

L'analyse des données du recensement avec les modèles multiniveaux

Alain Marchand

École de relations industrielles

Université de Montréal

Structure des données du recensement

- Données imbriquées:
 - Individu
 - Famille
 - Ménage
 - Communauté

Variance

- Structure hiérarchique des données:
 - Variance possible de la VD entre les niveaux
- Si variance VD:
 - Possibilité de variance effets des VI entre les niveaux
- Comment départager les variances?
- Solution: les modèles multiniveaux

Les modèles multiniveaux

- Départager les variations de la VD à chaque niveau des données
- Estimer les effets de VI mesurées aux différents niveaux de la structure hiérarchique
- Estimer si les effets de VI mesurées aux niveaux inférieurs varient aux niveaux supérieurs de la structure hiérarchique
- Plus largement, permet de corriger pour la dépendance des observations: erreurs-types non-biaisées.

Données du recensement: Une formalisation

- Supposons les données d'un recensement quelconque et la structure:
 - Individu = niveau 1
 - Ménages = niveau 2
 - Communautés locales = niveau 3
 - Milieu urbain: secteurs de recensement
 - Milieu rural: subdivisions de recensement
- Et les variables:
 - Y =Revenu
 - X =Genre

Composition de la variance

$$\text{Revenu}_{ijk} = \gamma_{000} + \nu_{00k} + \text{👉}_{0jk} + \varepsilon_{ijk}$$

- Revenu_{ijk} = Revenu pour l'individu i dans le ménage j de la communauté k .
- γ_{000} = valeur attendue (moyenne) du revenu.
- ν_{00k} = résidu de la communauté k .
- 👉_{0jk} = résidu du ménage j dans la communauté k .
- ε_{ijk} = résidu de l'individu i du ménage j dans la communauté k .

Postulats

- $v_{00k} \sim N(0, \sigma^2_v)$
- $\mu_{0j} \sim N(0, \sigma^2_\mu)$
- $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2_\varepsilon)$
- Et $\text{cov}(\sigma^2_v, \sigma^2_\mu, \sigma^2_\varepsilon) = 0$
- $\sigma^2_v, \sigma^2_\mu, \sigma^2_\varepsilon$ sont estimées par les données

En bref,

- Si la communauté et/ou le ménage contribuent significativement au revenu, alors
 - $\sigma^2_{\vee} \neq 0$
 - $\sigma^2_{\text{point}} \neq 0$

Corrélations intra-classe

$$\rho_{i1} = \sigma^2_{\nu} / (\sigma^2_{\nu} + \sigma^2_{\text{point}} + \sigma^2_{\varepsilon})$$

$$\rho_{i2} = \sigma^2_{\text{point}} / (\sigma^2_{\nu} + \sigma^2_{\text{point}} + \sigma^2_{\varepsilon})$$

- ρ_{i1} et ρ_{i2} mesurent la proportion de la variabilité du revenu qui se retrouve entre les communautés et entre les ménages.

L'effet du genre

$$\text{Revenu}_{ijk} = \gamma_{000} + \gamma_{100} \text{Genre}_{ijk} + (\nu_{00k} + \mu_{0jk} + \varepsilon_{ijk})$$

- Si effet du genre alors,

$$\gamma_{100} \neq 0$$

Variation de l'effet du genre

- L'effet du genre varie-t-il entre les communautés?
- Alors:

$$\text{Revenu}_{ijk} = \gamma_{000} + \gamma_{100} \text{Genre}_{ijk} + (\nu_{1k} \text{Genre}_{ijk} + \nu_{00k} + \nu_{0jk} + \varepsilon_{ijk})$$

