

LE QUESTIONNAIRE ISALEM : ETUDE STATISTIQUE

1. OBJECTIFS DE L'ETUDE STATISTIQUE

Le traitement statistique des données a été effectué par le Professeur A. ALBERT du Centre Interdisciplinaire de Statistique de l'Université de Liège. Il avait pour objectifs :

a/ l'étalonnage du questionnaire c'est-à-dire l'établissement d'une échelle permettant de situer le résultat obtenu par un sujet par rapport aux résultats qui ont été observés antérieurement dans une population de référence suffisamment nombreuse et homogène de sujets comparables à celui qui a été examiné.

b/ de vérifier l'absence de biais;

c/ d'étudier l'appartenance cognitive des élèves en fonction:

1. du sexe;
2. de l'âge;
3. du type d'enseignement fréquenté (général, technique ou professionnel);
4. de l'orientation choisie dans chacun des 3 types d'enseignement.

2. CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON

L'échantillon est composé de 2.279 élèves.

Le tableau 1 donne leur répartition par année d'étude et par type d'enseignement.

Dans l'enseignement de la Communauté francophone de Belgique, 953 élèves ont complété le test. Parmi ces formulaires:

- 721 participent à la validation statistique. Leur répartition est reprise dans le tableau 2.
- 149 sont arrivés trop tard pour l'étude statistique.
- 34 étaient non valides.
- 49 n'ont pas été retenus, l'année d'étude ne correspondant pas aux caractéristiques de l'échantillon.

Sur les 26 athénées contactés, 23 ont renvoyé leurs formulaires complétés.

Deux se sont excusés, les enseignants concernés ne pouvant, pour des raisons de santé ou d'organisation, donner suite au projet.

Outre les données récoltées dans l'enseignement de la Communauté francophone de Belgique, 1558 tests ont été complétés par des élèves ayant suivi des cours préparatoires à l'enseignement universitaire et des élèves d'autres réseaux, fréquentant essentiellement les enseignements technique et professionnel.

TABLEAU 1
Répartition des élèves participant
à l'analyse statistique

Année d'étude	Type d'enseignement			Total
	Général	Technique	Professionnel	
3	148	24	0	172
4	204	42	0	246
5	247	96	60	403
6	1154	204	60	1418
7	0	0	40	40
Total	1753	366	160	2279

TABLEAU 2
Répartition des élèves de la Communauté francophone de Belgique
participant à l'analyse statistique

Année d'étude	Type d'enseignement			Total
	Général	Technique	Professionnel	
3	106	24	0	130
4	150	24	0	174
5	204	19	14	237
6	160	16	4	180
7	0	0	0	0
Total	620	83	18	721

Pour les trois types d'enseignement, on dénombre, dans les formulaires rentrés, 44 orientations possibles. Celles-ci ont été regroupées, après vérification statistique, dans les catégories suivantes afin d'atteindre 120 élèves par regroupement.

- * Dans le général, on a ainsi procédé à des regroupements en 7 sections:
artistique, sportive, scientifique, langues, littéraire, économique, sciences humaines
- * Dans le technique, on a procédé à des regroupements en 4 secteurs:
secteur primaire: agriculture, horticulture, sylviculture, environnement
secteur secondaire: sciences appliquées et construction
secteur tertiaire: langues et économique
secteur quaternaire: artistique et sportive
- * Dans le professionnel, on a regroupé les élèves en 6 sections:
nature: agriculture et horticulture

construction: construction métallique
mécanique: électricité, électromécanique, mécanique
restauration: cuisine, boulangerie, boucher
sociale: sociale, auxiliaires familiales, éducation, secrétariat
art : artistique, audiovisuel, décoration, ébénisterie

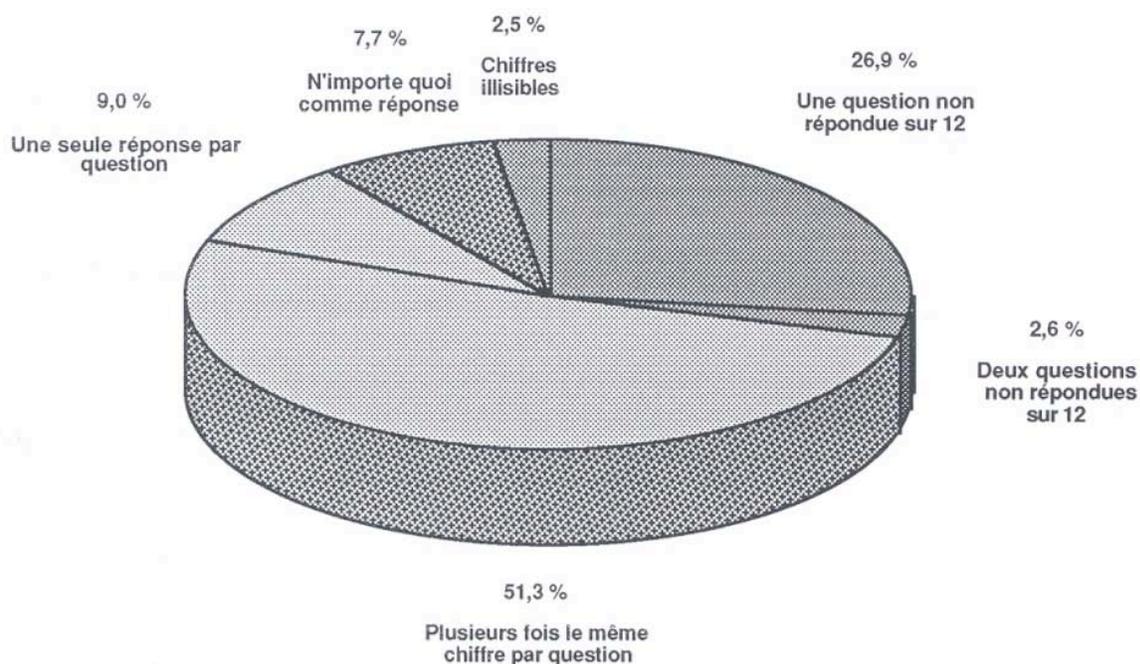
3. RESULTATS

3.1 LES TESTS NON VALIDES

Les consignes données ont été bien respectées. Toutefois, 72 questionnaires sur 2.351 n'ont pas été retenus. Les principales causes d'invalidité et leur fréquence sont reprises dans le graphe 1.

La moitié de ceux-ci a été rejetée parce que les élèves avaient utilisé plusieurs fois le même chiffre dans une même question, un quart parce que les élèves n'avaient pas répondu à toutes les questions (parfois parce que la situation décrite leur était inconnue, par exemple, lire un livre difficile). Le dernier quart rejeté, moins homogène, regroupe les formulaires où les élèves n'avaient choisi qu'une seule réponse, avaient mal complété leur fiche d'identification ou avaient visiblement répondu n'importe quoi.

GRAPHE 1 : Les tests non valides: raisons et pourcentages.



3.2 VALIDATION STATISTIQUE DU TEST

3.2.1 INTRODUCTION

Le test de «style d'apprentissage» ISALEM comporte 12 situations pour lesquelles sont proposées chaque fois 4 réactions possibles. Il est demandé au sujet de classer chacune des 4 réactions par ordre de préférence: 1 = *c'est tout à fait moi*, 2 = *c'est souvent moi*, 3 = *c'est parfois moi*, et 4 = *c'est rarement moi*. Une grille permet ensuite de calculer 4 scores, respectivement intitulés: *Abstraction (Ab)*, *Intuition (I)*, *Action (Ac)* et *Réflexion (R)*. Les valeurs minimale et maximale de chaque score sont respectivement égales à 12 et 48, la somme totale des 4 scores ne pouvant excéder 120 points.

Deux facteurs sont ensuite obtenus par soustraction des 4 scores, à savoir *Ab-I* et *Ac-R*, ce qui permet de positionner un point dans un référentiel d'axes à 2 dimensions (*Ab-I* en abscisse et *Ac-R* en ordonnée). Notons que la valeur minimale de chacun des facteurs est égale à -36 et la valeur maximale à +36.

Le style d'apprentissage du sujet est déterminé en fonction du quadrant dans lequel le point est localisé. Quatre styles ont été définis: «*methodique réflexif*» (quadrant I), «*methodique pragmatique*» (quadrant II), «*intuitif pragmatique*» (quadrant III), et «*intuitif réflexif*» (quadrant IV).

