

Élèves hétérogènes, pairs hétérogènes :

Quels effets sur les résultats au Baccalauréat?

Béatrice Boutchenik ^{1,2} Sophie Maillard ¹

13 juin 2018 - Journées de méthodologie statistique

¹ INSEE

² Université Paris-Dauphine

Quelles conséquences des effets de pairs ?

- Canal potentiel de transmission des inégalités entre élèves
- En retour, peuvent déterminer les choix scolaires des parents → ségrégation renforcée ?

Effets particulièrement difficiles à identifier :

- Effets exogènes vs. effets corrélés (Manski 1995)
- En l'absence d'expérience naturelle, ségrégation inter-établissements et *tracking* posent problème

Peu d'études sur données françaises: Davezies 2005, Ammermueller et Pischke 2009 (primaire) , Goux et Maurin 2007 (collèges), Ly et Riegert 2014 (lycées)

Aller au-delà du modèle "linéaire-en-moyenne"

Modèle linéaire-en-moyenne

Le niveau moyen des pairs a un effet sur l'espérance de résultat des élèves.

Implication : La réallocation des élèves est un jeu à somme nulle.

Comment aller plus loin ?

(a) Caractériser les pairs au-delà de leur niveau moyen et/ou (b) Effets hétérogènes selon le niveau de l'élève impacté : plus intéressant en termes de politiques publiques ?

Papier de référence : Hoxby et Weingarth (2005)

- (a) Caractériser les pairs de la classe selon les déciles de niveau initial et examiner l'effet de la proportion de chaque type de pairs
- Un même Δ de niveau moyen peut correspondre à + de pairs de niveau élevé / - de pairs de niveau faible...
- (b) Hétérogénéité de l'effet selon le propre décile de niveau initial de i

→ Introduction de 100 termes d'interaction

Permet de tester plusieurs types de modèles d'effets de pairs au sein de la classe : *bad apple*, *shining light*, *invidious comparison*...

Typologie des modèles d'effets de pairs

Model	Homogenous effects?	Description
Linear-in-means	Yes	Only the mean of peers background or outcomes matters
Bad apple	Yes	One disruptive student harms everyone
Shining light	Yes	One excellent student provides great example for all
Invidious Comparison	No	Outcomes are harmed by the presence of better achieving peers
Boutique/tracking	No	Students perform best when surrounded by others like themselves
Focus	Yes	Classroom homogeneity is good, regardless of student i 's ability relative to the homogenous classmates
Rainbow	Yes	Classroom heterogeneity is good for everyone
Single crossing	No	Positive effects from high ability classmate is weakly monotonically increasing in own ability

Source: Sacerdote (2011)

Aller au-delà du modèle "linéaire-en-moyenne"

Spécification à interactions ne permet pas de rendre compte de tous les modèles (notamment *rainbow*, *focus*)

- Introduire mesure directe de la diversité dans la classe : Lyle (2009), Kiss (2013), Bertoni et al. (2017)...

Possibles non-linéarités ? Plutôt que de multiplier les interactions...

- Examiner directement l'impact de l'appartenance à une classe de composition donnée.

Fichiers FAERE de la DEPP : fichiers scolarité appariés avec résultats au DNB (Brevet) et au Bac

- Données administratives exhaustives
- Elèves passant le bac entre 2010 et 2016
- Filières générales (S,ES,L) et technologiques (STMG, STL, ST2S, STI2D, STD2A, STHR)
- Identifiant classe disponible

Principales variables :

- Résultat au Baccalauréat comme *outcome*
- Résultat au DNB comme indicateur de niveau initial (à la fois caractéristique du niveau des pairs de T^{ale} et contrôle individuel)

Stratégie d'identification

→ On veut mesurer l'effet, sur la note au Bac de l'élève i , du niveau scolaire de ses pairs en T^{ale} (mesuré par leur note au DNB)

Problème des effets corrélés dans notre contexte :

Les caractéristiques inobservées de l'élève i peuvent être corrélées au niveau initial de ses pairs

