



HAL
open science

Peut-on concilier ☒proximité et mixité sociale? Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

Nico Hirtt, Bernard Delvaux

► To cite this version:

Nico Hirtt, Bernard Delvaux. Peut-on concilier ☒proximité et mixité sociale? Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises. 2017. <hal-01963756>

HAL Id: hal-01963756

<https://hal.science/hal-01963756v1>

Submitted on 21 Dec 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Les Cahiers de recherche du Girsef

PEUT-ON CONCILIER PROXIMITÉ ET MIXITÉ SOCIALE?
SIMULATION D'UNE PROCÉDURE NUMÉRIQUE D'AFFECTATION
DES ÉLÈVES AUX ÉCOLES PRIMAIRES BRUXELLOISES

Nico Hirtt et Bernard Delvaux

N°107 ▪ FÉVRIER 2017 ▪



Le **Girsef** (Groupe interdisciplinaire de recherche sur la socialisation, l'éducation et la formation) est un groupe de recherche pluridisciplinaire fondé en 1998 au sein de l'Université catholique de Louvain. L'objectif central du groupe est de développer des recherches fondamentales et appliquées dans le domaine de l'éducation et de la formation. Les priorités de recherche du Girsef se déclinent aujourd'hui autour de trois axes, assumés par trois cellules :

- Politiques éducatives et transformations des systèmes d'enseignement
- Dispositifs, motivation et apprentissage
- Parcours de vie, formation et profession

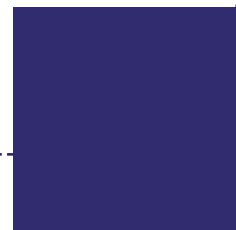
Les **Cahiers de recherche du Girsef** sont une collection de documents de travail dont l'objectif est de diffuser des travaux menés au sein du Girsef et de la Chaire de pédagogie universitaire (CPU) ou auxquels sont associés des membres du Girsef ou de la CPU. Leur statut est celui d'une prépublication (*working paper*). En tant que tels, bien que chaque Cahier fasse l'objet d'une relecture par le responsable de la publication et par un membre du Girsef, la responsabilité finale de leur publication revient à ses auteurs. De plus, les Cahiers restent la propriété de leurs auteurs qui autorisent par leur mise en ligne leur reproduction et leur citation, sous réserve que la source soit mentionnée.

Les Cahiers de recherche du Girsef sont téléchargeables gratuitement sur notre site www.uclouvain.be/girsef ainsi que sur le site <http://hal.archives-ouvertes.fr/> et sur le site www.i6doc.com, où il est également possible de commander sous format papier le recueil des Cahiers parus dans l'année.

Responsable de la publication : Hugues Draelants

Secrétariat de rédaction : Dominique Demey

Contact : Dominique.Demey@uclouvain.be



PEUT-ON CONCILIER PROXIMITÉ ET MIXITÉ SOCIALE ?

SIMULATION D'UNE PROCÉDURE NUMÉRIQUE D'AFFECTATION DES ÉLÈVES AUX ÉCOLES PRIMAIRES BRUXELLOISES

Nico Hirtt¹ et Bernard Delvaux²

Il est largement admis que le libre marché scolaire joue un rôle prépondérant dans les mécanismes de ségrégation scolaire et qu'il est, de ce fait, l'un des facteurs explicatifs des inégalités sociales qui caractérisent l'enseignement belge. Certains songent dès lors à remettre en cause le principe de libre choix d'école en envisageant des procédures centralisées d'affectation des élèves aux écoles. Mais de tels dispositifs n'ont de sens et n'ont de chance de succès que s'ils garantissent au minimum une composition sociale plus ou moins similaire pour tous les établissements scolaires. Une telle garantie pourrait en effet réduire la propension des familles à chercher une école de l'entre soi. C'est dans cet esprit qu'une association belge, l'Appel pour une école démocratique, recommande que les pouvoirs publics proposent (sans obligation) aux parents une place dans une école qui serait à la fois proche de leur domicile et socialement mixte. La faisabilité d'un tel projet dépend de nombreux paramètres. L'un d'eux tient à la possibilité de combiner les critères de proximité et de mixité. C'est cette possibilité qui est évaluée dans ce Cahier. Nous y présentons la mise au point d'un logiciel et son test sur des données relatives à l'enseignement primaire ordinaire de la région bruxelloise. Les résultats sont encourageants. Il apparaît en effet qu'avec certains réglages du logiciel, il est possible, pour les Bruxellois scolarisés en primaire, de ramener la distance moyenne domicile-école à 910 m, contre 1,3 km actuellement, tout en abaissant significativement les indices de ségrégation sociale et en éliminant pratiquement les « écoles ghettos ». Ces résultats démontrent qu'il est techniquement possible de concilier proximité et mixité sociale dans un environnement urbain pourtant fortement ségrégué, comme c'est le cas de Bruxelles.

¹ Appel pour une école démocratique

Introduction

L'objectif premier de cet article est de montrer qu'il est théoriquement possible de répartir les élèves entre les écoles en veillant simultanément à réduire les trajets domicile-école, à réduire l'homogénéité sociale des publics de chaque école et à réduire sensiblement les différences de composition des publics des écoles. Nous le montrons à partir d'un cas particulier : celui des élèves bruxellois de l'enseignement fondamental.

Une telle démonstration nous paraît importante parce qu'elle permet de rouvrir le débat sur le libre choix de l'école, qui a toujours été sensible mais a été porté à son paroxysme lors de la mise en place des décrets « inscriptions » ou « mixité » successifs. Nous pensons en effet que les résultats présentés dans les pages suivantes donnent du crédit à une proposition de l'Aped (Appel pour une école démocratique) consistant à proposer aux parents une place dans une école, tout en laissant à ces parents la possibilité de demander une autre affectation. Le pari sous-jacent à cette idée est le suivant : si l'école proposée est peu éloignée du domicile et a une composition sociale peu différente des autres écoles, une majorité de parents sera encline à accepter cette proposition. Il serait alors possible de limiter l'inégale répartition entre écoles des différentes catégories d'élèves et d'ainsi réduire significativement la ségrégation actuellement observée.

Cette étude ne prétend cependant pas présenter dans les détails une solution « clé

sur porte » intégrant tous les éléments d'un dispositif d'affectation et tenant compte de toutes les conditions à réunir pour que la proposition de l'Aped soit opérationnelle. L'objectif est moins ambitieux, mais néanmoins crucial. Il s'agit de démontrer, à partir d'un exemple concret, qu'il est théoriquement possible de rencontrer l'une des conditions essentielles d'un tel dispositif d'affectation, à savoir limiter simultanément la distance domicile-école et la ségrégation scolaire.

Mais pourquoi vouloir limiter la ségrégation scolaire ? Pour au moins deux types de raisons. On peut en effet mettre en avant les impacts positifs en termes d'égalité de résultats ou en termes de socialisation. Ceux qui privilégient le premier axe de la justification s'appuient sur les corrélations observées entre le niveau de ségrégation des publics et l'ampleur des écarts de performance des élèves, soulignant en outre le lien étroit entre l'origine sociale des élèves et leurs résultats scolaires. Ceux qui privilégient le second axe de justification arguent qu'une scolarité vécue entre jeunes qui se ressemblent n'est pas la meilleure manière de préparer une société démocratique, coopérative, égalitaire ou tolérante.

Dans cette étude, nous ne traiterons que du premier axe de justification. C'est à l'examen de celui-ci que sera consacrée la première partie de cette étude (points 1 à 3). Dans la partie suivante, nous montrerons comment nous avons élaboré le logiciel de répartition des élèves entre

écoles et à quels résultats son utilisation a abouti dans le cas des élèves bruxellois de l'enseignement primaire ordinaire. Nous serons alors en mesure de tirer certaines conclusions et notamment de préciser quelques-unes des autres conditions qui devraient être réunies pour que la mesure proposée par l'Aped – confortée par cette étude – puisse être envisagée et porter les fruits attendus en termes de réduction des ségrégations et des inégalités.

Mais avant de passer à ces exposés, il est bon d'explicitier comment cette étude a pris naissance et comment nous nous sommes réparti les tâches. Ce travail trouve son origine dans l'intérêt que l'un de nous (Nico Hirtt) a porté au travail que l'autre (Bernard Delvaux) avait réalisé avec Eliz Serhadlioglu

sur la ségrégation urbaine et scolaire vécue par les enfants scolarisés à Bruxelles dans l'enseignement fondamental (Delvaux et Serhadlioglu 2014). De la discussion qui s'en est suivie est née l'idée qu'il serait possible d'utiliser à des fins « prospectives » des données qui avaient servi à une approche « descriptive ». Nico Hirtt a donc élaboré une première version du logiciel d'affectation des élèves aux écoles. Bernard Delvaux l'a ensuite appliqué aux données dont il disposait. De cette première utilisation a découlé un certain nombre d'adaptations de l'algorithme ensuite appliqué à nouveau aux données. Nico Hirtt a ensuite rédigé une première version des points 4 à 7, relue par Bernard Delvaux, tandis que les autres points étaient le fruit d'un travail commun.

1. Inégalité et ségrégation scolaires : un mal belge

A chaque enquête PISA, le même triste constat s'impose : l'enseignement belge, qu'il soit francophone ou néerlandophone, figure systématiquement dans le peloton de tête des pays où les inégalités sociales de résultats sont les plus importantes. Dans leur rapport relatif à l'édition 2009 de cette enquête qui mesure certaines compétences des élèves de 15 ans, Ariane Baye et ses collègues notent que « le système éducatif de la Communauté française est le système le plus inéquitable, dans le sens où c'est celui où la différence entre les élèves les plus favorisés et les plus défavorisés est la plus importante » (Baye et al. 2010). En compétence à la lecture, les vingt-cinq pour-cent d'élèves les plus favorisés obtenaient, en moyenne, 136 points de plus que les vingt-cinq pour-cent les plus pauvres. Tous les autres pays affichaient des écarts plus

faibles, allant de 60 points pour l'Islande à 120 pour la Hongrie.

