

R. AMALBERTI

J. P. BENZÉCRI

CH. FÉGHALI

L'élaboration et le traitement d'un questionnaire de recherche en Ergonomie

Les cahiers de l'analyse des données, tome 9, n° 4 (1984),
p. 383-394

http://www.numdam.org/item?id=CAD_1984__9_4_383_0

© Les cahiers de l'analyse des données, Dunod, 1984, tous droits réservés.
L'accès aux archives de la revue « Les cahiers de l'analyse des données » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

L'ÉLABORATION ET LE TRAITEMENT D'UN QUESTIONNAIRE DE RECHERCHE EN ERGONOMIE

[QUEST. RECH.]

par R. Amalberti, J.P. Benzécri, Ch. Féghali

Le thème et les données précises du questionnaire objet de la présente étude ont un caractère confidentiel non compatible avec une publication exhaustive. Ce fait ne devrait cependant pas gêner l'exposé des difficultés rencontrées, le but final étant d'apporter quelques enseignements pratiques à l'utilisateur potentiel de la méthode. Beaucoup de réflexions portent sur la phase de construction du questionnaire et sur l'association à réaliser entre le spécialiste qui pose le problème et le statisticien qui analyse un tableau de données : - l'un peut-il ignorer l'autre ? Dans le cas contraire quel est le degré de connaissance exigé par chacun du domaine de l'autre ?

Parmi ces réflexions, certaines pourraient apparaître à un lecteur averti et spécialiste comme étant d'une grande naïveté. Notre excuse est que, jusqu'à présent, il est rare que l'analyse des données ait été associée à la conception de la collecte des données ; en sorte qu'on peut espérer qu'il ne se trouvera que peu de lecteurs pour censurer notre naïveté !

0 Origine de l'enquête : Au cours des dernières années, plusieurs accidents graves se sont produits sur des engins comportant une électronique sophistiquée.

Le fonctionnement de ces engins met en relation d'une part un homme considéré comme conducteur, et d'autre part une machine. Cette mise en relation, encore appelée interface Homme-Machine, se caractérise concrètement par l'existence d'un tableau de bord qui, sur le système envisagé, est d'un type tout nouveau.

Le travail exposé ici porte sur les facteurs à l'origine d'accidents dans la conduite de ces engins. La mauvaise prise d'information sur le tableau de bord et/ou dans le monde extérieur, représente la seule hypothèse sérieuse avancée (mais contreversée).

N.B. Compte tenu du caractère confidentiel de l'étude, les auteurs ont travaillé chacun dans leur cadre propre. R. Amalberti a recueilli les données. Ch. Féghali les a analysées selon un schéma préétabli par J.P. Benzécri et il a interprété les résultats sur une carte muette pour R. Amalberti, lequel a élaboré l'interprétation définitive avec les utilisateurs. Enfin, le présent article a été rédigé par R. Amalberti et plusieurs fois révisé par lui en introduisant des compléments apportés par les autres auteurs ou des éclaircissements demandés par eux.

- (1) Médecin, CERMA, Division de Psychophysiologie de la Perception visuelle
- (2) Professeur de statistique. Université Pierre et Marie Curie.
- (3) Docteur 3^e cycle, Chercheur-Informaticien C.N.R.S.

Il faut bien noter que ce problème, fréquent dans les métiers faisant appel à la notion de conduite, se pose avec une particulière acuité dans le cas considéré pour des raisons de coût de matériel et de taille de l'échantillon de ce matériel (la production est arrêtée et toute machine accidentée est perdue et non remplacée).

Les caractéristiques de cette étude sont ainsi bien précisées :

- la population totale des professionnels est inférieure à cent,
- la seule indication pouvant expliquer les accidents tient à la présence d'un tableau de bord,
- les personnes qui sont chargées de l'étude sont compétentes (ou sensées l'être...) en matière de tableau de bord et de psychologie expérimentale mais sont peu compétentes en matière de traitement des données,
- les résultats doivent être rendus dans un délai maximum de six mois,
- le but est double : d'une part déceler les causes d'accidents décrits uniquement par des procès verbaux, ces accidents sont peu nombreux et tous très graves. d'autre part, suggérer des solutions à apporter.

1. Le questionnaire

1.1. Le choix et la méthode : Compte tenu des contraintes déjà citées, l'équipe de recherche a très vite retenu le questionnaire comme moyen d'approche privilégié du problème posé.

