Le modèle COSAN est le suivant :

$$C = F_1 P_1 F_1^{'} + ... + F_m P_m F_m^{'}$$

où C est la matrice de corrélation ou de covariance, chaque matrice F_k, k=1,...m, est le produit de n(k) matrices $F_{k_j}, j = 1, ..., n(k)$, et chaque matrice P_k est symétrique.

Après COSAN on tape les m termes matriciels séparés par des signes + selon l'addition des termes dans le modèle. Chaque terme matriciel contient les définitions des n(k)+1 matrices, F_{k_j} et P_k, séparées par des astérisques * selon la multiplication des matrices dans le modèle. Les matrices $F_{k_j}^{'}$ du côté droit du produit sont redondantes et ne sont pas spécifiées sous COSAN. Chaque définition de matrice contient le nom de la matrice suivi entre parenthèses du nombre de colonnes de la matrice et optionnellement d'une ou deux propriétés, séparées par des virgules, décrivant la forme de la matrice. On peut choisir de spécifier comme première propriété de la matrice :

- DIA spécifie une matrice diagonale. Si la matrice n'est pas carrée, ceci décrit une sous matrice diagonale suivie d'une sous matrice rectangle nulle.

- GEN spécifie une matrice rectangle générale; c'est ce qui est adopté par défaut.

- IDE spécifie une matrice identité. Si la matrice n'est pas carrée, ceci décrit une sous matrice identité suivie d'une sous matrice rectangle nulle.

- LOW spécifie une matrice triangulaire inférieure; la matrice peut être rectangle.

- SYM spécifie une matrice symétrique; la matrice ne peut pas être rectangle.

- UPP spécifie une matrice triangulaire supérieure; la matrice peut être rectangle.

- ZDI spécifie une matrice "zéro:diagonale"; si la matrice n'est pas carrée, ceci décrit une sous matrice rectangulaire nulle suivie d'une sous matrice diagonale.

- ZID spécifie une matrice "zéro:identité"; si la matrice n'est pas carrée, ceci décrit une sous matrice rectangulaire nulle suivie d'une sous matrice identité.

La seconde propriété de la matrice décrit la transformation appliquée à la matrice. Si la seconde propriété n'est pas précisée, aucune transformation n'est effectuée. L'une des deux transformations suivantes peut être précisée :

- IMI si le modèle contient l'inverse de la différence entre la matrice identité et la matrice considérée ($(I - A)^{-1}$).

- INV si le modèle contient l'inverse de la matrice.

On ne peut pas préciser INV ou IMI pour une matrice non carrée.

Exemple : COSAN j(9,ide)*a(9,gen,imi)*p(9,sym)

Commandes possibles avec COSAN :

- MATRIX

- VARNAMES

- BOUNDS

- PARAMETERS

MATRIX

Il doit y avoir au moins un MATRIX pour chaque matrice mentionnée dans COSAN sauf pour les matrices IDE et ZID. MATRIX spécifie les valeurs des éléments constants dans chaque matrice et donne des noms aux éléments qui sont des paramètres à estimer. On peut attribuer une valeur initiale à chaque paramètre en faisant suivre son nom d'un nombre entre parenthèses. Entre accolades se trouve la position de l'élément dans la matrice. Il y a plusieurs façons de spécifier la position des éléments.

- {i,j}=liste
  signifie que la liste de droite correspond aux éléments de la matrice {i,j}, {i+1,j+1},...,{i+n,j+n}. Le nombre d'éléments est défini par la longueur de la liste.
- {i,}=liste
  signifie que la liste de droite correspond aux éléments {i,j}, {i,j+1},...,{i,j+n} où j est la colonne de l'élément diagonal sur la ligne i pour une matrice DIA, ZDI ou UPP et j est la première colonne pour toutes les autres matrices. Pour une matrice symétrique, les éléments de la liste sont ceux de la partie inférieure de la matrice.
- {,j}=liste
  signifie que la liste de droite correspond aux éléments {i,j}, {i+1,j},...,{i+n,j} où i est la ligne de l'élément diagonal de la colonne j pour une matrice DIA, ZDI, SYM ou LOW et est la première ligne pour toute autre matrice.
- {,}=liste
  signifie que la liste correspond à tous les éléments possibles de la matrice en commençant par l'élément {1,1} et en lisant la matrice ligne après ligne. Les éléments possibles pour une matrice DIA ou ZDI sont les éléments diagonaux; pour une matrice UPP ou LOW ce sont les éléments au-dessus ou au-dessous de la diagonale et pour une matrice symétrique ce sont les éléments du triangle inférieur, le triangle supérieur en étant déduit automatiquement.

MATRIX ne peut être utilisé avec une matrice IDE ou ZID; pour toutes les autres matrices, chaque élément non spécifié sera supposé nul. Il peut y avoir plus d'un MATRIX pour chaque matrice mentionnée dans COSAN; si différentes définitions sont données à un élément matriciel, c'est la dernière définition qui compte.

Pour l'exemple de la page 5, le modèle spécifié dans COSAN étant le modèle RAM, on obtient :

```
DATA CMAT(TYPE=COV);
TITLE "Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide";
```

```
   _TYPE_ = 'COV'; INPUT _NAME_ $ V1-V6;
   LABEL V1='Anomia (1967)' V2='Anomia (1971)' V3='Education'
         V4='Powerlessness (1967)' V5='Powerlessness (1971)'
         V6='Occupational Status Index';
   CARDS;
V1   11.834      .         .         .        .        .
V2    6.947    9.364       .         .        .        .
V3    6.819    5.091    12.532       .        .        .
V4    4.783    5.028     7.495     9.986      .        .
V5   -3.839   -3.889    -3.841    -3.625    9.610      .
V6  -21.899  -18.831   -21.748   -18.775   35.522  450.288
  ;

PROC CALIS COV DATA=CMAT TECH=NR EDF=931 ALL;
 TITLE3 "Model of BENTLER, 1985, p. 31";
 cosan j(9,ide)*a(9,gen,imi)*p(9,sym);
  matrix a
     {,7} = 1. .833 5*0. beta(.5),
     {,8} = 2*0. 1. .833,
     {,9} = 4*0. 1. lamb gam1-gam2(.5 2*-.5);
  matrix p
     {1,1} = the1 the2 the1-the4(6*3.),
     {7,7} = psi1-psi2 phi(2*4. 6.),
     {3,1} = the5(.2),
     {4,2} = the5(.2);
  run;
```

4 Comment appeler la procédure CALIS?

On appelle la procédure CALIS en tapant PROC CALIS après les données et avant le modèle. On précise après PROC CALIS quel est le fichier de données utilisé par Data=nom_de_fichier.

5 Comment indiquer le choix de l'analyse?

Pour indiquer l'analyse, on tape l'une des options suivantes après PROC CALIS :

- COVARIANCE ou COV analyse la matrice de covariance au lieu de la matrice de corrélation. Si les données sont constituées d'une matrice de corrélation et des écarts types ou d'une SSCP, utiliser l'option COV signifie

que la matrice de covariance est calculée et analysée.
Exemple :

```
data correl(type=corr);
input _type_$ _name_$ v1-v6;
cards;
std  .  4.  2.  8.  5.  6.   3.
corr v1 1.0  .   .   .   .    .
corr v2  .7 1.0  .   .   .    .
corr v3  .5  .4 1.0  .   .    .
corr v4  .3  .8  .6 1.0  .    .
corr v5  .7  .9  .2  .9 1.0   .
corr v6  .8  .2  .4  .9  .8  1.0
;
PROC CALIS COV EDF=11;
(specification du modele)
run;
```

- UCORR analyse la matrice de corrélation non corrigée par la moyenne au lieu de la matrice de corrélation corrigée par la moyenne. Il est équivalent de spécifier NOINT sans COV.
- UCOV analyse la matrice de covariance non corrigée par la moyenne au lieu de la matrice de covariance corrigée par la moyenne. Il est équivalent de spécifier NOINT et COV.

6 Comment estimer les constantes dans les équations structurelles?

On peut estimer les constantes (en anglais "intercept") d'un système d'équations structurelles en appliquant CALIS à la matrice de covariance non corrigée par la moyenne (UCOV) augmentée d'une variable INTERCEP constante égale à 1. Calis contient les options UCOV et AUGMENT (ou AUG) pour calculer et analyser une matrice UCOV augmentée.
Exemple : le modèle suivant est spécifié par deux équations contenant deux variables endogènes Q et P et trois variables exogènes D, F et Y;

$$Q = \alpha_1 + \beta_1 P + \gamma_1 D$$

$$Q = \alpha_2 + \beta_2 P + \gamma_2 F + \gamma_3 Y$$

```
title 'equations avec constantes';
```

```
data food;
input q p d f y;
 label Q='Food Consumption per Head'
       P='Ratio of Food Prices to General Price'
       D='Disposable Income in Constant Prices'
       F='Ratio of Preceding Years Prices'
       Y='Time in Years 1922-1941';
cards;
 98.485  100.323  87.4  98.0   1
 99.187  104.264  97.6  99.1   2
102.163  103.435  96.7  99.1   3
101.504  104.506  98.2  98.1   4
104.240   98.001  99.8 110.8   5
103.243   99.456 100.5 108.2   6
103.993  101.066 103.2 105.6   7
 99.900  104.763 107.8 109.8   8
100.350   96.446  96.6 108.7   9
102.820   91.228  88.9 100.6  10
 95.435   93.085  75.1  81.0  11
 92.424   98.801  76.9  68.6  12
 94.535  102.908  84.6  70.9  13
 98.757   98.756  90.6  81.4  14
105.797   95.119 103.1 102.3  15
100.225   98.451 105.1 105.0  16
103.522   86.498  96.4 110.5  17
 99.929  104.016 104.4  92.5  18
105.223  105.769 110.7  89.3  19
106.232  113.490 127.1  93    20
;
proc calis ucov aug data=food all;
lineqs
q=alph1 intercep + beta1 p + gamma1 d + e1,
p=alpha2_b intercep + gamma2_b f +gamma3_b y + _b q +e2;
parameters alpha2 beta2 gamma2 gamma3;
alpha2_b = -alpha2 / beta2;
gamma2_b = -gamma2 / beta2;
gamma3_b = -gamma3 / beta2;
_b = 1 / beta2;
std
 e1-e2 = eps1-eps2;
cov
 e1-e2 = eps3;
bounds
eps1-eps2 >= 0;
run;
```

L'option AUG ne peut être utilisée que lorsque UCOV, UCORR ou NOINT est spécifié.