Deux sources d'effets corrélés, et deux façons d'y répondre :

(1) Ségrégation entre établissements et filières

- On introduit des effets fixes lycées \times filières
- On s'appuie alors sur la variabilité inter-classes, inter-cohortes, au sein d'un lycée et d'une filière donnés

(2) Constitution des classes de façon non-aléatoire

- Restriction à un sous-échantillon de lycées \times filières sans évidence (statistique) de classes de niveau (*tracking*)...
- ... dont on montre qu'ils sont moins exposés à la compétition avec d'autres établissements

Spécification avec répartition par quartiles de niveau initial

Èlèves caractérisés par leur position p/r aux quartiles de la distribution des notes au DNB : groupes Q1, Q2, Q3, Q4, du plus faible au plus fort

Spécification (A) - effets *homogènes*

$$Bac_i = b_0 + b_1 DNB_i + a_1 \overline{Q1}_c + a_3 \overline{Q3}_c + a_4 \overline{Q4}_c + b_2 X_i + b_3 X_c + \epsilon_i$$

Èlèves i dans classes c

Bac_i et DNB_i en rangs percentiles

Contrôles X_i, X_c au niveau individuel/classe, yc. effets fixes lycée \times filière

Variables de pairs : pourcentages de pairs appartenant à chaque groupe Q1, Q3, Q4 (référence=Q2) au sein de la classe

Table 1: Spécification avec répartition par quartiles de niveau initial

	Effets homogènes		Effets hétérogènes	
% classroom peers in Q1	-1.455***	(0.276)		
% classroom peers in Q3	2.273***	(0.302)		
% classroom peers in Q4	4.689***	(0.319)		
% classroom peers in Q1 # Q1			-3.702***	(0.377)
# Q2			-0.390	(0.419)
# Q3			1.145*	(0.517)
# Q4			2.249**	(0.753)
% classroom peers in Q3 # Q1			1.724**	(0.549)
# Q2			3.362***	(0.521)
# Q3			2.630***	(0.545)
# Q4			1.260*	(0.635)
% classroom peers in Q4 # Q1			4.442***	(0.636)
# Q2			8.650***	(0.513)
# Q3			7.933***	(0.482)
# Q4			0.0950	(0.526)
Female	2.458***	(0.0438)	2.461***	(0.0438)
Age at DNB	-6.377***	(0.0498)	-6.376***	(0.0498)
<i>DNB</i> – Bac time lapse	-4.140***	(0.0412)	-4.155***	(0.0412)
French national	4.216***	(0.134)	4.212***	(0.134)
Class size	-0.0660***	(0.00468)	-0.0690***	(0.00468)
Constant	138.8***	(9.532)	140.8***	(9.532)
Additional controls (incl. FE)	Yes		Yes	
<i>N</i>	1,201,240		1,201,240	
adj. <i>R</i> ²	0.316		0.316	

Note : Standard errors in parentheses - * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Types Q1 to Q4 range from lowest to highest achieving in terms of *DNB* score. On top of school \times major fixed effects and cohort \times major \times region fixed effects, additional controls include parents' social background (32 groups), and initial *DNB* percentile rank interacted with major \times *DNB* quartile Q1-Q4. Source : MENESR-DEPP, fichiers Faere.

On autorise les effets de pairs à varier selon que l'élève i impacté appartient lui-même au groupe $Q1$, $Q2$, $Q3$ ou $Q4$.

→ Effets a_1, a_3, a_4 hétérogènes selon le type $q = 1, 2, 3, 4$ de l'élève i .

