

Calage sur marges



Enquêtes et Sondages - CNAM - UE STA 108

Sylvie Rousseau

12/01/07

Sommaire

1. Objectif, intérêts et aspects théoriques
2. Exemple
3. Application à une enquête-ménages Insee

Objectif du calage

- Redresser un échantillon pour que les résultats soient cohérents avec des informations synthétiques connues par ailleurs.

Ainsi, après calage, l'échantillon peut restituer

- les totaux de variables quantitatives connus sur la population,
 - les effectifs de modalités de variables catégorielles connus sur la population.
-

Intérêts du calage

- Assurer la cohérence entre les résultats de plusieurs enquêtes ;
- Améliorer la précision des estimateurs des paramètres d'intérêt d'une enquête

Pourvu que les critères de calage soient liés aux variables d'intérêt

Principe de la méthode

- Re-pondérer les individus échantillonnés en utilisant une information auxiliaire disponible sur un certain nombre de variables, appelées variables de calage.
- Exemple : les estimateurs par le ratio et par régression sont des estimateurs re-pondérés, resp. :

$$w_i = d_i \left(1 + \frac{x_i}{\sum_{i \in S} d_i x_i^2} \left(X - \sum_{i \in S} d_i x_i \right) \right)$$

Notations

- Population : U
- Echantillon : s
- Variable d'intérêt : y
- De total sur la population : $Y = \sum_{k \in U} y_k$
- Estimateur d'Horvitz-Thompson : $\hat{Y}_\pi = \sum_{k \in s} \frac{1}{\pi_k} y_k = \sum_{k \in s} d_k y_k$
- On suppose connus les totaux sur U de J variables auxiliaires $x_1 \dots x_j \dots x_J$: $X_j = \sum_{k \in U} x_{jk}$

Ces variables sont aussi mesurées sur l'échantillon.

Formalisation mathématique

- On cherche un estimateur "calé" de Y de la forme

$$\hat{Y}_w = \sum_{k \in S} w_k y_k$$

où les poids w_k sont

- proches des poids de sondage d_k
- et vérifient les équations de calage (I)

$$\forall j = 1 \cdots J \quad \sum_{k \in S} w_k x_{jk} = X_j$$

Résolution

- Utilisation d'une fonction de distance, notée G , entre les w_k et les d_k avec G positive, convexe et $G(1)=G'(1)=0$
- Recherche des poids w_k ($k \in s$) solutions de

$$\text{Min}_{w_k} \sum_{k \in s} d_k G(w_k / d_k)$$

sous les contraintes des équations de calage (I)

Solution

$$w_k = d_k F(x'_k, \lambda)$$

Avec :

- F : fonction réciproque de la dérivée de G ;
- $x'_k = (x_{1k} \dots x_{Jk})$ décrit le $k^{\text{ème}}$ individu ;
- λ : vecteur des J multiplicateurs de Lagrange associés aux contraintes (I).

Résolution du système non linéaire de J équations à J inconnues issu des équations de calage avec

l'algorithme de Newton :
$$\sum_{k \in S} d_k F(x'_k, \lambda) x_k = X$$

Les fonctions de distance disponibles

G	$F = G^{-1}$	Type de distance
$\frac{1}{2}(x-1)^2$	$1 + u$	<i>Khi-deux</i> Méthode linéaire (1) i.e. estimateur par la régression
$x \log x - x + 1$	$\exp u$	Entropie Méthode du raking -ratio (2)
$\frac{1}{A} \left[\begin{array}{l} (x-L) \log \left(\frac{x-L}{1-L} \right) + \\ (U-x) \log \left(\frac{U-x}{U-1} \right) \end{array} \right]$ $= \frac{U-L}{(1-L)(U-1)} ; x \in [L, U], (\infty \text{ sinon})$	$\frac{L(U-1) + U(1-L) \exp u}{(U-1) + (1-L) \exp u}$ $\in]L, U[$	Logistique Méthode du raking ratio tronquée (3)
$\frac{1}{2}(x-1)^2 \quad \text{si } x \in [L, U]$ $\infty \text{ sinon}$	$1 + q_i u$ $\in [L, U]$	<i>Khi-deux tronquée</i> Méthode linéaire tronquée (3)

Choix des fonctions de distance

- Méthode linéaire
 - converge toujours en 2 étapes
 - redonne l'estimateur par régression
 - peut donner des poids négatifs
 - rapports de poids non bornés supérieurement
- Méthode exponentielle
 - poids positifs
 - redonne l'estimateur du raking ratio («règle de 3»)
 - rapports de poids non bornés supérieurement, en général supérieurs à la méthode linéaire
- Méthodes logit, linéaire tronquée
 - poids positifs
 - contrôle des rapports de poids