7 Comment entrer le nombre d'observations?

On précise EDF=n après PROC CALIS de sorte que n+i est le nombre d'observations, où i=0 si NOINT est spécifié sans AUGMENT et i=1 sinon.
Exemple : s'il y a 932 observations et que NOINT n'est pas spécifié sans AUGMENT, il faut préciser EDF=931.

8 Comment rappeler une matrice de covariance ou de corrélation ou un modèle?

- a) Si la matrice de covariance ou de corrélation que l'on veut rentrer a déjà été calculée dans une première analyse, on peut lors de cette première analyse créer un fichier en précisant OUSTAT=nom_de_fichier, contenant les matrices de covariance ou de corrélation, et rappeler ce fichier par DATA=nom_de_fichier dans une seconde analyse.
- b) On peut aussi entrer un modèle qui a déjà été utilisé dans une première analyse par INRAM = nom_de_fichier. Dans la première analyse, on définit alors OUTRAM = nom_de_fichier qui contient la spécification du modèle et les estimations des paramètres. Ces données seront réutilisées par INRAM = nom_de_fichier et les valeurs estimées des paramètres serviront de valeurs initiales pour une seconde analyse.

Cela peut être utile par exemple si l'on désire refaire une analyse avec une autre méthode d'estimation.
Exemple :

```
DATA CMAT(TYPE=COV);

   _TYPE_ = 'COV'; INPUT _NAME_ $ V1-V6;
   LABEL V1='Anomia (1967)' V2='Anomia (1971)' V3='Education'
         V4='Powerlessness (1967)' V5='Powerlessness (1971)'
         V6='Occupational Status Index';
   CARDS;
V1   11.834      .         .         .        .        .
V2    6.947    9.364       .         .        .        .
V3    6.819    5.091    12.532       .        .        .
V4    4.783    5.028     7.495     9.986      .        .
V5   -3.839   -3.889    -3.841    -3.625    9.610      .
V6  -21.899  -18.831   -21.748   -18.775   35.522  450.288
  ;
```

```
PROC CALIS COV DATA=CMAT TECH=NR method=G EDF=931 ALL outram=model  nomod;

ram
  1 1 7 1.,
  1 2 7 .833,
  1 3 8 1.,
  1 4 8 .833,
  1 5 9 1.,
  1 6 9 .5 lamb,
  1 7 9 -.5 gam1,
  1 8 7 .5 beta,
  1 8 9 -.5 gam2,
  2 1 1 3.  the1,
  2 2 2 3.  the2,
  2 3 3 3.  the1,
  2 4 4 3.  the2,
  2 5 5 3.  the3,
  2 6 6 3.  the4,
  2 1 3 .2  the5,
  2 2 4 .2  the5,
  2 7 7 4.  psi1,
  2 8 8 4.  psi2,
  2 9 9 6.  phi;
vnames 1 f1-f3,
       2 e1-e6 d1-d3;

run;
data ml;
proc calis cov data=CMAT method=ml edf=931  inram=model all;
run;
```

9 Comment préciser la méthode d'estimation?

On précise la méthode d'estimation par METHOD = nom ou M = nom, placé après PROC CALIS. Les différentes valeurs de "nom" sont :

– GLS ou G désigne la méthode des moindres carrés généralisée; cette méthode nécessite une matrice de corrélation régulière.

– LSGLS ou LSG désigne la méthode des moindres carrés non pondérés suivie de la méthode des moindres carrés généralisée : les premières estimations sont utilisées comme valeurs initiales pour la seconde estimation.

– LSML ou LSMAX désigne la méthode des moindres carrés non pondérés suivie de la méthode du maximum de vraisemblance : les premières estimations sont utilisées comme valeurs initiales pour la seconde estimation.

- ML ou MAX ou M désigne la méthode du maximum de vraisemblance; cette méthode nécessite une matrice de corrélation régulière.

- NONE ou NO ou N spécifie qu'aucune méthode d'estimation n'est utilisée. Cette option est utile pour vérifier la validité des entrées.

- ULS ou LS ou U désigne la méthode des moindres carrés non pondérés.

Par défaut, METHOD=ML.

10 Comment choisir la méthode d'optimisation?

CALIS propose plusieurs méthodes d'optimisation pour minimiser la fonction F :

- Levenberg Marquardt. Elle est fiable et converge généralement après quelques itérations vers une solution précise. Elle nécessite le calcul approché de la matrice hessienne à chaque itération. Elle est plus fiable quand il y a peu de valeurs initiales. Elle fonctionne bien avec des contraintes.

- Ridge Stabilized Newton Raphson. Elle est fiable et converge généralement après quelques itérations vers une solution précise. Elle nécessite le calcul approché de la matrice hessienne à chaque itération. Elle fonctionne bien avec des contraintes.

- Quasi Newton avec plusieurs algorithmes de mise à jour. Elle peut être beaucoup plus efficace pour de longs problèmes en particulier avec la mise à jour BFGS.

- Gradient conjugué avec plusieurs algorithmes de mise à jour. Elle est utile si l'on a des problèmes de mémoire mais est généralement plus lente et moins fiable.

On précise la technique d'optimisation par OMETHOD=nom placé après PROC CALIS. Les valeurs possibles de "nom" sont :

- CONGRA ou CG choisit un des quatre algorithmes d'optimisation de la méthode du gradient conjugué; l'algorithme peut être précisé par UPDATE=option et modifié par SMETHOD=option.

- LEVMAR ou LM ou MARQUARDT précise la méthode de Levenberg Marquardt.

- NEWRAP ou NR ou NEWTON désigne la méthode de Newton Raphson.

- NONE ne fait appel à aucune méthode d'optimisation.
- QUANEW ou QN choisit un des quatre algorithmes de la méthode de Quasi Newton qui peut être défini avec UPDATE=option et modifié avec SMETHOD=option.

Si aucune méthode n'est précisée, par défaut OMETHOD=LEVMAR.

Il y a plusieurs options pour contrôler le processus d'optimisation. Ces options sont placées après PROC CALIS séparées par des espaces.

- FCONV=p ou FTOL=p précise le critère de convergence. Le processus d'optimisation est terminé quand la différence relative des valeurs prises par la fonction lors de deux itérations consécutives est plus petite que p, c'est-à-dire $(F_{i-1} - F_i) < p(1.0 + |F_i|)$. Si FCONV n'est pas précisé, la valeur de FCONV est le plus petit réel qui peut être représenté sur l'ordinateur.
- GCONV=p ou GTOL=p précise le critère de convergence du gradient. Le processus d'optimisation se termine lorsque la plus grande valeur absolue parmi les valeurs absolues des composantes du gradient est plus petite que la valeur de p. Si GCONV n'est pas précisé, GCONV=10^{-3}. En général, cette valeur donne des estimations fiables. Pour obtenir des estimations de paramètres plus précises, on choisit une plus petite valeur de p comme 10^{-4} ou 10^{-6}. Mais le temps de calcul sera alors augmenté, en particulier avec les techniques plus lentes CONGRA et QUANEW. De très petites valeurs de p peuvent ne pas être satisfaites.
- MAXFUNC=n ou MAXFU=n spécifie le nombre maximum d'appels de la fonction dans le processus d'optimisation. Si MAXFU n'est pas précisé, par défaut, pour OMETHOD=LEVMAR et NEWRAP n=125, pour OMETHOD=QUANEW n=500, pour OMETHOD=CONGRA n=1000. S'il est spécifié MAXFUNC=0, ceci n'est pas pris en compte et les valeurs ci-dessus sont assignées.
- MAXITER=n précise le nombre maximum d'itérations dans le processus d'optimisation. Par défaut, pour OMETHOD=LEVMAR et NEWRAP n=50, pour OMETHOD=QUANEW n=200, pour OMETHOD=CONGRA n=400. MAXITER=0 n'est pas considéré, les valeurs par défaut sont alors assignées.
- RADIUS=p précise un facteur p>0 pour le rayon initial de la région de confiance dans la minimisation de Levenberg Marquardt. Par défaut, p=1. Dans la plupart des applications de l'algorithme de Levenberg Marquardt, ce choix est bon.

– SALPHA=p précise une borne supérieure pour le pas initial pour la recherche linéaire dans les cinq premières itérations. Par défaut p=1.

– SMETHOD=1, 2 ou 3 précise la méthode de recherche linéaire pour les techniques de Quasi Newton et du gradient conjugué. Par défaut SMETHOD=2.
1 spécifie une recherche linéaire qui nécessite le même nombre d'appels de la fonction et du gradient pour une interpolation cubique et une extrapolation cubique. La méthode ne peut être modifiée pour une recherche linéaire exacte en utilisant SPRECISION=option.
2 spécifie une recherche linéaire qui nécessite plus d'appels de la fonction que du gradient pour une interpolation cubique et quadratique et une extrapolation cubique. La méthode peut être modifiée pour une recherche linéaire exacte en utilisant SPRECISION=option. Cette méthode de recherche linéaire semble être meilleure car il est moins coûteux d'évaluer la fonction que le gradient.
3 spécifie une méthode de recherche linéaire qui nécessite le même nombre d'appels de la fonction et du gradient pour une interpolation cubique et une extrapolation cubique. La méthode peut être modifiée pour une recherche linéaire exacte en utilisant SPRECISION=option.

– SPRECISION=p ou SP=p spécifie le degré d'exactitude dans la recherche linéaire. Les seconde et troisième méthodes de recherche linéaire approchent une recherche linéaire exacte pour de petites valeurs de SPRECISION. Par défaut, pour OMETHOD=QUANEW, UPDATE=BFGS et DBFGS p=0.4, pour OMETHOD=QUANEW, UPDATE=DFP et DDFP p=0.06, pour OMETHOD=CONGRA p=0.1.

– UDATE=nom précise la méthode de mise à jour pour la méthode de Quasi Newton ou du gradient conjugué.

  – Pour OMETHOD=QUANEW seules les quatres valeurs suivantes de UPDATE sont possibles : BFGS, DBFGS, DDFP et DFP. Par défaut, UPDATE=BFGS.

  – Pour OMETHOD=CONGRA seules les quatre valeurs suivantes de UPDATE sont possibles : CD, FR, PB et PR. Par défaut, UPDATE=PB.

  On ne peut pas utiliser UPDATE si OMETHOD=QUANEW ou OMETHOD=CONGRA n'est pas précisé.