Sur base des données de l'enquête PISA 2012, il est possible de montrer qu'une variation unitaire de l'indice socio-économique (ESCS) entraîne, en Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB), une hausse moyenne de 47,7 points des scores en mathématiques. Parmi les systèmes éducatifs d'Europe occidentale, seules la Flandre (57,2 points) et la France (50,0 points) ont une situation encore moins enviable. En Fédération Wallonie-Bruxelles, 22 % de la variance des points en mathématique est expliquée par l'origine sociale, ce qui la classe seconde, après la France (24 %), alors que des pays comme l'Islande (8 %), la Norvège (8 %) ou la Finlande (10 %) affichent une liaison beaucoup moins forte entre les

performances des élèves et leur statut social (Hirtt 2014).

Cependant, l'enseignement belge ne se caractérise pas seulement par d'importantes inégalités sociales de performance et d'orientation. Il affiche également un haut degré de ségrégation (Lafontaine et Monseur 2011, Delvaux 2005). Cette « séparation spatiale d'étudiants porteurs de caractéristiques différemment valorisées par la société » (Delvaux 2005) est à la fois académique et sociale, ce dernier qualificatif renvoyant à des dimensions socio-économiques, culturelles ou ethniques. Ainsi, l'écart de 151 points de score PISA en lecture qui sépare les 25 % de « meilleures écoles » et les 25 % d'écoles « les plus faibles » témoigne de la ségrégation académique en Fédération Wallonie-Bruxelles. Il s'agit là encore d'un quasi-record mondial (Baye et al. 2010). Julien Danhier a montré qu'en Fédération Wallonie-Bruxelles et en Flandre, « plus de 50 % de la variance des résultats se trouve au niveau des écoles. En d'autres termes, les écoles ont un public très homogène en termes de performances scolaires » (Danhier et al. 2014, Danhier 2015). La concentration des élèves « forts » et « faibles » en écoles différenciées peut aussi s'exprimer au moyen d'un indice de ségrégation académique : si on voulait les répartir uniformément dans toutes les écoles, il faudrait déplacer 59 % des élèves belges issus des 10 % les plus faibles en mathématiques. En Finlande et en Islande, le déplacement de 26 à 28 % des élèves suffirait (Demeuse et Baye 2008b).

La ségrégation sociale, quant à elle, peut pareillement être mesurée au moyen du pourcentage d'élèves d'une catégorie sociale donnée qu'il faudrait changer d'école afin d'obtenir leur répartition en proportion égale dans tous les établissements (Gorard et al. 2000). En FWB, cet indice de ségrégation, lorsqu'il est calculé pour les 10 % les plus défavorisés, s'élève à 40,3 %. Parmi les pays occidentaux, seule l'Allemagne atteint un tel niveau (41,4 %), alors que les pays nordiques affichent des indices de l'ordre de 23 % (Finlande) à 28 % (Suède) (Jacobs et al. 2013). Une autre façon de quantifier cette ségrégation sociale consiste à mesurer le pourcentage d'écoles « ghettos », c'est-à-dire d'établissements présentant une concentration particulièrement élevée d'élèves issus de catégories socio-économiques très défavorisées (ou très favorisées). Si l'on considère par exemple qu'une école est « socialement ségréguée » lorsque l'indice socio-économique moyen de ses élèves s'écarte de plus d'un demi écart-type de l'indice socio-économique moyen du pays (ou de la communauté dans le cas de la Belgique), alors on observe qu'en Fédération Wallonie Bruxelles, 44 % des établissements sont de tels « ghettos de riches » (23 %) ou « de pauvres » (21 %). C'est là le pourcentage le plus élevé parmi les 15 pays d'Europe occidentale, après le Luxembourg (Hirtt 2014).

Nous aurions pu montrer aussi que la répartition des élèves entre écoles s'effectue également selon des critères ethniques (Jacobs et al. 2007, Delvaux

2011), tout comme nous aurions pu prolonger les données précédentes, basées sur les enquêtes PISA et concernant donc l'enseignement secondaire, par des données relatives à l'enseignement fondamental, car les inégalités de résultats sont enregistrées dès l'enseignement fondamental et la ségrégation sociale est là aussi bien réelle, ainsi que nous le verrons plus loin. Mais nous voulons surtout insister sur le fait que de nombreuses recherches ont montré l'existence de liens entre inégalités de résultats et ségrégation. Christian Monseur et Marcel Crahay ont établi que « plus un système éducatif regroupe les élèves selon des critères académiques et/ou sociaux, plus la différence de rendement entre élèves défavorisés et élèves favorisés est importante » (Monseur et Crahay 2008). Ainsi que le soulignaient les auteurs d'une première analyse des résultats PISA 2009 pour la FWB, il y a en Belgique francophone de nombreuses écoles dont les scores moyens sont très bons, « supérieurs à ceux de la Corée et de la Finlande, les deux premiers pays du classement ». Mais, ajoutent ces chercheurs, « le problème des autres écoles, c'est qu'elles concentrent les élèves en difficultés, tant au niveau cognitif que socioéconomique » (Baye et al. 2010). Pour Rebecca Allen également,

« l'ampleur de la concentration d'enfants de familles à faible revenus dans certaines écoles (...) pourrait aggraver l'écart social de performance »³ (Allen 2010).

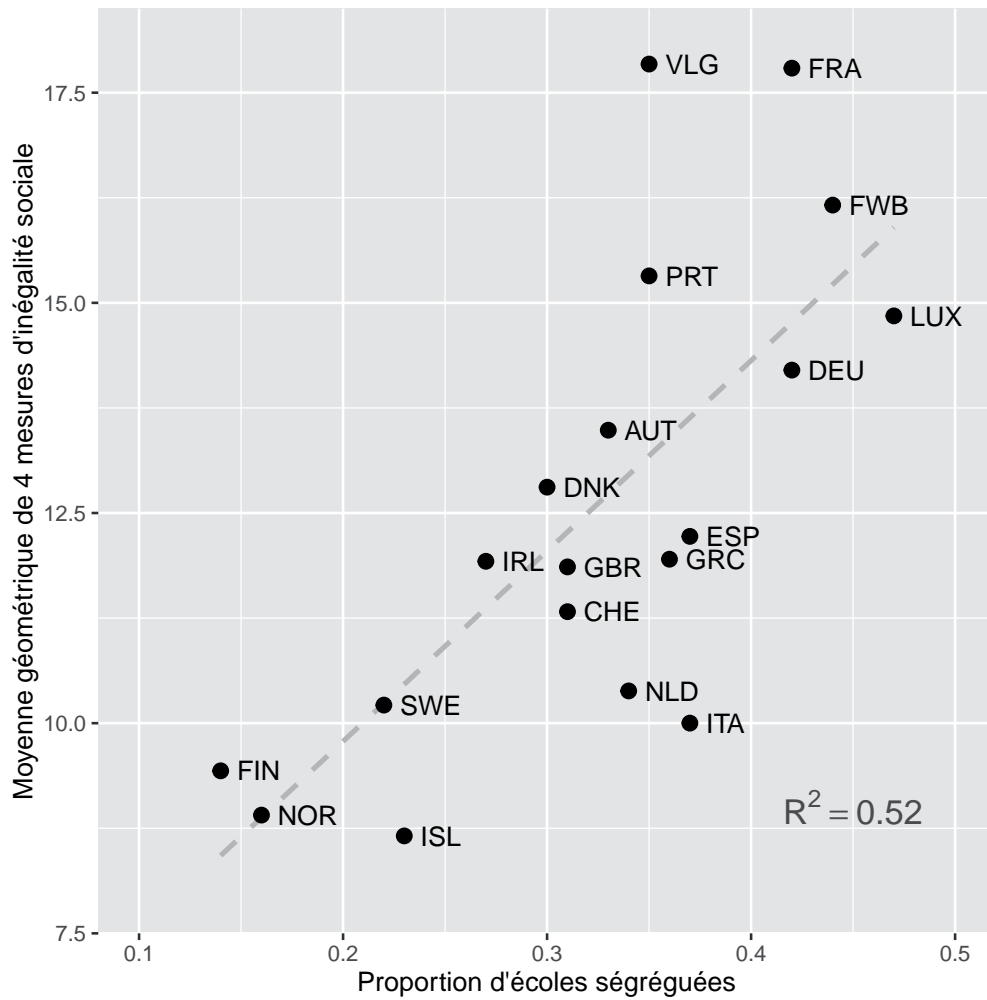
Sur la base d'une analyse des résultats PISA 2012, Nico Hirtt (Hirtt 2014) a comparé le pourcentage d'écoles « ségréguées » (au sens défini plus haut) avec la moyenne géométrique de quatre indices d'iniquité sociale des performances :

- l'effet sur les points en mathématiques d'une variation unitaire de l'indice socio-économique,
- la part de la variance des points pouvant être attribuée à l'origine socio-économique,
- l'écart de résultat entre les 25 % d'élèves les plus favorisés et les plus défavorisés,
- le gain en points si l'un des parents a un diplôme de l'enseignement supérieur).

Le résultat, illustré par la figure 1, montre une forte corrélation ($R^2 = 0,52$) entre la ségrégation sociale et l'inégalité sociale des performances. Le graphique permet d'observer la situation très particulière et peu enviable de la France et des deux (principaux) systèmes éducatifs belges (Hirtt 2014).

