Analyse en composantes principales
(TP SAS)

Lecture des données

```
data tp;
infile 'forsy' firstobs=2 expandtabs;
input Nech$ lp lcal lsep ltc pgl ltp lte lf del;
format Nech 4. lp 5.2 lcal 4.2 lsep 4.2 ltc 5.2 pgl 5.2 ltp 4.2
lte 4.2 lf 4.2 del 5.2;
run;

proc print;
title 'Tableau de Données';
run;
```

Édition des statistiques élémentaires

```
proc means data=tp noprint;
var lp--del;
output out=stat1;
run;
data stat2 (drop=_type_ _freq_);
set stat1;
if _stat_='N' or _stat_='MEAN' or _stat_='STD';
run;
proc transpose data=stat2 out=statel;
id _stat_;
run;
proc print noobs;
title 'Statistiques élémentaires';
run;
```

Analyse univariée

```
proc univariate data=tp plot;
var lp;
run;
```

```
Variable=LP

                    Moments

      N                54    Sum Wgts         54
      Mean        8.00463    Sum          432.25
      Std Dev    2.823691    Variance   7.973233
      Skewness   0.232894    Kurtosis   -0.71589
      USS        3882.583    CSS        422.5813
      CV         35.27573    Std Mean   0.384256
      T:Mean=0   20.83152    Pr>|T|       0.0001
      Num ^= 0         54    Num > 0          54
      M(Sign)          27    Pr>=|M|      0.0001
      Sgn Rank      742.5    Pr>=|S|      0.0001
```



```
Variable=LP

           Stem Leaf              #         Boxplot
             14 03                2            |
             13                                |
             13                                |
             12 58                2            |
             12 1                 1            |
             11 5                 1            |
             11 3                 1            |
             10 57799             5            |
             10 011               3        +--------+
              9 5578              4        |        |
              9 0012              4        |        |
              8 68                2        |        |
              8 2                 1        |   +    |
              7 68                2        *--------*
              7 02244             5        |        |
              6                            |        |
              6 0002334           7        |        |
              5 699               3        +--------+
              5 4                 1            |
              4 6699              4            |
              4 0014              4            |
              3                                |
              3 04                2            |
              2
```

```
Variable=LP

Normal Probability Plot
    14.25+                                          *  ++
       |                                           ++
       |                                         ++
       |                                      ***
       |                                     *+
       |                                    *+
       |                                  ++
       |                               ***
       |                             ***
       |                           ****
       |                          ***
       |                        ***
       |                       +*
       |                      +*
       |                    ***
       |                  +++
       |                +****
       |               **
       |             +*
       |           ***
       |        ***
       |      * +
       |    * ++
     2.75+ *  ++
       +----+----+----+----+----+----+----+----+----+----+
                -2        -1         0        +1        +2
```


Édition de la matrice de corrélation

```
proc corr data=tp outp=cor noprint;
var lp--del;
run;
data mcor (drop= _type_);
set cor;
if _type_ = 'CORR';
format lp--del 6.3;
run;
proc print data=mcor noobs;
title 'Matrice de corrélation';
run;
```

Séparation des variétés brévi et longistylées

```
data brevi (drop=del);
set tp;
if del<0 then output;
run;

data longi (drop=del);
set tp;
if del>0 then output;
run;
```

ACP sur le groupe des brévistylées
Déroulement de l'analyse, présentation des macro-fonctions SAS

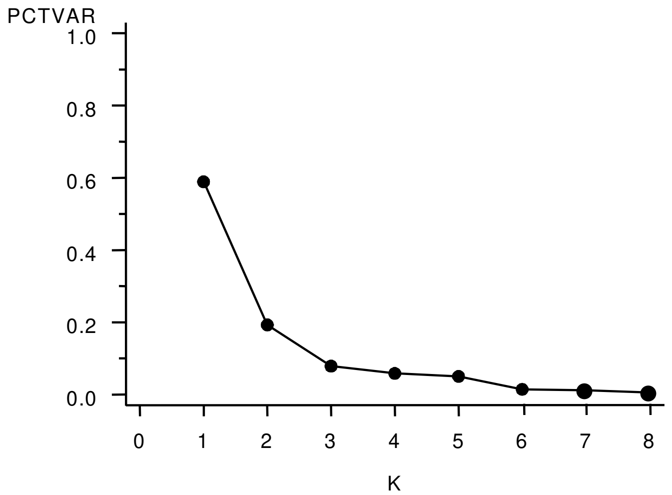
SAS editor :
%acp(brevi,nech,lp–lf,red=);