L'historique de l'optimisation comprend

– le nombre d'itérations (iter)

- le nombre d'appels de la fonction (nfun)
- le nombre de contraintes actives (act)
- la valeur du critère d'optimisation (crit)
- le maximum des valeurs absolues des composantes du gradient correspondant aux contraintes inactives (maxgrad)
- la différence entre deux valeurs adjacentes de la fonction (difcrit).

11 Valeurs initiales des paramètres

Chaque technique d'optimisation nécessite des valeurs initiales pour les paramètres. Pour éviter les optima locaux, les valeurs initiales doivent être suffisamment proches de l'optimum global. On peut essayer plusieurs valeurs initiales en précisant RANDOM=option après PROC CALIS. RANDOM=n spécifie un entier positif comme valeur source pour générer des valeurs initiales pour les paramètres dont la valeur initiale n'a pas été précisée. Les valeurs initiales des paramètres qui ne sont pas situés sur la diagonale de la matrice centrale du modèle, sont des nombres aléatoires entre 0 et 1. Les valeurs initiales des paramètres situés sur la diagonale de la matrice centrale sont des nombres aléatoires multipliés par 100.

Lorsque le modèle est spécifié par RAM ou LINEQS, il y a par défaut dans CALIS plusieurs méthodes d'estimation des valeurs initiales des paramètres. Lorsque le modèle est spécifié par COSAN, il n'y a pas par défaut de méthode d'estimation des valeurs initiales des paramètres. On peut alors utiliser START=p. Ceci spécifie une constante p comme valeur initiale de tous les paramètres pour lesquels aucune valeur initiale n'a été spécifiée lors de la définition des matrices. Les valeurs initiales des paramètres situés sur la diagonale de la matrice centrale sont égales à $100|p|$ si on analyse une matrice COV ou UCOV et $10|p|$ si on analyse une matrice CORR ou UCORR. Par défaut p=0.5.

12 Degrés de liberté

En général, le nombre de degrés de liberté est défini par la différence entre le nombre de valeurs non redondantes q dans la matrice S de corrélation ou de covariance $n \times n$ et le nombre t de paramètres libres du modèle.

$$df = q - t$$

q et t sont évalués différemment par CALIS selon les cas.

En général, le nombre q de valeurs non redondantes est égal au nombre d'éléments de la partie inférieure de la matrice S incluant les éléments diagonaux, moins une constante c dont la valeur dépend des circonstances.

$$q = n(n + 1)/2 - c$$

Si on précise un modèle d'équations structurelles contenant des variables manifestes exogènes en utilisant RAM ou LINEQS, CALIS ajoute au nombre c le nombre de variances et covariances de ces variables manifestes exogènes. Si on utilise l'option DFREDUCE=i, CALIS ajoute le nombre i à c. Le nombre i peut être un entier négatif. Si on n'utilise pas DFREDUCE et si on analyse une matrice de corrélation et que la matrice prédite contient des éléments prédéterminés sur la diagonale, CALIS ajoute à c le nombre de ces éléments.
Dans certains modèles compliqués, spécialement ceux utilisant la programmation, il se peut que CALIS ne soit pas capable de détecter toutes les valeurs prédéterminées. Dans ce cas, on doit utiliser l'option DFREDUCE=i pour obtenir le bon nombre de degrés de liberté.

Si on n' utilise pas la programmation pour imposer des contraintes aux paramètres, le nombre t est le nombre de noms de paramètres différents utilisés dans le modèle. Si on utilise la programmation, il y a deux sortes de paramètres : les paramètres indépendants qui sont utilisés seulement du côté droit des expressions et les paramètres dépendants qui sont utilisés au moins une fois à gauche des expressions. Dans ce cas, le nombre t est le nombre de paramètres différents utilisés dans le modèle mais pas utilisés dans la programmation, plus le nombre de paramètres indépendants. Les paramètres indépendants peuvent être définis dans la spécification du modèle ou dans PARMS.

Il y a deux cas principaux où CALIS ne réduit pas les degrés de liberté automatiquement et où on peut utiliser DFREDUCE=i pour obtenir le nombre correct de degrés de liberté. Si certaines estimations sont fixées par des contraintes actives définies dans BOUNDS, BROWNE suggère de réduire les degrés de liberté du nombre de paramètres contraints. Si des contraintes affectent deux éléments diagonaux ou plus de la matrice prédite, on doit réduire le nombre de degrés de liberté en conséquence.

13 Quelques critères d'adéquation du modèle

Soit $W = I$ pour la méthode des moindres carrés non pondérés
$W = S^{-1}$ pour la méthode des moindres carrés généralisée
$W = C^{-1}$ pour la méthode du maximum de vraisemblance.
CALIS propose entre autres les trois critères suivants :

– Goodness of Fit Index $GFI = 1 - Tr((W(S - C))^2)/Tr((WS)^2)$

- Adjusted Goodness of Fit Index $AGFI = 1 - (n(n+1)/2df)(1 - GFI)$ où n est le nombre de variables manifestes et df est le nombre de degrés de liberté du modèle.

- Root Mean square Residual

$$RMR = \sqrt{2\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{i}(s_{ij} - c_{ij})^2/n(n+1)}$$

14 Options d'affichage

Les options d'affichage se placent après PROC CALIS.

- ALL fait afficher toutes les options.

- CORR ou PCORR fait afficher la matrice de covariance ou de corrélation analysée et la matrice de covariance ou de corrélation prédite par le modèle.

- NOPRINT ou NOP supprime tout affichage.

- PESTIM ou PES fait afficher les estimations des paramètres et parfois les erreurs standards et les t-values.

- PINITIAL ou PIN fait afficher la position des coefficients et paramètres dans les matrices du modèle et leurs valeurs initiales.

- PLATCOV ou PLC fait afficher les estimations des covariances entre les variables latentes et les estimations des covariances entre les variables latentes et manifestes.

- PRIMAT ou PMAT fait afficher les estimations des paramètres, les erreurs standards et les t-values sous forme matricielle, lorsque le modèle est spécifié par RAM ou LINEQS. Quand le modèle est spécifié par COSAN, cet affichage est fait par défaut.

- PRIVEC ou PVEC fait afficher les estimations des paramètres, les erreurs standards, le gradient et les t-values sous forme vectorielle.

- RESIDUAL ou RES fait afficher la matrice des résidus, la matrice des résidus normalisés, les 10 plus grands résidus en valeurs absolues, la distribution des résidus.

- SHORT ou PSH exclue PINITIAL, SIMPLE et STDERR de la sortie par défaut.

- SIMPLE fait afficher les moyennes, les écarts types. Ceci sera fait par défaut si l'option PRINT est spécifiée. Si UCOV, UCORR ou NOINT est spécifié, les écarts types ne seront pas corrigés par la moyenne.
- STDERR ou SE fait afficher les erreurs standards si les méthodes du maximum de vraisemblance ou des moindres carrés généralisée sont utilisées.
- SUMMARY ou PSUM fait afficher uniquement la table des critères d'adéquation du modèle et les dépendances linéaires s'il y en a.
- TOTEFF fait afficher les effets totaux et indirects et les coefficients de régression sur les scores des variables latentes (?).

15 Autres commandes

15.1 BY

peut être utilisé pour obtenir des analyses séparées sur des groupes définis par les variables BY.

15.2 FREQ

Si une variable représente la fréquence d'apparition des autres valeurs dans les observations, on spécifie le nom de la variable dans FREQ; CALIS traitera les données comme si chaque observation apparaissait n fois où n est la valeur de la variable FREQ.

15.3 PARTIAL

Si on veut faire une analyse sur une sous matrice d'une matrice de covariance ou de corrélation, on utilise PARTIAL pour nommer les variables qui nous intéressent.

15.4 WEIGHT

On peut introduire des poids en utilisant une variable dont le nom sera précisé dans WEIGHT.

16 Autres options

- DEMPHAS=p ou DE=p change les valeurs initiales de tous les paramètres qui sont situés sur la diagonale de la matrice centrale du modèle

$$DIAG_{new} = p(|DIAG_{old}| + 1)$$

– RIDGE =r définit un facteur r pour transformer la diagonale de la matrice S qui est analysée : elle devient S+r(diagS). Si RIDGE n'est pas précisé, CALIS choisira une valeur de manière à ce que la plus petite valeur propre soit de l'ordre de 10^{-3}.

– VARDEF=DF ou N ou WDF ou WEIGHT (WGT) spécifie le diviseur utilisé dans le calcul des variances et écarts types. Par défaut, VARDEF=DF.

$$\begin{array}{cc} Valeur & Formule \\ DF & n-p-i \\ N & n \\ WDF & \sum W_j - p - i \\ WEIGHT & \sum W_j \end{array}$$

p est le nombre de degrés de liberté des variables dans PARTIAL.
i=0 si NOINT est spécifié sans AUGMENT et i=1 dans les autres cas.
Quand la commande WEIGHT est utilisée, W_j est la valeur de la variable WEIGHT pour la $j^{\text{ème}}$ observation et la sommation porte sur les observations dont le poids est positif.

– MODIFICATION ou MOD fait afficher des indices de modification?

– NOMOD supprime le calcul des indices de modification. Cette option est utile avec l'option ALL car elle permet de gagner du temps de calcul et de diminuer les sorties.

17 Modèle LISREL

Le modèle LISREL est défini par les trois équations :

$$\begin{aligned} \eta &= B\eta + \Gamma\xi + \zeta \\ y &= \Lambda_y\eta + \varepsilon \\ x &= \Lambda_x\xi + \delta \end{aligned}$$

où η est le vecteur des variables latentes endogènes, ξ est le vecteur des variables latentes exogènes, x et y sont des vecteurs de variables observables, ζ, ε et δ sont des vecteurs d'erreur.

On peut analyser ce modèle avec CALIS en écrivant ces équations dans LINEQS en changeant les noms des variables de la façon suivante :

$$(E) = \begin{pmatrix} \varepsilon \\ \delta \end{pmatrix}$$

$$(F\text{endogènes}) = (\eta)$$

$$(F\text{exogènes}) = (\xi)$$

$$(D) = (\zeta)$$

18 Comment créer des fichiers?

On peut créer des fichiers en précisant dans la ligne d'appel de CALIS, OUTEST=nom_de_fichier ou OUTRAM=nom_de_fichier ou OUTSTAT=nom_de_fichier. On peut ensuite visualiser ces fichiers par PROC PRINT data=nom_de_fichier.

