

Fiche synthétique sur l'Analyse conjointe

Auteur : Jean-François PETIOT

Comment tenir compte des préférences en conception de produits ?

MOTS CLEFS : Analyse conjointe, satisfaction client, plan d'expérience, estimation statistique

CONTEXTE

Vous souhaitez optimiser votre offre produit (ou service) en fonction des préférences de vos clients, ou plus généralement vous souhaitez connaître sur quels attributs du produit repose la satisfaction client.

Le comportement du client vis à vis d'un produit résulte d'arbitrages complexes mettant en jeu les perceptions et préférences. Pour réussir la conception d'un produit, il est donc important de comprendre ces arbitrages, en analysant les appréciations des clients et leurs préférences par rapport à la composition du produit.

Cette fiche présente une méthode, l'analyse conjointe (ou analyse des mesures conjointes), qui apporte une réponse à cette question. Elle expose les principes d'une étude d'analyse conjointe, basée sur le recueil de préférences client à l'aide d'enquêtes, et leur modélisation.

La compréhension de la satisfaction client vous permettra :

- D'élaborer une offre produit pertinente
- De connaître l'influence et l'importance des attributs produit sur la préférence
- De mesurer l'influence d'une modification du produit sur son attractivité
- De segmenter l'offre produit en fonction de la préférence de différentes cibles

EN PRATIQUE

ETAPE 1

Construire différents scénarios

Sachant qu'un produit est supposé être considéré par le client comme un ensemble **d'attributs** (cf. encadré « Le modèle sous jacent à l'analyse conjointe »), vous devez tout d'abord déterminer, pour le produit qui vous concerne, quels sont les attributs à prendre en compte dans l'étude, ainsi que les **modalités** associées (exemple d'attribut et de modalité pour le produit « ordinateur » - attribut « taille de l'écran » avec 2 modalités, « 13" ou 15" »).

Quels attributs du produit sont déterminants dans le choix du consommateur ?

Pour répondre à cette question, vous pouvez vous aider d'entretiens qualitatifs avec un panel de clients, de focus group, d'enquêtes clients quantitatives. Par exemple, un questionnaire avec deux questions demandant à l'interviewé :

- de **citer** (question ouverte) (ou de cocher dans une liste) les attributs les plus importants qui conditionnent son choix lors de l'achat,
- de **coter** (question fermée) dans une liste d'attributs l'importance de chacun de ceux-ci dans sa décision d'achat.

A la fin de cette étape, vous allez disposer d'une liste d'attributs, et des différentes modalités associées à chacun d'eux (exemple, pour un ordinateur : Attribut A1 = taille écran, avec deux modalités $m_{A1}^1=13''$, $m_{A1}^2=15''$ – attribut A2 = taille disque dur, modalité $m_{A2}^1=250GO$, $m_{A2}^2=500GO$).

A noter

Les attributs choisis pour une étude d'analyse conjointe doivent être :

- déterminants dans le choix du client,
- indépendants entre eux,
- exhaustifs, c'est à dire qu'ils doivent décrire complètement le produit,
- manipulables par l'entreprise (l'entreprise doit maîtriser leur définition, ils ne doivent pas dépendre d'éléments contextuels extérieurs à l'entreprise),
- En nombre limité, pour pouvoir réaliser l'étape de recueil des préférences en un temps raisonnable. Au delà de 10 à 15 attributs, le plan expérimental et le protocole à mettre en œuvre pour le recueil des préférences devient extrêmement complexe.

Le modèle sous jacent à l'analyse conjointe.