SAS output :

Valeurs propres, variances expliquées

K	LAMBDA	PCTVAR	CUMPCT
1	4.71	0.59	0.59
2	1.54	0.19	0.78
3	0.63	0.08	0.86
4	0.47	0.06	0.92
5	0.40	0.05	0.97
6	0.11	0.01	0.98
7	0.09	0.01	0.99
8	0.04	0.01	1.00

SAS editor :
% eboulis(p=8);



SAS editor :
%varacp;

SAS output :

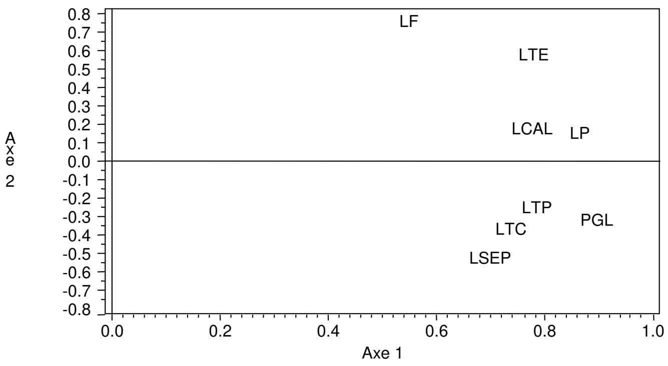
Coordonnées des variables

```
_NAME_V1    V2    V3    V4    V5    V6    V7    V8

LP    0.86  0.15 -0.30 -0.28  0.03 -0.23  0.05  0.00
LCAL  0.78  0.17 -0.56  0.11  0.09  0.18 -0.01  0.03
LSEP  0.70 -0.53  0.02  0.43 -0.15 -0.06  0.15  0.01
LTC   0.74 -0.37  0.28 -0.17  0.45  0.07  0.07  0.00
PGL   0.90 -0.32  0.09  0.14  0.02 -0.06 -0.25  0.01
LTP   0.79 -0.25  0.14 -0.35 -0.41  0.12  0.01  0.02
LTE   0.78  0.58  0.15  0.09 -0.03  0.04  0.01 -0.16
LF    0.55  0.76  0.31  0.12 -0.01 -0.02  0.02  0.13
```

Corrélations variables x facteurs

```
_NAME_V1    V2    V3    V4    V5    V6    V7    V8

LP    0.86  0.15 -0.30 -0.28  0.03 -0.23  0.05  0.00
LCAL  0.78  0.17 -0.56  0.11  0.09  0.18 -0.01  0.03
LSEP  0.70 -0.53  0.02  0.43 -0.15 -0.06  0.15  0.01
LTC   0.74 -0.37  0.28 -0.17  0.45  0.07  0.07  0.00
PGL   0.90 -0.32  0.09  0.14  0.02 -0.06 -0.25  0.01
LTP   0.79 -0.25  0.14 -0.35 -0.41  0.12  0.01  0.02
LTE   0.78  0.58  0.15  0.09 -0.03  0.04  0.01 -0.16
LF    0.55  0.76  0.31  0.12 -0.01 -0.02  0.02  0.13
```


SAS editor :
%grafvar(x=1,y=2,nc=4)

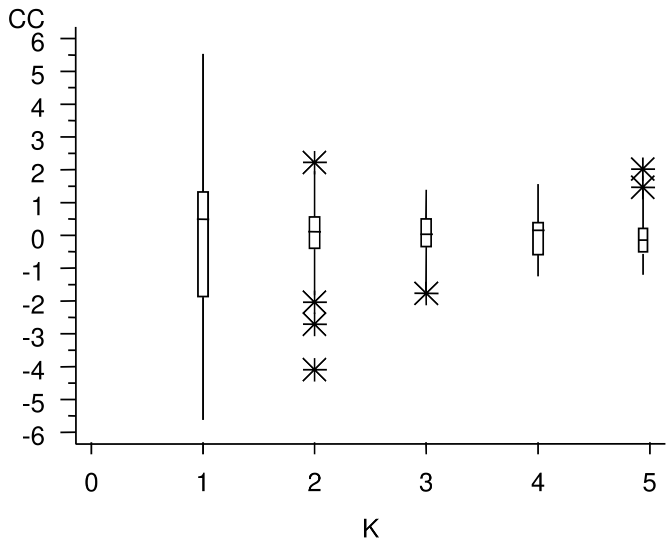


SAS editor :
%indacp(q=3);

