

Analyse multidimensionnelle d'entretiens individuels pour l'étude d'un retour d'expérience

Marion WOLFF

wolff@ergo-info.univ-paris5.fr

Jean-Claude SPERANDIO

Sperandio@ergo-info.univ-paris5.fr

Laboratoire d'Ergonomie Informatique
45, rue des Saints-Pères
75 270 Paris Cedex

Mots-clefs :

analyse discursive, analyse géométrique des données, verbalisations, retour d'expérience.

Résumé :

Les verbalisations, spontanées ou provoquées, constituent la plupart du temps le matériau de base des analyses du travail en ergonomie, mais elles ne sont pas toujours analysées en profondeur, soit parce qu'elles ne sont pas recueillies selon une procédure rigoureuse, soit parce que leur contenu est trop complexe, trop "multifactoriel". Le présent exposé propose une étude de ces verbalisations par l'utilisation conjointe de l'analyse discursive (analyse propositionnelle du discours telle qu'elle est proposée par le logiciel Tropes) et de l'analyse géométrique des données. L'objectif de l'étude était de recueillir au moyen d'entretiens individuels les difficultés de l'utilisation d'un équipement militaire, au travers de l'expérience acquise par diverses catégories de personnels dans des missions antérieures. Ce «retour d'expérience» entre dans le cadre de la conception d'un nouvel équipement. Il fait suite à une étude bibliographique des facteurs d'astreinte cognitive en situation de fortes contraintes et précède l'évaluation ergonomique d'un prototype, suivie d'une expérimentation. Les variables étudiées sont nombreuses et diverses : physiologiques, psychologiques, psychosociologiques et opérationnelles. Les résultats obtenus sont encourageants pour l'utilisation de telles méthodes dans des recherches futures.

INTRODUCTION

Lorsqu'un ergonome désire étudier le comportement et les communications de sujets appartenant à une certaine catégorie professionnelle, il est souvent amené à coder, à classer ces comportements et à recueillir différentes verbalisations.

Les verbalisations, spontanées ou provoquées, constituent la plupart du temps le matériau de base des analyses du travail en ergonomie, mais elles ne sont pas toujours analysées

en profondeur, soit parce qu'elles ne sont pas recueillies selon une procédure rigoureuse, soit parce que leur contenu est trop complexe, trop «multifactoriel». L'ergonome doit faire la part entre la forme et le sens, c'est-à-dire entre les mots tels qu'ils ont été prononcés (les phrases orales sont souvent grammaticalement incorrectes) et leur signification. Il s'intéresse le plus souvent au sens (contenu des connaissances, motif des actions et des décisions, difficultés ressenties, etc.) plutôt qu'à la forme linguistique des verbalisations, sauf s'il s'agit d'en extraire les bases d'un langage propre (langages opératifs). Quoi qu'il en soit, l'abondance des «items» intéressants pouvant être extraits des verbalisations ne peut se réduire à quelques variables, sauf à sacrifier beaucoup de la richesse des corpus. La recherche des méthodes d'analyse de tels corpus en ergonomie, dans un but d'analyse du travail, est d'ailleurs l'objet de débats (cf. le Numéro Spécial *Performances humaines et techniques*, mai 1996 : *Les verbalisations* (1)).

D'autres informations importantes concernant directement les sujets peuvent compléter ces verbalisations : niveau d'expertise, âge, sexe, appréciations écrites du sujet sur la tâche à accomplir, etc. Les données dont l'ergonome dispose sont donc multidimensionnelles et demandent à être analysées simultanément, et non respectivement, de manière à pouvoir déterminer des *profils* prenant évidemment en compte les composantes multiples de ces sujets.

Pour ce faire, les analyses géométriques des données sont les plus appropriées.

Cet exposé propose une étude dont les données recueillies ont fait l'objet d'une analyse géométrique. Cette étude concerne l'analyse d'une expertise professionnelle pour l'ergonomie d'un équipement militaire par le recueil d'entretiens semi-dirigés. La méthode présentée pour cet exemple est évidemment transférable à d'autres domaines.

L'ANALYSE GÉOMÉTRIQUE DES DONNÉES

Les méthodes d'analyse géométrique des données - appelées souvent «Analyse des Données» (voir Benzécri, 1984) - ont été développées à la suite des travaux de Benzécri et al. (1973) ; pour une introduction, voir Le Roux, Richard et Rouanet (1995) ; pour des exposés approfondis, Benzécri (1984), Rouanet et Le Roux, 1993.