Issue du marketing, l'analyse conjointe repose sur l'hypothèse selon laquelle un consommateur perçoit un produit ou un service comme un ensemble d'attributs (panier d'attributs) ou de caractéristiques, qui conditionnent son attitude. Lorsqu'il évalue le produit, le consommateur est supposé attribuer des « valeurs », appelées « **utilités partielles** », à chaque modalité de chaque attribut, qui reflètent son système de valeur, donc ses arbitrages dans la composition du produit. **L'utilité totale** d'un produit, selon ce consommateur, sera considérée comme la somme des utilités partielles des attributs qui le composent. Même si cette méthode n'est qu'un modèle, qui considère l'attrait d'un personne pour un objet comme un modèle linéaire additif compensatoire, et qui suppose une rationalité de ses choix, on constate néanmoins que cette approche est très efficace en pratique, et que ce modèle est dans de nombreux cas représentatif des observations relevées sur le terrain lors d'enquêtes. Ces résultats en font une méthode incontournable du marketing quantitatif.

ETAPE 2**Recueillir les préférences des clients**

Il s'agit de créer une situation qui doit amener le consommateur à révéler ses choix et ses préférences, pour différentes **configurations** des produits (comme pour la mesure des perceptions). Vous devez donc réaliser une enquête, qui peut être administrée sur papier, sur ordinateur, ou sur internet. Il existe différents protocoles expérimentaux pour amener le répondant à révéler ses arbitrages :

- Cotation directe de la préférence d'une configuration sur une échelle (cf. figure 1). C'est le protocole qui est détaillé dans cette fiche (appelé profil complet),
- Classement des configurations, de la meilleure à la moins bonne,
- Choix d'une configuration, parmi un ensemble (cf. Figure 2).

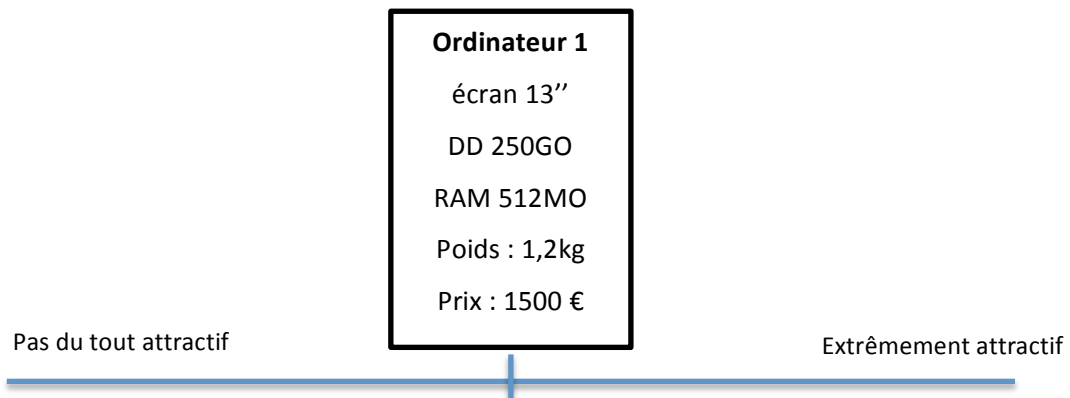


Figure 1 : exemple de recueil de cotation de la préférence sur une échelle (profil complet)

Ordinateur 1	Ordinateur 2
écran 13"	écran 15"
DD 250GO	DD 500GO
RAM 512MO	RAM 256MO

Quelle configuration est la plus attractive ?

A
Aucune
B

☐
☐
☐

Figure 2 : exemple de recueil de choix en comparaison par paires

Dans le cas où le nombre d'attributs et de modalités est faible, il est possible de proposer l'ensemble des configurations possibles, c'est à dire tous les produits correspondant à la combinatoire de toutes les modalités de tous les attributs (on parle dans ce cas de **plan expérimental complet**). Pour limiter le nombre de configurations à faire évaluer à l'interviewé (mais proposer les « bonnes »), on propose un **plan fractionnaire** en utilisant la théorie des plans d'expériences.

ETAPE 3

Modéliser les préférences des clients

A partir des cotations de préférence recueillies sur les différentes configurations (par exemple sur une échelle de 1 à 10), vous devez estimer les utilités partielles des différentes modalités des attributs. Souvenez-vous que l'analyse conjointe repose sur l'hypothèse d'un modèle additif, c'est à dire que l'utilité globale d'un produit est la somme des utilités partielles des modalités des attributs qui le composent.