SAS output :

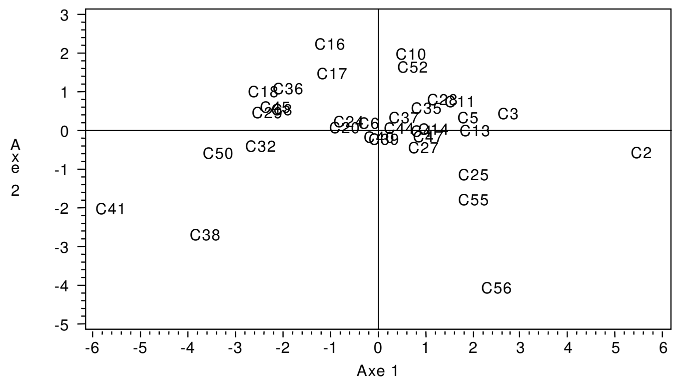
nech	prin1	prin2	prin3	contg	cont1	cont2	cont3	cosca1	cosca2	cosca3
C18	-2.42	0.98	1.02	0.03	3.64	1.85	4.84	0.64	0.11	0.11
C17	-0.97	1.46	-0.35	0.02	0.58	4.07	0.56	0.22	0.51	0.03
C16	-1.02	2.22	-0.27	0.03	0.64	9.43	0.34	0.15	0.72	0.01
C27	0.95	-0.46	0.73	0.01	0.57	0.40	2.50	0.44	0.10	0.26
C36	-1.89	1.06	1.39	0.03	2.23	2.16	9.06	0.43	0.14	0.23
C29	-2.33	0.44	0.37	0.02	3.39	0.38	0.63	0.81	0.03	0.02
C32	-2.47	-0.42	0.49	0.02	3.80	0.34	1.12	0.91	0.03	0.04
C8	-2.02	0.52	0.96	0.02	2.55	0.51	4.35	0.69	0.05	0.16
C37	0.54	0.31	0.43	0.01	0.18	0.19	0.86	0.13	0.04	0.08
C20	-0.70	0.06	0.05	0.01	0.31	0.01	0.01	0.22	0.00	0.00
C28	1.35	0.78	0.03	0.02	1.14	1.17	0.00	0.39	0.13	0.00
C2	5.53	-0.58	1.12	0.12	19.11	0.65	5.84	0.94	0.01	0.04
C3	2.73	0.43	0.53	0.03	4.66	0.35	1.31	0.85	0.02	0.03
C35	1.01	0.56	-0.02	0.01	0.64	0.61	0.00	0.64	0.20	0.00
C24	-0.62	0.22	0.47	0.01	0.24	0.09	1.05	0.28	0.03	0.16
C25	2.00	-1.16	1.01	0.02	2.51	2.56	4.79	0.61	0.20	0.15
C10	0.69	1.96	-1.76	0.04	0.30	7.29	14.57	0.05	0.39	0.31
C11	1.72	0.73	0.67	0.02	1.85	1.02	2.07	0.61	0.11	0.09
C13	2.03	-0.02	-0.90	0.02	2.58	0.00	3.79	0.75	0.00	0.15
C47	1.06	-0.18	-1.36	0.01	0.70	0.06	8.65	0.31	0.01	0.51
C14	1.16	0.02	-0.22	0.01	0.85	0.00	0.22	0.69	0.00	0.02
C4	0.91	-0.04	-0.37	0.01	0.52	0.00	0.63	0.60	0.00	0.10
C5	1.89	0.32	0.34	0.02	2.23	0.20	0.54	0.59	0.02	0.02
C6	-0.19	0.17	-0.84	0.02	0.02	0.06	3.26	0.01	0.01	0.15
C39	0.12	-0.24	-0.12	0.01	0.01	0.11	0.07	0.00	0.02	0.00
C40	0.02	-0.19	-0.87	0.01	0.00	0.07	3.51	0.00	0.01	0.23
C41	-5.61	-2.03	-0.90	0.14	19.68	7.87	3.82	0.86	0.11	0.02
C38	-3.63	-2.71	0.01	0.08	8.25	14.01	0.00	0.64	0.35	0.00
C44	0.44	0.04	-0.07	0.00	0.12	0.00	0.02	0.21	0.00	0.00
C45	-2.16	0.59	0.37	0.02	2.92	0.67	0.65	0.77	0.06	0.02
C55	2.01	-1.81	0.70	0.03	2.52	6.22	2.29	0.49	0.39	0.06
C50	-3.36	-0.60	0.10	0.05	7.06	0.69	0.05	0.91	0.03	0.00
C52	0.73	1.62	-1.68	0.03	0.33	5.02	13.18	0.07	0.36	0.38
C56	2.49	-4.09	-1.07	0.09	3.86	31.92	5.41	0.25	0.67	0.05