Remarque : De par leur construction, les facteurs *Ab-I* et *Ac-R* doivent être corrélés car leurs valeurs ne peuvent réellement varier indépendamment les unes des autres.

3.2.2 MATERIEL

Le test ISALEM a été appliqué à 2279 élèves de l'enseignement secondaire général, technique et professionnel. Dans cet échantillon, on distingue 1272 élèves toujours dans le secondaire (3^{ème} à la 7^{ème} année) et 1007 élèves ayant terminé le secondaire et ayant suivi des cours préparatoires à l'enseignement supérieur universitaire. Un premier examen des résultats de l'étude a montré qu'il était nécessaire de dissocier les deux groupes. Nous ne détaillerons ici que les résultats pour les élèves du secondaire. Les résultats relatifs aux étudiants des cours préparatoires à l'enseignement universitaire sont repris au paragraphe 3.2.5.

Pour chaque sujet de l'étude, on dispose des variables suivantes:

- le sexe, codé 1 = garçon et 2 = fille -l'âge (années)
- l'année d'étude (3 à 7)
- le type d'enseignement suivi (2 = général, 3 = technique et 4 = professionnel)
- les 48 réponses aux 12 situations
- le score d'abstraction (*Ab*)
- le score d'intuition (*I*)
- le score d'action (*Ac*)
- le score de réflexion (*R*)
- le facteur *Ab-I* (abscisse)
- le facteur *Ac-R* (ordonnée)

Remarque : les réponses individuelles aux 12 situations n'ont pas fait l'objet d'une étude statistique; seuls les scores globaux ont été analysés.

3.2.3 METHODES STATISTIQUES

Pour caractériser chaque variable quantitative (par exemple, les scores et les facteurs), on a calculé la moyenne et l'écart-type (SD), ainsi que la médiane (percentile à 50%) et les valeurs extrêmes observées. La forme de la distribution a également été étudiée.

La comparaison de deux moyennes a été effectuée à l'aide du test gaussien z en raison des grands échantillons. Pour la comparaison de deux ou plusieurs proportions, on a eu recours au test chi-carré pour tables de contingence. L'analyse de la variance à un critère (ANOVA-1) a été utilisée pour comparer plusieurs moyennes.

L'association entre deux variables (par exemple, Ab-I et Ac-R) a été testée à l'aide du coefficient de corrélation r. Pour caractériser les associations entre plusieurs variables, la matrice des corrélations a été établie.

L'association entre une variable (dite « dépendante ») et plusieurs autres variables (dites « explicatives ») a été rendue possible grâce à la méthode de régression multiple.

Afin d'avoir une représentation bidimensionnelle des sujets et des variables, on a eu recours à la méthode multivariée d'analyse en composantes principales (ACP) et celle du « Biplot ». Cette dernière permet d'obtenir une représentation des variables dans l'espace à deux dimensions. Des variables représentées par des vecteurs parallèles sont fortement corrélées; par contre, si leurs vecteurs sont orthogonaux, elles sont non corrélées. La longueur du vecteur donne aussi une idée de l'importance de la variable.

Dans le système d'axes ($X = Ab-I$, $Y = Ac-R$), on a déterminé des ellipses de référence contenant une proportion déterminée de sujets. Ainsi, une ellipse à 95% contient théoriquement 95% de la population et seulement 5% des sujets tombent en dehors. Cette approche ajoute une dimension supplémentaire à l'interprétation du test ISALEM.

Tous les résultats sont considérés comme significatifs au niveau d'incertitude de 5%. Pour plus de précision, chaque test statistique s'est vu associer la probabilité de dépassement (*p-value*) calculée par ordinateur. Ainsi, un test est significatif lorsque $p < 0,05$.

Les calculs statistiques ont été réalisés à l'aide des logiciels Nanostat, SAS et S-PLUS.

3.2.4 ETUDE DES ETUDIANTS DU SECONDAIRE

Au total, 1272 étudiants ont été inclus dans l'analyse. On distingue 685 garçons (54%) et 587 filles (46%). Leur âge moyen est de $16,8 \pm 1,61$ ans (extrêmes: 14-22 ans). Les garçons sont 6 mois plus âgés que les filles ($p < 0,0001$). La répartition des sujets en fonction de l'année d'étude, de l'âge et du sexe est reprise au tableau 3

TABLEAU 3

Répartition des étudiants du secondaire en fonction de l'année d'étude, de l'âge et du sexe.

Année d'étude	Nombre	Age ($p < 0,0001$)	% de filles ($p < 0,005$)
3	172	$14,8 \pm 0,82$	45,3%
4	246	$15,5 \pm 0,87$	57,3%
5	403	$16,8 \pm 1,12$	42,9%
6	411	$17,9 \pm 1,15$	43,3%
7	40	$19,6 \pm 1,13$	42,5%

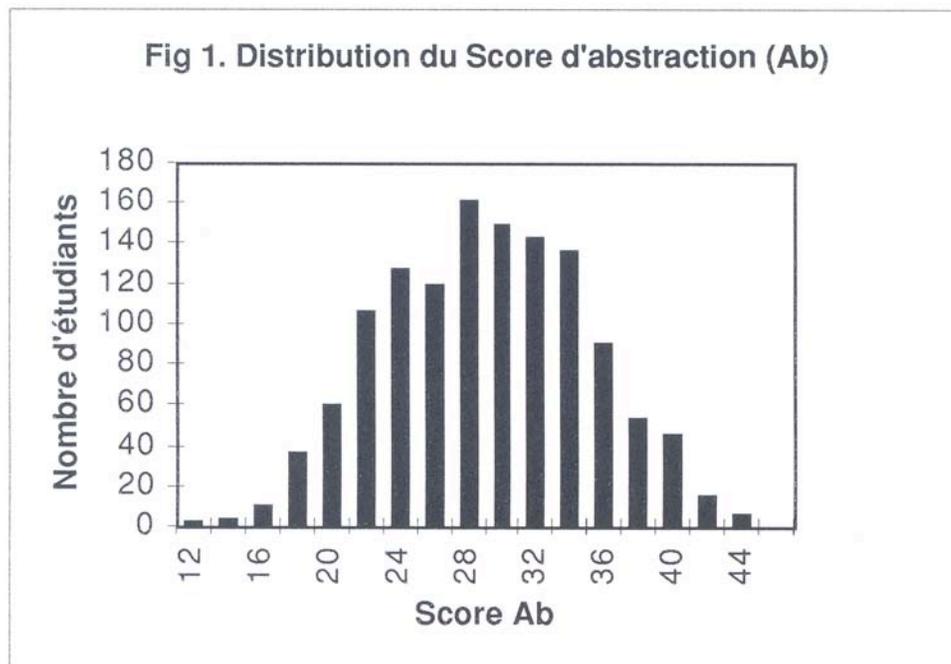
L'âge varie évidemment de façon significative avec l'année d'étude. Par contre, la proportion de filles est sensiblement la même dans chaque année (42-45%), sauf pour les élèves de 4ème année où l'échantillonnage a conduit à une proportion significativement plus élevée de filles (57%).

Parmi les 1272 étudiants, 812 (63,8%) sont dans l'enseignement général, 300 (23,6%) dans le technique et 160 (12,6%) dans le professionnel. Il y a significativement plus de garçons dans l'enseignement professionnel (76,9%) que dans le général (50,7%) et le technique (50%), respectivement ($p < 0,0001$). Les élèves y sont aussi significativement plus âgés: $16,2 \pm 1,29$ ans pour le général, $17,4 \pm 1,53$ ans pour le technique et $18,5 \pm 1,46$ ans pour le professionnel, respectivement ($p < 0,0001$). Ceci est aussi lié à l'échantillonnage dans la mesure où l'échantillon de l'enseignement professionnel ne comporte pas d'étudiants de 3ème année ni de 4ème année mais au contraire de 7ème année.