1.2. Mise au point du questionnaire : La mise au point s'est effectuée sans l'aide d'un statisticien averti.

Classique, elle s'est déroulée en trois temps :

- le problème formulé sur les accidents est d'abord étudié sous un angle théorique à travers les notices techniques des engins, certains documents disponibles et un exposé détaillé réalisé par l'expert,
- les thèmes principaux qui composent le sujet ainsi que toutes les hypothèses envisageables, même si elles paraissent absurdes dans le contexte donné, conduisent à élaborer une première série de questions (séance de créativité libre, d'item). Cette première série est mise en forme et proposée en réunion de groupe (experts et chercheurs). Elle est corrigée, reformulée etc...
- il en résulte une deuxième série de questions, dérivée de la première, qui est à nouveau proposée à un autre expert pour corrections (formulation, pertinence..)

Ainsi, le document final est réalisé avec l'espoir de recueillir un maximum d'informations sur le problème. Plus ou moins naïvement, il associe côte à côte, voire de façon emmêlée trois types d'approches :

- . un questionnaire par questions fermées,
- . un questionnaire par questions ouvertes,
- . une approche graphique (dessins).

1.3. Présentation du questionnaire : le questionnaire comprend :

- 95 questions fermées,
- 10 questions ouvertes,
- 3 questions graphiques.

Ces questions s'articulent en quatre grandes parties :

- signalétiques,
- problèmes liés à la position relative de chaque cadran et indicateurs,
- problèmes liés à la forme de chaque cadran,
- améliorations souhaitées dans l'avenir.

Il est passé par 44 professionnels, sur les lieux du travail, en présence d'un responsable du questionnaire et avec pour consigne "répondez à toutes les questions sans exception".

L'exploitation est prévue comme suit :

- Analyse statistique du questionnaire à questions fermées,
- dépouillement par analyse de contenu simple des questions ouvertes et des éventuels commentaires ajoutés,
- dans un premier temps, exploitation à minima de l'approche graphique.

Cette triple démarche, pleine d'erreurs qui vont être évoquées successivement dans la suite de cet exposé, s'est avérée également conduire à des résultats positifs.

2. Le tableau des données brutes : Codage du signalétique et nettoyage du tableau initial

Contrairement à la mise au point du questionnaire, le dépouillement de la partie fermée est effectuée en collaboration avec des statisticiens.

2.1. Tableau des données brutes :

- Q, ensemble des questions.
- Card Q = 95
- Chaque question a un ensemble J_q de modalités : $J = \cup \{J_q/q \in Q\}$
- Card J = 265
- I, ensemble des professionnels interrogés
- card I = 44

Le tableau K (I,Q) donne pour chaque sujet i le numéro (i,q) de la modalité qu'il a choisie en réponse à la question q.

De ce fait, c'est sur le tableau logique disjonctif complet que le travail va réellement débiter, tableau k_{IJ} avec $k(i,j) = 1$ si le sujet i a adopté la modalité j et zéro sinon.

Mais avant toute analyse, des problèmes concrets se sont posés ; les plus grosses difficultés concernent le codage du signalétique et le nettoyage du tableau initial.

2.2. Le codage du signalétique : Il s'agit ici, de caractériser la population des individus par des paramètres pertinents. Pour différentes raisons (avant tout, pour inciter à la liberté d'expression) l'enquête a été anonyme. Aucune indication nominale ou même d'âge et de sexe n'existe et le signalétique se réduit à l'ancienneté acquise sur l'engin.

Trois paramètres sont finalement disponibles :

- l'expérience de travail de jour sur l'engin étudié,
- l'expérience de travail nocturne,
- l'expérience acquise sur d'autres engins (au cours de la carrière).

Les quatre premières questions du questionnaire portaient sur ce thème. Après formation des histogrammes et comparaisons des différentes réponses, il s'est avéré que ces questions étaient fortement liées entre elles.

Cinq classes d'effectifs voisins sont ainsi isolées, représentant cinq niveaux de qualification sur la machine,

Ce parti pris de simplification a été partiellement remis en cause en cours d'étude. De toute façon, les bons critères n'auraient pu être appréciés en début d'étude et de cette partition logique (nous voulons dire: conforme au bon sens !) était sans doute la meilleure à faire.

2.3. *Nettoyage* : Un très grand nombre de modalités ne sont jamais adoptées avec, en conséquence pour chacune de ces modalités j non adoptées :
 $k(j) = 0$ et $f_j = k(j) / k = 0$

Mais, finalement, ces modalités ne causent aucun souci puisqu'il est aisé de les éliminer purement et simplement, ce qui a été fait dans le questionnaire ; élimination de la modalité si la question comporte au moins trois modalités, élimination de la question sinon).

Tableau des P_j : on a donné sur une ligne chacune des questions Q5 à Q 16 : d'une part données brutes les P_j afférents aux modalités initiales avec les accolades réunissant celles finalement cumulées, d'autre part (données analysées) les fréquences P_j des modalités retenues (ou éventuellement créées par cumul).