Il s'agit donc de résoudre le problème suivant : A partir de la cotation de préférence d'un ensemble de produit, déterminer les valeurs des utilités partielles des modalités des attributs, de façon à ce que, pour un produit donné, lorsqu'on additionne les utilités partielles des attributs, on obtient une utilité totale qui est égale à la cotation de préférence (à une constante additive près). C'est en ce sens que l'analyse conjointe est une méthode décompositionnelle : il faut décomposer la cotation de préférence, globale, sur les modalités des attributs qui composent le produit.

Ce problème est en fait « mal posé », car il n'a généralement pas de solution exacte : on se contente d'une solution approchée, telle que les utilités totales des produits soient « proches » des cotations de préférence. Le critère le plus courant est un critère des moindres carrés, ou l'on minimise la somme, sur toutes les configurations, des différences quadratiques entre l'utilité et la préférence. Ce cas correspond à l'analyse de la variance, décrite dans la fiche outil à suivre.

EXEMPLE

Pour illustrer la méthode, raisonnons sur un exemple simple avec un produit décrit par 2 attributs A1 et A2, ayant chacun deux modalités. Le plan complet comporte donc $2 \times 2 = 4$ configurations. Considérons les notes de préférence déclarées par un consommateur lors d'une enquête, données table 1 (cotation directe de la préférence : le client préfère la configuration C1, puis C2, puis C3, puis C4). Les utilités partielles, données table 1, ont été déterminées avec l'analyse de la variance (la méthode des moindres carrés). Consultez la fiche outil à cet effet.

Table 1 : exemple d'analyse conjointe avec 2 attributs A1-A2, ayant 2 modalités chacun.

	Déclaré lors de l'enquête	Estimé lors de la modélisation des préférences			
Configuration	Préférence déclarée	Utilité totale calculée	Attribut	Modalité	Utilité partielle
C1 ($m_{A1}^1 + m_{A2}^1$)	8	7,5	A1	m_{A1}^1	2,0
C2 ($m_{A1}^1 + m_{A2}^2$)	5	5,5		m_{A1}^2	-2,0
C3 ($m_{A1}^2 + m_{A2}^1$)	3	3,5	A2	m_{A2}^1	1,0
C4 ($m_{A1}^2 + m_{A2}^2$)	2	1,5		m_{A2}^2	-1,0

L'utilité totale calculée, pour une configuration, s'obtient en additionnant les utilités partielles des modalités des attributs qui composent cette configuration, plus un terme constant qui n'est autre que la préférence moyenne de toutes les notes de préférence (ici 4,5). Pour la configuration C1, on obtient donc une utilité totale calculée égale à $4,5 + 2,0 + 1,0 = 7,5$. On constate donc que le modèle ne s'ajuste pas parfaitement sur les données, il existe de petites différences entre la préférence, déclarée, et l'utilité totale, calculée par le modèle. Néanmoins, ces différences restent faibles, l'ordre de préférence des configurations est par exemple respecté. L'ajustement du modèle étant correct, cela indique que les conclusions que l'on va tirer du modèle sont fiables.

Attention

L'interprétation des résultats d'une analyse conjointe s'effectue sous réserve d'un ajustement correct du modèle sur les données. Un mauvais ajustement peut être du à une inadéquation du modèle d'utilités additives, ou à des réponses du sujet incohérentes ou fantaisistes. Si l'ajustement est mauvais, c'est généralement cette dernière option qui est privilégiée, puisqu'on ne remet pas en cause le modèle... En pratique, l'ajustement dans le cas de la méthode des moindres carré est estimé à l'aide du coefficient de détermination R^2 , qui indique le pourcentage de variance capté par le modèle. On éliminera les sujets pour lesquels le R^2 est inférieur à un certain seuil.