Spécification (A) - effets *hétérogènes*

$$Bac_i = b_0 + b_1 DNB_i + a_1^q \overline{Q1}_c + a_3^q \overline{Q3}_c + a_4^q \overline{Q4}_c + b_2 X_i + b_3 X_c + \epsilon_i$$

= Spécification à interactions à la Hoxby et Weingarth

Table 2: Spécification avec répartition par quartiles de niveau initial

	Effets homogènes		Effets hétérogènes	
% classroom peers in Q1	-1.455***	(0.276)		
% classroom peers in Q3	2.273***	(0.302)		
% classroom peers in Q4	4.689***	(0.319)		
% classroom peers in Q1 # Q1			-3.702***	(0.377)
# Q2			-0.390	(0.419)
# Q3			1.145*	(0.517)
# Q4			2.249**	(0.753)
% classroom peers in Q3 # Q1			1.724**	(0.549)
# Q2			3.362***	(0.521)
# Q3			2.630***	(0.545)
# Q4			1.260*	(0.635)
% classroom peers in Q4 # Q1			4.442***	(0.636)
# Q2			8.650***	(0.513)
# Q3			7.933***	(0.482)
# Q4			0.0950	(0.526)
Female	2.458***	(0.0438)	2.461***	(0.0438)
Age at DNB	-6.377***	(0.0498)	-6.376***	(0.0498)
<i>DNB</i> – Bac time lapse	-4.140***	(0.0412)	-4.155***	(0.0412)
French national	4.216***	(0.134)	4.212***	(0.134)
Class size	-0.0660***	(0.00468)	-0.0690***	(0.00468)
Constant	138.8***	(9.532)	140.8***	(9.532)
Additional controls (incl. FE)	Yes		Yes	
<i>N</i>	1,201,240		1,201,240	
adj. <i>R</i> ²	0.316		0.316	

Note : Standard errors in parentheses - * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Types Q1 to Q4 range from lowest to highest achieving in terms of *DNB* score. On top of school \times major fixed effects and cohort \times major \times region fixed effects, additional controls include parents' social background (32 groups), and initial *DNB* percentile rank interacted with major \times *DNB* quartile Q1-Q4. Source : MENESR-DEPP, fichiers Faere.

Évaluer directement l'effet de la diversité (en termes de niveaux scolaires) dans la classe ?

Variables de pairs : \overline{DNB}_c et $sd(DNB)_c$

Spécification (B)

$$Bac_i = b_0 + b_1 DNB_i + a_m^q \overline{DNB}_c + a_{sd}^q sd(DNB)_c + b_2 X_i + b_3 X_c + \epsilon_i$$

Table 3: Effet de la moyenne et de la dispersion du niveau des pairs

	Effets homogènes		Effets hétérogènes	
Class average level	0.0825***	(0.00417)		
Class standard error	0.0165*	(0.00703)		
Class average level # Q1			0.140***	(0.00643)
# Q2			0.124***	(0.00565)
# Q3			0.0983***	(0.00586)
# Q4			0.0287***	(0.00726)
Class std. error # Q1			-0.0892***	(0.0121)
# Q2			-0.0873***	(0.0126)
# Q3			-0.0327*	(0.0134)
# Q4			0.203***	(0.0153)
Female	2.462***	(0.0438)	2.468***	(0.0438)
Age at DNB	-6.375***	(0.0498)	-6.371***	(0.0498)
DNB-Bac time lapse	-4.139***	(0.0412)	-4.153***	(0.0412)
French national	4.212***	(0.134)	4.207***	(0.134)
Class size	-0.0664***	(0.00468)	-0.0667***	(0.00468)
Constant	145.3***	(9.663)	147.0***	(9.662)
Additional controls (incl. FE)	Yes		Yes	
N	1,201,190		1,201,190	
adj. R ²	0.316		0.316	