Le principe de l'approche géométrique de l'analyse des données multidimensionnelles consiste «à représenter les données sous forme de nuages de points dans des espaces géométriques, et à fonder l'interprétation sur les proximités et les oppositions entre points...» (in Le Roux, Richard et Rouanet, 1995, p. 650). Ces nuages de points sont construits à partir de tableaux de données numériques et se trouvent, la plupart du temps, dans des espaces à plus de 3 dimensions. Comme le rappellent Le Roux, Richard et Rouanet (op. cit.), la théorie mathématique sous-jacente est la géométrie multidimensionnelle, dont l'objet de base est le nuage euclidien. On distingue ainsi deux espaces : *l'espace des individus* et *l'espace des variables*.

Pour l'analyse de variables numériques hétérogènes, on utilise plus volontiers l'Analyse en Composantes Principales standard (ACP) ou l'Analyse en Composantes Principales Pondérée (ACPPON) ; pour l'analyse de 2 variables catégorisées, l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ou l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) (2) pour plusieurs variables catégorisées. Pour des exemples d'application, voir Wolff, Rouanet et

(1) Il est à noter que dans ce numéro, si l'existence de méthodes d'analyse statistique des verbalisations est évoquée, aucun des articles n'en présente concrètement.

(2) Pour un exposé détaillé de ces méthodes, voir Rouanet et Le Roux, 1993.

Grosgeorge (1998) ou Wolff et Grosgeorge (1996). Pour notre exposé, nous utiliserons une AFC.

ANALYSE ERGONOMIQUE D'UN ÉQUIPEMENT PAR LE RECUEIL D'ENTRETIENS SEMI-DIRIGÉS (3)

L'analyse géométrique a ici été appliquée à partir d'une analyse de discours effectuée sur des entretiens semi-dirigés dont l'objectif était de cerner les difficultés rencontrées en milieu militaire dans l'utilisation de divers équipements, moyens de transport, vêtements de protection et moyens techniques de communication ; difficultés également dans les communications «sociales» et les impacts de contraintes psychologiques et physiologiques multiples (Wolff et Sperandio, 1999). Ces entretiens individuels font suite à une étude bibliographique des facteurs d'astreinte cognitive en situation de fortes contraintes et précède l'évaluation ergonomique d'un prototype, suivie d'une expérimentation (Sperandio et Wolff, 1999).

Les entretiens : population et conditions de passation

Trois sous-groupes de personnels militaires travaillant sur trois sites français ont été retenus pour les entretiens (13 personnes pour le premier site, 11 personnes pour le second et 14 pour le dernier site). La population est constituée de : 5 Officiers Supérieurs, 13 Officiers, 10 Sous-Officiers et de 10 Grenadiers Voltigeurs gradés.

Les entretiens se sont déroulés sur chaque site concerné, dans un local isolé où la confidentialité des informations recueillies pouvait être respectée. Ils ont été menés à l'aide d'une grille d'entretien, de façon semi-directive et ont été enregistrés sur bande magnétique, après avoir obtenu l'accord des personnes interviewées. Les personnes interrogées étaient libres de développer et d'aborder les sujets de leur choix dans la limite du domaine concerné. Les entretiens duraient de 45 minutes à une heure en moyenne. Chaque entretien était non nominatif, afin de respecter l'anonymat, mais les personnes étaient choisies selon leur grade et leur expérience.

La grille d'entretien regroupe 6 grandes catégories :

les circonstances de la mission (lieu et type), l'environnement (climat, adaptation, terrain, etc.), les matériels utilisés et les difficultés d'utilisation (moyens de transmission, de transport, équipements, armement, systèmes optiques utilisés, etc.), la préparation à la mission (entraînement physique, psychologique, critères de sélection), la vie sociale et la communication (entre homologues et avec la hiérarchie), la psychologie (perturbation du fonctionnement cognitif individuel : périodes de stress, moments difficiles) et la physiologie (problèmes dus au froid, au chaud, à la fatigue).