³ "The extent to which pupils from low-income families are concentrated in certain schools (...) might exacerbate social class gaps in attainment"

Figure 1 : Ségrégation sociale et inégalités de résultats



L'observation d'une corrélation ne signifie cependant pas l'existence d'un strict lien de cause à effet. Il faut en effet prendre en compte les effets de variables contextuelles ou médiatrices. Du côté des variables contextuelles, on doit tenir compte du fait que les systèmes éducatifs moins ségrégués résultent aussi d'une série de facteurs culturels (plus grande tolérance à l'altérité ou finalités éducatives moins focalisées sur la performance, par exemple) ou sociaux (moindres inégalités sociales) qui ont permis l'émergence d'un système éducatif moins ségrégué et peuvent contribuer à ce que cette moindre ségrégation produise des effets positifs en termes de résultats scolaires, par exemple parce que cette plus grande mixité est, dans un tel contexte, relativement acceptée

par les acteurs. Les variables médiatrices jouent également un rôle non négligeable, notamment à l'échelle des enseignants qui peuvent être plus ou moins ouverts et plus ou moins aptes à gérer des classes hétérogènes. Autrement dit, il ne suffit pas d'introduire la mixité pour générer automatiquement des résultats scolaires moins inégaux et moins étroitement liés à l'origine sociale. Pour autant, rien n'interdit de penser que certaines mesures politiques imposant de manière habile davantage de mixité dans les écoles puissent, à l'instar par exemple des mesures contraignantes quant à la représentation des femmes dans des fonctions de décision, contribuer à l'évolution de ces variables contextuelles ou médiatrices.

2. Ségrégation et quasi-marché

Si la ségrégation sociale des élèves constitue un élément essentiel pour comprendre l'importance des inégalités sociales de résultats et d'orientation en Belgique, et si il y a quelque raison à penser qu'accroître la mixité peut contribuer à réduire ces inégalités, on en vient logiquement à s'interroger sur les mécanismes responsables de cette séparation des élèves en écoles différenciées sur base de leur origine sociale (et culturelle).

Une partie de l'explication réside assurément dans la ségrégation résidentielle. Cependant, de nombreux auteurs ont observé, en Belgique comme

ailleurs, que le regroupement des élèves par origine sociale ne peut s'expliquer entièrement par les inégalités entre régions ou quartiers. La ségrégation scolaire est même parfois supérieure à la ségrégation résidentielle. En Angleterre une étude menée par Rebecca Allen a montré que « les écoles sont davantage ségréguées que les quartiers environnants, ce qui confirme que lorsque les élèves fréquentent des écoles qui ne sont pas de proximité, cela tend à accroître la ségrégation sociale et académique entre établissements, par rapport à la ségrégation résidentielle sous-jacente »⁴ (Allen 2008).

⁴ "Schools are more segregated than the neighbourhoods in which they are located, confirming that where pupils are sorting themselves into a non-proximity school, it does tend to increase social and ability segregation between schools, relative to underlying residential segregation".

Plus près de nous, Bernard Delvaux et Eliz Serhadlioglu ont récemment comparé les distributions résidentielles et scolaires des enfants domiciliés et scolarisés dans l'enseignement fondamental à Bruxelles, selon quatre critères : l'indice socio-économique du secteur de résidence, le retard scolaire, le diplôme de la mère et la nationalité. Ils notent tout d'abord une importante polarisation sociale résidentielle : « une part non négligeable des enfants vit dans des quartiers dont la composition sociale est soit très défavorisée soit très favorisée. Ainsi, 11,1 % des enfants vivent dans des quartiers comptant moins de 72 % d'EU15⁵ alors que 10,6 % vivent dans des quartiers en comptant au moins 92 % » (Delvaux et Serhadlioglu 2014). En analysant la corrélation entre les variables de composition des quartiers et les variables équivalentes de composition des écoles, les auteurs observent qu'il y a bien « un lien entre les distributions résidentielle et scolaire », mais que « ce lien n'est pas aussi fort que ne le laisse supposer l'affirmation souvent énoncée d'un effet massif du résidentiel sur le scolaire ». Delvaux et Serhadlioglu soulignent « que la ségrégation vécue par les enfants domiciliés et scolarisés à Bruxelles dans l'enseignement fondamental est plus forte au plan scolaire que résidentiel ».⁶

Force est dès lors de conclure qu'il doit exister d'autres facteurs que les ségrégations résidentielles pour expliquer la tendance à l'homogénéisation sociale des écoles belges. Ainsi que le fait remarquer Marc Demeuse, « alors que notre habitat est particulièrement dense et les moyens de transports accessibles, toute une série de mécanismes, liés à l'organisation même de la scolarité, facilitent la concentration de publics homogènes, au-delà de ce que la ségrégation résidentielle pourrait laisser prévoir » (Demeuse 2012). Selon Christian Maroy, « la majorité des études tendent à montrer que lorsque le libre choix des parents se combine à une autonomie plus grande des écoles, en matière de "tri" à l'entrée des élèves ou en matière "d'offre scolaire", cela conduit à une ségrégation accrue et partant à des inégalités accrues » (Maroy 2007).

Dans un « quasi-marché » scolaire, divers mécanismes peuvent concourir à engendrer ou à renforcer la ségrégation des élèves. En fonction de leurs relations familiales, professionnelles ou résidentielles, les parents (et les enfants) auront tendance à se regrouper par affinité sociale. Les attentes socialement différenciées des parents envers l'École et leur connaissance inégale du système scolaire tendent à renforcer

⁵ Personnes ayant une des nationalités des 15 pays composant l'Union européenne entre janvier 1995 et avril 2004 (Allemagne, Belgique, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Danemark, Irlande, Royaume-Uni, Grèce, Espagne, Portugal, Autriche, Finlande et Suède).

⁶ Le seul indicateur qui échappe à cette règle est l'indice socio-économique du secteur de résidence, ce qui ne doit pas étonner puisque l'utilisation de cet indicateur-là — faute de disposer de données individuelles — revient à gommer la ségrégation sociale scolaire entre les élèves d'un même secteur et à lisser les indices socio-économiques moyens des écoles.

les inégalités entre écoles et à accentuer leur caractère social. De tels mécanismes «d'auto-ségrégation», de «mise à distance» et de «recherche de l'entre soi» sont bien souvent plus puissants que les barrières formelles, financières ou académiques, élevées par certains établissements pour sélectionner leurs élèves. Certes, le libre choix de l'école peut aussi permettre aux familles populaires vivant dans des zones géographiques peu favorisées d'échapper à la détermination sociale d'une école de proximité puisque, ainsi que le notent Bernard Delvaux et ses collègues, «le libre choix est bel et bien utilisé par certaines familles pour développer des stratégies de sortie de leurs conditions» mais, comme ils le soulignent également, «la contrepartie de cette utilisation du libre choix est l'instabilité des populations des écoles défavorisées, qui, à la fois, gardent chez elles le public le plus défavorisé et voient arriver des publics encore plus défavorisés, notamment migrants. Le libre choix, et son usage, est donc à la fois vecteur d'une certaine mixité sociale et de la concentration des difficultés dans des écoles» (Delvaux et al. 2008).

La plupart des études nationales et des études comparatives internationales tendent ainsi à souligner une liaison positive entre le libre marché scolaire et les diverses formes de ségrégation scolaire.

En Angleterre, où des politiques très libérales ont été mises à l'honneur, surtout

à partir du *Education Reform Act* de 1988, les chercheurs ont dû observer une croissance parallèle des phénomènes de ségrégation et de ghettoïsation (Walford 1996, 2000, Taylor 2009, Whitty et Power 2001). «On dispose aujourd'hui de plusieurs études anglaises ayant mis en lumière des inégalités sociales et ethniques dans le fonctionnement du nouveau marché scolaire, ainsi qu'un processus d'auto-sélection qui vient s'ajouter à la sélection proprement dite par les écoles. Il a été démontré que certains groupes ont plus de possibilités de "jouer le marché" que d'autres et que des hiérarchies d'écoles se développent dans de nombreuses régions»⁷ (Walford 2000). Les auteurs anglo-saxons soulignent que la ségrégation se nourrit particulièrement de la conjonction de deux facteurs : libre choix et densité urbaine (Allen et Burgess 2010).

Deux pays nordiques, la Suède et la Finlande, pourtant réputés pour le haut niveau d'équité de leurs systèmes éducatifs, ont introduit des politiques de libre marché scolaire au cours des dernières décennies et différents auteurs soulignent que cela a conduit à une augmentation de la ségrégation et des inégalités (Hirvenoja 2000, Wiborg 2010, Böhlmark et al. 2015). L'OCDE a d'ailleurs noté qu'entre 2000 et 2009, ces deux pays avaient connu un fort recul en matière d'équité scolaire, au contraire de la Norvège qui a conservé un système contraignant d'affectation des élèves aux écoles (OECD 2013).

⁷ *"There have now been several English research studies that have indicated social class and ethnic inequalities in the working of the new market for schools, and a process of self-selection occurring in addition to actual selection by schools. It has been shown that some groups are far more able to 'play the market' than others and that hierarchies of schools are developing in various local areas".*

Les études comparatives basées sur l'enquête PISA montrent, elles aussi, une étroite liaison entre ségrégation et quasi-marché (Dupriez et Dumay 2011, Demeuse et Baye 2008a, Hirtt 2003, 2007, 2014). Dans une analyse basée sur les résultats de PISA 2003 et portant sur les pays d'Europe occidentale, Nico Hirtt a calculé pour chaque pays un « indice de liberté de choix » tenant compte de trois critères : les modes d'affectation des élèves aux écoles publiques, la part d'enseignement privé et public et la densité géographique de l'offre scolaire. Il a comparé cet indice au degré de détermination sociale des performances en mathématiques (calculé au moyen d'un rapport de chances : probabilité qu'un élève d'ISE supérieur obtienne de meilleurs scores qu'un élève d'ISE inférieur, divisée par la probabilité inverse). Il est apparu que la corrélation entre les deux variables est importante ($R^2=0,47$) (Hirtt 2007).