Choix des fonctions de distance

- Les cinq mesures de distance sont équivalentes du point de vue biais et variance :
 - Elles produisent des estimateurs de même erreur quadratique moyenne asymptotique.
 - Ils sont équivalents asymptotiquement à l'estimateur par régression généralisée :

$$\hat{Y}_w = \sum_{i \in S} w_i(s) Y_i = \hat{Y}_{HT} + \hat{\beta}_s^\tau (X - \hat{X}_{HT}) + O_p(n^{-1})$$

$$\hat{\beta}_s = T_s^{-1} \sum_{i \in S} d_i x_i y_i \quad T_s = \sum_{i \in S} d_i x_i x_i^\tau$$

Macro CALMAR

- Insee, 1993
- Macro SAS
- Disponible sur www.insee.fr
- Syntaxe (*paramètres obligatoires*)

%CALMAR

(data=, poids=, ident=,

datamar=,

M=, LO=, UP=,

datapoi=, poidsfin);

Exemple – le programme

■ /* 1. les données individuelles */

```
DATA ech;
```

```
INPUT nom $ x $ y $ z pond;
```

```
CARDS;
```

```
A 1 f 1 10
```

```
B 1 h 2 0
```

```
C 1 h 3 .
```

```
D 5 f 1 11
```

```
E 5 f 3 13
```

```
F 5 h 2 7
```

```
H 1 h 2 8
```

```
G 5 h 2 8
```

```
I 5 f 2 9
```

```
J . h 2 10
```

```
K 5 h 2 14
```

```
; 14
```

■ /*2. la table des marges */

```
DATA marges;
```

```
INPUT var $ n mar1 mar2;
```

```
CARDS;
```

```
X 2 20 60
```

```
Y 2 30 50
```

```
Z 0 140 .
```

```
;
```

```
run ;
```

■ /* 3. lancement de Calmar */

```
%CALMAR(DATA=ech, POIDS=pond,IDENT=nom,  
          DATAMAR=marges,M=2,OBSELI=oui,  
          DATAPOI=sortie,POIDSFIN=pondfin,  
          LABELPOI=pondération raking ratio);
```

Exemple - Résultats et sorties

■ Avant calage

VARIABLE	MODALITÉ	MARGE ÉCHANTILLON	MARGE POPULATION	POURCENTAGE ÉCHANTILLON	POURCENTAGE POPULATION
X	1	18	20	22.50	25.00
	5	62	60	77.50	75.00
Y	f	43	30	53.75	37.50
	h	37	50	46.25	62.50
Z		152	140	.	.

■ Après calage

Variable	Modalité	Marge échantillon	Marge population	Pourcentage échantillon	Pourcentage population
X	1	20.000	20	25.00	25.00
	5	60.000	60	75.00	75.00
Y	f	30.000	30	37.50	37.50
	h	50.000	50	62.50	62.50
Z		140.000	140	.	.

Méthode : raking ratio

Premier tableau récapitulatif de l'algorithme :

la valeur du critère d'arrêt et le nombre de poids négatifs après chaque itération

Itération	Critère d'arrêt	Poids négatifs
1	0.56651	0
2	0.17766	0
3	0.04198	0
4	0.00322	0
5	0.00002	0

Un petit exemple commenté de calage sur marges

Méthode : raking ratio

Deuxième tableau récapitulatif de l'algorithme :

les coefficients du vecteur lambda de multiplicateurs de Lagrange après chaque itération

Variable	Modalité	LAMBDA1	LAMBDA2	LAMBDA3	LAMBDA4	LAMBDA5
X	1	1.20511	1.70361	1.87331	1.88687	1.88695
X	5	1.32247	1.81959	1.99270	2.00648	2.00656
Y	f	-0.73974	-0.94297	-1.02331	-1.02984	-1.02987
Y	h	.	.	.	.	.
Z		-0.47287	-0.74661	-0.83348	-0.84035	-0.84039

Un petit exemple commenté de calage sur marges

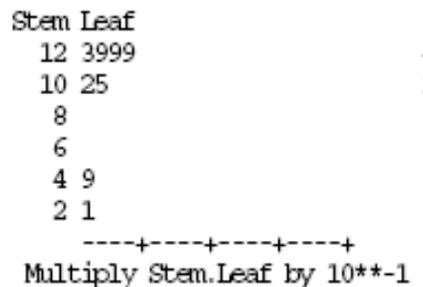
Méthode : raking ratio
 Statistiques sur les rapports de poids (= pondérations finales / pondérations initiales)
 et sur les pondérations finales