3.2.4.1 Etude des différentes variables du test ISALEM

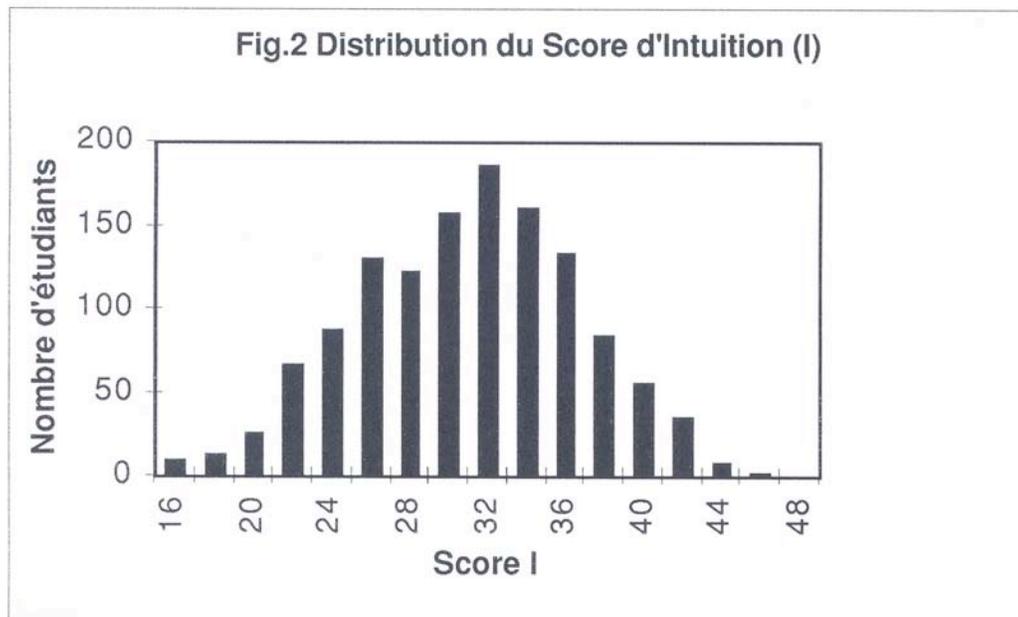
▪ Abstraction

Le score d'abstraction moyen est de $29,6 \pm 5,99$ points (extrêmes: 13-45). On n'observe pas de différence entre les garçons et les filles, ni en fonction de l'âge, ni en fonction de l'année d'étude, ni du type d'enseignement. La distribution du score d'abstraction est quasi-gaussienne (voir Fig.1).



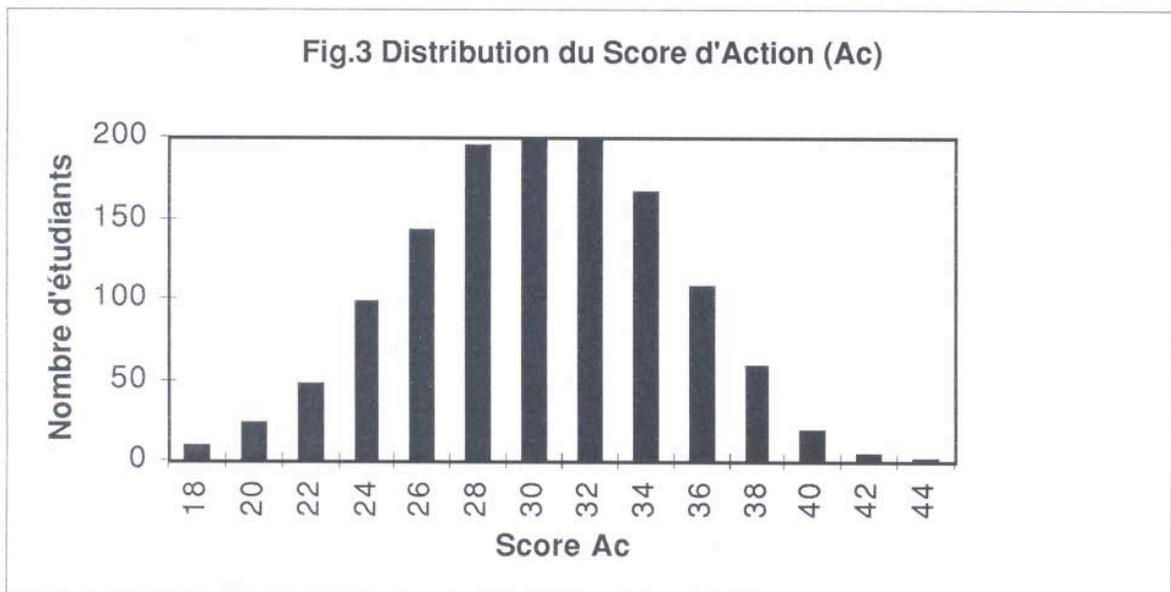
▪ Intuition

Le score d'intuition présente une distribution proche de la loi normale avec une légère dissymétrie à gauche (voir Fig.2). La moyenne vaut $31,5 \pm 5,63$ points (extrême: 16-47). On observe une différence significative entre les garçons et les filles (31,2 contre 31,8; $p = 0,032$) mais sans intérêt en pratique. On constate aussi une décroissance significative mais insignifiante avec l'âge ($r = -0,08$; $p = 0,004$). Par contre, aucune différence n'est constatée en fonction de l'année d'étude et du type d'enseignement.



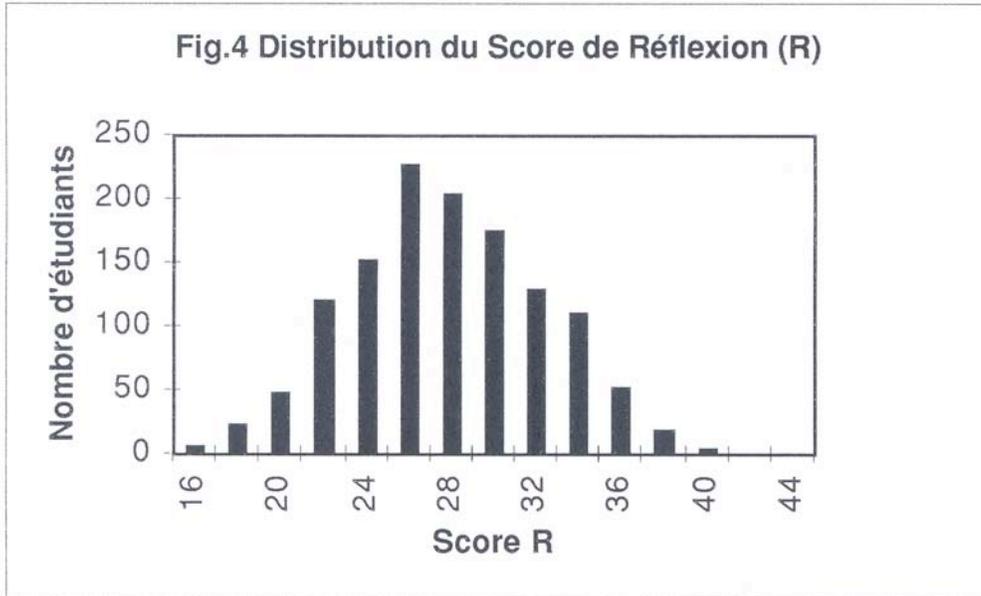
Action

Le score d'action offre aussi l'aspect d'une distribution normale (voir Fig. 3). Le score moyen s'établit à $30,6 \pm 4,61$ points (extrêmes: 18-44). Le score d'action ne dépend ni du sexe, ni de l'âge, ni de l'année d'étude, ni du type d'enseignement.