De leur côté, Xavier Dumay, Vincent Dupriez et Christian Maroy ont montré qu'« un environnement de quasi-marché est favorable à l'émergence d'un effet de composition », c'est-à-dire à « l'influence directe et indirecte exercée sur un élève par les autres élèves de son école ». Et ce à double titre. D'une part, parce que le quasi-marché « est potentiellement favorable au développement de la ségrégation entre écoles, en particulier si les écoles bénéficient d'une possibilité de sélectionner leurs élèves ». Et d'autre part, parce que « la ségrégation entre écoles risque davantage de produire des effets sur les élèves si les écoles bénéficient d'une forte autonomie pédagogique, susceptible d'entraîner une forme d'adaptation des écoles à leur public et une différenciation des objectifs en fonction des compétences (présumées) des élèves fréquentant un établissement » (Dumay et al. 2010).

3. Réguler, imposer ou... proposer ?

Face à l'impact ségrégateur du quasi-marché, des propositions ont vu le jour en Belgique, visant à introduire des formes plus ou moins importantes de régulation des inscriptions scolaires. C'est ainsi que la Fédération Wallonie Bruxelles s'est dotée d'un « décret inscription » (2007), rebaptisé « décret mixité sociale » (2008), puis à nouveau « inscription » en 2010, lui-même remanié à plusieurs reprises jusqu'à aujourd'hui. Si cette tentative de réguler les inscriptions est historique, eu égard à l'attachement traditionnel de la Belgique à la liberté d'enseignement, elle reste cependant très modeste.

D'abord, le décret ne concerne qu'une seule des douze années d'enseignement obligatoire : la première secondaire (élèves âgés de 12 ans). En particulier, l'enseignement fondamental, là où se creusent initialement les écarts entre élèves, continue d'échapper à toute forme de régulation.

Ensuite, ce décret continue de faire la part belle au marché puisque l'affectation des élèves aux écoles est basée d'abord sur le libre choix de parents ; ce n'est qu'en cas de surpopulation scolaire que des règles de priorité — proximité, fratries,

élèves prioritaires... — entrent en jeu. « Le libre choix reste le principe directeur », soulignent Delvaux et Serhadlioglu, « puisque les règles de priorité n'interviennent qu'en second lieu là où les demandes excèdent le nombre de places tandis que les écoles, partiellement cadrées en matière d'inscription, conservent des marges de liberté en matière d'orientation des élèves en cours de scolarité » (Delvaux et Serhadlioglu 2014).

Enfin, le décret actuellement en vigueur vise moins nettement que ses prédécesseurs un objectif de mixité sociale. Il vise avant tout « une organisation équitable transparente et simple des inscriptions en première année commune de l'enseignement secondaire. Il doit faciliter la mobilité sociale, même s'il ne peut prétendre, à lui seul, résoudre ou bouleverser les stratifications urbaines, économiques, sociales. Il veille à respecter, comme annoncé dans la déclaration de politique gouvernementale, la liberté des parents et l'autonomie des acteurs et partenaires de l'école ».⁸

Bien qu'ils ne supprimaient pas la liberté de choix, les décrets en question n'ont pas manqué de buter sur de vives résistances de la part de certains parents qui ont déploré que des règles jugées bureaucratiques les empêchaient d'inscrire leur enfant dans l'école « de leur choix ». Cette résistance tient notamment à la nature compétitive de la société mais aussi à la situation de

forte différenciation des écoles. Elle a été d'autant plus forte que le décret n'était pas de nature à créer de la mixité sociale ou académique dans toutes les écoles. Or, cette diversité réelle ou supposée des écoles alimente précisément la volonté des parents de classes moyennes ou supérieures, mais aussi de certains parents de classes populaires, de pouvoir choisir librement leur établissement scolaire.

Pour aller plus loin, certains plaident en faveur d'une responsabilisation des acteurs locaux, à l'image des *Lokale Overlegplatformen* (LOP) créées en Flandre, et c'est cette optique qui est retenue dans le projet d'avis n°3 du groupe central préparant le Pacte pour un enseignement d'excellence.⁹ Ils espèrent qu'une concertation entre les établissements permettrait d'évoluer vers davantage de mixité sociale. Le pari n'est pas gagné tant que le contexte de marché reste prégnant. En effet, comme le notent Bernard Delvaux et Magali Joseph qui ont étudié les tentatives de concertations locales déjà pratiquées en FWB, « les analyses effectuées tendent à montrer que ces instances [de concertation locale] ne peuvent endiguer la régulation dominante de « marché ». L'analyse des processus et des décisions de programmation montre au contraire que les acteurs développent essentiellement des logiques d'action compétitives et qu'ils contribuent à maintenir la hiérarchisation en l'état » (Delvaux et Joseph 2006).

⁸ <http://www.inscription.cfwb.be/index.php?id=298>

⁹ Voir les pages 269 à 271 de <http://www.pactedexcellence.be/wp-content/uploads/2016/12/Groupe-central-du-Pacte-Projet-dAvis-N-3-WEB.pdf>

La solution résiderait-elle dans la mise en œuvre d'une « carte scolaire » à la française, qui assignerait d'autorité les élèves à un établissement proche de leur domicile ? Trois raisons portent à en douter. Premièrement, comme le montre la figure 1 de la présente étude, la France qui pratique la carte scolaire (du moins dans l'enseignement public) n'est guère mieux placée que la Fédération Wallonie-Bruxelles en termes d'indices de ségrégation et d'inégalités scolaires. Ensuite, un tel projet est politiquement peu réaliste dans un pays traditionnellement aussi attaché à la « liberté d'enseignement » que l'est la Belgique. Qui plus est, un pays où plus de la moitié des élèves fréquente l'enseignement « libre » confessionnel. Pour avoir quelque efficacité, une « carte scolaire » contraignante devrait s'étendre à tous les réseaux, ce qui entrerait en contradiction avec le caractère confessionnel de l'enseignement libre. Enfin, comme nous l'avons déjà indiqué, la ségrégation résidentielle est telle qu'en affectant chaque élève à l'école la plus proche de son domicile, on ne ferait que transformer des inégalités géographiques en inégalités scolaires. Une étude publiée en juin 2016 par Nathanaël Friant (UMons) a montré que « les modèles impliquant une assignation des élèves à l'école la plus proche de leur domicile produisent un indice de ségrégation plus élevé que celui observé sur les données de base (0,42 pour le choix de l'école la plus proche, 0,46 lorsque l'on limite la capacité des écoles) » (Friant 2016). De plus, cette méthode d'affectation sur base du seul domicile risque d'engendrer des phénomènes

de « zapping résidentiel » : les familles qui en ont la possibilité « fuient » les quartiers populaires, renforçant derechef la ségrégation résidentielle (Feintuck et Stevens 2013).

C'est pour sortir de ce dilemme que l'association belge « Appel pour une école démocratique » (Aped) a proposé, dès 2007, la mise en place d'un système à mi-chemin entre le libre marché et la carte scolaire (Aped 2007). L'idée est de proposer aux parents, dès le début de la scolarité obligatoire de leur enfant, une place garantie dans une entité scolaire. Les parents disposeraient d'un temps de réflexion pour accepter ou refuser l'école proposée. En cas de refus, ils seraient libres de chercher une place disponible dans une autre école de leur choix. L'originalité du projet est de prévoir que les propositions d'écoles seraient faites en tenant compte non seulement de la proximité du domicile mais également en fonction d'une quête pro-active de mixité sociale. Ce critère est essentiel, non seulement parce que la mixité est justement l'objectif visé, mais aussi parce que la création d'écoles fortement similaires est une condition *sine qua non* de la réussite du projet : si l'on veut que la majorité des parents acceptent l'école qui leur est proposée, il faut qu'ils aient la certitude d'y trouver un environnement à peu près équivalent à celui de n'importe quel autre établissement de leur choix. L'Aped fait le pari que, dans ce cas, et dans ce cas seulement, la majorité des parents préféreront la sûreté d'une place garantie plutôt que le risque du marché scolaire.

Peut-on concilier proximité et mixité sociale?

Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

Il restait cependant à vérifier qu'il était possible d'affecter les élèves à des entités scolaires proches de leurs domiciles tout en faisant en sorte que les compositions sociales de ces écoles soient à peu près similaires. Afin de le vérifier nous avons

mis au point un logiciel chargé d'attribuer une école à chaque élève, en cherchant à optimiser à la fois la proximité et la mixité. Nous l'avons ensuite testé sur des données relatives à Bruxelles.

4. Le problème des données

Affecter des élèves à une école proche de leur domicile, tout en assurant que chaque implantation obtienne une composition sociale aussi semblable que possible à la composition moyenne bruxelloise, suppose de disposer des informations suivantes :

- la localisation géographique des implantations scolaires ;
- le nombre de places disponibles dans chacune de ces implantations ;
- la localisation du domicile de chaque élève ;
- un indice socio-économique (ISE) individuel pour chaque élève.

Pour la présente étude, il a été possible de faire tourner un logiciel d'affectation des élèves sur la base de données utilisée dans la cadre d'une recherche financée par Innoviris et dont le but était précisément d'analyser la ségrégation résidentielle et scolaire à Bruxelles. Cette base de données contenait (pour les années 2008 à 2011)¹⁰ la liste des élèves bruxellois ayant fréquenté l'enseignement fondamental, avec l'indication de leur secteur statistique de résidence ainsi que de l'implantation¹¹ fréquentée, ce qui permet de reconstituer la deuxième information ci-dessus¹². Cette base de données contenait également quelques variables académiques et socio-culturelles individuelles (retard scolaire,

¹⁰ Pour notre part, nous avons travaillé uniquement sur les données 2011.