Univariate Procedure

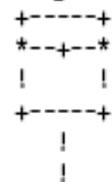
Variable=_F_

Rapport de poids

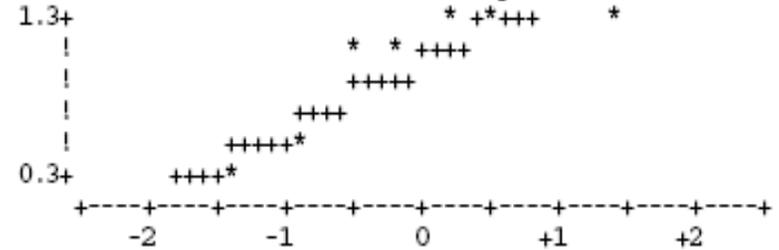
Moments				Quantiles(Def=5)				Extremes			
N	8	Sum Wgts	8	100% Max	1.385113	99%	1.385113	Lowest	ID	Highest	ID
Mean	1.031891	Sum	8.255131	75% Q3	1.385113	95%	1.385113	0.213423 (E)	)	1.14602 (D))
Std Dev	0.444812	Variance	0.197858	50% Med	1.187493	90%	1.385113	0.494557 (I)	)	1.228966 (H))
Skewness	-1.21649	Kurtosis	0.18399	25% Q1	0.755692	10%	0.213423	1.016827 (A)	)	1.385113 (F))
USS	9.903406	CSS	1.385006	0% Min	0.213423	5%	0.213423	1.14602 (D)	)	1.385113 (G))
CV	43.10651	Std Mean	0.157265			1%	0.213423	1.228966 (H)	)	1.385113 (K))
T:Mean=0	6.561485	Pr>|T|	0.0003	Range	1.17169						
Num \rightarrow =0	8	Num > 0	8	Q3-Q1	0.629421						
M(Sign)	4	Pr>=|M|	0.0078	Mode	1.385113						
Sgn Rank	18	Pr>=|S|	0.0078								
W:Normal	0.811594	Pr<W	0.0394								



Boxplot



Normal Probability Plot

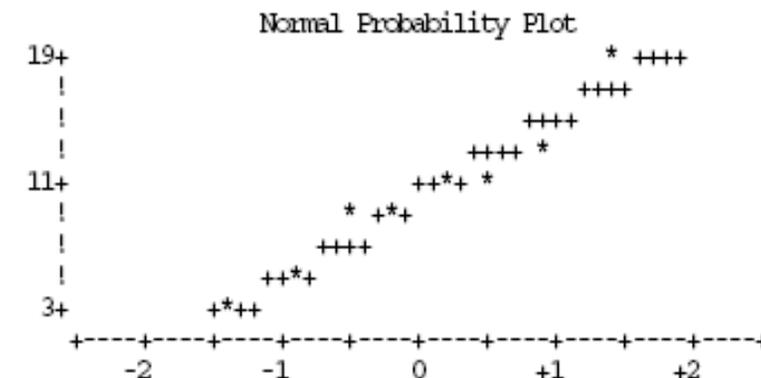
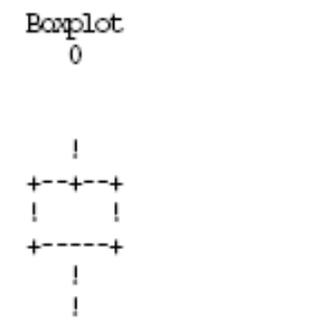
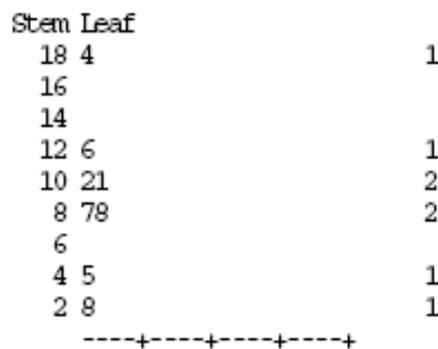


Méthode : raking ratio
 Statistiques sur les rapports de poids (= pondérations finales / pondérations initiales)
 et sur les pondérations finales