DONNEES BRUTES					DONNEES ANALYSEES		
Q 5	47,7	47,7	4,5		47,7	47,7	4,5
Q 6	52,3	34,1	2,3	2,3	9,1	86,4	4,6
Q 7	4,5	25	6,8	9,1	54,5	29,5	15,9
Q 8	43,1	47,7	2,3	0	11,4	supprimée.....	
Q 9	2,3	20,5	9,1	13,6	54,5	22,7	22,7
Q 10	36,4	54,5	6,8	2,3	0	supprimée.....	
Q 11	75	22,3	2,3	0	0	supprimée.....	
Q 12	6,8	45,5	22,3	4,5	20,5	52,3	27,1
Q 13	63,7	34,1	0	0	2,2	supprimée	
Q 14	50	43,1	2,3	4,5	0	supprimée	
Q 15	93,1	6,9				93,1	6,9

Plus embarrassant sont les nombreux cas, où une modalité j d'une question q a été choisie par un seul individu ou par deux individus : le problème est alors de savoir s'il faut conserver ces valeurs, les mettre en éléments supplémentaires ou les inclure par cumul dans une autre modalité j' de réponse à la même question q . Ce problème des fréquences faibles s'est posé avec une particulière acuité du fait de la faiblesse des effectifs totaux. Il est critique, car une modalité j va contribuer d'autant plus fortement à l'inertie du nuage, qu'elle sera peu choisie.

En effet, nous rappelons cf ENS2 VI n°0 FORM QUEST § 2.2.), que si une modalité j a été adoptée par N_j sujets sur les N sujets interrogés alors la contribution de j au nuage est $(1 - P_j / \text{Card } Q)$ (où $P_j = N_j / \text{Card } Q$ étant constant, quand P_j tend vers 0, la contribution augmente ; le risque est alors que certaines modalités de réponse dont les fréquences sont faibles définissent à elles seules un axe et faussent l'interprétation des autres. La solution généralement préconisée consiste à mettre en éléments supplémentaires les questions concernées. Bien que cette solution soit statistiquement rigoureuse, il faut s'interroger sur les conséquences de l'élimination de certaines questions dans la construction des axes :

Dans le cas précis de l'étude, la recherche des causes d'accidents doit se faire sans parti pris. Des fréquences faibles de réponses peuvent justement refléter des modes opératoires à l'origine d'accidents, et, dans ce cas, il est juste que ces modalités participent à la construction des axes...

Finalement sur les 265 modalités de réponses initiales, on trouve les cas faible fréquence que dénombre le tableau suivant :

nombre de modalités concernées	22	14	10	7
-----	-----	-----	-----	-----
valeurs de Pj	0/44	1/44	2/44	3/44

Deux principes nous ont guidés pour choisir entre cumul, mise en élément supplémentaire ou conservation en principal :

- la question q posée était-elle vraiment importante, porteuse d'une explication possible des causes d'accidents ? Etait-elle bien formulée ? Il s'agit ici d'une appréciation subjective confortée par des entretiens informels avec les intéressés. Dans l'affirmative, la question fut conservée en principal. Dans le cas contraire, elle fut mise en élément supplémentaire ou carrément supprimée,

- le nombre de modalités de réponses offert à telle ou telle question q était-il adapté à la finesse réelle des possibilités α de réponses ? En effet, la majorité des questions étaient à deux modalités (60 sur 84) mais onze en comportaient 3 ("très souvent", "toujours", "connais pas"). Compte tenu du faible nombre de sujets, ce choix de cinq modalités de réponses n'est pas apparu *a posteriori* comme très heureux.

Il convient de noter en plus que ces questions à cinq modalités étaient au départ à quatre modalités ; c'est sur les lieux de passation qu'il a fallu introduire une possibilité non prévue dans l'élaboration : "je ne connais pas".

Il s'agit ici d'un autre problème de nettoyage, porteur d'effets propres dans l'interprétation finale mais imbriqué dans le problème précédent des fréquences faibles. En effet, (cf FORM.QUEST. loc. cit.) dans l'analyse d'un tableau sous forme disjonctive complète la trace est : (Card J - Card Q/Card Q).

Si le nombre total Card K des modalités augmente et que le nombre Card Q reste constant, l'inertie totale sera proportionnelle à Card J. (Il faut toutefois tempérer la rigueur de cette formule dans la mesure où elle ne vaut que pour l'analyse du tableau en (0,1) et non pour celle du tableau de BURT, qui seule véritablement donne des inerties et des contributions proportionnelles au sens, pour autant qu'un nombre peut l'être). Les questions qui comptent le plus pourraient donc être celles qui ont le plus de modalités, c'est pourquoi la deuxième règle appliquée dans le nettoyage du tableau initial a été de ramener toutes les questions comportant cinq modalités à trois modalités, cette solution alliant les avantages liés au cumul de profils (neutralisation des modalités à faibles fréquences) et les avantages liés au contrôle du poids de chaque question l'une par rapport à l'autre : quel que soit le Pj de chaque modalité, il y a eu pour ces questions cumul des classes par paires opposées "jamais", "parfois" et "toujours, souvent".