Choix de la méthode d'analyse discursive

Pour ce qui concerne la présente étude, nous avons tout d'abord utilisé le logiciel *Tropes*, outil d'analyse du discours qui permet de reconstruire un réseau de liaisons sémantiques existant entre les différentes notions établies par le locuteur. Ce logiciel, développé par Ghiglione, Landré, Bromberg et Molette (1998) est le prolongement de l'*Analyse Propositionnelle du Discours* (APD) et de l'*Analyse Cognitivo-Discursive* (ACD). La méthode proposée est fondée sur la notion de «classes d'équivalents», où différents termes (substantifs)

(3) Cette étude a été réalisée dans le cadre de la convention n° 98 55 600, financée par la Direction Générale de l'Armement. On s'intéresse ici à la méthode d'analyse plutôt qu'aux données elles-mêmes.

peuvent être regroupés dans une méta-catégorie sémantique. Ces classes d'équivalents sont ensuite hiérarchisés en deux univers. Par exemple, les substantifs «sac», «sacs», «musette», «besace» appartiendront à la classe «sac», laquelle sera associée à un premier univers de référence «bagage» (univers qui peut comprendre une autre classe d'équivalent : «accessoires»), puis à un second univers de référence (supérieur) : «équipement» (qui peut également être constitué d'autres classes d'univers de premier ordre, par exemple «vêtements»). Ce logiciel peut s'utiliser pour analyser tout discours, quelle que soit son origine (médicale, politique, commerciale,...) car il permet à l'utilisateur de créer, pour chaque nouveau discours étudié, un *scénario* spécifique au domaine concerné. Ce logiciel permet également bon nombre d'analyses descriptives du texte : repérage du style général du texte (argumentatif, énonciatif, narratif,...), de la mise en scène établie par le locuteur à partir de l'utilisation de verbes spécifiques ou de certaines modalisations (locutions adverbiales). Ces différentes fonctionnalités aident ainsi l'analyste à mieux cerner les discours et à ne pas faire d'interprétations abusives.

Création de scénarios et préparation du tableau de données

Dans un premier temps, nous avons examiné l'homogénéité des discours site à site avant de les regrouper. Pour les trois sites concernés, le style argumentatif est utilisé et la mise en scène est ancrée dans le réel ; ce qui indique que les 36 personnes interrogées se sont impliquées dans les entretiens et ne se sont pas contentées de décrire des actions. Dans un second temps, un *scénario* a été créé, dans lequel ont été regroupés des termes (puis des classes d'équivalents) utilisés spécifiquement dans le domaine étudié. A partir de ce *scénario*, nous avons repéré dans les différents corpus, les références positives et négatives relatives à chaque univers. Ces références ont ensuite été dénombrées selon leur catégories d'appartenance de manière à obtenir un tableau à double entrée, dit *tableau de contingence*, établi à partir de 2 variables catégorisées : 1 variable «Grade» à 4 modalités-colonnes (Officier Supérieur, Officier, Sous-Officier, Grenadier Voltigeur gradé), 1 variable «Univers de référence» à 14 modalités-lignes constituées à partir des références positives (+) et des références négatives (-) énoncées dans le discours (Equipe+, Equipe-, Protection+, Protection-, Optique+, Optique-, Radio+, Radio-, Véhicule+, Véhicule-, Stress+(4), Stress-, Relations Sociales+, Relations Sociales-).

Analyse géométrique des données :

Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

Après avoir effectué une analyse univariée (tri à plat), puis bivariée des données (tri croisé : analyse des fréquences en ligne et en colonne, taux de liaison entre modalités), nous avons mis en œuvre une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). L'AFC s'effectue à partir d'un tableau de contingence (2 variables catégorisées à J et K modalités). Elle se fonde sur les calculs des distances entre profils (5) et entre les profils et le profil moyen pour élaborer une projection «dans l'espace» des différentes modalités étudiées. Cette projection amène à la construction de différents axes factoriels dont l'interprétation est précieuse pour déterminer des profils multidimensionnels. Chaque axe représente une part de variance par rapport à l'ensemble des modalités. Les axes doivent donc prendre en

(4) Attention : pour la modalité Stress, "Stress+" indique que l'interviewé a vécu de forts moments de stress et "Stress", le contraire.

(5) Les profils sont obtenus à partir des pourcentages en ligne (par rapport au total de la ligne) ou pourcentages en colonne (par rapport au total de la colonne). Le profil moyen est la moyenne pondérée des différents profils (en

compte suffisamment de variance pour être retenus et interprétés. Pour un exposé détaillé de la méthode, voir Rouanet et Le Roux (1993). Pour cette étude, 2 axes factoriels ont été retenus (87% de la variance prise en compte). Les données sont représentées sous forme de «nuages de points».

Ci-après le graphique (Figure 1), représentant «la mise en correspondance» des 2 nuages de modalités et le tableau d'aide à l'interprétation (Tableau 1).

