

# multlcm: fonction d'estimation de modèles mixtes à processus latent pour données longitudinales multivariées

V. Philipps<sup>a,b</sup> and C. Proust-Lima<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>INSERM U897  
F-33076 Bordeaux, France

<sup>b</sup>Université Bordeaux Segalen  
F-33076 Bordeaux, France  
Viviane.Philipps@isped.u-bordeaux2.fr  
Cecile.Proust@isped.u-bordeaux2.fr

**Mots clefs** : modèles mixtes multivariés, processus latent, données longitudinales.

En psychologie et en santé notamment, les variables d'intérêt sont souvent des concepts ou des quantités qui ne sont pas directement observables. C'est le cas notamment de la cognition, de la qualité de vie, de la douleur ou encore du bien-être. En pratique, ces quantités sont mesurées par un ensemble d'échelles ou de variables. La cognition est par exemple mesurée par une batterie de tests psychométriques et la qualité de vie est mesurée par un ensemble de questionnaires.

Dans les études transversales, ce type de données a donné lieu à de nombreux développements en modèles à équations structurelles ou modèles à variables latentes avec notamment la théorie des réponses aux items.

Dans les études longitudinales, la quantité sous-jacente devient un processus latent dont on cherche à décrire la trajectoire en fonction du temps. Nous proposons dans la fonction `multlcm` du package `lcm` de décrire son évolution par un modèle linéaire mixte et de relier ce processus latent aux différentes variables observées par des transformations nonlinéaires paramétrées. Ces modèles généralisent ainsi la théorie des modèles à effets aléatoires au cas multivarié et étendent les modèles à variables latentes au cas longitudinal [1,2].

Outre la possibilité d'inclure dans le modèle linéaire mixte un processus d'autocorrélation en plus des effets aléatoires, n'importe quelles fonctions du temps et n'importe quelles variables explicatives, cette approche permet aussi de traiter des données de natures différentes. En effet, l'équation d'observation définie pour relier les variables observées et le processus latent aux temps d'observations peut prendre différentes formes. De cette façon, des variables quantitatives Gaussiennes aussi bien que des données curvilinéaires (c'est-à-dire avec des effets plafonds et planchers et une sensibilité variable au changement comme c'est souvent le cas en psychologie) peuvent être traitées.

De plus, la restriction des modèles à variables latentes classiques aux données équilibrées est supprimée. Cette méthode permet d'analyser des données complètement déséquilibrées, c'est-à-dire avec des temps de mesure possiblement différents d'un sujet à l'autre et différents d'une variable à l'autre. Aussi, des classes latentes d'évolution peuvent être incorporées dans le modèle linéaire mixte sous-jacent, ce qui permet une analyse de profils de trajectoires pour le processus latent.

Comme dans les autres fonctions du package `lcmm`, les paramètres de ce modèle sont obtenus par maximum de vraisemblance à l'aide d'un algorithme de Marquardt [3] modifié avec des critères d'arrêt stricts (sur les dérivées premières et secondes) [2]. Plusieurs fonctionnalités sont implémentées à partir d'un objet `multlcmm`, notamment des calculs de prédictions, et des graphiques des fonctions de lien estimées.

L'objectif de la présentation est d'introduire ce type de modèle, d'en détailler l'implémentation dans `multlcmm` et d'en illustrer l'utilisation sur des données réelles de trajectoire cognitive chez les personnes âgées mesurées par divers tests psychométriques [4].

## Références

- [1] Proust-Lima, C., Amieva, H., Jacqmin-Gadda, H. (2012). Analysis of multivariate data : a flexible latent process approach. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*.
- [2] Proust C., Jacqmin-Gadda H., Taylor J. M., Ganiayre J., Commenges D. (2006). A non-linear model with latent process for cognitive evolution using multivariate longitudinal data. *Biometrics*, **62** (4), 1014-24.
- [3] Marquardt, D. (1963). An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters. *SIAM Journal on Applied Mathematics*, **11**, 431-41.
- [4] Proust-Lima, C., Amieva, H., Dartigues, J.-F., Jacqmin-Gadda, H. (2007). Sensitivity of four psychometric tests to measure cognitive changes in brain aging-population-based studies. *American Journal of Epidemiology*, **165** (3), 344-50.