Univariate Procedure

Variable= __WFIN Pondération finale

Moments				Quantiles (Def=5)				Extremes			
N	8	Sum Wgts	8	100% Max	19.39158	99%	19.39158	Lowest	ID	Highest	ID
Mean	10	Sum	80	75% Q3	11.84356	95%	19.39158	2.774494 (E)	)	9.831729 (H))
Std Dev	5.061209	Variance	25.61584	50% Med	10	90%	19.39158	4.451013 (I)	)	10.16827 (A))
Skewness	0.439584	Kurtosis	1.109319	25% Q1	7.073401	10%	2.774494	9.695789 (F)	)	11.0809 (G))
USS	979.3109	CSS	179.3109	0% Min	2.774494	5%	2.774494	9.831729 (H)	)	12.60622 (D))
CV	50.61209	Std Mean	1.789408	Range	16.61709	1%	2.774494	10.16827 (A)	)	19.39158 (K))
T:Mean=0	5.588441	Pr>|T|	0.0008	Q3-Q1	4.770161						
Num \rightarrow =0	8	Num > 0	8	Mode	2.774494						
M(Sign)	4	Pr>=|M|	0.0078								
Sgn Rank	18	Pr>=|S|	0.0078								
W:Normal	0.926636	Pr<W	0.4908								



```

*
* DATE : 16 JUIN 2000 HEURE : 14:03
*
* *****
* TABLE EN ENTRÉE : DON
* *****
*
* NOMBRE D'OBSERVATIONS DANS LA TABLE EN ENTRÉE : 11
* NOMBRE D'OBSERVATIONS ÉLIMINÉES : 3
* NOMBRE D'OBSERVATIONS CONSERVÉES : 8
*
* VARIABLE DE PONDÉRATION : POND
*
* NOMBRE DE VARIABLES CATÉGORIELLES : 2
* LISTE DES VARIABLES CATÉGORIELLES ET DE LEURS NOMBRES DE MODALITÉS :
  X (2) Y (2)
*
* TAILLE DE L'ÉCHANTILLON (PONDÉRÉ) : 80
* TAILLE DE LA POPULATION : 80
*
* NOMBRE DE VARIABLES NUMÉRIQUES : 1
* LISTE DES VARIABLES NUMÉRIQUES :
  Z
*
* MÉTHODE UTILISÉE : RAKING RATIO
* LE CALAGE A ÉTÉ RÉALISÉ EN 5 ITÉRATIONS
* LES POIDS ONT ÉTÉ STOCKÉS DANS LA VARIABLE PONDFIN DE LA TABLE SORTIE

```

Un petit exemple commenté de calage sur marges
 Liste des observations éliminées

Obs	nom	X	y	z	pond	__UN
1	B	1	h	2	0	1
2	C	1	h	3	.	1
3	J		h	2	10	1

Application à une enquête-ménages Insee

- Enquête sur la consommation alimentaire
 - Recueil d'informations au niveau ménage (type de logt, nb de personnes du ménage...) et au niveau individuel, pour tous les membres du ménages (sexe, profession, habitudes alimentaires ...)
 - On veut caler l'enquête à la fois sur des données de cadrage mesurées au niveau ménage et au niveau individu
-

Les variables de calage

Niveau ménage

- Nb de personnes du ménage
- CSP du chef de ménage
- Âge du chef de ménage
- Catégorie de commune

Niveau individu

- Nb d'hommes de 0 à 14 ans
- Nb d'hommes de 15 à 34 ans
- Nb d'hommes de 35 à 64 ans
- Nb d'hommes de 65 ans et +
- Nb de femmes de 0 à 14 ans
- Nb de femmes de 15 à 34 ans
- Nb de femmes de 35 à 64 ans
- Nb de femmes de 65 ans et +

Les modalités des variables de calage

VARIABLES CATEGORIELLES

Nombre de personnes du ménage : NBPERS

1 = 1 personne, 2 = 2 personnes, ... , 6 = 6 personnes et plus

Catégorie socioprofessionnelle du chef de ménage : CS

1 = agriculteurs exploitants	2 = artisans,commerç.,chefs d'entreprise
3 = cadres et prof. intellect. sup.	4 = professions intermédiaires
5 = employés	6 = ouvriers
7 = inactifs, retraités, non déclarés	

Tranche d'âge du chef de ménage : AGE

1 = 25 ans ou moins	2 = 25 à 34 ans	3 = 35 à 44 ans	4 = 45 à 54 ans
5 = 55 à 64 ans	6 = 65 à 74 ans	7 = 75 ans ou plus	

Catégorie de commune : CCOM

1 = communes rurales	2 = unités urb. de moins de 10 000 h
3 = unités urb. de 10 000 à 50 000 h	4 = unités urb. de 50 000 à 200 000 h
5 = unités urb. de plus de 200 000 h	6 = unité urbaine de Paris

VARIABLES NUMERIQUES

Nombre d'hommes de moins de 15 ans	: H14
Nombre d'hommes de 15 à 34 ans	: H34
Nombre d'hommes de 35 à 64 ans	: H64
Nombre d'hommes de 65 ans et plus	: H65
Nombre de femmes de moins de 15 ans	: F14
Nombre de femmes de 15 à 34 ans	: F34
Nombre de femmes de 35 à 64 ans	: F64
Nombre de femmes de 65 ans et plus	: F65

Calage simultané

- Réaliser simultanément 2 redressements en opérant sur un seul fichier de données, celui des ménages
- En calculant pour chaque ménage le nombre d'hommes (resp. de femmes) de chaque tranche d'âge
- Et en introduisant ces décomptes comme des marges numériques
- Intérêts :
 - Tous les individus d'un même ménage ont les mêmes poids
 - Les statistiques obtenues à partir des différents fichiers de l'enquête sont cohérentes (par ex, *nb de ménages de taille 1*)