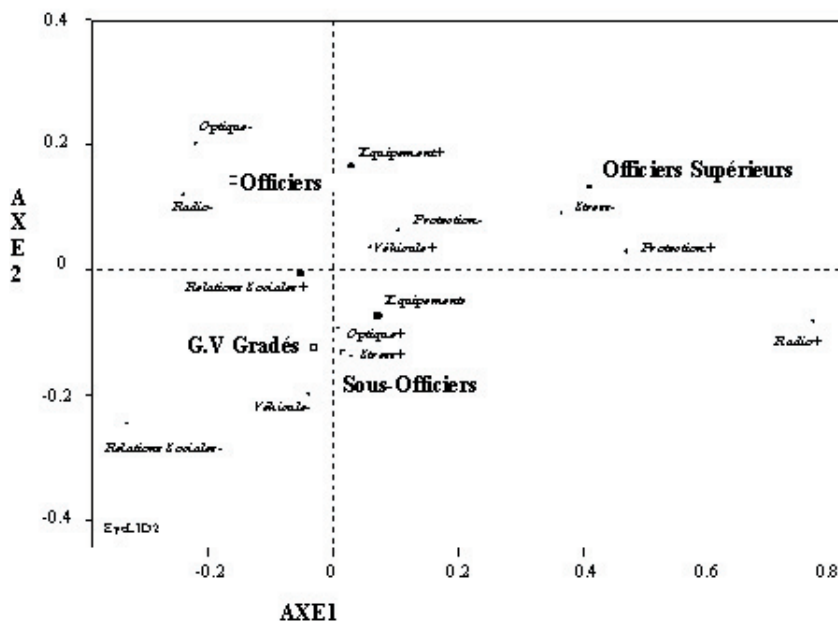


Figure 1 : Mise en correspondance des 2 nuages de modalités «Grades» et «Univers de référence» ; Plan factoriel 1-2

Pour l'interprétation, sont retenues toutes les modalités dont la contribution relative (CTR) est supérieure à une contribution moyenne. Sur l'axe 1, on observe une opposition Officiers Supérieurs/Officiers. Les officiers supérieurs ont tendance à tenir un discours focalisé sur les versants positifs de la tenue de protection et des moyens de transmission (radio). Par ailleurs, ils font peu référence au stress. Les officiers, quant à eux, font des critiques du matériel radio et du système optique. Ils ont tendance à évoquer des problèmes de communication avec leurs supérieurs, voire avec leurs homologues. Pour l'axe 2, on constate une opposition Officiers/Sous-Officiers. Si les officiers apprécient peu le système optique, ils ont tendance par contre à bien apprécier l'équipement. Les sous-officiers (et les grenadiers voltigeurs gradés) indiquent leur mécontentement pour le véhicule et l'équipement. Ils utilisent par ailleurs beaucoup de références négatives quant aux relations sociales. Les modalités suivantes sont assez mal représentées par le plan factoriel 1-2 : Protection-, Optique+, Véhicule+, Stress+, Relations Sociales+. Ce qui indique que les avis sont divergents quant à ces différentes références. Par exemple, le véhicule est très apprécié pour son « blindage » (il est « rassurant ») mais jugé très inconfortable par ceux qui l'utilisent. Il en va de même pour les autres modalités.

	Axe 1		Axe 2	
<i>Grades</i>	1#F	CTR	2#F	CTR
Officiers Supérieurs	409	720	132	135
Officiers	-160	271	142	382
Sous-Officiers	16	2	-134	292
GV Gradés	-32	7	-125	191

	Axe 1		Axe 2	
<i>Univers de Référence</i>	1#F	CTR	1#F	CTR
Equipelement+	29	4	165	249
Equipelement-	71	38	-74	75
Protection+	468	87	29	1
Protection-	103	14	63	9
Optique+	6	0	-94	10
Optique-	-220	119	201	178
Radio+	768	257	-83	5
Radio-	-239	113	120	51
Véhicule+	60	2	35	1
Véhicule-	-40	3	-199	145
Stress+	28	1	-139	63
Stress-	365	158	91	18
Relations Sociales+	-52	9	-7	0
Relations Sociales-	329	193	-247	195

Tableau des coordonnées factorielles (#F) et des contributions relatives (CTR) des modalités (axes 1 et 2). Sortie Logiciel Addad. Valeurs données en millièmes.

