

# Les modèles d'Unfolding Multidimensionnel pour l'analyse des préférences.

Philippe Courcoux<sup>1</sup> & Eric Teillet<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ONIRIS, Sensometrics and Chemometrics Lab. BP43222 Nantes, France

E-mail : [philippe.courcoux@oniris-nantes.fr](mailto:philippe.courcoux@oniris-nantes.fr)

<sup>2</sup> SENSOSTAT – Dijon – France

E-Mail : [eric.teillet@sensostat.fr](mailto:eric.teillet@sensostat.fr)

## Abstract

Unfolding models allow the analysis of preference data with an ideal point interpretation. Configurations resulting from unfolding techniques are compared to the classical vectorial solutions and show an easy interpretation and their capacity to recover the initial configurations.

**Keywords:** unfolding, preference mapping, vectorial model.

## Résumé

Les modèles unfolding permettent une interprétation des données de préférence en utilisant un modèle de type point idéal. Les configurations résultantes sont comparées aux solutions fournies par le classique modèle vectoriel et montrent une interprétation aisée et leur capacité à retrouver les configurations initiales.

**Mots-clés :** unfolding, cartographie des préférences, modèle vectoriel.

## 1. Introduction

Les modèles d'Unfolding sont dédiés à l'analyse des préférences et plus généralement des choix par des consommateurs. Originellement du à Coombs (1964), le modèle d'Unfolding multidimensionnel permet une analyse de type cartographie interne en point idéal. C'est un modèle attrayant et la littérature est riche d'algorithmes et d'applications. Mais ce modèle souffre de problèmes de dégénérescence dans certaines situations et ces techniques n'ont pas rencontré le succès de MdPref pour l'analyse de données de préférence. Dans les cas métriques, ces modèles fournissent pourtant des solutions directes et très intéressantes pour l'analyse de données hédoniques. Dans le cas de transformations non métriques (cas de données ordinales), Busing *et al.* (2005) ont proposé une solution par une modification de la fonction de stress pour éviter les problèmes de dégénérescence.

## 2. Méthodes

### 2.1 L'Unfolding multidimensionnel

Les modèles d'unfolding supposent que les différents individus partagent la même perception des produits mais diffèrent en ce qui concerne leur combinaison idéale des attributs sous-jacents. Pour ces techniques, les données (les préférences exprimées par des consommateurs pour des produits) sont interprétées comme des proximités entre consommateurs et produits. La configuration résultante est une représentation conjointe des sujets (comme des produits idéaux) et des produits comme des points dans le même espace multidimensionnel. Plus un point idéal est proche d'un point produit, plus ce produit est préféré

par le consommateur. Cette technique conduit donc à une cartographie interne des préférences avec une interprétation de type point idéal.

On suppose que les dissimilarités  $\delta_{ij}$  entre deux ensembles d'objets (produits et sujets dans le contexte de l'analyse hédonique) sont connues et on souhaite trouver une configuration  $X$  qui représente au mieux ces proximités. La solution optimale minimise une mesure de stress telle que

$$Stress = \frac{\sum_{i \neq j} (\delta_{ij} - d_{ij}(X))^2}{\sum_{i \neq j} d_{ij}^2(X)}$$

où  $\delta_{ij}$  désigne la dissimilarité entre le sujet  $i$  et le produit  $j$  et  $d_{ij}(X)$  leur distance dans la configuration  $X$ .

La solution peut être obtenue en utilisant l'algorithme Smacof (Borg & Groenen, 2005).

## 2.2 Modèle pour l'analyse des préférences

On suppose que  $N$  consommateurs ont évalué leur préférence pour  $P$  produits sur une échelle de notation. On note  $p_{ij}$  la préférence du sujet  $i$  pour le produit  $j$ . La dissimilarité entre le produit idéal du sujet  $i$  et le produit  $j$  est notée  $\delta_{ij}$  et on suppose

$$\delta_{ij} = \alpha_i - p_{ij}$$

avec  $\alpha_i$  un paramètre (à estimer) représentant la note du produit idéal du sujet  $i$ .

La technique consiste donc, à partir des notes de préférences, à estimer la configuration  $X$  des sujets (produits idéaux) et des produits ainsi que les scores  $\alpha$  tels que le stress de la configuration soit minimal.

## 3. Applications

### 3.1 Etude de simulation

On construit une configuration de 9 produits correspondants à un plan factoriel complet pour 3 facteurs et un point central. Pour 120 simulations, les données de préférence de 100 consommateurs sont simulées autour de trois points idéaux différents (à des effets vectoriels ou quadratiques des trois facteurs). Pour chacune des simulations, on fait varier la part de chacun de ces segments (entre 10% et 80% pour chacun d'eux). Les notes simulées pour chaque consommateur sont bruitées selon une loi normale et on attribue d'autre part à chaque sujet un paramètre de centrage aléatoire.

Les modèles MdPref et Unfolding sont comparés sur la base de la reconstitution de la configuration initiale (coefficients RV entre configurations) et de la reconstitution des notes simulées (valeurs du R2 entre notes simulées et prédites par les deux modèles).

Si les deux modèles reconstituent de façon semblable et très satisfaisante les notes initiales, on constate une nette supériorité de la reconstitution de la configuration initiale par le modèle unfolding.

### 3.2 Données réelles

Les données analysées, acquises lors du projet européen EuroSalmon, concernent la préférence pour 30 types commerciaux de saumon fumé par 1063 consommateurs provenant de

5 pays différents. Ces mêmes produits ont d'autre part été analysés par un profil sensoriel sur 33 attributs (visuel odeur, texture et goût). Les données de préférence sont interprétées par le modèle unfolding. On confirme que les corrélations des descripteurs sensoriels avec la configuration résultante sont plus fortes qu'avec le modèle MdPref. On présentera d'autre part une version contrainte (par les données de profil) de l'Unfolding (Busing *et al.*, 2010), alternative à la cartographie externe des préférences avec point idéal.

## 4. Conclusion

Les modèles unfolding appliqués aux données hédoniques fournissent des configurations de type cartographie des préférences en point idéal dont l'interprétation est directe et intuitive. Les résultats obtenus lors de différentes applications (données simulées et données réelles) montrent la qualité d'ajustement aux données de préférence initiales ainsi que l'adéquation aux caractéristiques des produits (corrélations avec le plan expérimental ou les descripteurs sensoriels).

## References

- Busing F.M.T.A., Groenen P.J.K., Heiser W.J. (2005) Avoiding degeneracy in multidimensional unfolding by penalizing on the coefficient of variation. *Psychometrika*, 70, 1, 71-98
- Busing F.M.T.A., Heiser W.J., Cleaver G. (2010) Restricted unfolding: Preference analysis with optimal transformations of preferences and attributes. *Food Quality and Preference*, 21, 82-92
- Borg I., Groenen P. (1997) *Modern multidimensional scaling. Theory and applications.* Springer.
- Coombs C.H. (1964) *A theory of data.* New-York: Wiley.
- Ennis D.M., Ennis J.M. (2013) Mapping Hedonic Data: A Process Perspective. *Journal of Sensory Studies*, 28, 4, 324–334.
- MacKay D.B. (2001) Probabilistic unfolding models for preference data. *Food Quality and Preference*, 12, 427-436
- Van de Velden M., De Beuckelaer A., Groenen P.J.K., Busing F.M.T.A. (2013) Solving degeneracy and stability in nonmetric unfolding. *Food Quality and Preference*, 27, 85-95
- Wakeling I., Hasted A., MacFie H. (2010) Comparing internal and ideal point preference mapping solutions. *Sensometrics Conference.* Rotterdam (NL)