Les marges

Consommation alimentaire 1991 Les marges du calage

CBS	VAR	N	MAR1	MAR2	MAR3	MAR4	MAR5	MAR6	MAR7
1	nbpers	6	5877995	6837628	3837825	3439589	1357160	633517	.
2	cs	7	600974	1238331	2014891	2915746	2237863	4674507	8301402
3	age	7	853360	4042908	4673046	3405158	3428823	2923662	2656757
4	occm	6	5573103	2390861	2485027	3112787	4545572	3876364	.
5	h14	0	5487252	.	.	.	.	.	.
6	h34	0	8286609	.	.	.	.	.	.
7	h64	0	10033635	.	.	.	.	.	.
8	h65	0	3276351	.	.	.	.	.	.
9	f14	0	5239125	.	.	.	.	.	.
10	f34	0	8263830	.	.	.	.	.	.
11	f64	0	10298373	.	.	.	.	.	.
12	f65	0	4792209	.	.	.	.	.	.

Le programme

- `/*Méthode linéaire*/`

```
%CALMAR (DATA=LIB.DONNEES, DATAMAR=LIB.MARGES,  
M=1, DATAPOI=TABPOIDS, POIDSFIN=POND1,  
LABELPOI=méthode linéaire)
```

- `/*Méthode logit*/`

```
%CALMAR (DATA=LIB.DONNEES, DATAMAR=LIB.MARGES,  
M=3, LO=0.64, UP=1.27, DATAPOI=TABPOIDS,  
POIDSFIN=POND2, LABELPOI=logit 0.64 1.27)
```

Comparaison entre les marges tirées de l'échantillon (avec la pondération initiale)
et les marges dans la population (marges du calage)

Variable	Modalité ou variable	Marge échantillon	Marge population	Pourcentage échantillon	Pourcentage population
NEPERS	1	4855298.80	5877995	22.09	26.74
	2	7120413.27	6837628	32.39	31.10
	3	4080664.23	3837825	18.56	17.46
	4	3617266.77	3439589	16.45	15.65
	5	1566560.08	1357160	7.13	6.17
	6	743510.86	633517	3.38	2.88
CS	1	556768.59	600974	2.53	2.73
	2	1116995.38	1238331	5.08	5.63
	3	1836298.90	2014891	8.35	9.17
	4	3603434.01	2915746	16.39	13.26
	5	2406900.26	2237863	10.95	10.18
	6	4907171.65	4574507	22.32	21.26
	7	7556145.21	8301402	34.37	37.76
AGE	1	1016707.87	853360	4.62	3.88
	2	4077206.04	4042908	18.55	18.39
	3	5024750.11	4573046	22.86	21.26
	4	3212658.53	3405158	14.61	15.49
	5	3627641.34	3428823	16.50	15.60
	6	2835715.82	2923662	12.90	13.30
	7	2189034.29	2656757	9.96	12.09
OCCM	1	6103705.40	5573103	27.76	25.35
	2	2610933.47	2390861	11.88	10.88
	3	2770010.21	2485027	12.60	11.30
	4	2994792.56	3112787	13.62	14.16
	5	4419566.85	4545572	20.10	20.68
	6	3084705.50	3876364	14.03	17.63
VAR.NUM	H14	6421858.88	5487252	.	.
	H34	8368819.86	8286609	.	.
	H64	10322697.23	10033635	.	.
	H65	3250698.63	3276351	.	.
	F14	6193618.34	5239125	.	.
	F34	8828759.14	8263830	.	.
	F64	10882924.01	10298373	.	.
	F65	4243199.16	4792209	.	.

Méthode : linéaire
 Statistiques sur les rapports de poids (= pondérations finales / pondérations initiales)
 et sur les pondérations finales

Univariate Procedure

Variable=_F_

Rapport de poids

Moments

Quantiles (Def=5)