ETAPE 4

Analyser et interpréter les résultats d'une analyse conjointe

Il s'agit maintenant d'exploiter les résultats de la modélisation de la préférence, afin d'extraire une information utile pour la (re)conception du produit. L'analyse des résultats peut se faire au niveau de chaque sujet, et au niveau du groupe.

Pour chaque individu, à partir des utilités partielles de chaque modalité des attributs, on détermine (table 2) :

- la **valeur** attribuée par le client à une modalité. Elle est représentée par l'utilité partielle ; une valeur positive renforce la préférence, une valeur négative inhibe la préférence,
- l'**importance** d'un attribut, qui représente la sensibilité du client à l'attribut. Pour déterminer cette importance, on calcule les amplitudes de l'utilité pour chaque attribut (valeur maxi – valeur mini - pour l'attribut A1, on trouve par exemple $2,0 - (-2,0) = 4,0$ -, puis le rapport entre cette amplitude et l'amplitude maximum de l'utilité totale (amplitude de l'attribut/somme des amplitudes de tous les attributs – pour l'attribut A1, on trouve par exemple $4/(4+2) = 66,6\%$). Cette importance fournit une hiérarchisation des attributs pour le client, source d'information intéressante pour le concepteur. Dans l'exemple, le client est ainsi plus sensible à l'attribut A1 (66 ;6%) qu'à A2 (33,3%) pour fonder sa préférence.

Table 2 : utilités partielles des modalités et importance des attributs.

Attribut	Modalité	Utilité partielle	Amplitude	Importance
A1	m_{A1}^1	2,0	4,0	4/6 = 66,6%
	m_{A1}^2	-2,0		
A2	m_{A2}^1	1,0	2,0	2/6 = 33,3%
	m_{A2}^2	-1,0		

Au niveau du groupe de sujets, on détermine :

- les utilités moyennes et les importances moyennes, pour l'ensemble du groupe. Mais il faut bien s'assurer de l'homogénéité du groupe pour être sûr que ces moyennes sont représentatives,
- une classification des clients en différents groupes, pour segmenter le panel et détecter des groupes suffisamment homogènes. Cette classification peut porter sur les notations, les utilités ou les importances. Cette classification peut être expliquée a posteriori par des variables socio démographiques par exemple, et peut conduire à segmenter l'offre produit,
- la cohérence des réponses des clients, à l'intérieur d'une typologie de clients définie a priori, par exemple selon la « tranche d'âge ». Cette étude permet de vérifier la pertinence de variables externes pour segmenter les clients.

Les résultats de l'analyse conjointe sont enfin utilisés pour simuler l'introduction de nouveaux produits et calculer des parts de marché. En effet, le modèle de préférence, ajusté pour chaque client, peut tout à fait être utilisé pour comparer l'attractivité de deux produits nouveaux P1 et P2, non encore fabriqués, et estimer le pourcentage de clients qui préfère P1 à P2.

Les ponts clés de l'analyse conjointe.

On distingue 3 étapes principales dans une démarche d'Analyse conjointe :

Etape 1 : le recueil des préférences.

Il s'agit de mesurer la préférence, ou l'attractivité, de différentes configurations du produit, pour un panel de consommateurs (plusieurs centaines de consommateurs). Cette étape utilise une enquête, ou le consommateur doit coter, ou faire des choix pour différents profils présentés.

Etape 2 : l'estimation des paramètres du modèle

Un modèle de l'utilité totale d'une configuration, en fonction des utilités partielles des modalités, est proposé. Généralement, ce modèle est un modèle linéaire additif, sans interaction : l'utilité totale d'un produit est la somme des utilités partielles des modalités des attributs qui le composent. Ensuite, à partir des évaluations effectuées à l'étape 1, et d'après l'expression du modèle, on estime la valeur des utilités partielles de chaque modalité de chaque attribut, généralement en maximisant un critère d'ajustement des préférences observées sur les utilités calculées. Par exemple, dans le cas d'une cotation des différentes configurations (profil complet), le critère des moindres carré est utilisé pour estimer les utilités partielles (cf. fiche outil). Ce modèle est individuel, c'est à dire qu'il est ajusté pour chaque consommateur.