- Matrice des erreurs = $(\sigma^2_{\nu_0}, \sigma_{\nu_{01}}, \sigma^2_{\nu_1})$
- Si variation de l'effet du genre entre les communautés, alors:

$$\sigma^2_{\nu_1} \neq 0$$

Variation de l'effet du genre

- L'effet du genre varie-t-il entre les ménages?
- Alors:

$$\text{Revenu}_{ijk} = \gamma_{000} + \gamma_{100} \text{Genre}_{ijk} + (v_{00k} + \mu_{1jk} \text{Genre}_{ijk} + \mu_{0jk} + \varepsilon_{ijk})$$

- Matrice des erreurs = $(\sigma^2_{\mu_0}, \sigma_{\mu_{01}}, \sigma^2_{\mu_1})$
- Si variation de l'effet du genre entre les communautés, alors:

$$\sigma^2_{\mu_1} \neq 0$$

Méthodes d'estimation (VD métrique)

- Moindres carrés itératifs généralisés
 - Maximum de vraisemblance
- Moindres carrés itératifs généralisés restreints
 - Maximum de vraisemblance restreint
- Bootstraap
 - Paramétrique et non-paramétrique
- Baysienne:
 - Monte Carlo de la chaîne de Markov

Forces et limites pour les données du recensements

■ Forces:

- Départager les variations entre les niveaux
- Estimer les variations des effets entre les niveaux
- Intégrer des VI mesurées aux différents niveaux
- Erreurs-types non-biaisés

■ Limites:

- Ordinateur performant (mémoire importante)
- Logiciel
- Peu d'expérience ave ce type de données
- Pondération?

Autres modélisations possibles

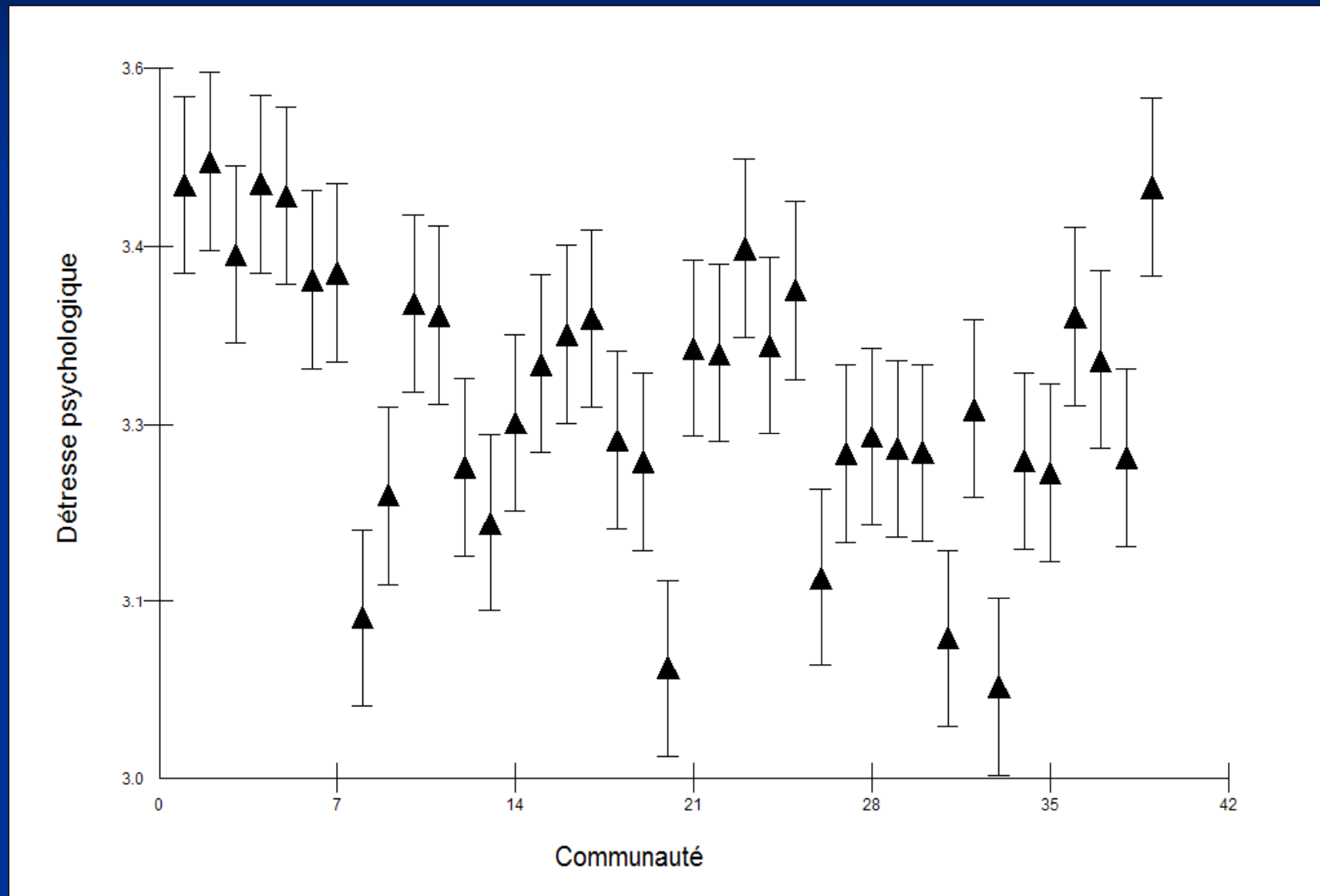
- Régression logistique, multinomiale et ordinale
- Modèles à mesures répétées: longitudinales
- Modèles de croissance
- Séries chronologiques
- Composante principale, factorielle exploratoire et confirmatoire
- Équations structurelles
- Régression de survie
- Meta analyse
- Longitudinale pour VD dichotomique
- Multivarié VD normales et VD dichotomiques
- Multivarié mixte: multinomiale et ordonnée avec une ou plusieurs variables continues
- Modèles Poisson, log-log, probit