18.1 OUTSTAT

Le fichier créé par OUTSTAT contient les éléments suivants précisés par la variable _TYPE_ :

MEAN : moyennes
STD : écarts types
USTD : écarts types non corrigés par la moyenne
N : taille de l'échantillon
SKEWNESS : dissymétrie
KURTOSIS : aplatissement
UCORR : corrélations non corrigées par la moyenne analysées
CORR : corrélations analysées
COV : covariances analysées
UCOV : covariances non corrigées par la moyenne analysées
ULSPRED : matrice estimée par la méthode des moindres carrés non pondérés
GLSPRED : matrice estimée par la méthode des moindres carrés généralisée
MAXPRED : matrice estimée par la méthode du maximum de vraisemblance
ULSNRES : résidus normalisés avec la méthode des moindres carrés non pondérés
GLSNRES : résidus normalisés avec la méthode des moindres carrés généralisée
MAXNRES : résidus normalisés avec la méthode du maximum de vraisemblance
SCORE : coefficients de régression sur les scores des variables latentes

La variable _NAME_ contient le nom de la variable correspondant à chaque colonne des différentes matrices.

Pour l'exemple de la page 5 :

```
 Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

                      Model of BENTLER, 1985, p. 31

  OBS _TYPE_  _NAME_       V1        V2        V3        V4        V5        V6

    1 MEAN              0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000
    2 N               932.000   932.000   932.000   932.000   932.000   932.000
    3 COV       V1     11.834     6.947     6.819     4.783    -3.839   -21.899
    4 COV       V2      6.947     9.364     5.091     5.028    -3.889   -18.831
    5 COV       V3      6.819     5.091    12.532     7.495    -3.841   -21.748
    6 COV       V4      4.783     5.028     7.495     9.986    -3.625   -18.775
    7 COV       V5     -3.839    -3.889    -3.841    -3.625     9.610    35.522
    8 COV       V6    -21.899   -18.831   -21.748   -18.775    35.522   450.288
    9 MAXPRED   V1     11.908     6.910     6.830     4.935    -4.171   -22.373
   10 MAXPRED   V2      6.910     9.348     4.935     5.016    -3.474   -18.637
```

```
          Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

                       Model of BENTLER, 1985, p. 31

   OBS _TYPE_  _NAME_       V1       V2       V3       V4       V5       V6

    11 MAXPRED   V3     6.8296   4.9350  12.6196   7.5034  -4.0666  -21.814
    12 MAXPRED   V4     4.9350   5.0161   7.5034   9.8422  -3.3875  -18.171
    13 MAXPRED   V5    -4.1709  -3.4744  -4.0666  -3.3875   9.6100   35.518
    14 MAXPRED   V6   -22.3731 -18.6368 -21.8138 -18.1709  35.5181  450.267
    15 MAXNRES   V1    -0.1338   0.0884  -0.0231  -0.3901   0.8826    0.189
    16 MAXNRES   V2     0.0884   0.0363   0.3991   0.0336  -1.2539   -0.088
    17 MAXNRES   V3    -0.0231   0.3991  -0.1498  -0.0190   0.5868    0.026
    18 MAXNRES   V4    -0.3901   0.0336  -0.0190   0.3155  -0.7040   -0.267
    19 MAXNRES   V5     0.8826  -1.2539   0.5868  -0.7040   0.0000    0.002
    20 MAXNRES   V6     0.1890  -0.0878   0.0256  -0.2673   0.0016    0.001
```

```
          Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

                       Model of BENTLER, 1985, p. 31
```

```
OBS  _TYPE_  _NAME_      V1         V2         V3         V4        V5        V6

 21  SCORE     F1     0.37985    0.31827    0.02761    0.02266  0.24395  0.015056
 22  SCORE     F2    -0.20899   -0.17562    0.38932    0.32650  0.10230  0.006314
 23  SCORE     F3    -0.05211   -0.04362   -0.03991   -0.03338  0.50646  0.031257
```

18.2 OUTRAM

Le fichier créé par OUTRAM contient les éléments suivants :

- les variables BY
- la variable _TYPE_ qui prend les valeurs METHOD, MODEL, ESTIM, STAT, et VARNAME
- six variables dont la signification dépend de la variable _TYPE_.

Chaque observation quand _TYPE_ = 'MODEL' définit une matrice du modèle COSAN. Voici la signification des variables quand _TYPE_ = 'MODEL' :
NAME : nom de la matrice
MATNR : numéro de la matrice si le modèle COSAN ne contient qu'un seul terme. S'il y a plus d'un terme, c'est le numéro du terme multiplié par 10000 plus le numéro de la matrice.
ROW : nombre de lignes
COL : nombre de colonnes
ESTIM : première propriété de la matrice
STDERR : seconde propriété de la matrice
Les deux dernières variables sont numériques et suivent le code suivant
Pour la première propriété :
1: IDE matrice identité
2: ZID matrice "zéro:identité"
3: DIA matrice diagonale

4: ZDI matrice "zéro:diagonale"
5: LOW matrice triangulaire inférieure
6: UPP matrice triangulaire supérieure
7: non utilisé
8: SYM matrice symétrique
9: GEN matrice générale
10: BET identité moins une matrice générale
11: PER matrice de sélection
12: matrice J dans le modèle EQS
13: matrice β dans le modèle EQS
14: matrice γ dans le modèle EQS
Pour la seconde propriété :
0: matrice non inversée dans le modèle
1: INV matrice inversée dans le modèle
2: IMI matrice intervenant dans le modèle sous la forme : l'inverse de l'identité moins la matrice

Chaque observation quand _TYPE_ = 'ESTIM' définit un élément d'une matrice du modèle COSAN. Voici la signification des variables quand _TYPE_ = 'ESTIM' :
NAME : nom du paramètre
MATNR : numéro de la matrice où se situe le paramètre
ROW : numéro de la ligne où se situe le paramètre dans la matrice
COL : numéro de la colonne où se situe le paramètre dans la matrice
ESTIM : estimation du paramètre
STDERR : erreur standard

Chaque observation quand _TYPE_ = 'VARNAME' associe un nom de variable aux colonnes des matrices du modèle COSAN.

L'observation quand _TYPE_ = 'METHOD' contient le nom de la méthode d'estimation.

Les observations quand _TYPE_ = 'STAT' contiennent entre autres la taille de l'échantillon et les critères d'adéquation du modèle.

Pour l'exemple de la page 5 :

```
 Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide        14
                                                15:20 Monday, August 24, 1992
                       Model of BENTLER, 1985, p. 31

 OBS    _TYPE_     _NAME_    _MATNR_    _ROW_    _COL_    _ESTIM_    _STDERR_

   1    MODEL      _IDE_        1         6        9         1           0
   2    MODEL      _A_          2         9        9         9           2
   3    MODEL      _P_          3         9        9         8           0
   4    VARNAME    V1           2         .        1         .           .
   5    VARNAME    V2           2         .        2         .           .
   6    VARNAME    V3           2         .        3         .           .
   7    VARNAME    V4           2         .        4         .           .
   8    VARNAME    V5           2         .        5         .           .
   9    VARNAME    V6           2         .        6         .           .
```

```
  10    VARNAME    F1          2         .        7          .          .
           Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide        15
                                                 15:20 Monday, August 24, 1992
                        Model of BENTLER, 1985, p. 31

 OBS    _TYPE_     _NAME_    _MATNR_    _ROW_    _COL_    _ESTIM_    _STDERR_

  11    VARNAME      F2        2         .        8          .          .
  12    VARNAME      F3        2         .        9          .          .
  13    VARNAME      E1        3         .        1          .          .
  14    VARNAME      E2        3         .        2          .          .
  15    VARNAME      E3        3         .        3          .          .
  16    VARNAME      E4        3         .        4          .          .
  17    VARNAME      E5        3         .        5          .          .
  18    VARNAME      E6        3         .        6          .          .
  19    VARNAME      D1        3         .        7          .          .
  20    VARNAME      D2        3         .        8          .          .
           Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide        16
                                                 15:20 Monday, August 24, 1992
                        Model of BENTLER, 1985, p. 31

 OBS    _TYPE_     _NAME_    _MATNR_    _ROW_    _COL_    _ESTIM_    _STDERR_

  21    VARNAME    D3          3         .        9          .          .
  22    METHOD     ML          .         .        .          .          .
  23    STAT       N           .         .        .       932.000       .
  24    STAT       FIT         .         .        .         0.014       .
  25    STAT       GFI         .         .        .         0.995       .
  26    STAT       AGFI        .         .        .         0.989       .
  27    STAT       RMR         .         .        .         0.229       .
  28    STAT       NPARM       .         .        .        12.000       .
  29    STAT       DF          .         .        .         9.000       .
  30    STAT       N_ACT       .         .        .         0.000       .
           Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide        17
                                                 15:20 Monday, August 24, 1992
                        Model of BENTLER, 1985, p. 31

OBS    _TYPE_    _NAME_      _MATNR_    _ROW_    _COL_     _ESTIM_    _STDERR_

 31     STAT     CHISQUAR       .         .        .         13.49        .
 32     STAT     P_CHISQ        .         .        .          0.14        .
 33     STAT     ADJCHISQ       .         .        .           .          .
 34     STAT     P_ACHISQ       .         .        .           .          .
 35     STAT     RLSCHISQ       .         .        .         13.29        .
 36     STAT     CHISQNUL       .         .        .       2131.43        .
 37     STAT     COMPFITI       .         .        .          1.00        .
 38     STAT     AIC            .         .        .         -4.51        .
 39     STAT     CAIC           .         .        .        -57.05        .
 40     STAT     SBC            .         .        .        -48.05        .
           Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide        18
                                                 15:20 Monday, August 24, 1992
                        Model of BENTLER, 1985, p. 31

OBS    _TYPE_    _NAME_      _MATNR_    _ROW_    _COL_    _ESTIM_    _STDERR_

 41    STAT      CENTRALI       .         .        .         1.00       .
 42    STAT      PARSIMON       .         .        .         0.60       .
 43    STAT      ZTESTWH        .         .        .         1.08       .
 44    STAT      CNHOELT        .         .        .      1169.00       .
 45    ESTIM                    2         1        7         1.00     0.00000
 46    ESTIM                    2         2        7         0.83     0.00000
 47    ESTIM                    2         3        8         1.00     0.00000
 48    ESTIM                    2         4        8         0.83     0.00000
 49    ESTIM                    2         5        9         1.00     0.00000
 50    ESTIM     LAMB           2         6        9         5.36     0.43317
```

```
         Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide        19
                                                  15:20 Monday, August 24, 1992
                      Model of BENTLER, 1985, p. 31

OBS    _TYPE_    _NAME_    _MATNR_    _ROW_    _COL_     _ESTIM_    _STDERR_

 51    ESTIM      GAM1        2          7        9      -0.62991     0.05630
 52    ESTIM      BETA        2          8        7       0.59324     0.04677
 53    ESTIM      GAM2        2          8        9      -0.24048     0.05484
 54    ESTIM      THE1        3          1        1       3.61193     0.20089
 55    ESTIM      THE2        3          2        2       3.59185     0.16434
 56    ESTIM      THE5        3          3        1       0.90518     0.12159
 57    ESTIM      THE1        3          3        3       3.61193     0.20089
 58    ESTIM      THE5        3          4        2       0.90518     0.12159
 59    ESTIM      THE2        3          4        4       3.59185     0.16434
 60    ESTIM      THE3        3          5        5       2.98852     0.49866
         Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide        20
                                                  15:20 Monday, August 24, 1992
                      Model of BENTLER, 1985, p. 31

OBS    _TYPE_    _NAME_    _MATNR_    _ROW_    _COL_    _ESTIM_    _STDERR_

 61    ESTIM      THE4        3          6        6      259.746    18.2971
 62    ESTIM      PSI1        3          7        7        5.669     0.4228
 63    ESTIM      PSI2        3          8        8        4.515     0.3352
 64    ESTIM      PHI         3          9        9        6.621     0.6392
```

18.3 OUTEST

Le fichier créé par OUTEST contient les estimations des paramètres, le gradient, les erreurs standards, la matrice d'information et la matrice de covariance estimée des estimateurs.