Cette solution arbitraire présente également certains inconvénients : elle fait l'hypothèse que "jamais, parfois" d'un côté, "toujours, souvent" de l'autre, sont proches et cumulables logiquement.

Quelques entretiens informels avec les professionnels ont montré que cette règle était vraie en général sans l'être toujours. Notamment, la distance subjective ressentie par l'intéressé entre "parfois" et "souvent" peut être très inférieure à la distance mise entre "jamais" et "parfois" et "souvent".

Il s'agit ici d'un biais purement lié à la formulation de la question et à la représentation opératoire que chacun se fait des mots.

Paradoxalement, c'est une perte d'information avec en plus un risque d'erreurs qui résulte de tous ces biais alors que l'intention initiale était de multiplier les modalités de réponses pour recueillir le maximum d'information !

Un autre problème de nettoyage déjà partiellement évoqué, tient à la formulation ("je ne connais pas" par exemple). Ces modalités de réponses ont été réellement utilisées sur le papier par le groupe de professionnels qui en avait demandé la création et pour les groupes qui ont suivi (cette possibilité de réponse était alors évoquée dans les consignes)... mais 20 individus avaient déjà rempli le questionnaire dans les séances précédentes...

Parmi ces vingt, sept n'avaient pas fourni de réponses. Dans ces cas, il y a eu traitement par assimilation à "je ne connais pas" et cela est probablement exact bien que statistiquement perceptible grâce aux techniques de codage d'une non-réponse (encore que les solutions généralement apportées à ce problème envisagent la non-réponse comme une erreur de l'individu et non comme une volonté signifiante). Par contre, le traitement des réponses des 13 autres sujets est moins contrôlable statistiquement, ces réponses ont pu être formulées de façon forcée : les sujets indiquant n'importe quelle réponse pour obéir à la consigne. Cet aspect des choses est incontrôlable *a posteriori* (retourner, interroger chaque personne requerrait une grande disponibilité temporelle et financière et c'est d'ailleurs presque exclu ici du fait de l'anonymat).

Il faut donc souligner l'importance capitale qu'il y a à être soi-même expérimentateur sur les lieux de passation avec la faculté de décider une modification.

Une dernière partie du nettoyage tient aux questions ambiguës ou mal formulées, double négation bien sûr, mais aussi intitulé de question complexe ou encore changement de l'ordre des réponses proposées : par exemple par deux fois le choix de réponse "très souvent", "souvent", "parfois" est devenu "très souvent", "parfois", "souvent". Il s'agit là d'un lapsus évident réalisé à la frappe et bien entendu, déposé avant la passation. Mais l'expérience montre que ces petites erreurs, compte tenu des problèmes d'imprimerie, de pression temporelle etc... ne sont finalement pas corrigées !

Cela change-t-il les résultats ? Peut-être oui, peut-être non ; en tout cas il s'agit d'un autre facteur non maîtrisé qui s'oppose à la rigueur du traitement statistique effectué sur le tableau des données.

Finalement, à la fin de cette phase de codage et de nettoyage, le tableau K (i,j) se présente comme un tableau avec :

- Card I = 44 ; Card Q = 84 ; Card J = 190 ;
- avec une question signalétique à cinq modalités :
- . 18 questions à trois modalités,
- . 65 questions à deux modalités.

Contrairement à ce qui est ordinairement le cas pour les questionnaires d'opinion, ou quelques dizaines de modalités de réponse fournissent une typologie pour un ensemble de plusieurs centaines d'individus, voire de plusieurs milliers, nous demandons à 44 individus de servir en quelque sorte de "pierre de touche" à 180 modalités de réponse ! Il n'est pas opportun de construire un tableau de BURT classique 180 x 180 qui ici allierait les deux inconvénients d'une grande dimension et d'une faible densité de contenu. En revanche, le meilleur parti eût été sans doute de construire sur l'ensemble I des individus un tableau de BURT généralisé défini par :

$$K(i, i') = \sum \{k(i, j) * k(i', j) / k(j) \mid j \in J\}$$

et d'adjoindre à ce tableau 44 x 44, le tableau BOOLEEN IXJ en supplémentaire.