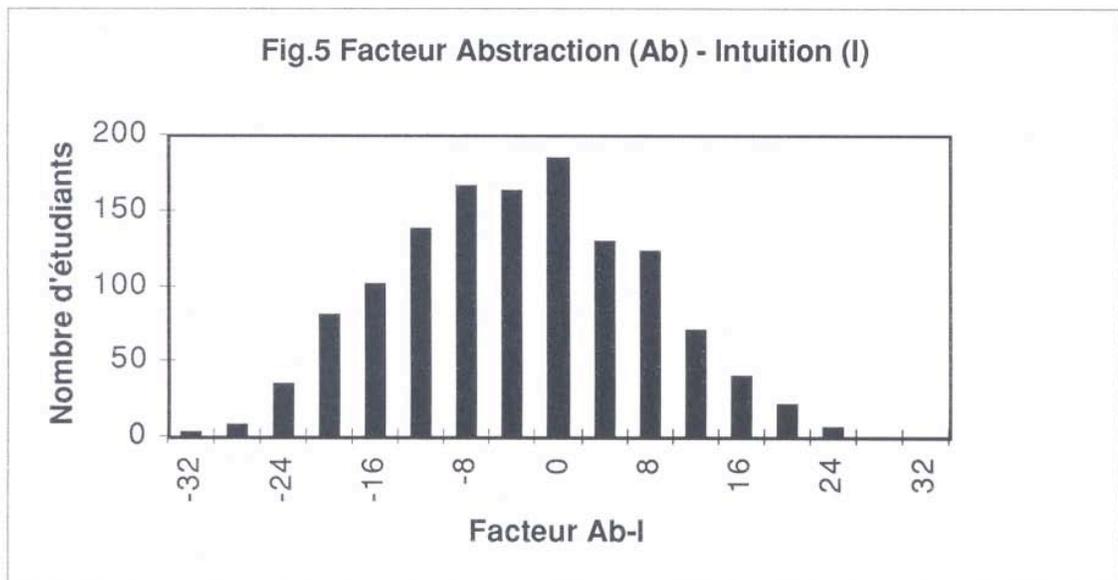
▪ Réflexion

La distribution du score de réflexion est approximativement normale (voir Fig.4). La moyenne vaut $28,3 \pm 4,58$ points (extrêmes: 16-42). Comme pour l'intuition, on constate une légère différence significative en fonction du sexe ($28,6$ pour les garçons et 28 pour les filles, $p = 0,0124$). Par contre, il n'y a pas d'effet d'âge, d'année d'étude et de type d'enseignement.



▪ Facteur Ab-I

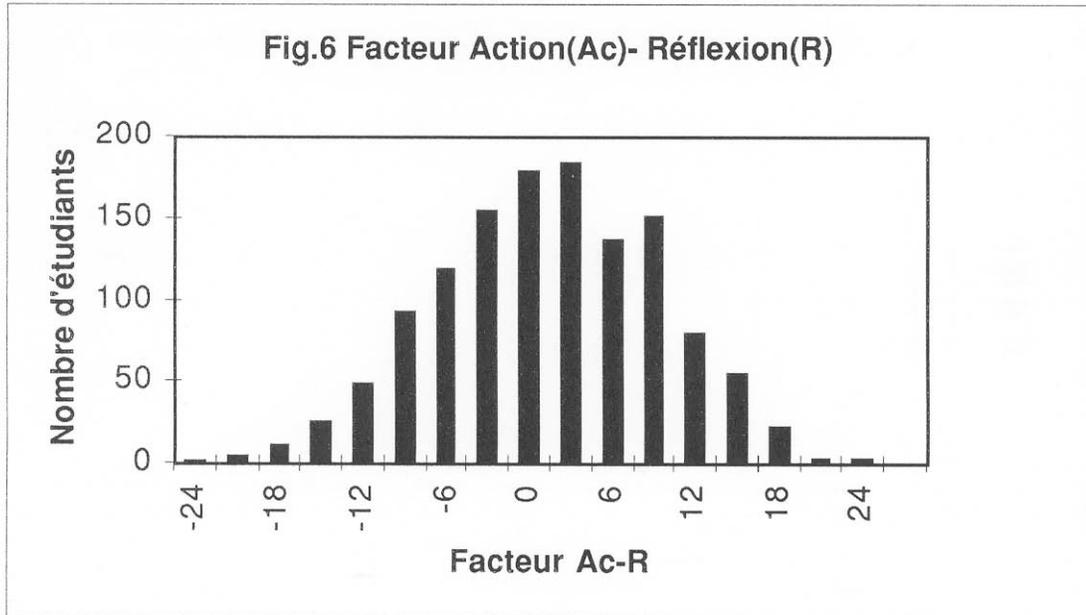
Le facteur Ab-I présente une distribution symétrique de moyenne $-1,90 \pm 10,8$ (voir Fig.5). La médiane vaut -2 et les valeurs extrêmes -32 et $+26$. On n'observe pas de différence significative en fonction du sexe, de l'âge, de l'année d'étude et du type d'enseignement. Par rapport à l'origine (0), le facteur Ab-I présente un biais négatif moyen ($-1,90$) hautement significatif ($p < 0,0001$).



▪ Facteur Ac-R

Le facteur Ac-R présente également une distribution symétrique (voir Fig.6). La moyenne s'établit à $2,33 \pm 8,07$ points et la médiane vaut +2 (extrêmes: -22 à 24). Comme pour le facteur Ab-I, on n'observe pas d'effet du sexe, de l'âge, de l'année d'étude et du type d'enseignement.

Par rapport à l'origine (0), le facteur Ac-R présente un biais positif moyen (+2,33) hautement significatif ($p < 0,0001$).



▪ Corrélations entre les variables

On observe des corrélations significatives entre toutes les variables du test d'évaluation (voir Tableau 4).

TABLEAU 4

Matrice des corrélations entre variables - Etudiants du secondaire (n = 1272)

	Ab	I	Ac	R	Ab-I	Ac-R
Ab	-					
I	- 0,71	-				
Ac	- 0,59	0,25	-			
R	0,17	- 0,55	- 0,54	-		
Ab-I	0,93	- 0,92	- 0,46	0,38	-	
Ac-R	- 0,43	0,46	0,88	- 0,88	- 0,48	-

Observons la forte corrélation négative ($r = -0,48$, $p < 0,0001$) entre les facteurs Ab-I et Ac-R. Cette corrélation n'est pas fortuite mais résulte de la structure des réponses aux 12 situations et de la construction même du test ISALEM comme indiqué précédemment. Cette corrélation implique qu'en reportant les deux facteurs sur un graphique bi-dimensionnel (en abscisse, avec le sens de l'axe inversé, le facteur Ab-I et en ordonnée le facteur Ac-R), le nuage de points obtenu se présente sous la forme d'une ellipse et non d'un cercle. La figure 7 illustre cette situation (même échelle en abscisse et en ordonnée); l'ellipse contient 95% des sujets de la population. La figure 8 est la même que la figure 7 mais les échelles en abscisse et en ordonnée ne sont pas les mêmes (programme S-PLUS). Pour des raisons pratiques, ce type de graphique sera utilisé dans la suite de ce travail.