Pour l'exemple de la page 5 :

```
Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide        1
                                                  15:20 Monday, August 24, 1992
                      Model of BENTLER, 1985, p. 31

 OBS _TYPE_   _NAME_   LAMB     GAM1     BETA     GAM2     THE1     THE2

   1 PARMS     ML     5.36407 -0.62991  0.59324 -0.24048  3.61193  3.59185
   2 GRAD      ML    -0.00003 -0.00029 -0.00020  0.00019  0.00022 -0.00018
   3 INFORMAT  LAMB   0.03469  0.01909 -0.01041  0.01005 -0.00018 -0.00012
   4 INFORMAT  GAM1   0.01909  1.24513 -0.16678  0.10119 -0.00737 -0.00516
   5 INFORMAT  BETA  -0.01041 -0.16678  1.99535 -1.16812 -0.02911 -0.02058
   6 INFORMAT  GAM2   0.01005  0.10119 -1.16812  1.50540 -0.00206 -0.00143
   7 INFORMAT  THE1  -0.00018 -0.00737 -0.02911 -0.00206  0.06770  0.02088
   8 INFORMAT  THE2  -0.00012 -0.00516 -0.02058 -0.00143  0.02088  0.09828
   9 INFORMAT  THE5  -0.00029 -0.00995  0.11289 -0.00900 -0.04594 -0.05933
  10 INFORMAT  THE3  -0.01059  0.04359 -0.00340  0.02295  0.00048  0.00034
         Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide        2
                                                  15:20 Monday, August 24, 1992
                      Model of BENTLER, 1985, p. 31

 OBS   THE5        THE3         THE4      PSI1        PSI2        PHI

   1  0.90518     2.98852     259.746     5.66859     4.51514     6.62148
   2 -0.00011    -0.00003       0.000    -0.00002     0.00003     0.00000
   3 -0.00029    -0.01059       0.000    -0.00068    -0.00019     0.00728
   4 -0.00995     0.04359       0.000    -0.03052    -0.00111    -0.02997
   5  0.11289    -0.00340      -0.000     0.01236     0.02611     0.01219
```

6	-0.00900	0.02295	0.000	-0.00211	-0.01984	-0.01578
7	-0.04594	0.00048	0.000	0.00451	0.00958	0.00010
8	-0.05933	0.00034	0.000	0.00317	0.00674	0.00007
9	0.20766	0.00079	0.000	0.00110	-0.01361	0.00016
10	0.00079	0.02727	0.000	0.00185	0.00051	0.00585

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide 3
15:20 Monday, August 24, 1992
Model of BENTLER, 1985, p. 31

OBS	_TYPE_	_NAME_	LAMB	GAM1	BETA	GAM2	THE1	THE2
11	INFORMAT	THE4	0.00020	0.000166	-0.000013	0.000087	0.000002	0.000001
12	INFORMAT	PSI1	-0.00068	-0.030518	0.012358	-0.002109	0.004514	0.003168
13	INFORMAT	PSI2	-0.00019	-0.001110	0.026110	-0.019835	0.009577	0.006742
14	INFORMAT	PHI	0.00728	-0.029968	0.012191	-0.015778	0.000098	0.000069
15	COV	LAMB	0.18764	-0.013248	-0.002182	-0.006432	0.000000	-0.000000
16	COV	GAM1	-0.01325	0.003170	0.000357	0.000631	-0.000000	-0.000000
17	COV	BETA	-0.00218	0.000357	0.002188	0.001741	0.000661	-0.000144
18	COV	GAM2	-0.00643	0.000631	0.001741	0.003008	0.000417	-0.000091
19	COV	THE1	0.00000	-0.000000	0.000661	0.000417	0.040356	-0.002893
20	COV	THE2	-0.00000	-0.000000	-0.000144	-0.000091	-0.002893	0.027008

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide 4
15:20 Monday, August 24, 1992
Model of BENTLER, 1985, p. 31

OBS	THE5	THE3	THE4	PSI1	PSI2	PHI
11	0.000003	0.00011	0.00001	0.000007	0.000002	0.00002
12	0.001102	0.00185	0.00001	0.014076	0.000067	0.00038
13	-0.013607	0.00051	0.00000	0.000067	0.021451	0.00010
14	0.000161	0.00585	0.00002	0.000377	0.000105	0.01357
15	-0.000000	0.16247	-4.67476	-0.032398	-0.004722	-0.19687
16	0.000000	-0.01709	0.33319	0.007524	0.000448	0.02113
17	-0.001108	-0.00347	0.05524	-0.000740	-0.001943	0.00347
18	-0.000698	-0.00871	0.16200	0.000709	0.000178	0.01025
19	0.006973	0.00000	-0.00000	-0.013292	-0.013063	-0.00000
20	0.007006	-0.00000	0.00000	-0.005574	-0.002643	0.00000

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide 5
15:20 Monday, August 24, 1992
Model of BENTLER, 1985, p. 31

OBS	_TYPE_	_NAME_	LAMB	GAM1	BETA	GAM2	THE1	THE2
21	COV	THE5	-0.00000	0.00000	-0.001108	-0.00070	0.00697	0.00701
22	COV	THE3	0.16247	-0.01709	-0.003467	-0.00871	0.00000	-0.00000
23	COV	THE4	-4.67476	0.33319	0.055241	0.16200	-0.00000	0.00000
24	COV	PSI1	-0.03240	0.00752	-0.000740	0.00071	-0.01329	-0.00557
25	COV	PSI2	-0.00472	0.00045	-0.001943	0.00018	-0.01306	-0.00264
26	COV	PHI	-0.19687	0.02113	0.003467	0.01025	-0.00000	0.00000
27	STDERR	ML	0.43317	0.05630	0.046771	0.05484	0.20089	0.16434

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide 6
15:20 Monday, August 24, 1992
Model of BENTLER, 1985, p. 31

OBS	THE5	THE3	THE4	PSI1	PSI2	PHI
21	0.01479	-0.00000	0.000	-0.00412	0.00478	0.00000
22	-0.00000	0.24867	-4.938	-0.05148	-0.00750	-0.22950
23	0.00000	-4.93769	334.784	0.82025	0.11955	4.93769
24	-0.00412	-0.05148	0.820	0.17873	0.00707	0.05148
25	0.00478	-0.00750	0.120	0.00707	0.11235	0.00750
26	0.00000	-0.22950	4.938	0.05148	0.00750	0.40852
27	0.12159	0.49866	18.297	0.42277	0.33519	0.63915