Cependant l'analyse étant faite sur un micro-ordinateur avec les programmes disponibles, on a simplement analysé le tableau IXJ sous forme disjonctive complète. C'est pourquoi les pourcentages d'inerties sont très peu satisfaisants. En revanche les facteurs (à une normalisation près) sont ceux qu'aurait fourni l'analyse du BURT 44 x 44.

3. Analyse factorielle du tableau logique :

Les résultats de la première analyse sont assez difficiles à interpréter.

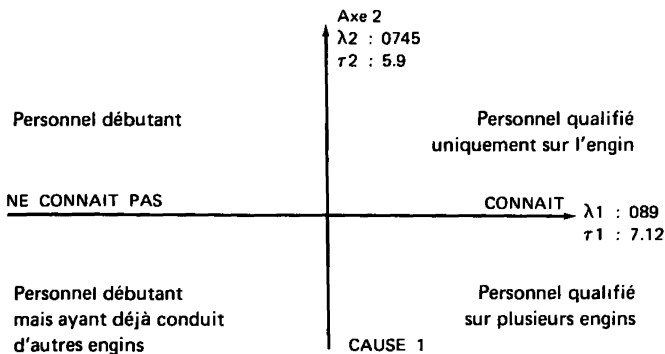
Total des marges : 3694

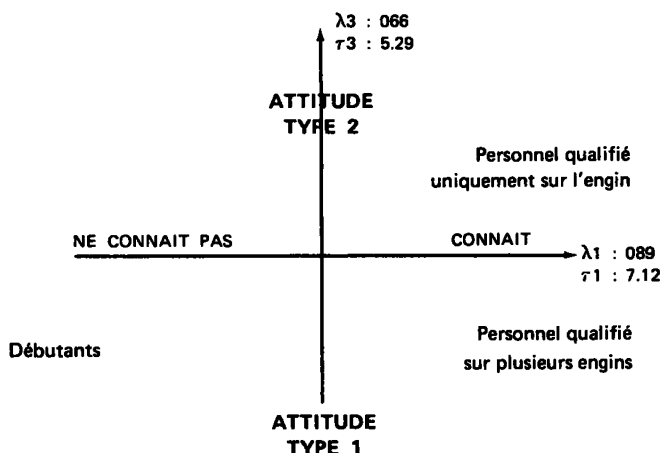
Valeur propre 1 : 1

NUM	ITER	VALEUR PROPRE	POURCENT	CUMUL	HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES DE LA MATRICE
1	8	.Ø89984981	7.12	7.12	*****
2	1	.Ø74558337	5.9	13.82	*****
3	1	.Ø66855838	5.29	18.32	*****
4	1	.Ø68895885	4.82	23.14	*****
5	1	.Ø58158499	4.6	27.74	*****
6	1	.Ø5722793	4.53	32.27	*****
7	1	.Ø58288681	3.98	36.25	*****
8	1	.Ø49419586	3.91	48.16	*****
9	2	.Ø47758686	3.78	43.94	*****
10	1	.Ø43121816	3.41	47.36	*****
11	1	.Ø42988677	3.4	58.75	*****
12	1	.Ø39269812	3.11	53.86	*****
13	1	.Ø3753952	2.97	56.84	*****
14	2	.Ø36712979	2.91	59.74	*****
15	1	.Ø34195583	2.71	62.45	*****

Ceci tient pour une part aux défauts de construction du questionnaire et, pour une part au moins aussi grande, à la multiplicité des causes d'accidents humaines ou techniques évoquées (hétérogénéité des matières abordées, plus ou moins contrebalancée par la répétition sous différentes formes des questions sur ces thèmes). Cependant, les trois premiers axes fournissent deux causes, l'une liée à l'expérience comme on pouvait s'y attendre, l'autre plus originale et plus inattendue que nous appellerons ici CAUSE 1 d'organisation des modalités de réponses évoque une cause complexe, réunion de plusieurs causes envisagées au départ).

Les premiers résultats sont donc encourageants malgré la dispersion importante. Nous les présenterons de façon synthétique dans les deux tableaux qui suivent (seule l'interprétation des regroupements de points et non le détail des modalités figure sur ces schémas.)





Les éléments du signalétique s'ordonnent suivant une logique qui en vérifie momentanément au moins le bien fondé.

Les réponses allant dans le sens de "je ne connais pas bien les nouveaux cadrans" sont le fait des nouveaux venus (groupe de débutants) ; elles s'opposent au langage des anciens sur l'engin qui affirment les connaître et les utiliser. Partant de là, si les éléments sont logiques, il est légitime de considérer la première cause décelée par ailleurs (CAUSE 1) comme réelle et non comme un artifice de construction.