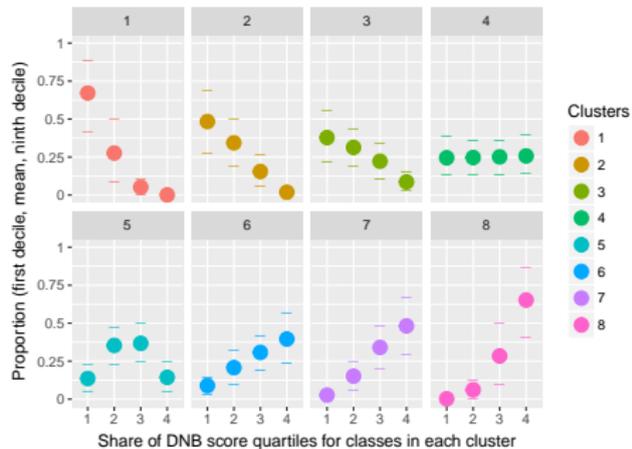
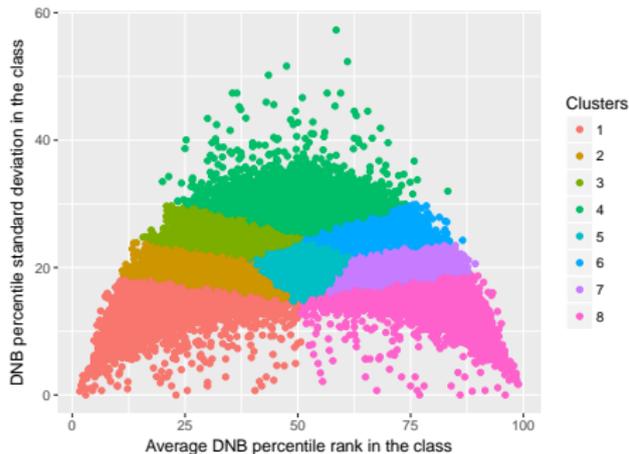
Note : Standard errors in parentheses - * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Types Q1 to Q4 range from lowest to highest achieving in terms of DNB score. On top of school \times major fixed effects and cohort \times major \times region fixed effects, additional controls include parents' social background (32 groups), and initial DNB percentile rank interacted with major \times DNB quartile Q1-Q4. Source : MENESR-DEPP, fichiers Faere.

Effets hétérogènes ou non-linéarités selon la composition de la classe ?

- On veut mesurer directement l'effet d'être dans une classe de composition donnée, pour chaque type d'élève
- k – *medoids* à partir des moyennes/écarts-types au DNB par classe (*partitioning around medoids*)

On retient $K=8$ *clusters*/types de classes.

Typologie des classes



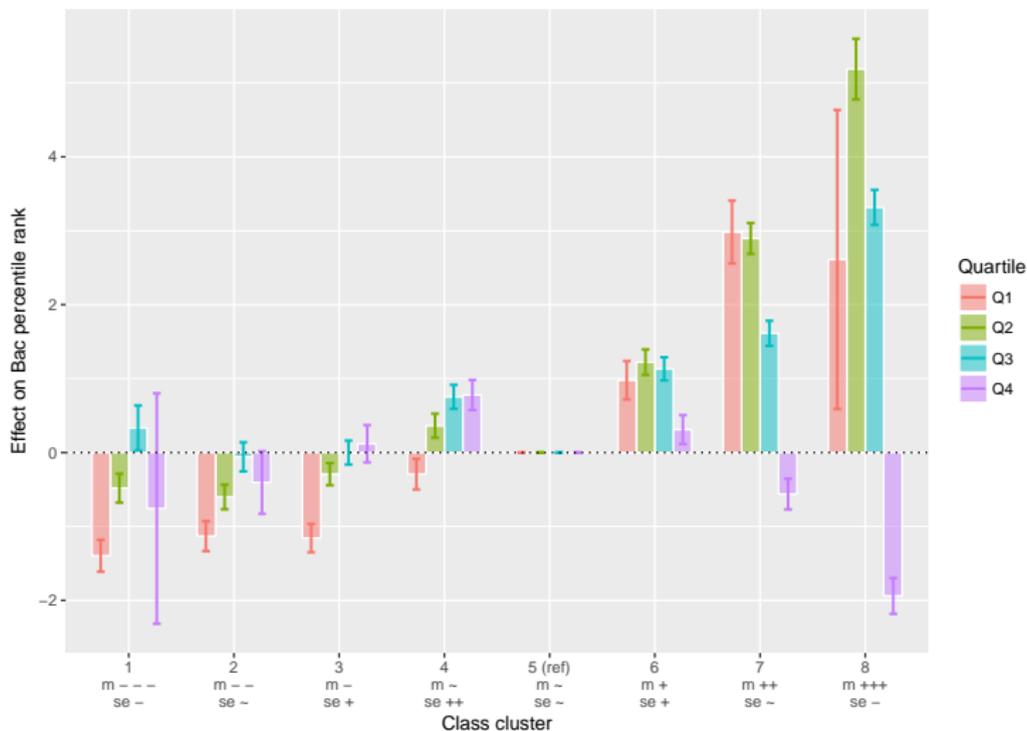
Spécification avec effet de l'appartenance à une classe de type donné