Les ergonomes ne seront pas surpris de voir, dans cet exemple, qu'un même objet peut être diversement apprécié, selon les différentes fonctions des interviewés. Il s'agissait ici, non d'un seul objet, mais de plusieurs composants des équipements, ainsi que plusieurs variables attachées aux contraintes et astreintes de circonstances d'opérations militaires. Ce qui est intéressant n'est pas le fait en soi d'observer que les points de vue et appréciations diffèrent selon les grades (les fonctions) et les expériences individuelles, mais d'évaluer sur quels points précis (et pourquoi) portent les différences et les accords. Lorsque le nombre d'items est très grand, comme c'est le cas ici, une démarche classique n'est pas possible. Ce type d'analyse multidimensionnelle s'impose.

CONCLUSION

Nous avons vu sur cet exemple d'analyse géométrique l'intérêt d'étudier plusieurs paramètres simultanément. Ce type d'analyse a l'avantage de pouvoir déterminer assez rapidement et précisément des profils de comportements et est donc tout à fait adaptée à l'ergonomie. Elle peut constituer une aide non négligeable à l'élaboration de modèles de l'activité, ce que ne peuvent construire de simples analyses univariées, voire bivariées. Par ailleurs, il est aussi important de pouvoir enfin donner une valeur interprétative «consistante» à l'analyse des verbalisations ; ces dernières étant souvent considérées comme peu valides, peu fiables et donc délaissées au moment crucial de l'interprétation.

En utilisant conjointement des méthodes d'analyse du discours et d'analyse géométrique des données, il est possible de redonner ses lettres de noblesse à l'analyse de contenu et de pouvoir enfin utiliser sans restriction les études de verbalisations. Des appréciations verbales peuvent compléter, affiner, aider à interpréter des comportements, quelquefois difficiles à étudier de par leur complexité.

BIBLIOGRAPHIE

- BENZÉCRI J.P. et al., 1973, *L'analyse des données : La taxinomie (T1) ; l'analyse des correspondances (T2)*. Paris : Dunod.
- BENZÉCRI J.P., 1984, *Pratique de l'Analyse des Données : Analyse des correspondances et classification (T1)*. Paris : Dunod.
- GHIGLIONE R., LANDRÉ A., BROMBERG M., MOLETTE, P., 1998, *Analyse automatique des contenus*. Paris : Dunod.
- LE ROUX B., RICHARD J.F., ROUANET H., 1995, Introduction à l'analyse des comparaisons et à l'analyse des données. In R. GHIGLIONE et J.F. RICHARD (Eds.), *Cours de Psychologie, T6 : Processus et applications*. Paris : Dunod.
- ROUANET H., LE ROUX B., 1993, *L'analyse des données multidimensionnelles*. Paris, Dunod.
- SPERANDIO J.C., WOLFF M., 1999, *Etude de l'ergonomie cognitive des technologies d'information du système combattant*. Convention DGA/Spart n° 98 55 600, Rapport n°1, mai 1999, 128 p.
- WOLFF M., GROSGEORGE B., 1996, Analyse des tests de détection par l'analyse post-factorielle. *Cahiers d'anthropologie et de biométrie humaine*, XIV, 3-4, 13-34.
- WOLFF M., ROUANET H., GROSGEORGE B., 1998, Analyse d'une expertise professionnelle : l'évaluation des jeunes talents au basket-ball de haut niveau. *Le Travail Humain*, T61, 3, 281-303.
- WOLFF M., SPERANDIO J.C., 1999, *Etude du discours des fantassins par l'utilisation conjointe de l'analyse discursive et de l'analyse géométrique des données*. Convention DGA/Spart n° 98 55 600, Rapport n°5, octobre 1999, 49 p.

LOGICIELS UTILISÉS

ADDAD : Association ADDAD 22 rue Charcot. 75013 Paris. Programme «Ancorr» de la bibliothèque.

DS3 Windows. Auteur : D. Corroyer. Université René Descartes (Paris 5), UFR de Psychologie. Diffusion : APETISD, 68 avenue de la Faisanderie. 91800 Brunoy.

EyeLID2 (version 2.01 - 1993). Auteurs : J.M Bernard, H. Rouanet & R.Baldy. Groupe Mathématique et Psychologie (CNRS, URA 1201) et Université René Descartes (Paris 5). UFR Mathématique et Informatique, 45 rue des Saints-Pères. 75006 Paris.

TROPES (version 3.0 VF - 1998). Auteurs : R. Ghiglione, A. Landré, M. Bromberg, & P. Molette, Université Vincennes / Saint-Denis (Paris 8), UFR de Psychologie. Diffusion : ACETIC, 5 rue du Helder. 75009 Paris.