Nous noterons que les critères retenus pour sélectionner les valeurs pertinentes ou non sur un axe et donc les objets d'interprétation, étaient assez rigoureux avec un CTR double de 1000/card J.

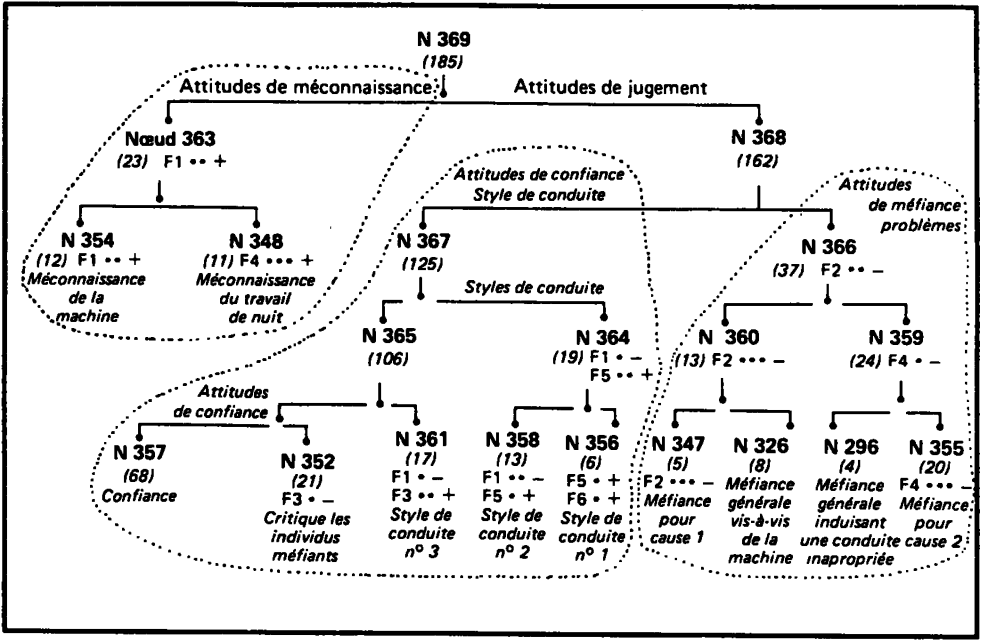
Ceci étant, l'analyse factorielle du tableau des individus n'apportant rien de plus, nous sommes passées à l'étape suivante ; réaliser une CAH sur J et sur I en vue de croiser des partitions issues de ces deux CAH.

4. Classification ascendante hiérarchique : Une CAH J et sur I est réalisée d'après les sept premiers facteurs de l'analyse précédente dans le but de retenir une partition C de J de 10 à 20 classes et une partition S de I d'également 10 à 20 classes, ce qui devrait *a priori* s'avérer suffisant compte tenu des redondances importantes mises dans le questionnaire initial.

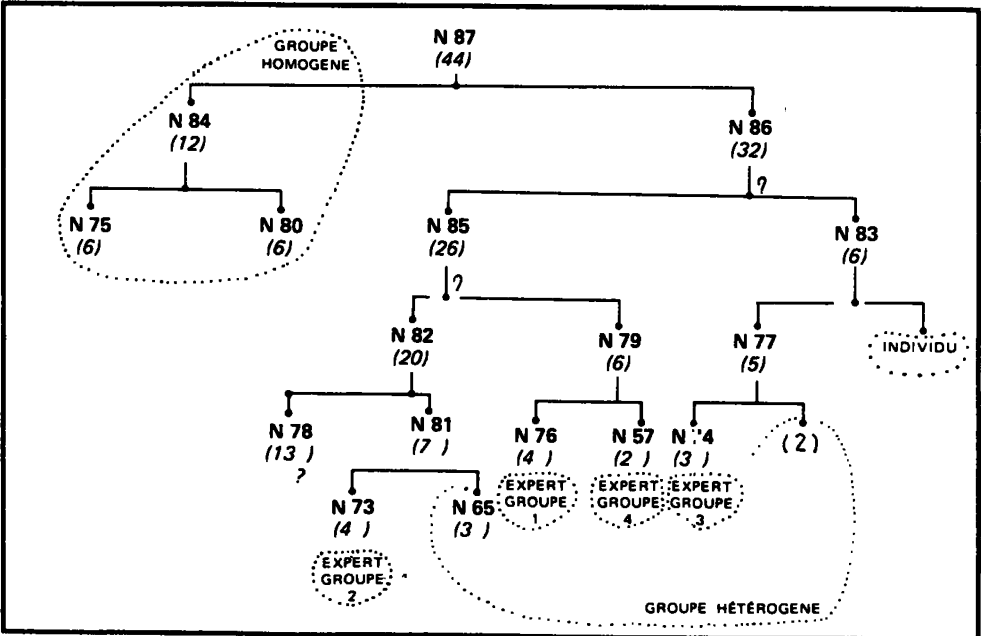
4.1. Classification sur l'ensemble des modalités de réponse :