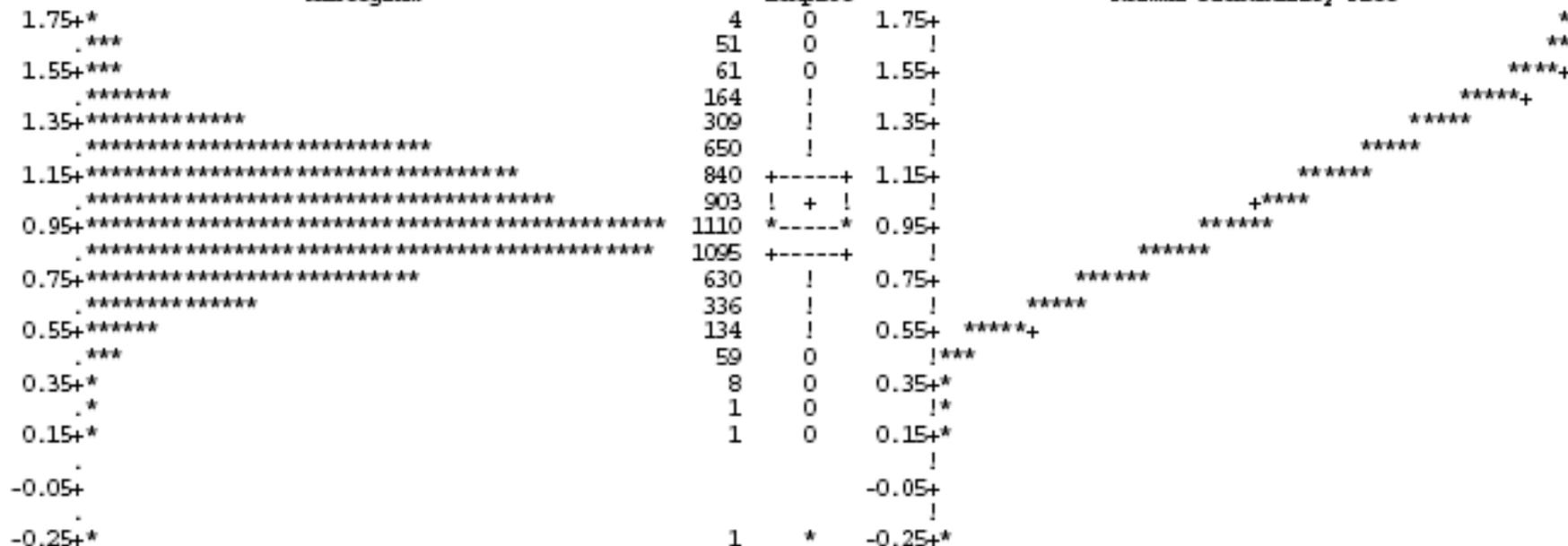
Extremes

	N	Mean	Std Dev	Skewness	USS	CV	T:Mean=0	Num >=0	M(Sign)	Sgn Rank	D:Normal	Sum Wgts	Sum	Variance	Kurtosis	CSS	Std Mean	Pr>=|T|	Num > 0	Pr>=|M|	Pr>=|S|	Pr>D
	6357	1	0.226527	0.164995	6683.155	22.6527	351.9703	6357	3177.5	10104450	0.043643	6357	6357	0.051315	0.063889	326.155	0.002841	0.0001	6356	0.0001	0.0001	<.01
												100% Max	75% Q3	50% Med	25% Q1	0% Min	Range	Q3-Q1	Mode			
												1.757045	1.144918	0.986824	0.85271	-0.20337	1.960418	0.292209	0.893587			
												99%	95%	90%	10%	5%	1%					
												Lowest	Obs	Highest	Obs							
												-0.20337 (	2505)	1.683897 (	579)							
												0.143981 (	2071)	1.706895 (	125)							
												0.223909 (	1260)	1.712514 (	126)							
												0.321227 (	3094)	1.712514 (	325)							
												0.327756 (	3626)	1.757045 (	241)							

Histogram

Boxplot

Normal Probability Plot



* may represent up to 24 counts

Variable= WFIN

Pondération finale

Moments

Quantiles(Def=5)