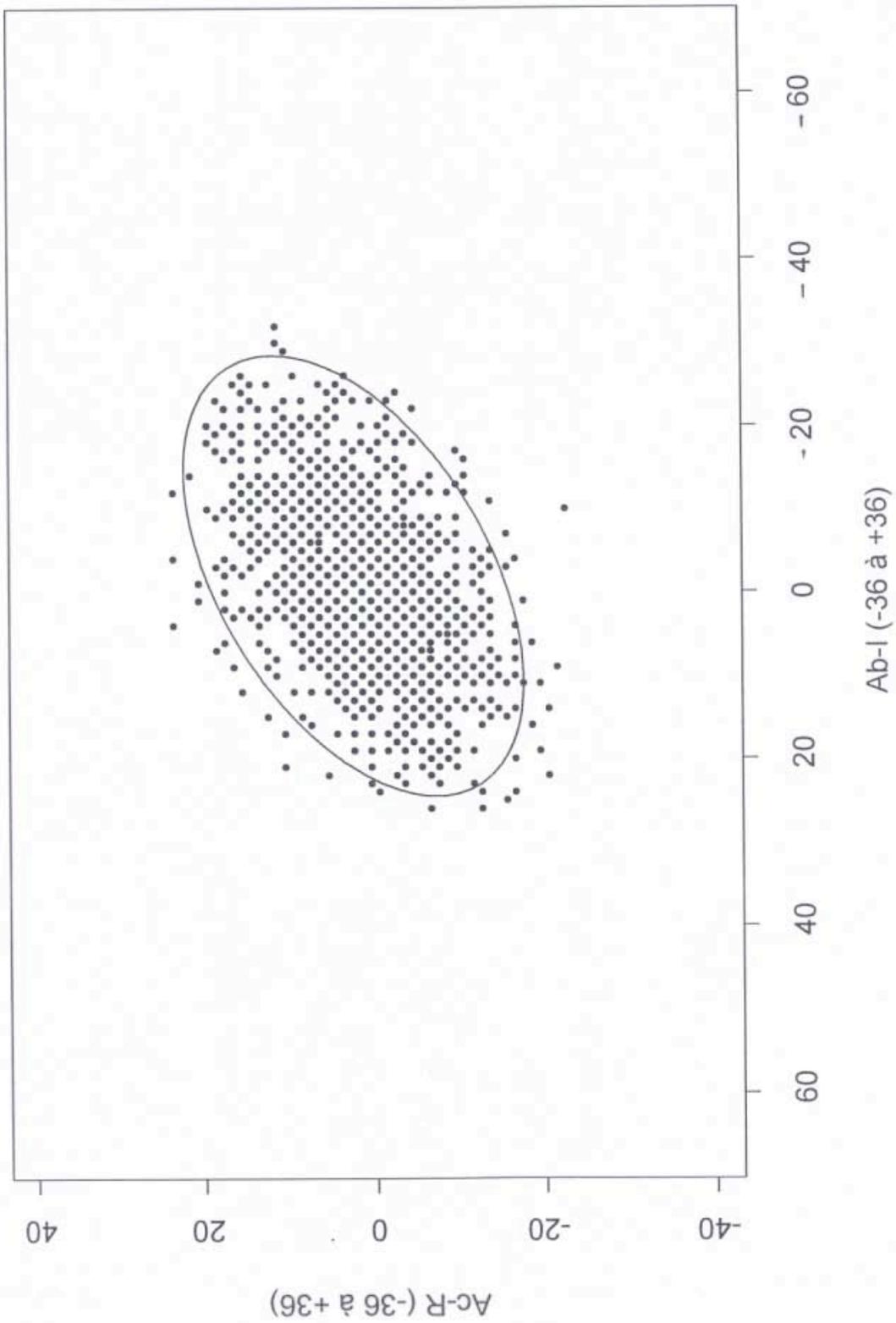


Figure 7 : Corrélation entre le facteur Ab-I et le facteur Ac-R.
L'ellipse contient 95% des sujets de la population.

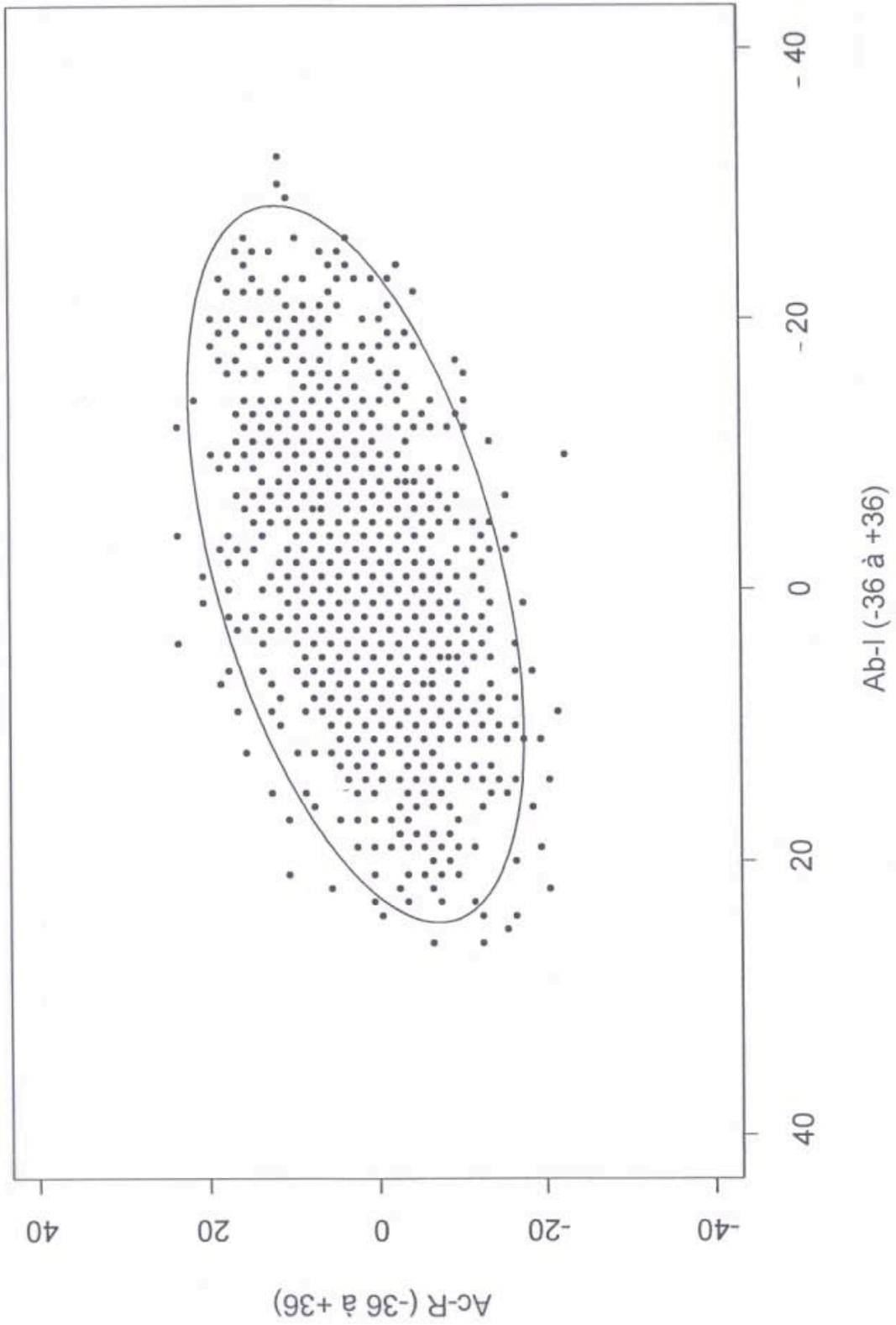


Figure 8 : elle est la même que la figure 7 mais les échelles en abscisse et en ordonnée ne sont pas les mêmes (programme S-PLUS).

3.2.4.2 Analyse en composantes principales et Biplot

L'application de l'analyse en composantes principales (ACP) aux 1272 sujets de l'étude confirme l'association entre les facteurs Ab-I et Ac-R mais aussi l'absence de relation avec le sexe, l'âge, l'année d'étude et le type d'enseignement. En effet, les Biplots montrent l'indépendance de ces covariables (orthogonalité des vecteurs), que l'on travaille dans l'espace des deux facteurs (voir Fig.9) ou dans celui des quatre variables de départ, Ab, I, Ac et R (voir Fig.10).