Etape 3 : l'analyse des résultats et l'utilisation du modèle

Dans la mesure où l'ajustement du modèle est correct, il va être utilisé pour comprendre la préférence et tirer des conclusions sur la conception du produit. En particulier, vous pourrez :

- **Optimiser** la conception du produit. En utilisant le modèle, on détermine la configuration du produit qui maximise l'utilité (pour chaque client, ou pour des groupes de client)
- **Segmenter** un marché. Lorsque le modèle est individuel, on peut comparer et regrouper les individus ayant des sensibilités similaires aux différents attributs du produit.
- **Simuler** un marché. On peut calculer l'attractivité d'une configuration par rapport à une autre et simuler des parts de marché.

L'analyse conjointe est une méthode **décompositionnelle** : on décompose la préférence du consommateur, exprimée lors d'enquêtes, en utilités partielles des différentes modalités des attributs composant le produit.

NOTRE CONSEIL

Le nombre d'attributs et de modalités à considérer dans une analyse conjointe doit rester limité pour éviter d'avoir à réaliser un plan expérimental trop complexe. Même si des plans d'expériences adaptés peuvent être utilisés pour prendre en compte plusieurs dizaines d'attributs, leur utilisation demande de l'expertise. Des protocoles expérimentaux pour le recueil de préférence, basés sur des choix plutôt que des cotations, sont également très efficaces pour traiter des problèmes de grande taille. Généralement, l'analyse conjointe ne prend pas en compte les effets d'interactions entre attributs, bien qu'il soit possible de le faire avec un plan expérimental adapté.

Pour pouvoir détecter des tendances, l'analyse conjointe est généralement menée sur des panels de clients de grande taille, avec plusieurs centaines de sujets. Elle est bien adaptée pour les dimensions **fonctionnelles/utilitaristes** des produits. Elle se prête mal au traitement de la dimension subjective, **symbolique/émotionnelle** du produit (on montre que dans ce cas le modèle linéaire additif est mis en défaut).

ERREURS A EVITER

- en général en analyse conjointe, on n'utilise pas le plan complet. Il faut prendre le plus grand soin pour la définition du plan d'expérience, en particulier veiller à l'orthogonalité du plan.
- Bien veiller à ce que les configurations présentées soient réalistes (en ce qui concerne le niveau des modalités)

Bibliographie

- Green P. E., Rao V.R. Conjoint measurement for quantifying judgement data. Journal of Marketing Research. 8 : 355-63. 1971.
- L'analyse conjointe, La statistique et le produit idéal. Méthode et applications. CISIA, Ceresta, 1998.
- Dagher A. Contribution à l'intégration des préférences client en conception de produits : application au design de formes. Thèse de Doctorat de l'Ecole Centrale de Nantes, novembre 2008.
- Guyon H., Petiot J-F. (2011) Market share predictions: a new model with rating-based conjoint analysis, International Journal of Market Research. *IJMR* Vol. 53(6), pp 831-857.

Sites Internet

<http://www.sawtoothsoftware.com> : ce site très complet de l'entreprise Sawtooth (en anglais) présente un recueil organisé d'articles scientifiques sur l'analyse conjointe. Sawtooth commercialise également des applications logicielles qui couvrent les principales familles de méthodes.

<http://www.xlstat.com/fr/> : site commercial du logiciel XLSTAT, basé sur le tableur Microsoft Excel, et qui propose une application sur l'analyse conjointe.

Fiche Outil : Détermination des utilités partielles par l'analyse de la variance.

Cette fiche explique comment déterminer les utilités partielles en analyse conjointe avec l'analyse de la variance. A partir de l'évaluation de préférence d'un ensemble de configurations, la méthode estime les utilités partielles des modalités des attributs (les coefficients du modèle de l'utilité) en utilisant la méthode des moindres carrés. La méthode fournit également des indicateurs pour estimer la qualité de l'ajustement du modèle sur les données.