19 Annexe

Tableaux des résultats correspondant à l'exemple de la page 5, utilisant RAM :

```
Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Pattern and Initial Values

              RAM Model Statement
        ------------------------------
             Matrix        Rows & Cols         Matrix Type
Term   1-----------------------------------------------------------
           1    _IDE_          6       9    IDENTITY
           2    _A_            9       9    GENERAL        IMINUSINV
           3    _P_            9       9    SYMMETRIC

          Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Pattern and Initial Values

                          RAM Pattern and Values
           ------------------------------------------------------
             Term &
             Matrix     Row & Column    Parameter      Estimate
           ------------------------------------------------------
            1      2       1       7        .            1.000000
                          V1      F1
            1      2       2       7        .            0.833000
                          V2      F1
            1      2       3       8        .            1.000000
                          V3      F2
          Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Pattern and Initial Values

                          RAM Pattern and Values
           ------------------------------------------------------
             Term &
             Matrix     Row & Column    Parameter      Estimate
           ------------------------------------------------------
            1      2       4       8        .            0.833000
                          V4      F2
            1      2       5       9        .            1.000000
                          V5      F3
            1      2       6       9    LAMB             0.500000
                          V6      F3
          Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Pattern and Initial Values

                          RAM Pattern and Values
           ------------------------------------------------------
             Term &
             Matrix     Row & Column    Parameter      Estimate
           ------------------------------------------------------
            1      2       7       9    GAM1            -0.500000
                          F1      F3
            1      2       8       7    BETA             0.500000
                          F2      F1
            1      2       8       9    GAM2            -0.500000
```

```
                F2      F3
 Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Pattern and Initial Values

                  RAM Pattern and Values
  ------------------------------------------------------
    Term &
    Matrix     Row & Column    Parameter      Estimate
  ------------------------------------------------------
   1      3       1       1    THE1             3.000000
                 E1      E1
   1      3       2       2    THE2             3.000000
                 E2      E2
   1      3       3       1    THE5             0.200000
                 E3      E1
 Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Pattern and Initial Values

                  RAM Pattern and Values
  ------------------------------------------------------
    Term &
    Matrix     Row & Column    Parameter      Estimate
  ------------------------------------------------------
   1      3       3       3    THE1             3.000000
                 E3      E3
   1      3       4       2    THE5             0.200000
                 E4      E2
   1      3       4       4    THE2             3.000000
                 E4      E4
 Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Pattern and Initial Values

                  RAM Pattern and Values
  ------------------------------------------------------
    Term &
    Matrix     Row & Column    Parameter      Estimate
  ------------------------------------------------------
   1      3       5       5    THE3             3.000000
                 E5      E5
   1      3       6       6    THE4             3.000000
                 E6      E6
   1      3       7       7    PSI1             4.000000
                 D1      D1
 Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Pattern and Initial Values

                  RAM Pattern and Values
  ------------------------------------------------------
    Term &
    Matrix     Row & Column    Parameter      Estimate
  ------------------------------------------------------
   1      3       8       8    PSI2             4.000000
                 D2      D2
   1      3       9       9    PHI              6.000000
                 D3      D3
```

```
          Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


        Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                  932 Observations       Model Terms          1
                    6 Variables          Model Matrices       3
                   21 Informations       Parameters          12

VARIABLE              Mean           Std Dev

V1                       0        3.44005814      Anomia (1967)
V2                       0        3.06006536      Anomia (1971)
V3                       0        3.54005650      Education
V4                       0        3.16006329      Powerlessness (1967)
V5                       0        3.10000000      Powerlessness (1971)
V6                       0       21.21999057      Occupational Status Index
          Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


        Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                                Covariances

               V1             V2             V3

V1    11.83400000     6.94700000     6.81900000   Anomia (1967)
V2     6.94700000     9.36400000     5.09100000   Anomia (1971)
V3     6.81900000     5.09100000    12.53200000   Education
V4     4.78300000     5.02800000     7.49500000   Powerlessness (1967)
V5    -3.83900000    -3.88900000    -3.84100000   Powerlessness (1971)
V6   -21.89900000   -18.83100000   -21.74800000   Occupational Status Index
          Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


        Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                                Covariances

               V4             V5             V6

V1     4.78300000    -3.83900000    -21.8990000   Anomia (1967)
V2     5.02800000    -3.88900000    -18.8310000   Anomia (1971)
V3     7.49500000    -3.84100000    -21.7480000   Education
V4     9.98600000    -3.62500000    -18.7750000   Powerlessness (1967)
V5    -3.62500000     9.61000000     35.5220000   Powerlessness (1971)
V6   -18.77500000    35.52200000    450.2880000   Occupational Status Index
                    Determinant = 6080570 (Ln = 15.621)
          Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


        Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                        Vector of Initial Estimates

       LAMB          1    0.50000  Matrix Entry: _A_[6:9]
       GAM1          2   -0.50000  Matrix Entry: _A_[7:9]
       BETA          3    0.50000  Matrix Entry: _A_[8:7]
       GAM2          4   -0.50000  Matrix Entry: _A_[8:9]
       THE1          5    3.00000  Matrix Entry: _P_[1:1] _P_[3:3]
       THE2          6    3.00000  Matrix Entry: _P_[2:2] _P_[4:4]
       THE5          7    0.20000  Matrix Entry: _P_[3:1] _P_[4:2]
       THE3          8    3.00000  Matrix Entry: _P_[5:5]
       THE4          9    3.00000  Matrix Entry: _P_[6:6]
       PSI1         10    4.00000  Matrix Entry: _P_[7:7]
```

```
            Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

        PSI2         11    4.00000  Matrix Entry: _P_[8:8]
        PHI          12    6.00000  Matrix Entry: _P_[9:9]

            Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

             Predetermined Elements of the Predicted Moment Matrix

                 V1             V2             V3

 V1               .              .              .   Anomia (1967)
 V2               .              .              .   Anomia (1971)
 V3               .              .              .   Education
 V4               .              .              .   Powerlessness (1967)
 V5               .              .              .   Powerlessness (1971)
 V6               .              .              .   Occupational Status Index
            Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

             Predetermined Elements of the Predicted Moment Matrix

                 V4             V5             V6

 V1               .              .              .   Anomia (1967)
 V2               .              .              .   Anomia (1971)
 V3               .              .              .   Education
 V4               .              .              .   Powerlessness (1967)
 V5               .              .              .   Powerlessness (1971)
 V6               .              .              .   Occupational Status Index
                         Sum of Squared Differences = 0
            Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                          Newton-Raphson Minimization
                           Algorithm for Hessian= 1
                            Maximum Iterations= 50
                          Maximum Function Calls= 125
                  Maximum Absolute Gradient Criterion= 0.001
           Number of Estimates= 12 Lower Bounds= 0 Upper Bounds= 0
Minimization Start: Active Constraints= 0 Criterion= 119.333
Maximum Gradient Element= 74.017

 Iter  nfun act    mincrit   maxgrad  difcrit    ridge rhoratio
    1     2   0    0.82689    1.3507    118.5        0  0.00771
    2     3   0    0.09859    0.2330   0.7283        0   0.3579
            Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

    3     4   0    0.01581  0.006841   0.0828        0   0.6424
    4     5   0    0.01449  0.000286  0.00132        0   0.5211
Minimization Results: Iterations= 4 Function Calls= 5 Derivative Calls= 5
Active Constraints= 0 Criterion= 0.0145 Maximum Gradient Element= 0.000286
```

```
Ridge= 0

NOTE: Convergence criterion satisfied.
           Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                            Predicted Model Matrix

                V1              V2              V3

 V1    11.90782705     6.91048074     6.82960592   Anomia (1967)
 V2     6.91048074     9.34828500     4.93504725   Anomia (1971)
 V3     6.82960592     4.93504725    12.61958155   Education
 V4     4.93504725     5.01607381     7.50337223   Powerlessness (1967)
 V5    -4.17092670    -3.47438194    -4.06664939   Powerlessness (1971)
 V6   -22.37313101   -18.63681813   -21.81378056   Occupational Status Index
           Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                            Predicted Model Matrix

                V4              V5              V6

 V1     4.93504725    -4.17092670    -22.3731310   Anomia (1967)
 V2     5.01607381    -3.47438194    -18.6368181   Anomia (1971)
 V3     7.50337223    -4.06664939    -21.8137806   Education
 V4     9.84216362    -3.38751895    -18.1708792   Powerlessness (1967)
 V5    -3.38751895     9.61000000     35.5180613   Powerlessness (1971)
 V6   -18.17087921    35.51806130    450.2671667   Occupational Status Index
                     Determinant = 6169544 (Ln = 15.635)
           Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                               Residual Matrix

                V1              V2              V3

 V1   -.0738270546   0.0365192612   -.0106059159   Anomia (1967)
 V2   0.0365192612   0.0157149963   0.1559527544   Anomia (1971)
 V3   -.0106059159   0.1559527544   -.0875815489   Education
 V4   -.1520472456   0.0119261938   -.0083722325   Powerlessness (1967)
 V5   0.3319266974   -.4146180610   0.2256493950   Powerlessness (1971)
 V6   0.4741310142   -.1941818651   0.0657805584   Occupational Status Index
           Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


         Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                               Residual Matrix

                V4              V5              V6

 V1   -.1520472456   0.3319266974   0.4741310142   Anomia (1967)
 V2   0.0119261938   -.4146180610   -.1941818651   Anomia (1971)
 V3   -.0083722325   0.2256493950   0.0657805584   Education
 V4   0.1438363821   -.2374810540   -.6041207948   Powerlessness (1967)
 V5   -.2374810540   0.0000000000   0.0039386982   Powerlessness (1971)
 V6   -.6041207948   0.0039386982   0.0208332652   Occupational Status Index
                     Average Absolute Residual = 0.1557
```

```
            Average Off-diagonal Absolute Residual = 0.1952
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                       Normalized Residual Matrix

                 V1            V2            V3

V1          -0.1338        0.0884       -0.0231       Anomia (1967)
V2           0.0884        0.0363        0.3991       Anomia (1971)
V3          -0.0231        0.3991       -0.1498       Education
V4          -0.3901        0.0336       -0.0190       Powerlessness (1967)
V5           0.8826       -1.2539        0.5868       Powerlessness (1971)
V6           0.1890       -0.0878        0.0256       Occupational Status Index
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                       Normalized Residual Matrix

                 V4            V5            V6

V1          -0.3901        0.8826        0.1890       Anomia (1967)
V2           0.0336       -1.2539       -0.0878       Anomia (1971)
V3          -0.0190        0.5868        0.0256       Education
V4           0.3155       -0.7040       -0.2673       Powerlessness (1967)
V5          -0.7040        0.0000        0.0016       Powerlessness (1971)
V6          -0.2673        0.0016        0.0010       Occupational Status Index
                 Average Normalized Residual = 0.2661
           Average Off-diagonal Normalized Residual = 0.3301
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

              Rank Order of 10 Largest Normalized Residuals

      V5,V2      V5,V1      V5,V4      V5,V3      V3,V2      V4,V1      V4,V4
    -1.2539     0.8826    -0.7040     0.5868     0.3991    -0.3901     0.3155

                            V6,V4      V6,V1      V3,V3
                          -0.2673     0.1890    -0.1498

        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                 Distribution of Normalized Residuals
                    (Each * represents 1 residuals)

              -1.50000 -    -1.25000  1    4.76% | *
              -1.25000 -    -1.00000  0    0.00% |
              -1.00000 -    -0.75000  0    0.00% |
              -0.75000 -    -0.50000  1    4.76% | *
              -0.50000 -    -0.25000  2    9.52% | **
              -0.25000 -           0  5   23.81% | *****
                     0 -     0.25000  8   38.10% | ********
               0.25000 -     0.50000  2    9.52% | **
               0.50000 -     0.75000  1    4.76% | *
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide
```

```
Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          0.75000 -    1.00000  1   4.76% | *

  Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Fit criterion . . . . . . . . . . . . . . . . . .     0.0145
Goodness of Fit Index (GFI) . . . . . . . . . . .     0.9953
GFI Adjusted for Degrees of Freedom (AGFI)  . . .     0.9890
Root Mean Square Residual (RMR) . . . . . . . . .     0.2294
Chi-square = 13.4860       df = 9       Prob>chi**2 = 0.1418
Null Model Chi-square:     df = 15              2131.4327
Bentler's Comparative Fit Index . . . . . . . . .     0.9979
Normal Theory Reweighted LS Chi-square  . . . . .    13.2870
Akaike's Information Criterion  . . . . . . . . .    -4.5140
Consistent Information Criterion  . . . . . . . .   -57.0500
Schwarz's Bayesian Criterion  . . . . . . . . . .   -48.0500
McDonald's (1989) Centrality. . . . . . . . . . .     0.9976
  Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Bentler & Bonett's (1980) Non-normed Index. . . .     0.9965
Bentler & Bonett's (1980) Normed Index. . . . . .     0.9937
James, Mulaik, & Brett (1982) Parsimonious Index.     0.5962
Z-Test of Wilson & Hilferty (1931)  . . . . . . .     1.0756
Bollen (1986) Normed Index Rho1 . . . . . . . . .     0.9895
Bollen (1988) Non-normed Index Delta2 . . . . . .     0.9979
Hoelter's (1983) Critical N . . . . . . . . . . .       1169

  Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                   RAM Pattern and Values
------------------------------------------------------------------------
 Term &                                              Standard
 Matrix Row & Column Parameter    Estimate          Error        t Value
------------------------------------------------------------------------
 1    2     1     7     .          1.000000             0          0.000
          V1    F1
 1    2     2     7     .          0.833000             0          0.000
          V2    F1
 1    2     3     8     .          1.000000             0          0.000
          V3    F2
  Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                   RAM Pattern and Values
------------------------------------------------------------------------
 Term &                                              Standard
 Matrix Row & Column Parameter    Estimate          Error        t Value
------------------------------------------------------------------------
 1    2     4     8     .          0.833000             0          0.000
          V4    F2
 1    2     5     9     .          1.000000             0          0.000
          V5    F3
```

```
1    2     6     9  LAMB          5.364067      0.433175        12.383
          V6    F3
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                         RAM Pattern and Values
------------------------------------------------------------------------
Term &                                         Standard
Matrix Row & Column Parameter    Estimate       Error        t Value
------------------------------------------------------------------------
1    2     7     9  GAM1         -0.629909      0.056305       -11.188
          F1    F3
1    2     8     7  BETA          0.593235      0.046771        12.684
          F2    F1
1    2     8     9  GAM2         -0.240476      0.054843        -4.385
          F2    F3
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                         RAM Pattern and Values
------------------------------------------------------------------------
Term &                                         Standard
Matrix Row & Column Parameter    Estimate       Error        t Value
------------------------------------------------------------------------
1    3     1     1  THE1          3.611932      0.200887        17.980
          E1    E1
1    3     2     2  THE2          3.591855      0.164340        21.856
          E2    E2
1    3     3     1  THE5          0.905179      0.121595         7.444
          E3    E1
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                         RAM Pattern and Values
------------------------------------------------------------------------
Term &                                         Standard
Matrix Row & Column Parameter    Estimate       Error        t Value
------------------------------------------------------------------------
1    3     3     3  THE1          3.611932      0.200887        17.980
          E3    E3
1    3     4     2  THE5          0.905179      0.121595         7.444
          E4    E2
1    3     4     4  THE2          3.591855      0.164340        21.856
          E4    E4
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                         RAM Pattern and Values
------------------------------------------------------------------------
Term &                                         Standard
Matrix Row & Column Parameter    Estimate       Error        t Value
------------------------------------------------------------------------
1    3     5     5  THE3          2.988520      0.498665         5.993
          E5    E5
1    3     6     6  THE4        259.745900     18.297112        14.196
          E6    E6
1    3     7     7  PSI1          5.668593      0.422769        13.408
```

```
      D1    D1
   Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


  Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                    RAM Pattern and Values
------------------------------------------------------------------------
 Term &                                            Standard
 Matrix Row & Column Parameter    Estimate          Error       t Value
------------------------------------------------------------------------
 1    3     8     8  PSI2          4.515138      0.335193        13.470
           D2    D2
 1    3     9     9  PHI           6.621480      0.639152        10.360
           D3    D3


   Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


  Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                   Standardized Coefficients
               -----------------------------------------
               Row & Column    Parameter      Estimate
               -----------------------------------------
                  1       7                     0.834671
                 V1      F1
                  2       7                     0.784713
                 V2      F1
                  3       8                     0.844857
                 V3      F2
   Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


  Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                   Standardized Coefficients
               -----------------------------------------
               Row & Column    Parameter      Estimate
               -----------------------------------------
                  4       8                     0.796903
                 V4      F2
                  5       9                     0.830072
                 V5      F3
                  6       9    LAMB             0.650484
                 V6      F3
   Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


  Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                   Standardized Coefficients
               -----------------------------------------
               Row & Column    Parameter      Estimate
               -----------------------------------------
                  7       9    GAM1            -0.562760
                 F1      F3
                  8       7    BETA             0.569315
                 F2      F1
                  8       9    GAM2            -0.206179
                 F2      F3

   Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide
```