4.1.1. Le problème est de réduire l'ensemble de J à une partition C en un nombre aussi faible que possible de classes dont chacune constitue en quelque sorte un syndrome clairement interprétable de l'attitude des utilisateurs vis-à-vis de la machine. En d'autres termes il s'agit d'affecter à des noeuds situés le plus haut possible (donc représentant le plus grand nombre possible de modalités) une signification claire. Plus le nombre de modalités regroupées sous une même signification sera élevé, plus la CAH aura apporté à l'analyse et inversement. Or, la CAH observée bouscule à bien des égards les résultats attendus. Il est clair que les critères d'interprétation ne s'inventent pas. Nous disposons à cette étape de travail des résultats de la première analyse de notre connaissance du problème et bien sûr des résultats du programme FACOR ; cela paraît suffisant pour interpréter quelques niveaux mais très insuffisant pour d'autres.

CAH sur J



CAH sur I



4.2.1. Une pause : est alors observée dans le développement des résultats et l'on passe à l'analyse de contenu des questions ouvertes (mot clés et fréquences) : dans cette étape, l'objectif est de constituer une aide à l'interprétation de la CAH qui elle-même avait été faite pour aider à l'interprétation du tableau initial...

4.2 Classification sur l'ensemble des individus : Le caractère inattendu de certains résultats ou regroupement est encore plus patent dans la classification effectuée sur les individus.

Le premier pas pour interpréter cette CAH sur les individus consiste à sélectionner un niveau de classification correspondant strictement à la partition initiale du signalétique. Chaque fois qu'il y a distorsion dans les résultats, on essaye de l'expliquer par un critère issu de la classification sur K. La question finalement posée étant de savoir si ce critère intervient uniquement pour cette distorsion ou s'il intervient à plusieurs endroits ; auquel cas on devra caractériser un sous-groupe d'individus d'après leurs attitudes révélées par le questionnaire et non d'après les catégories initialement prévues du signalement.

Les graphiques arborescents présentés ici schématisent ce qui ressort des interprétations comparées des CAH sur I et J aidées par les techniques déjà évoquées et par l'analyse factorielle du tableau 25 (noeuds supérieurs de J) x 44 (individus I)

Il faut noter qu'une autre aide à l'interprétation réside dans l'exploitation des productions graphiques. Il était demandé sur plusieurs pages de dessiner la présentation idéale des cadrans nécessaires à la conduite.

L'hypothèse d'exploitation tient au mécanisme psychologique de la projection : le conducteur dessine et commente spontanément ce qui lui pose le problème et non le reste. Par la même, tel type de schéma peut être caractéristique de tel regroupement de sujets (donc peut expliquer certaines parties de la CAH : telle crainte exprimée par les sujets étant à l'origine de l'individualisation de ce groupe de sujets). Pratiquement la difficulté d'exploitation tient à la transcription en données analysables de ce qui caractérise au mieux un dessin. Dans une première approche, nous avons retenu la démarche suivie par le sujet dans la construction du dessin :

S U J E T N o	Le schéma reprend la réalité actuelle de l'engin	Totalment
		à 1 élément près : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		à 2 éléments près : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Le schéma reprend la réalité actuelle d'un autre engin	à 3 éléments près : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Totalment
		à 1 élément près : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Le schéma est totalement imaginé et nouveau	à 2 éléments près : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	à 3 éléments près : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	(Pourcentage réellement observé très faible $p \leq 0.8$)	

Dans trois cas (3 noeuds de la CAH), cette première approche s'est avérée apporter un plus dans l'interprétation. A l'inverse elle a été mise en défaut dans d'autres parties de l'arbre.

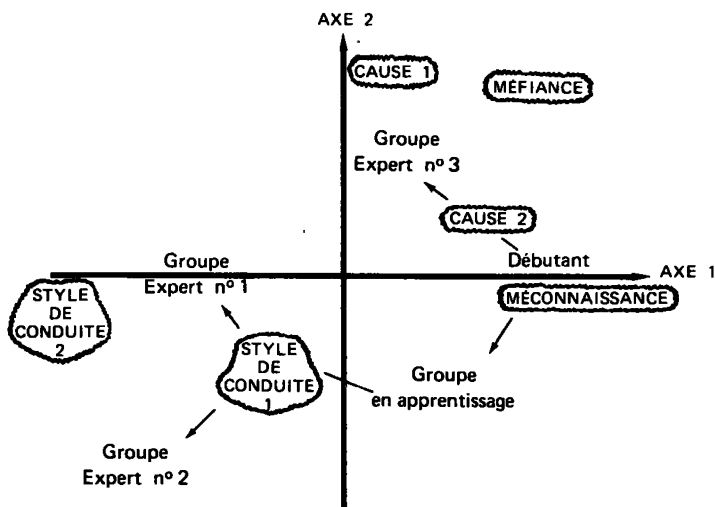
Plus généralement les productions graphiques que nous avons recueillies sont d'une extrême richesse. Elles méritent à elles seules une analyse complète qui sera probablement effectuée dans un deuxième temps.