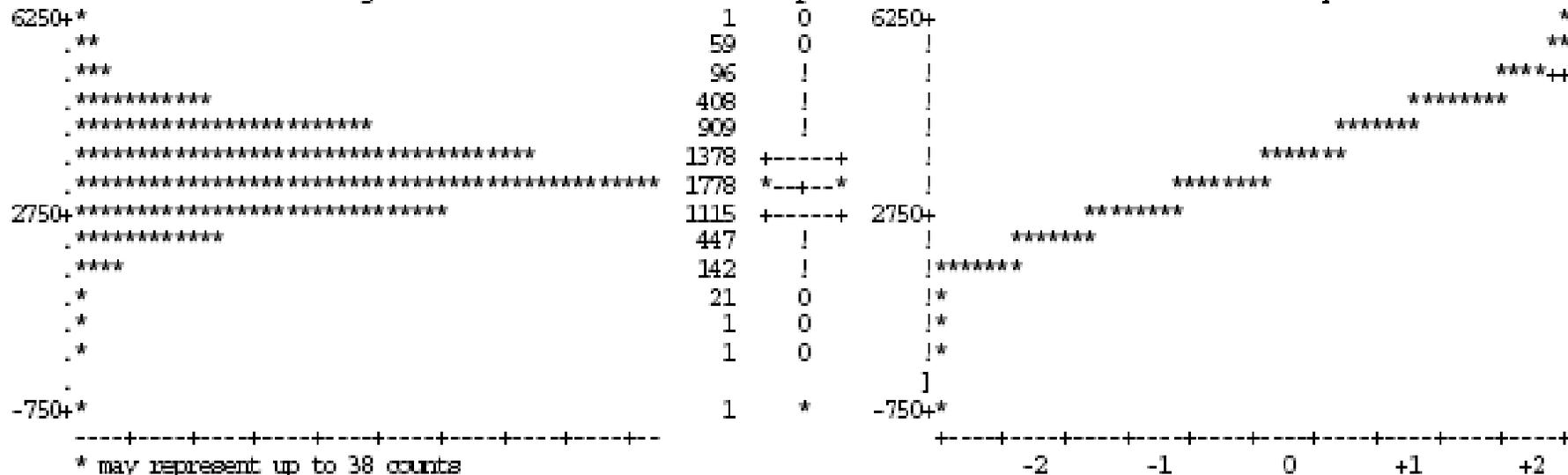
Extremes

				100% Max		99%		Lowest	Obs	Highest	Obs
N	6357	Sum Wgts	6357	6076.196		5449.567		-703.3 (	2505)	5823.237 (	579)
Mean	3458.19	Sum	21983714	75% Q3	3959.344	95%	4807.338	497.9127 (	2071)	5902.766 (	125)
Std Dev	783.3736	Variance	613674.1	50% Med	3412.625	90%	4488.046	774.3213 (	1260)	5922.199 (	126)
Skewness	0.164995	Kurtosis	0.063889	25% Q1	2948.832	10%	2518.065	1110.853 (	3094)	5922.199 (	325)
USS	7.992E10	CSS	3.9005E9	0% Min	-703.3	5%	2212.982	1133.443 (	3626)	6076.196 (	241)
CV	22.6527	Std Mean	9.825232			1%	1710.475				
T:Mean=0	351.9703	Pr>|T|	0.0001	Range	6779.496						
Num → =0	6357	Num > 0	6356	Q3-Q1	1010.513						
M(Sign)	3177.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	3090.192						
Sgn Rank	10104450	Pr>=|S|	0.0001								
D:Normal	0.043643	Pr>D	<.01								

Histogram

Boxplot

Normal Probability Plot



Bilan méthode linéaire

Table en entrée : LIE.DONNEES

Nombre d'observations dans la table en entrée : 6357
Nombre d'observations éliminées : 0
Nombre d'observations conservées : 6357

Variable de pondération : taille de la population (21983714) / nombre d'observations (6357) (générée)

Nombre de variables catégorielles : 4

Liste des variables catégorielles et de leurs nombres de modalités :

NEPERS (6) CS (7) AGE (7) OCCM (6)

Taille de l'échantillon (pondéré) : 21983714

Taille de la population : 21983714

Nombre de variables numériques : 8

Liste des variables numériques :

H14 H24 H64 H65 F14 F34 F64 F65

Méthode utilisée : linéaire

Le calage a été réalisé en 2 itérations

Il y a 1 poids négatifs

Les poids ont été stockés dans la variable POND1 de la table TABPOIDS

Méthode : logit, inf=0.64, sup=1.27
 Statistiques sur les rapports de poids (= pondérations finales / pondérations initiales)
 et sur les pondérations finales