Spécification (C)

$$Bac_i = b_0 + b_1 DNB_i + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq 5}}^8 a_k^q \mathbb{1}_{cluster_c=k} + b_2 X_i + b_3 X_c + \epsilon_i$$

On prend le cluster 5 ("central") comme référence.

Figure 1: Effet de l'appartenance à une classe de type donné



- Effets de pairs fortement hétérogènes selon le type d'élève considéré
- Pour un ensemble d'élèves de niveaux initiaux donnés, le *tracking* est nocif aussi bien pour les mauvais élèves que pour les bons
 - Implications du point de vue des chefs d'établissement ?
 - Implications du point de vue des parents d'élèves ?
- Environnement plus divers : atteignable et bénéfique à tous globalement

- Allocation optimale des élèves entre classes ? Face à un ensemble d'élèves donnés, quelles compositions de classes sont réalisables et quelle composition est optimale ?
 - Simulation du gain potentiel résultant de classes plus mixtes
- Envisager de mesurer les effets sur d'autres *outcomes*
 - Indicateurs plus visibles : réussite/mention au bac
 - Accès aux classes préparatoires

Constitution de l'échantillon d'intérêt

Pour chaque lycée \times filière \times cohorte msy (avec au moins 2 classes), on modélise la proba d'appartenance à une classe de T^{ale} donnée c :

$$P(\text{classe}_i = c / DNB_i) = G(\alpha_c + \beta_c DNB_i), \forall c, c = 1 \dots C - 1$$

On teste alors l'hypothèse H_0^{msy} d'allocation aléatoire des élèves dans les classes selon la note au *DNB*, pour l'année y :

$$H_0^{msy} : \forall \beta_c, c = 1 \dots C - 1, \beta_c = 0$$

Enfin pour chaque lycée \times cohorte ms , on s'appuie sur les résultats aux 7 tests annuels H_0^{msy} , $y = 2010 \dots 2016$ pour construire une règle de décision plus générale \rightarrow test H_0^{ms} .

Constitution de l'échantillon d'intérêt

On fixe une règle de décision : à partir de combien de rejets de H_0^{msy} rejette-t-on H_0^{ms} ?

À partir de cela, on calcule : quel niveau de test fixer pour H_0^{msy} (α_{msy}), afin que le niveau du test pour H_0^{ms} soit de $\alpha_{ms} = 5\%$?

Règle de décision	α_{msy}	correspondant
On rejette H_0^{ms} dès qu'on a...		
≥ 1 rejet de H_0^{msy}	0.0073	
≥ 2 rejets de H_0^{msy}	0.0534	
≥ 3 rejets de H_0^{msy}	0.1288	

On s'assure que l'absence de rejet n'est pas liée à un manque de puissance

→ Taille moyenne de classe : 27.9 vs. 28.3

58 % d'élèves écartés de l'analyse parmi les T^{ale} scientifiques
vs. 13 à 22 % dans les autres filières

→ on se concentre sur la filière scientifique

Quelles sont les caractéristiques des lycées retenus dans l'échantillon ?

- Zones moins denses
- À densité donnée, plus éloigné d'un collège privé

→ moins de compétition scolaire