Dans ce cas, le problème de la construction du tableau de données sera à l'évidence la difficulté majeure de la réalisation du travail.

4.3. Analyse de la correspondance entre les partitions retenues sur I et J.

La dernière partie de l'étude réalisée consiste à faire l'analyse d'un tableau CXS. Elle permet de dégager une interprétation dynamique qui met en rapport les populations et les causes possibles et qui, par l'organisation interne et les rapports créés met en évidence une troisième cause (par l'organisation des réponses sur l'axe 1 et 2).

NUM	ITER	VALEUR PROPRE	POURCENT	CUMUL	
1	0	.039189452	27.29	27.29	*****
2	1	.028441903	19.8	47.09	*****
3	1	.024330353	16.94	64.83	*****
4	2	.022376872	15.38	79.61	*****
5	2	.01686569	11.74	91.35	*****
6	3	.0091414605	6.36	97.72	*****
7	1	.0317645321	1.23	98.95	***
8	3	.0012136415	.85	99.79	**
9	3	.00029350384	.21	100	*



Pour des raisons de temps, de difficulté ou tout simplement parce que l'on avait répondu de façon satisfaisante aux questions posées, on n'a pas réalisé d'autres analyses et l'étude s'est arrêtée sur ces conclusions.

5. CONCLUSIONS

5.1. Pour le statisticien, le format de la présente étude est simple. Un questionnaire étendu proposé à un nombre restreint I de sujets produit un tableau I x J sous forme disjonctive complète, avec contrairement à ce qui est souhaitable, Car I << Car J. Pour en conclure quoi que ce soit de solide, il faut densifier l'information. En un sens, l'analyse des données ne fait jamais rien d'autre; mais ici, on lui demande de se surpasser !

A cette fin, chacun des ensembles I et J est soumis à la C.A.H. ; ensuite de quoi on retient une partition S de I et une partition C de J. Désormais, nous avons un objet dense : c'est le tableau S x C, obtenu à partir I x J par cumul de lignes et colonnes suivant les classes. Il n'est que d'analyser ce tableau. Même si la démarche est nouvelle, elle est d'emblée placée dans toute sa généralité scientifique. Comme l'analyse ou la classification, la conception des tableaux est une opération limpide. Sans mettre en oeuvre de moyens mathématiques prestigieux, la conception des tableaux est précisément le domaine où au fil des années, le progrès des méthodes est le plus sensible. Elle est comme la mise en équation du problème que le praticien propose au géomètre.

5.2. Pour l'ergonome, rien n'est simple !

Préparer le questionnaire, atteindre les sujets, lire les premiers résultats d'analyse factorielle, faire choix des partitions retenues, pour finalement conclure : autant d'étapes où l'on poursuit, avec un outil qu'on ne tient pas en main, une réalité qui se dérobe. Utiliser la méthode d'A des D implique pour le non spécialiste une "mise en confiance".

Connaître le non de la technique ne veut pas dire connaître le technique...loin s'en faut et l'ergonome sera volontiers prudent avec ce qu'il maîtrise mal.

A cette fin, un exposé clair et simple, finalisé par des exemples issus directement du travail en cours sera fait à toutes les personnes concernées. Cet exposé représente un exercice de style très critique pour le jeune statisticien (résumer de façon compréhensible en 1/4 h ou 1/2 h tout son savoir...) mais sa réalisation assure la base de la coopération entre différents spécialistes.

Dans la pratique de l'ergonomie, la possibilité d'exprimer plusieurs idées et de regarder comment elles s'articulent entre elles et avec d'autres idées plus classiques est sûrement le point fort de la méthode. C'est grâce à cette puissance que des modes opératoires très marginaux peuvent être isolés et compris et il s'agit là, à l'évidence d'une solution intéressante en Ergonomie.

Dans la présente étude, compte tenu du faible nombre de sujets et des contraintes imposées, les résultats obtenus par l'analyse des données ont été considérés parallèlement aux résultats obtenus par d'autres méthodes (interview, questions ouvertes, dessins...) les uns jouant alternativement pour les autres le rôle d'aide à l'interprétation.