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Variances of Endogenous Variables

	Variable	Estimate	R-squared
1	E1	11.907827	0.696676
2	E2	9.348285	0.615774
3	E3	12.619582	0.713784
4	E4	9.842164	0.635054
5	E5	9.610000	0.689020
6	E6	450.267167	0.423129
7	D1	8.295895	0.316699
8	D2	9.007650	0.498744

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Correlations among Exogenous Variables

Row & Column		Parameter			Estimate
3	1	E3	E1	THE5	0.250608
4	2	E4	E2	THE5	0.252009

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Predicted Moments of Latent Variables

	F1	F2	F3
F1	8.295895245	5.924426465	-4.170926697
F2	5.924426465	9.007649739	-4.066649395
F3	-4.170926697	-4.066649395	6.621479579

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Predicted Moments between Manifest and Latent Variables

	F1	F2	F3
V1	8.29589524	5.92442647	-4.17092670
V2	6.91048074	4.93504725	-3.47438194
V3	5.92442647	9.00764974	-4.06664939
V4	4.93504725	7.50337223	-3.38751895
V5	-4.17092670	-4.06664939	6.62147958
V6	-22.37313101	-21.81378056	35.51806130

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Total Effects on Exogenous by Endogenous Variables

	F1	F2	F3
V1	1.000000000	0.000000000	-0.629908565
V2	0.833000000	0.000000000	-0.524713834

V3	0.593235271	1.000000000	-0.614160226
V4	0.494164981	0.833000000	-0.511595468
V5	0.000000000	0.000000000	1.000000000
V6	0.000000000	0.000000000	5.364067182
F1	0.000000000	0.000000000	-0.629908565
F2	0.593235271	0.000000000	-0.614160226

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Indirect Effects on Exogenous by Endogenous Variables

	F1	F2	F3
V1	0.0000000000	0	-.6299085647
V2	0.0000000000	0	-.5247138344
V3	0.5932352708	0	-.6141602261
V4	0.4941649806	0	-.5115954683
V5	0.0000000000	0	0.0000000000
V6	0.0000000000	0	0.0000000000
F1	0.0000000000	0	0.0000000000
F2	0.0000000000	0	-.3736839779

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Latent Variable Score Regression Coefficients

	F1	F2	F3	
V1	0.3798501384	-.2089915382	-.0521100177	Anomia (1967)
V2	0.3182691706	-.1756168559	-.0436167266	Anomia (1971)
V3	0.0276072399	0.3893199656	-.0399102832	Education
V4	0.0226581495	0.3265010728	-.0333784053	Powerlessness (1967)
V5	0.2439524457	0.1023049114	0.5064559867	Powerlessness (1971)
V6	0.0150559066	0.0063139076	0.0312567231	Occupational Status Index

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

```
     Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                      Symmetric Matrix
          Univariate Tests for Constant Constraints
         -----------------------------------------
         |  Lagrange Multiplier  or  Wald Index   |
         -----------------------------------------
         |  Probability  | Approx Change of Value |
         -----------------------------------------
```

	E1	E2	E3
E1	323.277 [THE1]	0.158	55.417 [THE5]

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
Symmetric Matrix
Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

```
                E1                    E2                    E3

                           0.691   0.090

E2         0.158                477.695  [THE2]          0.584
           0.691   0.090                                 0.445   0.233
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                           Symmetric Matrix
          Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                E1                    E2                    E3

E3        55.417  [THE5]           0.584                323.277  [THE1]
                                   0.445   0.233

E4         1.224                 55.417  [THE5]          0.151
           0.269  -0.326                                 0.698  -0.090
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                           Symmetric Matrix
          Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                E1                    E2                    E3

E5         5.835                  7.337                  1.600
           0.016   0.520          0.007  -0.506          0.206   0.271

E6         0.745                  1.418                  0.102
           0.388  -1.259          0.234   1.543          0.750  -0.459
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                           Symmetric Matrix
          Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                E1                    E2                    E3

D1         0.467                  0.461                  1.193
           0.494   0.228          0.497  -0.190          0.275   0.299

D2         0.001                  0.000                  0.648
           0.981   0.001          0.986  -0.001          0.421  -0.281
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                           Symmetric Matrix
          Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                E1                    E2                    E3
```

```
D3          3.421                3.393                0.575
            0.064   0.508        0.065  -0.424        0.448   0.209
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                            Symmetric Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                      E4                     E5                     E6

E1          1.224                5.835                0.745
            0.269  -0.326        0.016   0.520        0.388  -1.259

E2         55.417  [THE5]        7.337                1.418
                                 0.007  -0.506        0.234   1.543
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                            Symmetric Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                      E4                     E5                     E6

E3          0.151                1.600                0.102
            0.698  -0.090        0.206   0.271        0.750  -0.459

E4        477.695  [THE2]        1.202                0.003
                                 0.273  -0.204        0.958   0.070
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                            Symmetric Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                      E4                     E5                     E6

E5          1.202               35.917  [THE3]          sing
            0.273  -0.204                                 .       .

E6          0.003                 sing              201.527  [THE4]
            0.958   0.070          .       .
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                            Symmetric Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                      E4                     E5                     E6

D1          1.189                0.076                0.092
            0.276  -0.249        0.783  -0.279        0.762   1.495

D2          0.635                0.105                0.108
```

```
          0.426   0.234          0.746   0.106          0.742  -0.571
      Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


    Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

         Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                          Symmetric Matrix
         Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                    E4                     E5                     E6

D3        0.581                  sing                   sing
          0.446  -0.174           .       .              .       .
      Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


    Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

         Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                          Symmetric Matrix
         Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                    D1                     D2                     D3

E1        0.467                  0.001                  3.421
          0.494   0.228          0.981   0.001          0.064   0.508

E2        0.461                  0.000                  3.393
          0.497  -0.190          0.986  -0.001          0.065  -0.424
      Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


    Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

         Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                          Symmetric Matrix
         Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                    D1                     D2                     D3

E3        1.193                  0.648                  0.575
          0.275   0.299          0.421  -0.281          0.448   0.209

E4        1.189                  0.635                  0.581
          0.276  -0.249          0.426   0.234          0.446  -0.174
      Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


    Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

         Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                          Symmetric Matrix
         Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                    D1                     D2                     D3

E5        0.076                  0.105                  sing
          0.783  -0.279          0.746   0.106           .       .

E6        0.092                  0.108                  sing
          0.762   1.495          0.742  -0.571           .       .
      Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide
```

```
      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                            Symmetric Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                      D1                     D2                     D3

D1        179.781  [PSI1]           sing                   sing
                                      .       .              .       .

D2           sing                181.448  [PSI2]           sing
                .       .                                    .       .
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _P_[9:9]
                            Symmetric Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                      D1                     D2                     D3

D3           sing                   sing                107.325  [PHI ]
                .       .              .       .
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          Rank order of 10 largest Lagrange multipliers in _P_

              E5 : E2             E5 : E1             D3 : E1
          7.3366 : 0.007      5.8351 : 0.016      3.4212 : 0.064

              D3 : E2             E5 : E3             E6 : E2
          3.3926 : 0.065      1.6004 : 0.206      1.4181 : 0.234

              E4 : E1             E5 : E4             D1 : E3
          1.2241 : 0.269      1.2024 : 0.273      1.1929 : 0.275

                                  D1 : E4
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                              1.1891 : 0.276


        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                             General Matrix
                  Identity-Minus-Inverse Model Matrix
               Univariate Tests for Constant Constraints
              ------------------------------------------
              |  Lagrange Multiplier  or  Wald Index   |
              ------------------------------------------
              |  Probability  | Approx Change of Value |
              ------------------------------------------
```

```
               V1                    V2                    V3

       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

V1          sing                  0.172                 0.047
          Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                            General Matrix
                 Identity-Minus-Inverse Model Matrix
          Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

               V1                    V2                    V3

          .       .             0.678  -0.016          0.828  -0.006

V2         0.616                   sing                0.638
           0.432   0.022          .       .            0.425   0.018
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                            General Matrix
                 Identity-Minus-Inverse Model Matrix
          Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

               V1                    V2                    V3

V3         0.396                 0.303                   sing
           0.529   0.018         0.582   0.018            .       .

V4         0.452                 0.254                 0.000
           0.501  -0.016         0.615  -0.014         0.997  -0.000
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                            General Matrix
                 Identity-Minus-Inverse Model Matrix
          Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

               V1                    V2                    V3

V5         5.526                 8.539                 2.753
           0.019   0.124         0.003  -0.146         0.097   0.078

V6         0.441                 1.418                 0.322
           0.507  -0.219         0.234   0.393         0.571  -0.160
       Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


     Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                            General Matrix
                 Identity-Minus-Inverse Model Matrix
          Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

               V1                    V2                    V3
```

```
F1         1.079                 1.065                 1.618
           0.299   0.098         0.302  -0.082         0.203   0.099

F2         0.014                 0.019                 0.517
           0.904  -0.010         0.891   0.009         0.472  -0.063
```