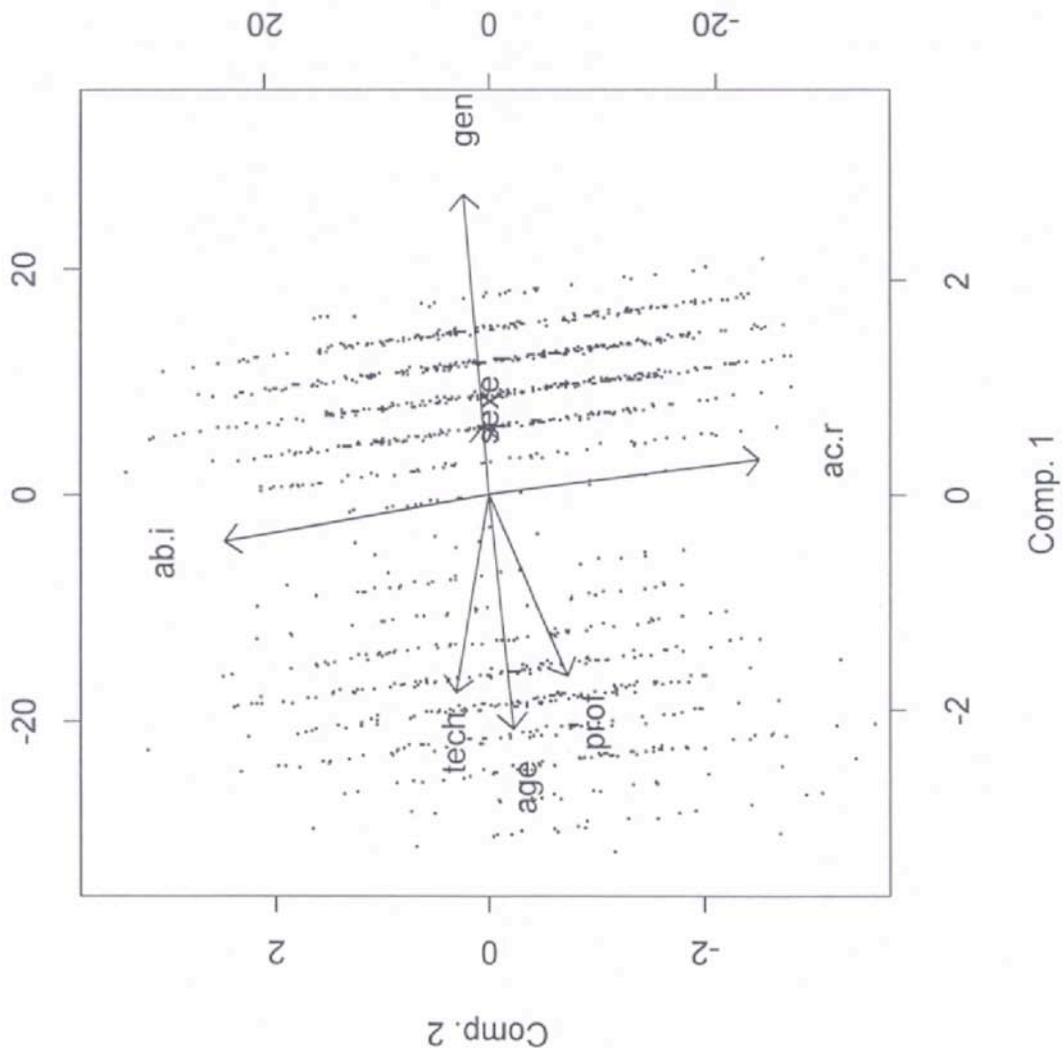


Figure 9 : Application de l'analyse en composantes principales (ACP) et Biplots dans l'espace des 2 facteurs.

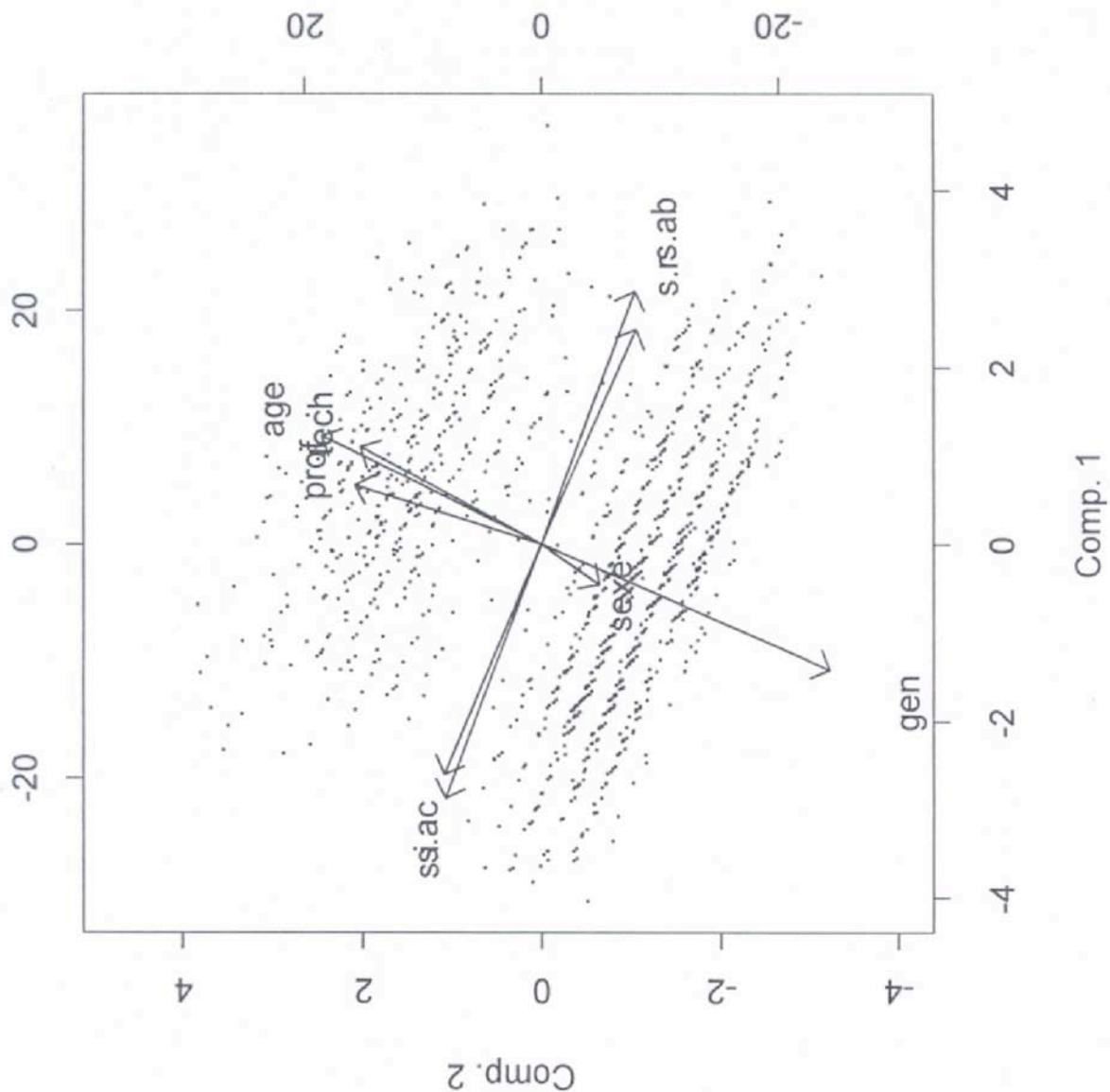


Figure 10 : Application de l'analyse en composantes principales (ACP) et Biplots dans l'espace des 4 variables de départ Ab, I, Ac, et R.

3.2.4.3 Ellipses de référence

Les deux facteurs Ab-I et Ac-R présentant une distribution conjointe proche de la loi binormale, il est possible de tracer des ellipses de référence contenant une proportion prédéterminée de sujets. Ainsi, l'ellipse à 99% contient 99% des sujets de la population, signifiant par là que 1 % des sujets tombent en-dehors de cette région. De tels sujets peuvent être considérés comme « atypiques » (voir Fig.11).

La figure 12 reprend les ellipses de référence concentriques à 1, 5, 25, 50, 75, 95 et 99%, pour les étudiants du secondaire. Ces ellipses sont décalées par rapport à l'origine.

En plus de la position du sujet dans l'un des quatre quadrants du système d'axes, l'ellipse de référence permet de localiser le sujet par rapport à la distribution statistique conjointe des deux facteurs dans la population. Plus le sujet est éloigné du centre de l'ellipse, moins il est typique de la population des autres sujets.

Par ordinateur, il est possible de calculer pour tout sujet la plus petite ellipse qui le contient. La surface de cette ellipse donne la probabilité d'avoir un sujet plus proche de la moyenne que le sujet observé. Plus cette probabilité est voisine de 1, plus le sujet est « atypique ».