L'analyse de la variance est une méthode de modélisation de données, qui modélise une variable à expliquer Y, quantitative, par différents attributs nominaux X (les variables explicatives), possédant différentes modalités. L'analyse de la variance est en fait un cas particulier de la régression linéaire multiple, dans le cas où les variables explicatives sont nominales. Nous invitons le lecteur à consulter les ouvrages spécialisés pour plus d'information sur le cadre théorique du modèle linéaire.

Considérons un exemple d'analyse conjointe appliqué au produit « ordinateur », avec 3 attributs, par exemple la taille de l'écran, la taille du disque dur, et le prix (table 1).

1 DEFINITION DE L'EXEMPLE

Table 1 : Définition des attributs et des modalités

Taille de l'écran	Taille du disque dur	Prix
13''	250 GO	500€
15''	500 GO	600€
		700€

Dans ce cas, le plan expérimental complet de cet exemple comporte 2écran×2DD×3prix =12 configurations possibles, qui sont données dans la table 2 :

Table 2 : Plan expérimental complet des 12 configurations et évaluation de la préférence

configuration	Taille de l'écran	Taille du disque dur	Prix	Préférence
C1	13''	250GO	500€	6
C2	13''	500GO	500€	8
C3	13''	250GO	600€	4
C4	13''	500GO	600€	6
C5	13''	250GO	700€	2
C6	13''	500GO	700€	3
C7	15''	250GO	500€	8
C8	15''	500GO	500€	9
C9	15''	250GO	600€	7
C10	15''	500GO	600€	8
C11	15''	250GO	700€	5
C12	15''	500GO	700€	6

2 MODELE ANALYSE CONJOINTE

Comme nous l'avons vu dans la fiche #DPTI-118#, l'utilité totale d'une configuration est égale à la somme des utilités partielles des modalités des attributs qui composent la configuration, plus un terme constant.

A priori, dans notre exemple il y a donc $3+2+2 = 7$ utilités partielles à déterminer. Mais attention, il faut bien voir qu'il existe une dépendance, pour un même attribut, entre les valeurs des modalités (si la modalité 13'' est choisie, alors la modalité 15'' n'est pas choisie). Une et une seule modalité est choisie pour chaque attribut. Cette dépendance crée une indétermination dans le calcul des utilités partielles par la méthode des moindres carrés (en régression multiple, aucune variable explicative ne doit pouvoir être déduite à partir de l'état des autres variables explicatives). En fait, ce n'est pas l'utilité partielle absolue d'une modalité qu'il faut déterminer, mais des différences d'utilité partielle entre les modalités.

Il faut donc définir une référence pour le calcul des utilités partielles. Celle-ci peut être définie de plusieurs façons :

- en choisissant, pour chaque attribut, une modalité arbitraire pour laquelle on affectera une utilité partielle nulle. Les utilités des autres modalités seront définies relativement à cette modalité. En choisissant par exemple une valeur nulle de l'utilité partielle pour le prix 500€, l'écran 13'' et le DD 250GO, le modèle de l'utilité prendra la forme :

$$\text{utilité globale} = b_0 + b_1(\text{ecran15''}) + b_2(\text{DD 500GO}) + b_3(\text{Prix 600€}) + b_4(\text{prix700€}) + \varepsilon$$

- En définissant, pour chaque attribut, une somme des utilités partielles nulles. Cette contrainte s'obtient en exprimant le modèle, pour chaque attribut, selon des différences entre les modalités et une modalité arbitraire

$$\begin{aligned} \text{utilité globale} = & c_0 + c_1(\text{ecran15''} - \text{ecran13''}) + c_2(\text{DD 500GO} - \text{DD250GO}) + c_3(\text{Prix600€} - \text{Prix500€}) \\ & + c_4(\text{Prix700€} - \text{Prix 500€}) + \varepsilon \end{aligned}$$

Dans la suite de cette fiche, nous utiliserons cette dernière forme de présentation, qui conduit évidemment à des résultats strictement équivalents à celle consistant à prendre une utilité partielle nulle pour une modalités.