Exemple à partir de l'ESSQ 1998

Moyenne et variation de la détresse psychologique.
Erreur-type entre parenthèse. ESSQ-1998.

	Estimé	p
Constante	3,31 (0,038)	0,00
Variance communauté (n=39)	0,03	0,00
Variance ménage (n=6578)	1,01	0,00
Variance individu (n=9579)	3,31	0,00

Distribution de la détresse selon les communautés. Moyennes et intervalles de confiance à 95% estimés par les MCIGR



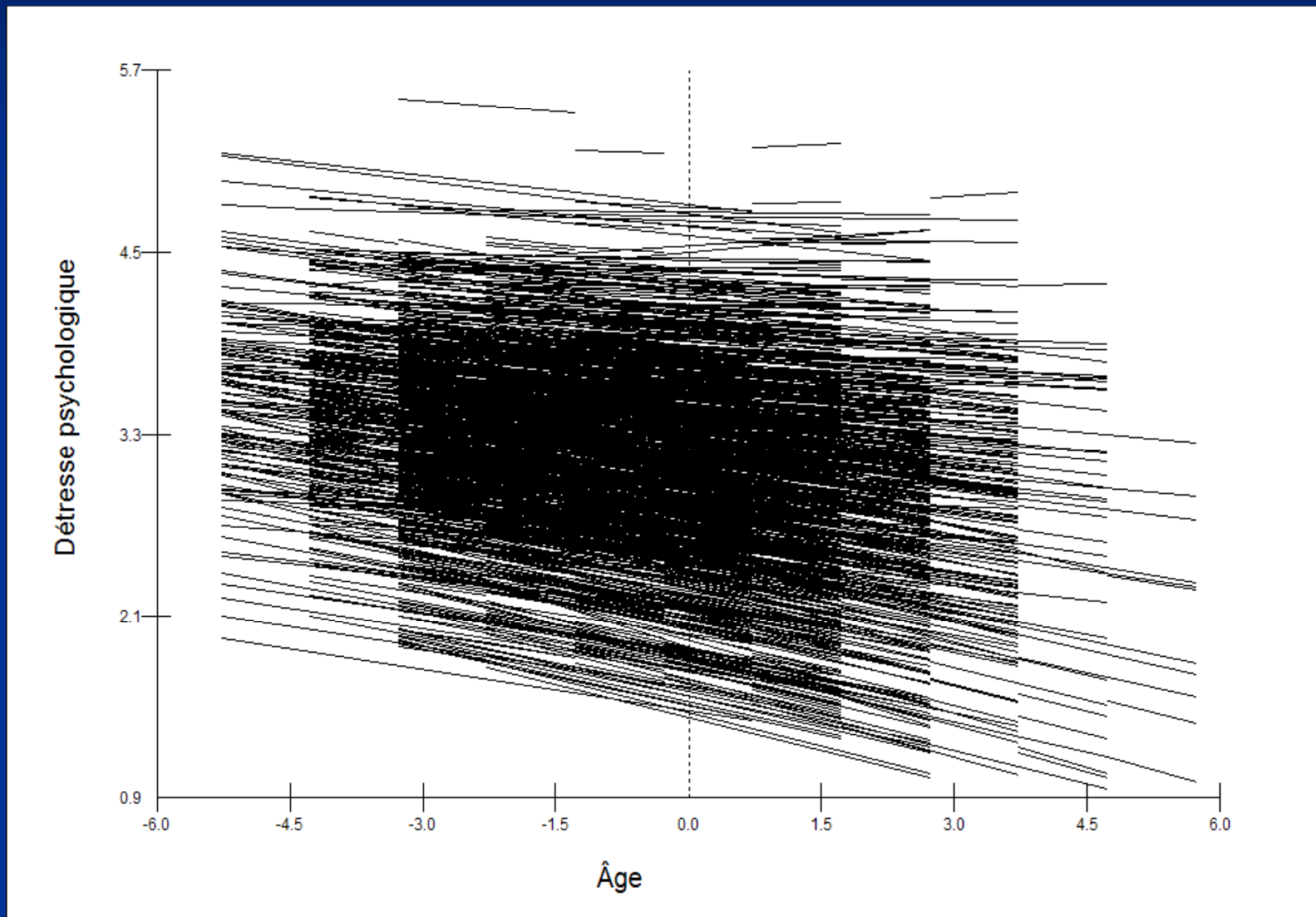
Résultats de l'estimation multiniveaux par les MCIGR. Erreur-type entre parenthèse

	Estimé	p
Constante	3,08 (0,044)	0,00
Niveau 1 : Individu		
Genre (1=femme)	0,57 (0,039)	0,00
Age	-0,08 (0,009)	0,00
Autorité décisionnelle au travail	-0,04 (0,010)	0,00
Demandes psychologiques au travail	0,09 (0,005)	0,00
Niveau 2 : Ménage		
Nombre d'enfants mineurs	-0,05 (0,023)	0,04
Suffisance du revenu	-0,10 (0,026)	0,00
Niveau 3 : Communauté		
Statut socioéconomique	0,03 (0,016)	0,12
Partie aléatoire		
Variance communauté (n=39)	0,02	0,00
Variance ménage (n=6578)	1,00	0,00
Variance individu (n=9579)	3,05	0,00
Statistique d'ajustement		
χ^2 (dl)	649,48 (7)	0,00

**Résultats de l'estimation multiniveaux par les MCIGR.
Variation de l'effet de l'âge entre les ménages**

	Estimé	p
Niveau 3 : n=39		
Variance communauté	0,02	0,00
Niveau 2 : n=6578		
Variance ménage	1,01	0,00
Variance âge	0,01	0,04
Covariance ménage-âge	0,04	0,00
Niveau 1 : n=9579		
Variance individu	2,99	0,00

Variation de l'effet de l'âge sur la détresse psychologique en fonction des ménages



Merci!

alain.marchand@umontreal.ca