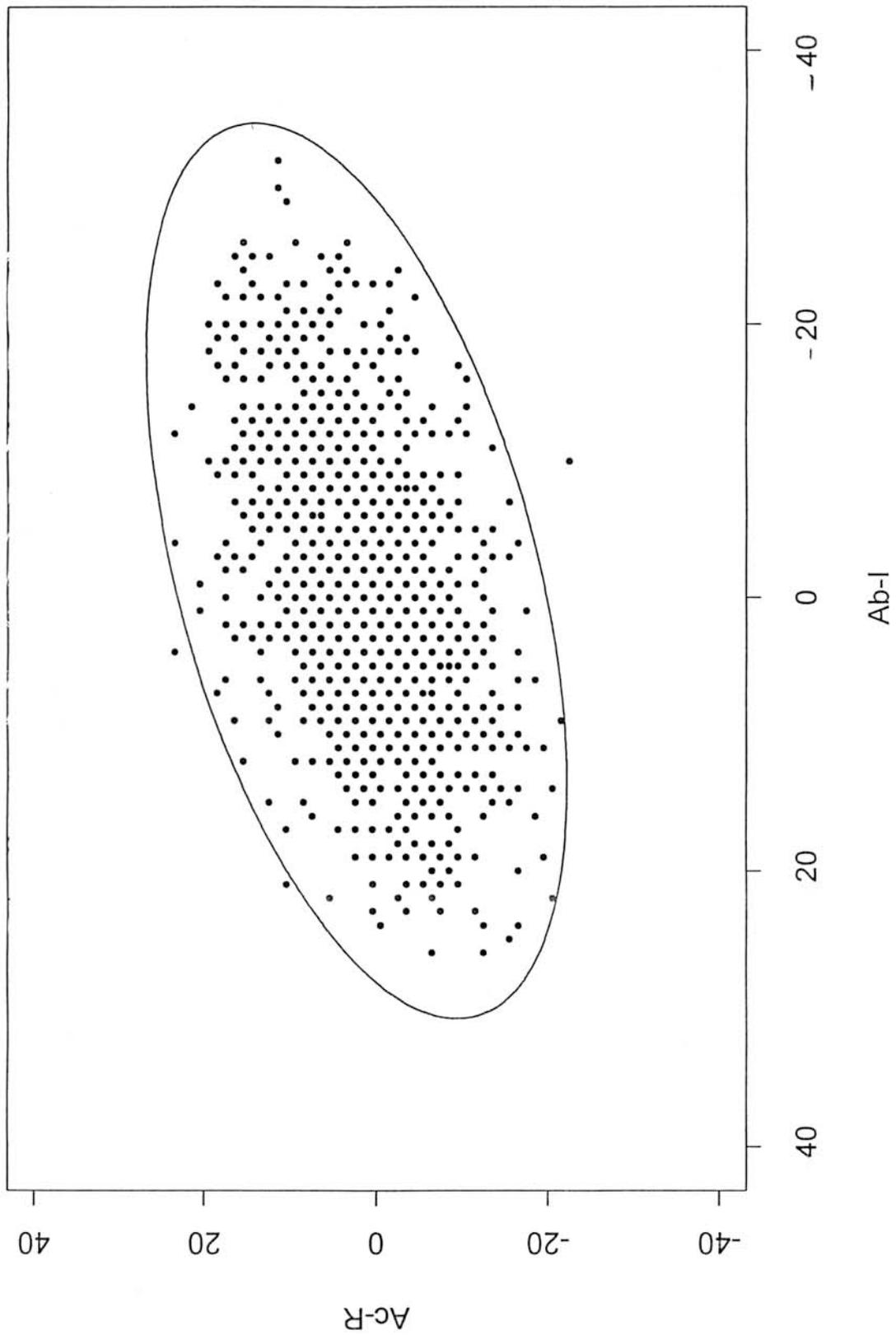


Figure 11 : Ellipse de référence à 99%

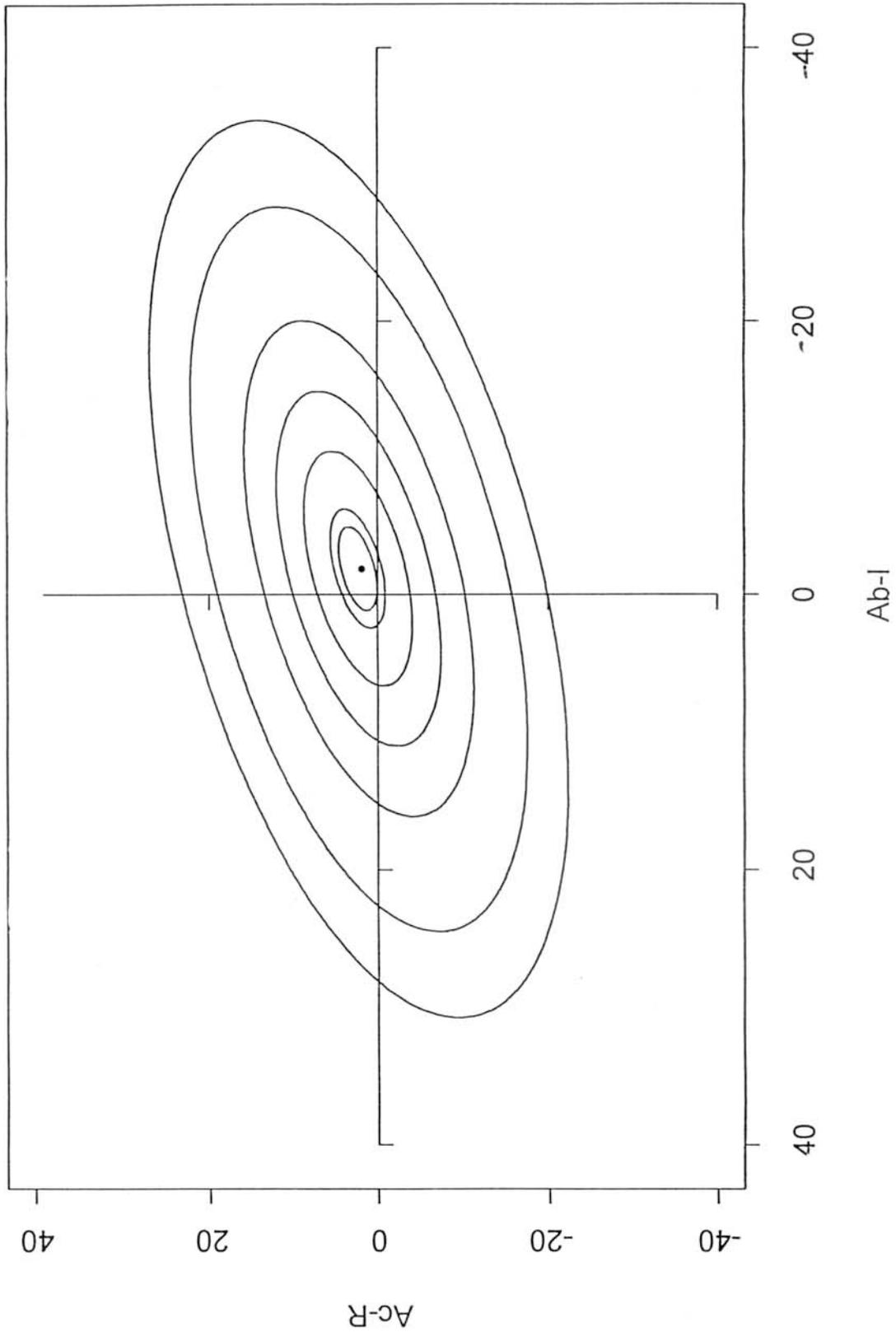


Figure 12 : Ellipses de référence concentriques à 1, 5, 25, 50, 75, 95 et 99%.
Ces ellipses sont décalées par rapport à l'origine.

3.2.5. ETUDE DES ETUDIANTS DES COURS PREPARATOIRES : RESULTATS SUCCINCTS

Au total, 1007 étudiants ayant terminé le secondaire ont suivi une formation préparatoire à l'entrée à l'Université. On relève 414 garçons (41 %) et 593 filles (59%). L'âge moyen est de $18,1 \pm 0,82$ ans (extrêmes: 16 -22 ans). Les garçons sont significativement plus âgés que les filles (18,2 contre 18,1 ans; $p=0,0013$) mais cette différence d'âge est insignifiante. Au total, 941 sujets (93,4%) ont été dans l'enseignement général et 66 (6,6%) dans le technique. Les étudiants de l'enseignement technique sont significativement plus âgés (19,4 contre 18,1 ans; $p<0,0001$) mais la proportion de filles et de garçons est comparable dans les deux types d'enseignement. Lorsqu'on catégorise les élèves en fonction de la branche choisie à l'Université (du moins pour ceux où cette information est disponible, soit $n=773$ sujets), on note 437 étudiants (56,5%) dans les sciences humaines et 336 étudiants (43,5%) dans les sciences "dures".