SAS editor :
% moustind(p=5);



SAS editor :

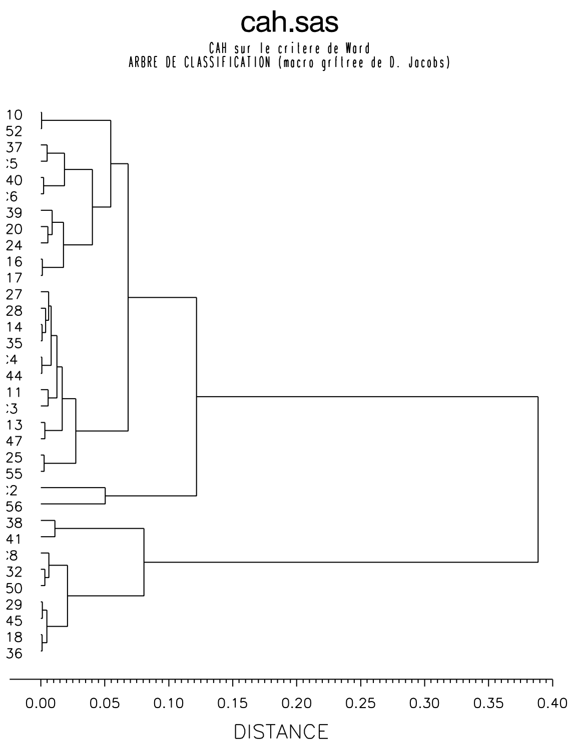
%grafind(x=1,y=2,nc=4)