¹¹ Un même établissement scolaire peut avoir plusieurs implantations distinctes. Même s'il nous arrive d'utiliser le terme impropre « école », le lecteur voudra bien comprendre « implantation » et non « établissement »

¹² Nous sommes bien conscients que les effectifs scolaires ne reflètent pas exactement le nombre de places disponibles dans les écoles. Certains établissements sont en léger sur-effectif, d'autres en sous-effectif. Toutefois, nous estimons que ces petites différences ne sont pas de nature à remettre en cause la validité de cette simulation. Mais bien entendu, la mise en oeuvre réelle d'un processus de proposition d'affectation impliquerait de disposer préalablement d'un cadastre des places disponibles par établissement.

scolarité des parents, nationalité...) mais pas d'indice socio-économique individuel.¹³ En lieu et place, la base de données contient l'indice socio-économique (ISE) moyen du secteur de résidence de chaque élève. Une imprécision relative vaut aussi pour l'adresse du domicile des élèves puisque ce n'est pas leur adresse précise qui est connue mais leur secteur de résidence : c'est donc le centre géographique du secteur de résidence qui permet de situer le lieu de résidence des élèves.¹⁴

Dans le cadre de cette recherche-ci, nous avons néanmoins voulu tenir compte de la variabilité intra-secteurs des ISE et des localisations de domiciles. Nous avons donc déterminé, pour chaque élève, une adresse aléatoire dans les limites géographiques de son secteur de résidence. Le logiciel permet cependant de choisir entre l'utilisation de

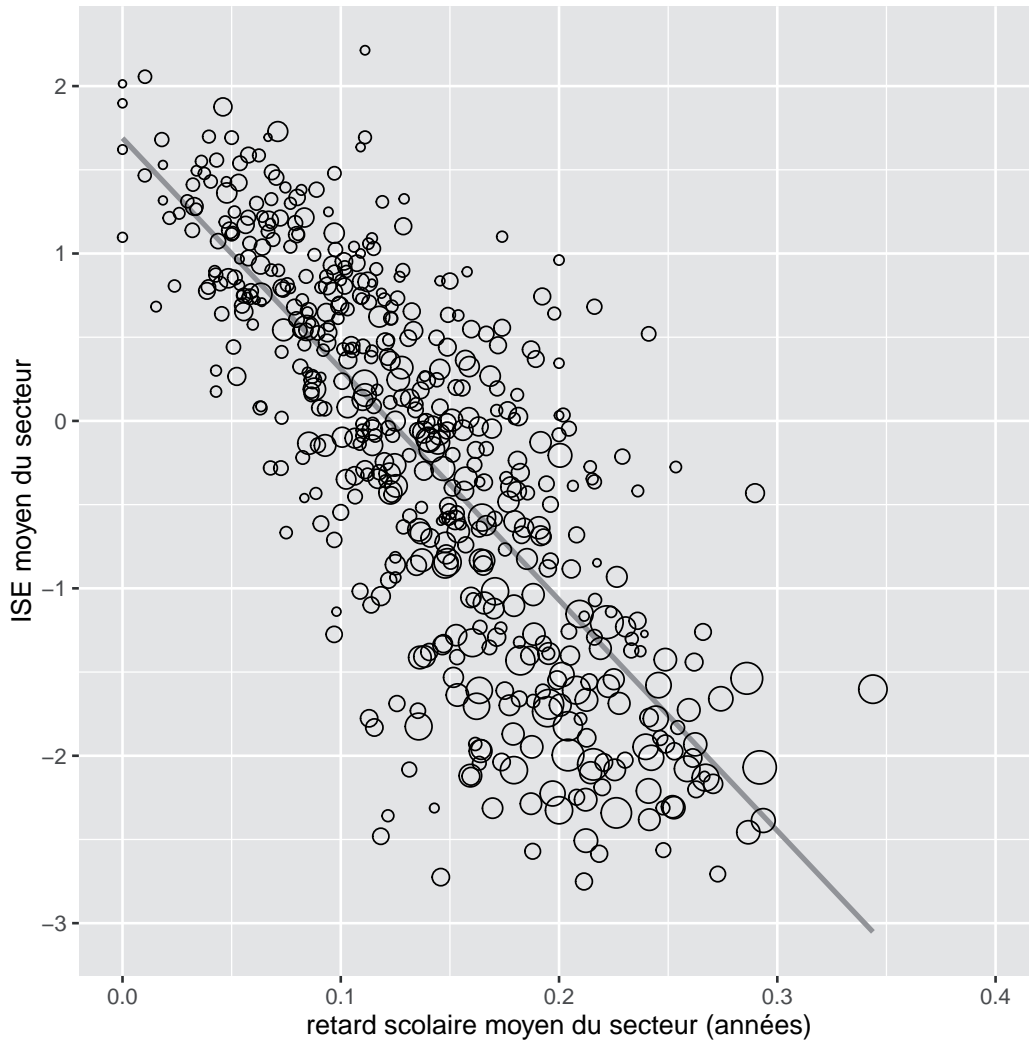
ces données individuelles « plausibles » ou les coordonnées des centres des secteurs.

De même, nous souhaitons attribuer à chaque élève un ISE individuel « plausible », choisi aléatoirement selon une distribution normale centrée sur l'ISE du secteur. Mais ceci est nettement plus difficile car, pour ce faire, nous devons connaître l'écart-type des ISE de chaque secteur, information qui n'existe pas. Nous disposons toutefois d'une variable qui se trouve être assez bien corrélée avec l'ISE : le retard scolaire. Le graphique de la figure 2 montre la relation étroite ($r = -0,769$) entre les retards scolaires et l'ISE au niveau des secteurs (la taille des cercles est proportionnelle au nombre d'élèves de chaque secteur et seuls les secteurs de plus de 50 élèves ont été retenus).

¹³ Depuis, lors d'une récente étude menée pour la Fédération Wallonie-Bruxelles et non encore publiée, des équipes universitaires en charge de la définition du mode de calcul des indices socio-économiques des écoles ont pu calculer des indicateurs socio-économiques individualisés sur la base de données provenant de la Banque carrefour de la sécurité sociale

¹⁴ Heureusement, l'étendue géographique de ces secteurs est assez limitée : entre 0,01 et 7,5 km². Sur les 724 secteurs bruxellois, 95 % ont une étendue inférieure à 0,5 km².

Figure 2 : Corrélation entre retard scolaire et ISE au niveau des secteurs



L'observation de cette relation linéaire permet de supposer que, toujours au niveau intra-secteurs, l'écart-type de l'ISE doit lui aussi être corrélé linéairement à l'écart-type du retard scolaire. Or ce dernier peut être facilement calculé

est disponible au niveau des individus. Dès lors, si $\sigma_{I,ind}[s]$ et $\sigma_{R,ind}[s]$ représentent respectivement les écarts-types de l'ISE et du retard scolaire pour les individus d'un secteur s , alors :

$$\sigma_{I,ind}[s] = \alpha \cdot \sigma_{R,ind}[s] + \beta$$

Le terme constant β est non nul car, au niveau des individus, une part de la variabilité des résultats scolaires (donc des retards) est liée à d'autres facteurs que l'ISE. C'est pourquoi il n'y a pas une simple proportionnalité, mais une combinaison linéaire. En revanche, si l'on considère l'écart-type inter-secteurs des ISE moyens, $\sigma_{I,sect}$ et des retards scolaires moyens, $\sigma_{R,sect}$, alors on peut supposer que cette variabilité individuelle se dissout dans les moyennes sectorielles. On a donc, au niveau inter-sectoriel, une proportionnalité entre les deux écarts-types et l'on peut écrire :

$$\sigma_{I,sect} = \alpha \cdot \sigma_{R,sect}$$

Cette relation permet de calculer $\alpha = 2,78$. Quant à la constante β , elle est ajustée de telle sorte qu'après avoir attribué un ISE plausible à chaque élève (par une distribution normale centrée sur l'ISE moyen du secteur de résidence et d'écart-type $\sigma_{I,ind}[s]$), nous obtenions pour l'ensemble des élèves un écart-type conforme à la réalité.

Le problème, une fois de plus, c'est que cette dernière information est manquante. Nous pouvons cependant en déterminer une limite inférieure, en attribuant à chaque élève l'ISE de son secteur, ce qui donne un écart-type $\sigma_{I,ind}[Bxl] > 1,14$. Cette valeur

est forcément une sous-estimation de l'écart-type réel puisqu'elle ne reflète que la variabilité inter-sectorielle, en occultant la variabilité intra-sectorielle de l'ISE.

Pour mieux approcher la réalité, on peut se tourner vers les enquêtes PISA. Celles-ci fournissent un indice socio-économique individuel des élèves, appelé ESCS (*Economic, Social and Cultural Status*). Il n'est évidemment pas question de substituer cette échelle à l'ISE utilisé ici. Cependant, on peut observer que l'écart-type des indices ESCS pour la Fédération Wallonie-Bruxelles est égal à 0,90 alors qu'il est de 1,15 pour les élèves de Bruxelles¹⁵. Etant donné que l'ISE est normalisé à 1 pour la FWB, le rapport $1,15/0,9 = 1,28$ nous donne une estimation crédible de l'écart-type des ISE bruxellois.

Nous avons calculé le paramètres β pour les valeurs 1.2, 1.3, 1.4 et 1.5 de $\sigma_{I,ind}[Bxl]$ et obtenu, pour les écarts-types intra-sectoriels de l'ISE individuel, les valeurs moyennes (pondérées ou non pondérées par les effectifs des secteurs) indiquées au tableau 1. Remarquez la première colonne, où l'écart-type bruxellois de 1.14, obtenu en assignant à chaque élève l'ISE de son secteur de résidence, revient à considérer les écarts-types intra-sectoriels comme nuls.