3 CALCUL DES UTILITÉS PARTIELLES

On suppose que les préférences d'un client pour les différentes configurations sont données dans la table 2 (valeur quantitative, sur une échelle de 1 à 10, 10 étant la note maximum de préférence).

Le modèle d'utilité est le suivant :

$$\text{utilité globale} = c_0 + c_1(\text{ecran15''} - \text{ecran13''}) + c_2(\text{DD 500GO} - \text{DD250GO}) + c_3(\text{Prix600€} - \text{Prix500€}) + c_4(\text{Prix700€} - \text{Prix 500€}) + \varepsilon$$

L'estimation des coefficients de ce modèle passe par la minimisation des erreurs quadratiques du modèle. Pratiquement, il faut utiliser un logiciel de statistique (fonction ANOVA) qui fournira les coefficients du modèle, les erreurs associées, ainsi que différents tests statistiques sur les coefficients. L'estimation des coefficients de ce modèle à l'aide de l'analyse de la variance conduit aux résultats suivants (table 3) :

Table 3 : calcul des coefficients du modèle (utilités partielles)

constante	$b_0 = 6$	Ajustement du modèle	$R^2 = 0,96$		
Taille de l'écran	Utilité partielle	Taille du disque dur	Utilité partielle	Prix	Utilité partielle
13"	-1,16 ($-c_1$)	250 GO	-0,66 ($-c_2$)	500€	1,75 ($-c_3-c_4$)
15"	+1,16 (c_1)	500 GO	0,66 (c_2)	600€	0,25 (c_3)
				700€	-2 (c_4)

L'estimation de la constante est $b_0 = 6$. Ce coefficient correspond à la moyenne des notes de préférences pour toutes les configurations. Ce coefficient n'a pas d'interprétation particulière, si ce n'est qu'il indique comment le client est satisfait en moyenne par toutes les configurations.

Le coefficient de détermination du modèle linéaire est $R^2 = 0,96$. Ce coefficient, qui varie entre 0 et 1, indique le pourcentage d'information pris en compte par le modèle. Un coefficient de 1 indiquerait un ajustement parfait (le modèle passe exactement par tous les points expérimentaux). Dans notre exemple, l'ajustement du modèle sur les données est excellent : 96% de la variance des données est captée par le modèle.

4 INTERPRETATION DES RESULTATS

Pour chaque attribut, on calcule l'amplitude de l'utilité et l'importance (c'est à dire l'amplitude relative). Les résultats sont donnés table 4.

Table 4 : utilités partielles des modalités, amplitude et importance des attributs.

Attribut	Modalité	Utilité partielle	Amplitude	Importance
Ecran	13"	-1,16	2,32	32%
	15"	+1,16		
Disque dur	250GO	-0,66	1,32	18%
	500GO	0,66		
Prix	500€	1,75	3,75	50%
	600€	0,25		
	700€	-2		

On constate que :

- la modalité 15" est préférée par rapport à 13"
- la modalité 500GO est préférée par rapport à 250GO
- le prix de 500€ est préféré
- le prix est l'attribut auquel ce client est le plus sensible (50%), puis l'écran (32%) puis le DD (18%)

5 BILAN SUR LE MODELE

Dans le cas général, le nombre de paramètres à estimer en analyse conjointe est :

$$\# (\text{paramètres à estimer}) = (\# \text{ modalités}) - (\# \text{ attributs}) + 1$$

Pour avoir des estimation stables des paramètres du modèle, il faut généralement avoir entre 1,5 à 3 fois plus d'observations que de paramètres à estimer.

En pratique, il n'est en général pas réaliste de donner le plan complet à évaluer aux clients car il comporte trop de configurations. La **théorie des plans d'expérience** (et les logiciels associés) doit être utilisée pour déterminer des plans fractionnaires minimisant la variance des paramètres du modèle.