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
General Matrix
Identity-Minus-Inverse Model Matrix
Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

```
                     V1                    V2                    V3

F3         4.487                 4.395                 1.597
           0.034   0.166         0.036  -0.139         0.206   0.100
```

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
General Matrix
Identity-Minus-Inverse Model Matrix
Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

```
                     V4                    V5                    V6

V1         0.805                 5.445                 0.124
           0.369  -0.028         0.020   0.070         0.724   0.001

V2         0.013                 5.873                 0.027
           0.909   0.003         0.015  -0.061         0.869  -0.001
```

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
General Matrix
Identity-Minus-Inverse Model Matrix
Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

```
                     V4                    V5                    V6

V3         0.153                 1.153                 0.028
           0.696  -0.015         0.283   0.032         0.866   0.001

V4          sing                 0.990                 0.147
             .       .           0.320  -0.025         0.702  -0.001
```

Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide

Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
General Matrix
Identity-Minus-Inverse Model Matrix
Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

```
                     V4                    V5                    V6
```

```
V5          2.113                   sing                   sing
            0.146  -0.067           .       .              .       .

V6          0.018                   sing                   sing
            0.893   0.043           .       .              .       .
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                             General Matrix
                  Identity-Minus-Inverse Model Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                       V4                     V5                     V6

F1          1.610                   0.056                  0.100
            0.204  -0.083           0.813  -0.093          0.752   0.006

F2          0.500                   0.099                  0.110
            0.479   0.052           0.753   0.036          0.740  -0.002
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                             General Matrix
                  Identity-Minus-Inverse Model Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                       V4                     V5                     V6

F3          1.604                   sing                   sing
            0.205  -0.084           .       .              .       .
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                             General Matrix
                  Identity-Minus-Inverse Model Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                       F1                     F2                     F3

V1          0.423                   0.473                  3.421
            0.515  -0.026           0.492  -0.024          0.064   0.077

V2          0.421                   0.474                  3.393
            0.516   0.021           0.491   0.020          0.065  -0.064
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                             General Matrix
                  Identity-Minus-Inverse Model Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                       F1                     F2                     F3
```

```
V3          0.161                   0.090                   0.575
            0.688   0.014           0.764  -0.011           0.448   0.032

V4          0.159                   0.089                   0.581
            0.690  -0.012           0.765   0.009           0.446  -0.026
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                             General Matrix
                  Identity-Minus-Inverse Model Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                      F1                      F2                      F3

V5          0.074                   0.119                    sing
            0.786  -0.049           0.730   0.033             .       .

V6          0.087                   0.119                 153.343  [LAMB]
            0.768   0.264           0.731  -0.177
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                             General Matrix
                  Identity-Minus-Inverse Model Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                      F1                      F2                      F3

F1           sing                    sing                 125.160  [GAM1]
              .       .               .       .

F2        160.878  [BETA]            sing                  19.227  [GAM2]
                                      .       .
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

           Lagrange Multiplier and Wald Test Indices _A_[9:9]
                             General Matrix
                  Identity-Minus-Inverse Model Matrix
           Univariate Tests for Constant Constraints (Contd.)

                      F1                      F2                      F3

F3           sing                    sing                    sing
              .       .               .       .               .       .
        Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


      Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

          Rank order of 10 largest Lagrange multipliers in _A_

              V5 : V2             V2 : V5             V5 : V1
          8.5394 : 0.003      5.8730 : 0.015      5.5256 : 0.019

              V1 : V5             F3 : V1             F3 : V2
```

```
5.4446 : 0.020      4.4875 : 0.034      4.3947 : 0.036

    V1 : F3             V2 : F3             V5 : V3
3.4212 : 0.064      3.3926 : 0.065      2.7532 : 0.097

                        V5 : V4
  Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

                    2.1129 : 0.146



  Stability of Alienation, Example in EQS and LISREL Guide


Covariance Structure Analysis: Maximum Likelihood Estimation

            Univariate Lagrange Multiplier Test
             For Releasing Equality Constraints
    ---------------------------------------------------
     Chi-Square     Prob    Parameter       Equal to
    ---------------------------------------------------
        0.021204    0.8842   _P_[1:1]    =   _P_[3:3]
        0.695390    0.4043   _P_[2:2]    =   _P_[4:4]
        1.346886    0.2458   _P_[3:1]    =   _P_[4:2]
```

Ces tableaux correspondent aux sorties suivantes

1. Liste des matrices et leurs propriétés. A chaque matrice est associé un nombre (1, 2 ou 3).

   – la matrice J est $\left(\, I_6 \, \middle| \, (0) \, \right)$
   – la matrice A est une matrice 9×9 et intervient dans le modèle par $(I - A)^{-1}$ (IMINUSINV).
   – la matrice P est une matrice symétrique 9×9 .

2. Liste des coefficients et des paramètres intervenant dans le modèle, de leur position dans la matrice précisée par 1, 2 ou 3, et de leurs valeurs initiales.

3. Nombre d'observations, nombre de variables manifestes n, nombre d'informations indépendantes dans la matrice des données(n(n+1)/2). Nombre de termes dans le modèle COSAN, nombre de matrices. Nombre de paramètres à estimer.

4. Liste des variables manifestes, de leurs moyennes et de leurs écarts types.

5. Matrice de covariance entrée.

6. Vecteur des paramètres. Valeurs initiales de ces paramètres. Position de ces paramètres dans les matrices A et P.

7. Eléments prédéterminés dans la matrice.
8. Renseignements sur l'optimisation :
   – Méthode utilisée
   – Algorithme pour le calcul de la matrice hessienne
   – Nombre maximum d'itérations dans le processus d'optimisation
   – Nombre maximum d'appels de la fonction dans le processus d'optimisation
   – Critère de convergence du gradient
9. Matrice de covariance C conforme au modèle.
10. matrice S-C.
11. matrice des résidus normalisés :
    $\frac{(s_{ij}-c_{ij})}{((c_{ii}c_{jj}+c_{ij}^2)/N)^{1/2}}$ (N=nombre d'observations).
12. Les dix plus grands résidus en valeurs absolues.
13. Distribution des résidus : nombre de résidus compris entre -1.5 et -1.25 etc... et leur pourcentage.
14. Critères d'adéquation du modèle.
15. Estimations des coefficients et paramètres, erreurs standards et t-value=estimation/erreur standard. Ceci peut être utilisé pour tester si la vraie valeur du paramètre est nulle; les paramètres dont les t-value sont plus grandes que 2 sont jugés non nuls.
16. Coefficients standardisés; leur position dans la matrice A. Soient a_{ij} le coefficient et $a_{ij}s$ le coefficient standardisé; on a $a_{ij}s = a_{ij}(\sigma_{jj}/\sigma_{ii})^{1/2}$ où σ_{ii} est la variance de la variable dépendante et σ_{jj} est la variance de la variable indépendante, ces variances étant déterminées par le modèle.
17. Liste des erreurs, variances des variables endogènes;
    $R^2 =$ 1-variance de l'erreur/variance de la variable endogène.
18. Coefficients de la matrice de corrélation entre les variables exogènes et leur position dans la matrice. Par exemple
    $$0.250608 \;=\; \theta_5/\theta_1 \;=\; corr(E3, E1)$$
    .
19. Matrice de covariance des variables latentes selon le modèle.

20. Covariances entre variables latentes et variables manifestes selon le modèle.
21. Effets totaux des variables latentes sur les variables dépendantes.
22. Effets indirects des variables latentes sur les variables dépendantes.
23. Coefficients de régression des variables manifestes sur les scores des variables latentes?

20 Remarques

Remarque 1 : on peut faire de la régression linéaire ordinaire en explicitant le modèle sans variable latente.

Remarque 2 : on peut faire de l'analyse factorielle en utilisant l'option FACTOR de CALIS mais ceci demande plus de mémoire et de temps de calcul qu'utiliser la procédure FACTOR de SAS.

Remarque 3 : on peut exprimer des contraintes linéaires ou non linéaires en utilisant des instructions de programmation.

Table des matières