¹⁵ La base de données PISA ne fournit pas directement le nom du lieu de résidence ou de scolarisation des élèves. Il existe cependant, au niveau des écoles, une variable indiquant la catégorie de dimension de la ville ou du village concerné. Or, en Belgique, seule Bruxelles appartient à la catégorie supérieure, ce qui permet d'en isoler les écoles, puis les élèves, dans la base PISA.

Table 1 — *Ecart-types d'ISE intra-sectoriels*

$\sigma_{l,ind} [Bxl]$	1.14	1.2	1.3	1.4	1.5
Moyenne des $\sigma_{l,sect}$	0,000	0,257	0,471	0,643	0,788
Idem, pondéré	0,000	0,330	0,587	0,781	0,943

Notre programme d'affectation des élèves aux écoles peut s'exécuter en utilisant une quelconque de ces valeurs. La plupart des calculs présentés ici ont été réalisés en utilisant un ISE individuel plausible basé sur un écart-type bruxellois de 1,3. Mais nous montrerons que, si les choix différents

modifient quelque peu les valeurs des indicateurs de mixité sociale (aussi bien au niveau de la situation actuelle que des résultats de notre programme d'affectation des élèves), ils n'affectent guère les conclusions que nous serons amenés à formuler.

5. Un algorithme qui marie proximité et mixité

Avant de détailler les aspects techniques de l'algorithme, présentons succinctement sa structure et sa logique.

Le logiciel d'affectation des élèves aux écoles travaille en deux temps. Durant la phase initiale, chaque élève se voit attribuer une école proche de son domicile. Mais pas forcément la plus proche : cela dépend des places disponibles et d'un paramètre (que nous appellerons le « taux de randomisation » τ) qui introduit une marge aléatoire dans cette affectation initiale. L'ordre de sélection des élèves est, quant à lui, toujours aléatoire.

Ensuite commence la « phase itérative », durant laquelle le logiciel cherche à déplacer les élèves ou à les permuter de

façon à optimiser un certain équilibre entre la recherche de proximité et la quête de mixité sociale. Pour ce faire nous avons mis au point une métrique particulière, fondée sur trois « distances » entre les élèves et les écoles : la distance géographique corrigée, d_G , et deux « distances sociales », d_M et d_Q , qui reflètent respectivement l'éloignement de l'idéal d'un ISE moyen identique dans toutes les écoles et l'éloignement d'une distribution de l'ISE identique dans toutes les écoles. Ces trois distances sont associées afin de calculer une « distance globale » D .

C'est cette distance globale que l'algorithme tente de minimiser durant la phase itérative. Concrètement, le programme répète indéfiniment¹⁶ le processus suivant :

¹⁶ En pratique, il s'avère que, pour la région bruxelloise, quelques 30 000 à 40 000 itérations sont nécessaires pour atteindre l'équilibre, c'est-à-dire le moment où les indicateurs de proximité et de mixité sociale n'évoluent plus guère.

- choisir un élève au hasard parmi les plus «éloignés» de leur école, au sens de la distance globale D ;
- chercher s'il existe une école plus « proche » (toujours au sens de la distance globale) et où il reste de la place;
- si oui, déplacer l'élève vers cette école ;
- sinon, tester toutes les permutations possibles entre cet élève et les autres élèves et effectuer celle dont l'effet est de diminuer le plus considérablement la somme des distances globales des deux élèves à leur école.

Un paramètre ε permet d'élargir ou de rétrécir le seuil d'éligibilité des élèves à une permutation ou une mutation¹⁷.

Une version schématisée de cet algorithme est présentée à la figure 3.

Dans les pages qui suivent, nous allons détailler les divers éléments composant l'algorithme. Les lecteurs non intéressés par les détails techniques pourront être cependant intéressés par la lecture du premier paragraphe de chaque point qui résume l'essentiel de la logique de travail suivie lors de la conception du logiciel.

5.1. Distance d_G : distance géographique

La distance d_G est une distance géographique ordinaire, corrigée par deux valeurs de seuil, une première au-delà de

laquelle l'éloignement du domicile est jugé peu souhaitable et une seconde au-delà de laquelle l'éloignement est jugé à ce point trop important qu'on interdit au logiciel de proposer une école aussi éloignée. Ces seuils peuvent être modulés en fonction de choix politiques, sachant que l'abaissement de ces seuils complique la poursuite d'un objectif de mixité sociale.

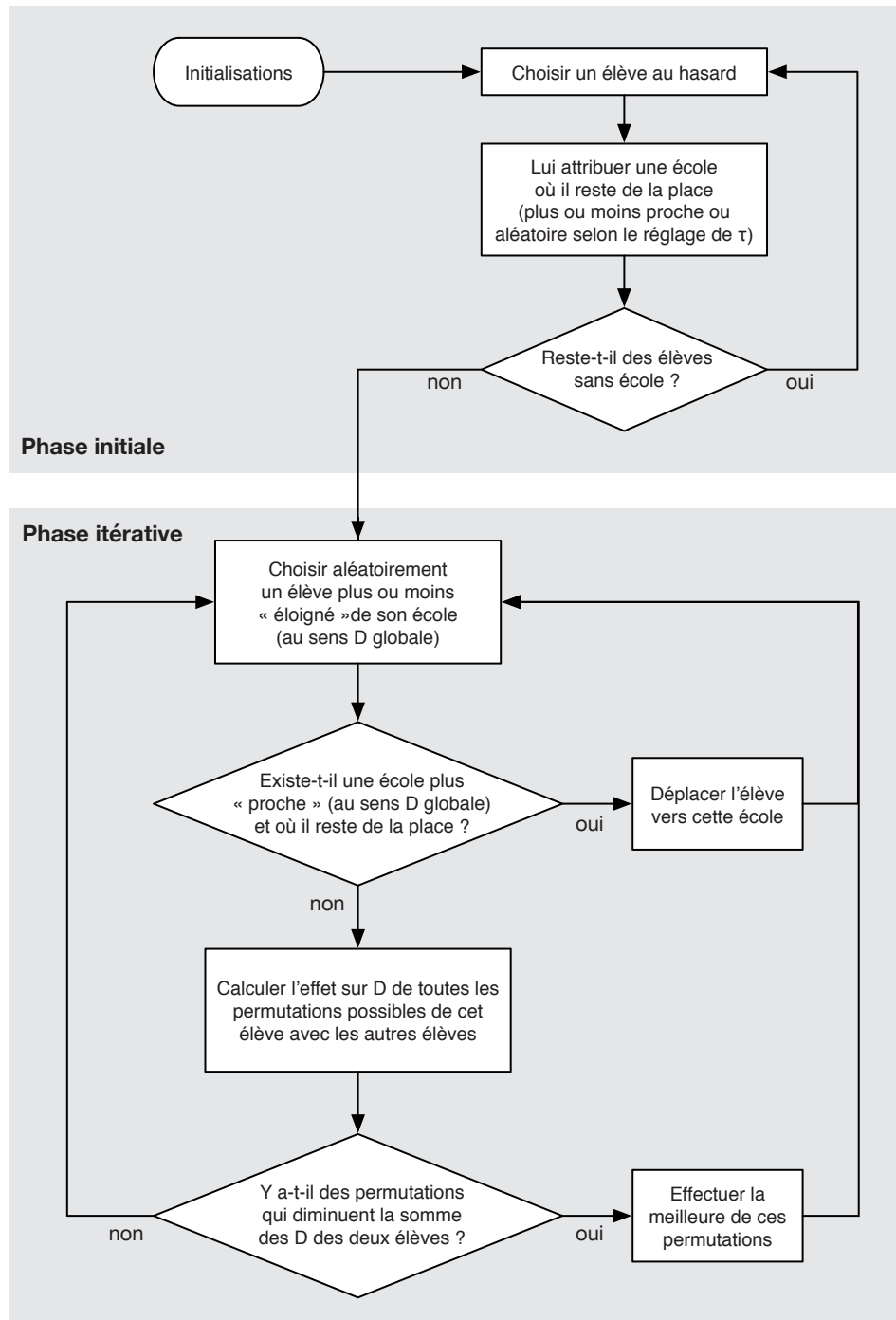
Techniquement, nous avons fait en sorte que la distance corrigée croisse normalement jusqu'au seuil S_1 (autrement dit, qu'elle soit identique à la distance réelle) et qu'ensuite elle croisse suivant une fonction quadratique (autrement dit qu'elle soit supérieure à la distance réelle) de manière à atteindre une distance maximale¹⁸ d_m au seuil S_2 (voir la figure 4). Ceci contraindra le logiciel à considérer comme peu souhaitable qu'un élève soit trop éloigné de son domicile (distance $> S_1$) et à interdire dans la mesure du possible qu'un élève soit plus éloigné que S_2 . Les valeurs S_1 et S_2 peuvent être choisies au moment de l'exécution du programme. La plupart des résultats présentés ici ont été obtenus avec les valeurs $S_1 = 2$ km et $S_2 = 4$ km.

En résumé, si (x_e, y_e) représente les coordonnées du domicile de l'élève et (x_s, y_s) les coordonnées de l'école, alors la distance d_G entre cet élève et cette école est :

¹⁷ Concrètement, si mD est la moyenne des D et σ_D l'écart-type, alors l'élève à permuter ou à déplacer est choisi au hasard parmi ceux pour lesquels $D > mD + \varepsilon \sigma_D$. Le paramètre ε peut être positif (on ne sélectionne que les élèves les plus éloignés) ou négatif (on pratique une sélection beaucoup plus large).