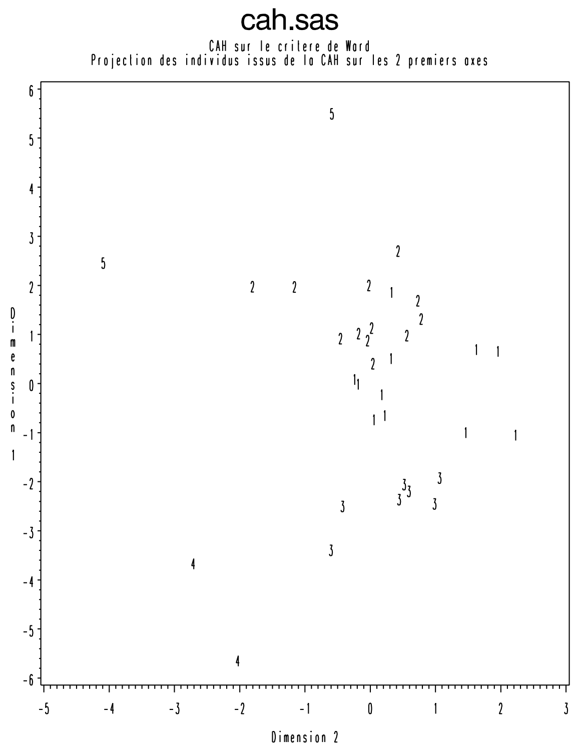


Programme

```
*********************************************************************
* Programme avec envoi des graphiques sur des fichiers .eps (donc *
* la mise en instructions actives des commentaires permettant cet *
* envoi), et changement de nom du fichier .eps d'accueil de la    *
* macro grafvar (qui avait le meme nom que le fichier .eps        *
* d'accueil de la macro grafind).                                 *
*********************************************************************;

%include lecture acpmaze ebouliw varacp grafvarw indacp moustinw grafindw;

%acp(brevi,nech,lp--lf,red=);
%eboulis(p=8);
%varacp;
%grafvar(x=1,y=2,nc=4);
%indacp(q=8); * afin de faire la classif sur les 8 axes;
              * sinon il faut modifier la macro;
%moustind(p=5);
%grafind(x=1,y=2,nc=4);
```

```
title1 "cah.sas";
*******************************************************************
* Ce programme fait  une CAH (critère de Ward).                   *
* Cette classification est faite sur l'ensemble des axes de l'ACP *
* faite sur les brévistylés. Avant de passer ce programme, il faut*
* passer l'ACP (programme acptout.sas).                           *
*******************************************************************;
%include "jaccard+";
/* inclusion du programme permettant de faire des beaux arbres   */
footnote;
proc cluster data=coorindq outtree=treeward method=ward;
  var prin1--prin8;
  id nech;
run;
title2 "CAH sur le critere de Ward";
title3 "ARBRE DE CLASSIFICATION (macro grftree de D. Jacobs)";
filename figure "acpcah.ps";
%grftree(clusdsn=treeward,items=34,axis=d);
run;
quit;

proc tree data=treeward n=5 noprint out=trees;
  id nech;
  copy prin1--prin8;
run;

/* cette étape permet de projeter les individus sur les axes */
data tree2;
  set trees;
clus=put(cluster,2.);   * text ne peut prendre que des chaînes de;
text = substr(clus,2);  * caractères. On traduit donc cluster en clus;
*text=nech  ;          * Cette ligne aurait fait imprimer le numéro des ;
                       * individus au lieu de celui des classes.;
y = prin1;
x = prin2;
xsys = '2';
ysys = '2';
size = 1;
label y = "Dimension 1";
label x = "Dimension 2";
keep x y text xsys ysys size;
run;

filename figure "projcah.ps";
title2 "CAH sur le critère de Ward";
title3 "Projection des individus issus de la CAH sur les 2 premiers axes";
proc gplot data=tree2;
  symbol1 i=none;
  plot y*x=1 / annotate=tree2 frame;
run;
quit;
```



Annexe technique : réalisation de l'ACP (document formateur)

```
%macro acp(ldataset, lident, llistev, red=);
%global dataset ident listev;
%let dataset=&ldataset;
%let ident=&lident;
%let listev=&llistev;
%* Acp de dataset ;
%*          ident : variable contenant les identificateurs;
%*                  des individus;
%*        llistev : liste des variables (numériques);
%*     par defaut : réduites sinon red=cov;
%* options  édition;
options linesize=80 pagesize=62 nonumber nodate;
title "A.c.p. des donnees de &dataset";
footnote;

data donnees;
set &dataset (keep=&ident &listev);
run;


proc princomp data=donnees noprint
            outstat=eltpr out=compr
          vardef=N &red;
    var &listev;

run;
```

```
%* nettoyage des résultats;

data tlambda (drop=_type_)
     tvectp (drop=_type_)
     sigma (drop=_type_)
     stat;
set eltpr;
select (_type_);
when ('EIGENVAL') do;
         _name_ = 'lambda';
         output tlambda;
         end;
when ('CORR','COV')  output sigma;
when ('SCORE')       output tvectp;
otherwise delete;
end;
run;
```

%* vecteur contenant les écarts types;

```
data ectype (keep=std);
set sigma;
array covcor{*} _numeric_;
std=sqrt(covcor{_n_});
run;
```


***décomposition de l'inertie**

```
data lambda (keep=k lambda pctvar cumpct);
set tlambda (drop= _name_);
array l{*} _numeric_;
tr=sum(of l{*});
cumpct=0;
do k=1 to dim(l);
lambda=l{k};
pctvar=l{k}/tr;
cumpct=pctvar + cumpct;
output;
end;
run;

proc print noobs round;
title2 'Valeurs propres, variances expliquées';
var k lambda pctvar cumpct;
run;
```

%mend acp;

%macro eboulis(p=5);
%* Éboulis des valeurs propres;

```
%* p: nombre de variables ;
*filename gsasfile  "&dataset.qs.eps";
*goptions device=psepsf gend='0a'x  gaccess=gsasfile
vsize=10cm hsize=12cm htext=2.2pct;
proc gplot data=lambda;
title;
footnote;
symbol1 i=join v=dot;
 axis1 order=( 0 to &p by 1) length=7cm; /* attention taille */
 axis2 order=(0 to 1 by 0.2) length=5cm;
plot pctvar*k=1 / haxis=axis1 hminor=0 vaxis=axis2 vminor=1;
run;
quit;
goptions reset=all;
```