Etude des différentes variables du test ISALEM

• Abstraction

La distribution de Ab présente une légère dissymétrie à droite. La moyenne vaut $26,0 \pm 5,96$ et la médiane 26 (extrêmes: 12-44). On n'observe pas de différence significative entre les garçons et les filles. Par contre, on note une corrélation positive significative avec l'âge, quoique insignifiante ($r=0,088$; $p<0,01$) et les étudiants de l'enseignement technique ont un score significativement plus élevé que ceux ayant suivi l'enseignement général (27,7 contre 25,9; $p=0,018$). Il en est de même pour le type de sciences. En effet, les étudiants ayant choisi les sciences humaines ont un score plus élevé que ceux ayant choisi les sciences "dures" (27,2 contre 25,3; $p<0,0001$).

• Intuition

La distribution statistique du score d'intuition suit une loi dissymétrique à gauche, de moyenne $33,7 \pm 5,28$, de médiane 34 (extrêmes : 16-47). Il n'y a pas de différence en fonction du sexe, mais on note une corrélation négative significative quoique insignifiante ($r=-0,08$, $p<0,01$) avec l'âge. Les étudiants ayant suivi l'enseignement général ont un score significativement plus élevé que ceux du technique (33,8 contre 31,8; $p<0,005$). A l'opposé de l'abstraction, ce sont les sciences "dures" qui ont un score significativement plus élevé que les sciences humaines (34,4 contre 32,6; $p<0,0001$).

• Action

La distribution de score d'action est également dissymétrique à gauche. La moyenne vaut $32,6 \pm 4,65$ points et la médiane 33 (extrêmes : 17-44). On ne note pas de différence due au sexe, ni d'association avec l'âge, le type d'enseignement ou les sciences "dures" ou humaines.

• Réflexion

Le score de réflexion est dissymétrique à droite comme celui d'abstraction. La moyenne vaut $27,7 \pm 4,41$ et la médiane 27 (extrêmes : 16-43). On note un effet significatif du sexe, 28,1 pour les garçons contre 27,4 pour les filles ($p=0,0061$). Il n'y a pas d'association avec l'âge, le type d'enseignement, les sciences "dures" ou humaines.

- Facteur Ab-I

La distribution du facteur Ab-I présente une légère dissymétrie à droite. La moyenne vaut : $-7,65 \pm 10,4$ et la médiane s'établit à -9 (extrêmes : -32 à 23). On constate un décalage hautement significatif de la moyenne par rapport à l'origine ($p < 0,0001$). Le biais est nettement plus important que pour la population des étudiants encore dans le secondaire.

On n'observe pas de différence significative entre sexes. Par contre, on note une corrélation significative avec l'âge ($r=0,09$; $p=0,0037$) mais cette association n'a pas d'implication pratique. Il existe une différence significative ($p=0,004$) entre les scores moyens Ab-I obtenus dans l'enseignement général ($-7,89 \pm 10,4$) et technique ($-4,09 \pm 9,59$).

Enfin, on note une association significative entre Ab-I et le type de sciences: -5,46 pour les sciences humaines et -9,06 pour les sciences "dures" ($p < 0,0001$). En associant cette variable au type d'enseignement, la différence observée pour le type d'enseignement disparaît.

- Facteur Ac-R

On note une légère dissymétrie à gauche dans la distribution des valeurs du facteur Ac-R. La moyenne vaut $4,95 \pm 7,97$ points et la médiane est égale à 5. Les extrêmes valent respectivement -20 et 25. Le décalage par rapport à l'origine (4,95) est hautement significatif ($p < 0,0001$).

On n'observe pas d'influence du sexe, ni de l'âge, ni du type d'enseignement, général ou technique. Contrairement au facteur Ab-I, on n'observe pas de différence significative en fonction du type de sciences "dures" ou humaines.

3.2.6 Conclusion

Il résulte de cette étude que, moyennant les biais appropriés, le test ISALEM peut être interprété sur un seul et même système d'axes cartésiens avec en ordonnée Ac-R et en abscisse I-Ab ; ceci quels que soient le sexe du sujet, son âge, l'année d'étude et le type d'enseignement qu'il fréquente. (voir Fig.13 et 14).

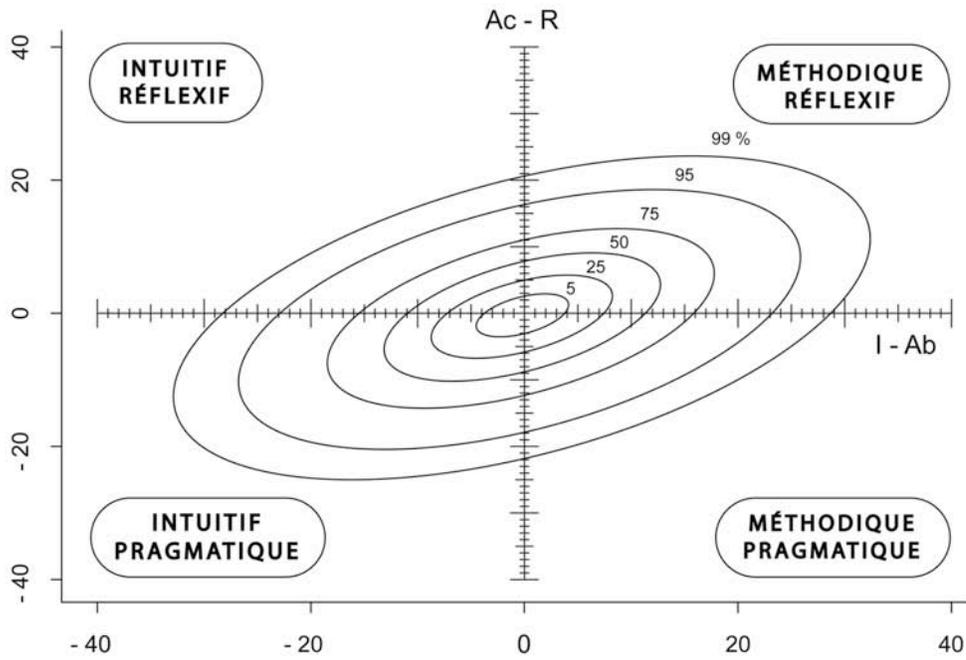


Figure 13

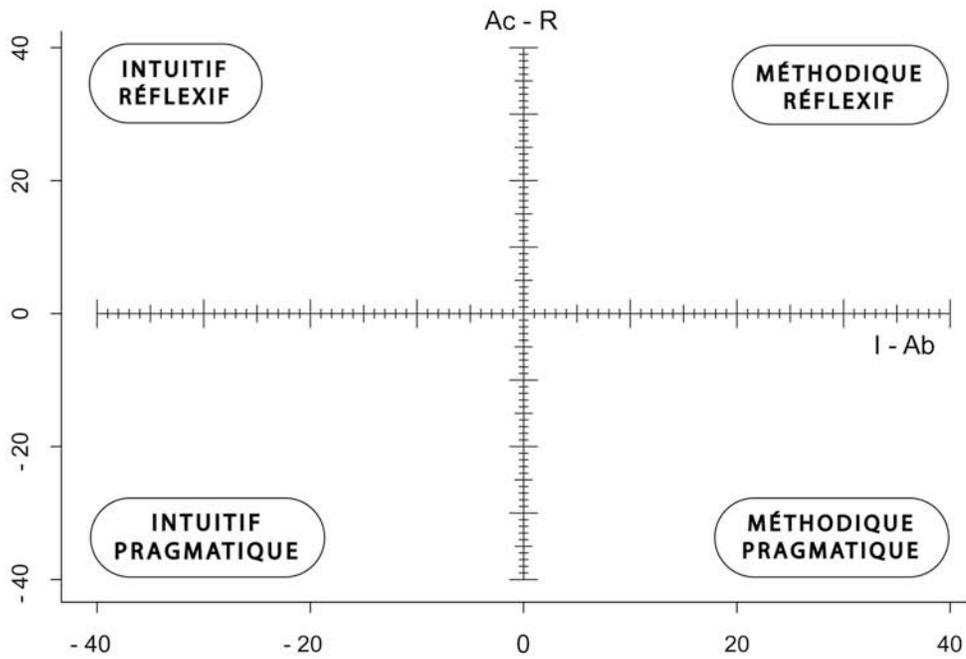


Figure 14

4. REFERENCES

- Nanostat. The easy to use statistical package. AlphaBridge Ltd, London, 1993
- SAS version 6.11.SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, 1996
- S-Plus version 3.3 StatSci Europe, Oxford, 1995

* * * * *