¹⁸ d_m a été arbitrairement fixé à 20 km, soit un ordre de grandeur proche des dimensions de la région bruxelloise

Figure 3 : Organigramme de l'algorithme d'affectation des élèves aux écoles



$$\Rightarrow d_G = \begin{cases} d & \text{si } d \leq S_1 \\ a d^2 + b d + c & \text{si } d > S_1 \end{cases}$$

On peut vérifier que cette fonction est bien continue ($a S_1^2 + b S_1 + c = S_1$) et dérivable en tout point ($2 a S_1 + b = 1$).

avec : $d = \sqrt{(x_e - x_s)^2 + (y_e - y_s)^2}$

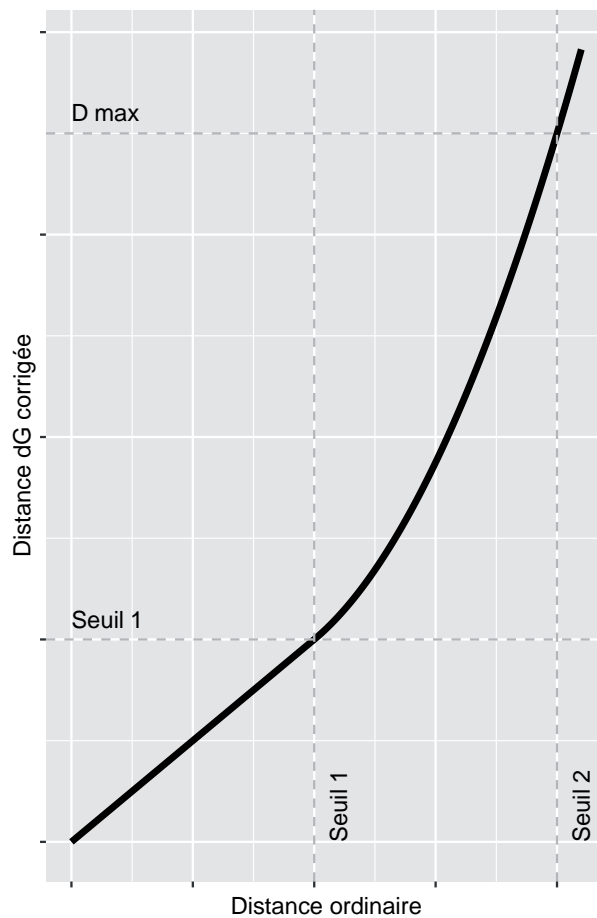
$$a = \frac{d_m - S_2}{(S_2 - S_1)^2}$$

$$b = 1 - 2 a S_1$$

$$c = a S_1^2$$

Le choix des seuils S_1 et S_2 est évidemment un choix politique et social. Il s'agit de déterminer ce que l'on juge être une distance domicile-école inacceptable, en sachant que plus on réduit cette distance plus il devient difficile d'atteindre l'objectif de mixité.

Figure 4 : d_G : une distance géographique corrigée



5.2. Distance d_M : éloignement de l'idéal d'un ISE moyen identique pour toutes les écoles

La première « distance sociale », d_M , évalue si la présence d'un élève donné dans une école donnée est plus ou moins souhaitable du point de vue de l'uniformisation des indices socio-économiques moyens des implantations. Cette mesure est positive (donc peu souhaitable) si la présence de cet élève tend à éloigner l'ISE moyen de l'école en question de l'ISE moyen bruxellois. Elle est négative (donc souhaitable) si l'ISE de l'élève tend au contraire à rapprocher l'ISE de l'école de l'ISE bruxellois.

Détaillons techniquement le processus. Soit I_m l'ISE moyen de tous les élèves, I_e l'ISE d'un élève e et I_s l'ISE d'une école s , alors la distance d_M entre cet élève et cette école est :

$$d_M = E_M \cdot (I_e - I_m) \cdot (I_s - I_m)$$

Le facteur d'échelle constant E_M sert à normaliser les unités des distances d_G et d_M . Il vaut environ¹⁹ 1 275 mètres et est calculé en divisant l'écart-type des localisations géographiques par le carré de l'écart type des ISE²⁰ :

$$E_M = \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{ise}^2} = \frac{\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}}{\sigma_{ise}^2}$$

où σ_{ise} , σ_x et σ_y représentent respectivement les écart-types des indices socio-économiques, des coordonnées x et des coordonnées y des élèves.

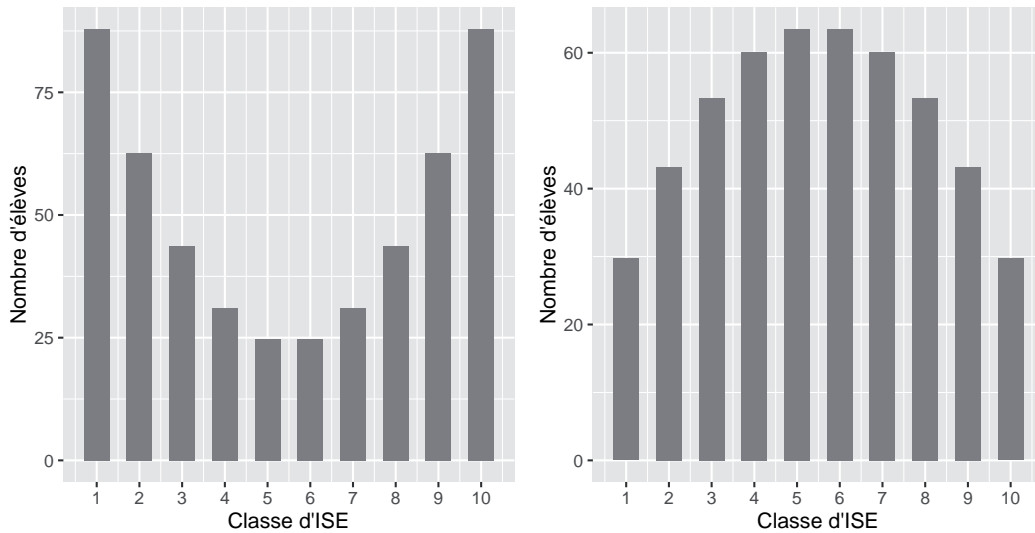
5.3. Distance d_Q : éloignement d'une distribution de l'ISE identique dans toutes les écoles

La seule recherche d'une égalisation des ISE moyens des écoles ne garantit cependant pas du tout que celles-ci présentent des profils socio-économiques similaires. On peut en effet obtenir le même ISE moyen en ajoutant un ou deux élèves très pauvres à un grand groupe d'élèves de classes moyennes. Ou, au contraire, en intégrant un ou deux élèves d'origine très favorisée dans un groupe homogène légèrement inférieur à la moyenne. Les graphiques de la figure 5 montrent que deux écoles ayant un même ISE moyen peuvent présenter des distributions ISE extrêmement différentes. Voilà pourquoi nous avons introduit une deuxième « distance sociale », d_Q , qui évalue si la présence d'un élève donné dans une école donnée est plus ou moins souhaitable du point de vue de l'uniformisation des distributions d'ISE scolaires. Pour ce faire, les élèves sont divisés en n quantiles d'ISE croissant. Idéalement, dans chaque implantation, la proportion des élèves d'un quantile quelconque devrait toujours être égale à $1/n$.

¹⁹ En raison de l'affectation aléatoire d'un ISE plausible aux élèves, cette valeur peut varier légèrement d'une exécution du programme à l'autre.

²⁰ Le carré est justifié par le fait que d_M est un produit de deux différences d'ISE.

Figure 5 : Cas de deux écoles ayant un ISE moyen identique mais des distributions ISE très différentes



Techniquement, nous avons procédé de la façon suivante. Soit i le numéro du quantile auquel appartient un élève donné, soit N_i le nombre d'élèves de ce quantile dans une école donnée et N le nombre total d'élèves de cette école, alors nous définissons la distance d_Q comme suit :

$$d_Q = E_Q \cdot \left(\frac{N_i}{N} - \frac{1}{n} \right)$$

En d'autres mots, plus l'école contient un excès d'élèves du quantile auquel appartient l'élève considéré, plus la distance d_Q sera grande (et positive). Au contraire, s'il manque des élèves de ce quantile-là, alors la distance sera négative

et il sera donc très souhaitable d'affecter cet élève à cette école.

Le facteur constant E_Q , dans l'équation ci-dessus, est derechef un facteur d'échelle convertissant le résultat en mètres et calculé ainsi :

$$E_Q = \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{d_Q}} = \frac{\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}}{\sigma_{d_Q}}$$

où σ_{d_Q} est l'écart-type des distances d_Q entre les élèves et leur propre école, calculé sur base de la situation d'origine, avant le lancement de la simulation, donc sur base des affectations actuelles²¹.

²¹ Le mode de calcul des facteurs d'échelle E_M et E_Q peut sembler quelque peu arbitraire. Il l'est effectivement, le seul but étant d'obtenir un ordre de grandeur adéquat. Ces deux facteurs n'interfèrent pas directement dans les résultats obtenus mais ils permettent de faire en sorte que les coefficients de la combinaison linéaire du calcul de la distance globale D puissent être du même ordre de grandeur, vers le milieu de l'intervalle [0,1]. Nous verrons plus loin qu'on obtient effectivement les meilleurs résultats avec des coefficients proches de 0,5.

5.4. D : la distance globale

Sur la base de ces trois mesures de distance, nous avons calculé une distance globale en combinant d'abord les deux distances sociales et en conjuguant ensuite cette distance sociale unifiée avec la distance géographique. La formule de combinaison est affublée de coefficients qui permettent de privilégier la recherche de proximité géographique ou de mixité sociale.