Étude des variables

%macro varacp;
%* calcul des coordonnées des variables;

```
data coordvar (drop=i lambda);
set tvectp;
set lambda (keep=lambda);
array coord{*} &listev;
do i = 1 to dim(coord);
     coord{i}=coord{i}*sqrt(lambda);
end;
run;

proc transpose out=coordvar prefix=v;
var _numeric_;
run;

proc print noobs round;
title2 'Coordonnées des variables';
run;
```

```
%* calcul des correlations variables x facteurs;

data covarfac (drop=i std);
set  coordvar;
set ectype;
array coord{*} _numeric_;
do i = 1 to dim(coord);
     coord{i}=coord{i}/std;
end;
run;

proc print noobs round;
title2 'Corrélations  variables x facteurs';
var _name_ _numeric_;
run;
%mend varacp;
```



```
%macro grafvar(x=1,y=2,nc=4);
%* Graphique des variables;
%*    x : numéro axe horizontal;
%*    y : numéro axe vertical;
%*   nc : nombre max de caractères;
*filename gsasfile  "&dataset.v.eps";
*goptions device=psepsf gend='0a'x  gaccess=gsasfile
         vsize=12cm htext=1.8pct;
 data anno;
 retain  xsys ysys '2';
 set coordvar nobs=nind;
 style='swiss';
 y= v&y;
 x= v&x;
 text=substr(_name_,1,&nc);
 size=1;
 label y = "Axe &y"
       x = "Axe &x";
run;

proc gplot data=anno;
 title;
 footnote ;
 axis1  length=14cm; /* attention taille */
 axis2  length=7.8cm;
 symbol1 v='none';
 plot y*x=1 / annotate=anno frame  href=0 vref=0
  haxis=axis1 vaxis=axis2;
run;
goptions reset=all;
quit;
%mend grafvar;
```

Étude des individus

%macro indacp(q=3);

```
%*   q : nombre de composantes retenues;
```

%* Calculs des contributions et cos carres;

```
data coorindq;
if _n_ = 1 then set tlambda;
set compr (drop= &listev) nobs=nind;
array c{*} _numeric_;
array cosca{&q};
array cont{&q};
array l{*} &listev;
disto=uss(of c{*})-uss(of l{*});
do i = 1 to &q;
       j=i+dim(l);
       cosca{i}=c{j}*c{j}/disto;
       cont{i}=100*c{j}*c{j}/l{i}/nind;
end;
contg=disto/(sum(of l{*})*nind);
keep &ident prin1-prin&q contg cont1-cont&q cosca1-cosca&q ;
run;

proc print noobs round;
title2 'Coordonnées des individus contributions et cosinus
        carrés';
var &ident prin1-prin&q contg cont1-cont&q cosca1-cosca&q ;
run;
```

%mend indacp;

%macro moustind(p=5);

```
%* boîtes à moustaches parallèles des composantes principales;
%* p: nombre de variables ;
*filename gsasfile  "&dataset.qb.eps";
*goptions device=psepsf gend='0a'x  gaccess=gsasfile
 vsize=10cm hsize=12cm htext=2pct;

data conccomp (keep=k cc);
set compr (drop= &listev);
array c{*} _numeric_;
do k = 1 to &p;
cc=c{k};
output;end;
run;

proc gplot data=conccomp;
title;
footnote;
 axis1 order=( 0 to &p by 1) length=7cm; /* attention taille */
 axis2 length=5cm;
symbol1 i=box v=star;
plot cc*k=1 / haxis=axis1 hminor=0 vaxis=axis2;
run;
quit;
goptions reset=all;
```

%mend moustind;

```
%macro grafind(x=1,y=2,nc=4);
%*    Graphique des individus;
%*    x : numéro axe horizontal;
%*    y : numéro axe vertical;
%*   nc : nombre max de caractères;
*filename gsasfile  "&dataset.i.eps";
*goptions device=psepsf gend='0a'x  gaccess=gsasfile
         vsize=12cm htext=1.8pct;
 data anno;
 retain  xsys ysys '2';
 set coorindq nobs=nind;
 style='swiss';
 y= prin&y;
 x= prin&x;
 text=substr(&ident,1,&nc);
 size=1;*2-max(0,nind/100)+(cosca&x+cosca&y);
 label y = "Axe &y"
       x = "Axe &x";
run;

proc gplot data=anno;
 title;
 footnote ;
 axis1  length=14cm; /* attention taille */
 axis2  length=7.8cm;
 symbol1 v='none';
 plot y*x=1 / annotate=anno frame  href=0 vref=0
  haxis=axis1 vaxis=axis2;
run;
goptions reset=all;
quit;
%mend grafind;
```