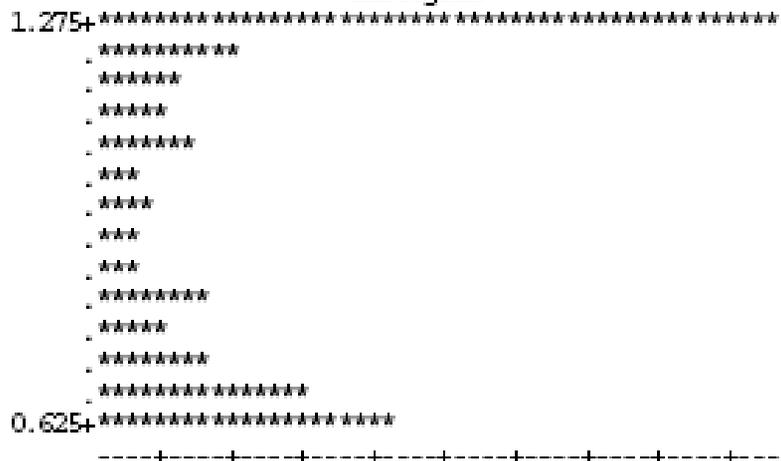
Univariate Procedure

Variable= _F_

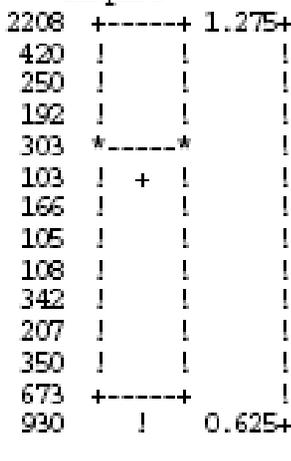
Rapport de poids

Moments		Quantiles (Def=5)				Extrêmes					
N	6357	Sum Wgts	6357	100% Max	1.27	99%	1.27	Lowest	Obs	Highest	Obs
Mean	1	Sum	6357	75% Q3	1.26904	95%	1.27	0.64 (	2505)	1.27 (	693)
Std Dev	0.26178	Variance	0.068529	50% Med	1.085355	90%	1.269995	0.64 (	2071)	1.27 (	791)
Skewness	-0.25609	Kurtosis	-1.69297	25% Q1	0.69779	10%	0.641969	0.64 (	1512)	1.27 (	806)
USS	6792.57	CSS	435.5696	0% Min	0.64	5%	0.640174	0.64 (	1260)	1.27 (	961)
CV	26.17802	Std Mean	0.003283			1%	0.64	0.64 (	1043)	1.27 (	125)
T:Mean=0	304.5715	Pr>|T|	0.0001	Range	0.63						
Num = 0	6357	Num > 0	6357	Q3-Q1	0.57125						
M(Sign)	3178.5	Pr>=|M|	0.0001	Mode	0.816983						
Sign Rank	10104452	Pr>=|S|	0.0001								
D:Normal	0.198246	Pr>D	<.01								

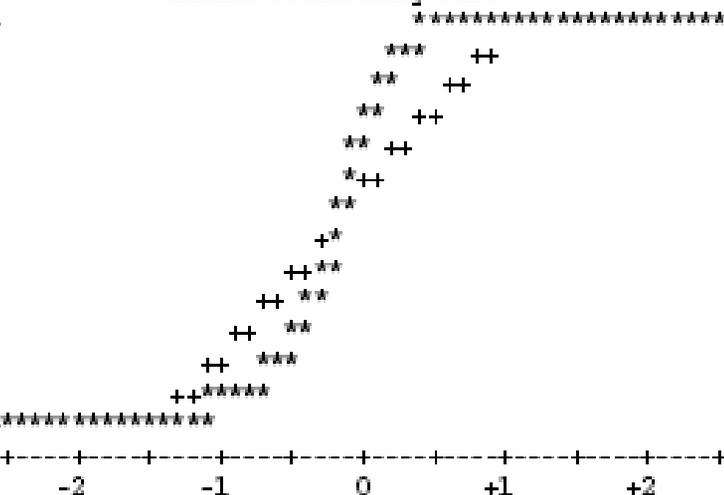
Histogram



Boxplot



Normal Probability Plot



* may represent up to 46 counts

Bilan méthode logit

Table en entrée : LIB.DONNEES

Nombre d'observations dans la table en entrée : 6357
Nombre d'observations éliminées : 0
Nombre d'observations conservées : 6357

Variable de pondération : taille de la population (21983714) / nombre d'observations (6357) (générée)

Nombre de variables catégorielles : 4

Liste des variables catégorielles et de leurs nombres de modalités :

NEPERS (6) CS (7) AGE (7) OCCM (6)

Taille de l'échantillon (pondéré) : 21983714

Taille de la population : 21983714

Nombre de variables numériques : 8

Liste des variables numériques :

H14 H34 H64 H55 F14 F34 F64 F65

Méthode utilisée : logit, borne inférieure = 0.64, borne supérieure = 1.27

Le calage a été réalisé en 9 itérations

Les poids ont été stockés dans la variable POND2 de la table TABPOIDS

Bibliographie

- Sautory O. (1993). « Redressement d'un échantillon par calage sur marges », Document de travail de la DSDS n°F9310,, www.insee.fr .
- Deville, J.-C., Särndal, C.-E. et Sautory, O. (1993). « Generalized raking procedures in survey sampling », *Journal of the American Statistical Association*, vol 88, n°423, pp. 1013-1020.
- Deville, J.-C. (1998). « La correction de la non-réponse par calage ou par échantillonnage équilibré ». Papier présenté au colloque de la Société Statistique du Canada, Sherbrooke.
- Dupont, F. (1996). « Calage et redressement de la non-réponse totale ». Actes des journées de méthodologie statistique, 15 et 16 décembre 1993, INSEE-Méthodes n°56-57-58.
- Roy, G., et Vanheuverzwyn, A. (2001). « Redressement par la macro CALMAR : applications et pistes d'amélioration », *Traitements des fichiers d'enquête*, pp. 31-46. Presses Universitaires de Grenoble.