Techniquement, la combinaison des trois distances s'opère de la manière suivante. Dans un premier temps, les deux distances d_M et d_Q se combinent linéairement en une seule distance sociale d_S :

$$d_S = k_M d_M + k_Q d_Q$$

(avec $k_M, k_Q \in [0, 1]$ et $k_M + k_Q = 1$)

Ensuite, la distance globale D est une nouvelle combinaison linéaire de la distance géographique d_G et de la distance sociale (combinée) d_S :

$$D = k_G d_G + k_S d_S$$

(avec $k_G, k_S \in [0, 1]$ et $k_G + k_S = 1$)

En résumé :

$$D = k_G d_G + k_S (k_M d_M + k_Q d_Q)$$

avec : $k_G + k_S = 1$
 $k_M + k_Q = 1$
 $k_M, k_Q, k_S, k_G \in [0, 1]$

Le coefficient k_G (ou son complément k_S) permet de privilégier plutôt la recherche de proximité géographique ou la recherche de mixité sociale. Le coefficient k_M (ou son complément k_Q) permet de paramétrer cette quête de mixité sociale en privilégiant la recherche d'un ISE scolaire proche de l'ISE moyen bruxellois ou la recherche d'une distribution optimale dans chaque quantile.

5.5. Le programme

L'algorithme décrit ci-dessus a été transformé en programme informatique au moyen de l'environnement de traitement statistique R²². Le travail d'expérimentation consistait ensuite à faire « tourner » ce logiciel sur les données bruxelloises avec différents réglages, afin de tester quels équilibres entre proximité et mixité sociale pouvaient être atteints et d'observer empiriquement l'impact des multiples paramètres de l'algorithme :

1. Le taux de randomisation τ de l'affectation initiale des élèves ;
2. Les seuils de distance S_1 et S_2 ;
3. Les coefficients k_S (ou $k_G = 1 - k_S$) et k_Q (ou $k_M = 1 - k_Q$) ;
4. Le nombre n de quantiles pour le calcul de la distance d_Q (un nombre trop petit diminue la finesse de la distribution, un nombre trop élevé augmente le temps de traitement et n'a guère de sens pour des effectifs scolaires d'une dizaine ou

²² <https://www.r-project.org/>

- quelques dizaines d'élèves). La plupart des résultats ont été obtenus avec $n = 4$;
5. Le choix d'utiliser un ISE plausible ou l'ISE moyen du secteur de résidence ;
 6. Le choix d'utiliser une adresse plausible ou le centre du secteur de résidence ;
 7. Le choix de l'année scolaire (primaire) sur laquelle on souhaite effectuer la simulation. Normalement, la proposition de l'Aped est d'appliquer cette procédure de proposition d'école au moment de l'entrée de l'enfant dans l'enseignement obligatoire. Si la mixité des établissements est assurée en 1ère primaire, elle se diffusera dans les autres années par la suite²³ ;
 8. Le régime linguistique F, N ou F+N. Dans les deux premiers cas, seuls les élèves qui fréquentent actuellement une école F ou N sont pris en compte dans la simulation; dans le troisième cas (F+N) on considère que l'on se trouve dans le cas de figure prévu par le programme de l'Aped, où toutes les écoles bruxelloises seraient bilingues ;
 9. Le seuil d'éligibilité des élèves à une permutation ε . Par exemple le seuil par défaut, $\varepsilon = 0,8$, signifie que le programme cherche à déplacer les élèves pour lesquels la distance globale à leur école dépasse la distance globale moyenne d'au moins 0,8 fois l'écart-type de ces distances. En augmentant cette valeur, on privilégie la résolution prioritaire des situations extrêmes; en le diminuant, on agit sur un plus large éventail d'élèves.

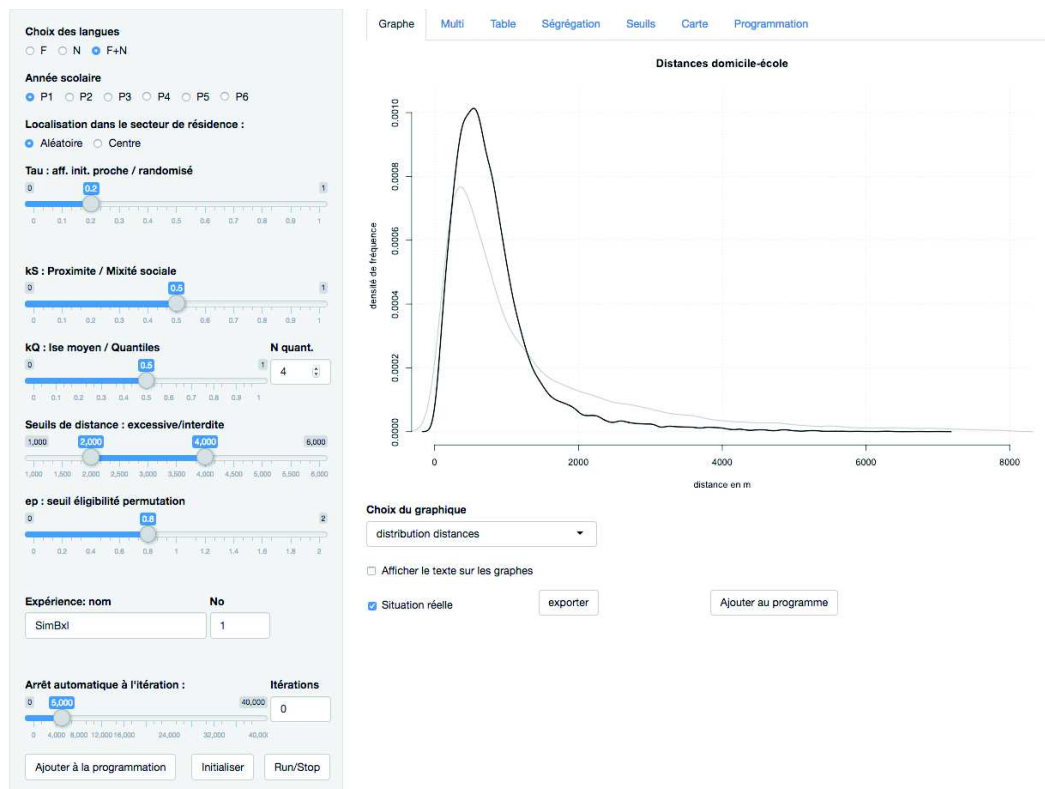
La figure 6 montre une capture d'écran du logiciel en cours d'exécution. Le panneau de gauche permet le réglage des différents paramètres que nous venons d'énumérer. Le panneau de droite permet d'observer l'évolution de diverses caractéristiques de proximité ou de mixité au fil des itérations du programme.

Signalons encore que le nombre de places disponibles dans chaque école (pour les élèves d'une année primaire) a été calculé de la façon suivante : initialement le nombre de places est posé égal à un sixième du nombre total d'élèves bruxellois de l'enseignement primaire qui fréquentent actuellement (en 2011) cette école. On arrive ainsi à un total de 12 425 places ce qui, pour les 1ère primaires, implique un déficit théorique de 1 428 places : ce sont les élèves actuellement scolarisés hors de Bruxelles. Mais en réalité, la capacité d'accueil des écoles bruxelloises est supérieure, puisqu'elles reçoivent aussi des élèves des deux autres régions. Dans la simulation, le nombre de places dans chaque école est d'abord augmenté dans une proportion égale pour chaque école (environ 11 %), afin d'atteindre le nombre de places requis. Il est ensuite augmenté encore d'une marge supplémentaire, arbitrairement fixée à 5 %, afin de disposer d'une certaine « flexibilité » dans l'affectation des élèves.

²³ Nous n'avons pas pris en compte ici la possibilité de démarrer le système dès la 1re maternelle bien que, idéalement, il serait utile de procéder de la sorte vu que nombre d'écoles primaires possèdent une section maternelle

Peut-on concilier proximité et mixité sociale?
Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

Figure 6 : Capture d'écran du logiciel en cours d'exécution



6. Observation du fonctionnement du logiciel

Le logiciel ainsi configuré a été mis en œuvre sur les données de l'enseignement primaire bruxellois. Dans les pages qui suivent, nous allons présenter les résultats aux différentes étapes du processus et les variations des résultats selon les hypothèses posées (et les réglages paramétriques qui en découlent). C'est ainsi que nous présenterons la situation actuelle (point 6.1), avant de présenter la situation au terme de la phase initiale (6.2) et de décrire l'évolution des résultats au cours de la

phase itérative (6.3). Nous examinons par la suite l'effet de divers paramètres sur ces résultats (6.4 à 6.7).

6.1. Indicateurs de proximité et de mixité : situation actuelle

Afin d'évaluer l'efficacité du logiciel d'affectation des élèves aux écoles et la faisabilité d'un équilibre entre proximité et mixité sociale, nous devons comparer les résultats produits par le programme avec

la situation réelle existante, et cela tant au plan de la distance domicile-école qu'au plan de la mixité sociale des écoles. Nous verrons ainsi que la distance géographique est en moyenne élevée dans un contexte urbain où l'offre scolaire est pourtant dense. Et nous constaterons également que les indices de ségrégation sont élevés, mais sensibles aux hypothèses que nous sommes contraints de faire quant à la dispersion des ISE au sein des secteurs de résidence.

Commençons par observer, au tableau 2, la situation, en 2011, sur le plan de la distance domicile-école, des 13 854 élèves de première primaire ordinaire²⁴ résidant à Bruxelles²⁵. Comme nous travaillons sur des domiciles plausibles estimés aléatoirement sur base du secteur de résidence, et qui varient donc à chaque exécution du programme, il y a une (petite) marge d'erreur, mentionnée dans la dernière colonne²⁶.

Table 2 : Distance domicile école des élèves bruxellois de 1ère primaire (en 2011)

	Tous les élèves	Scolarisés à Bruxelles	Erreur
Distance moyenne	1,61 km	1,33 km	± 1,7 m
Écart-type des distances	3,97 km	1,50 km	± 1,2 m
Distance maximale	166,2 km	12,5 km	± 500 m
Pourcentage d'élèves à d > 2 km	22,1 %	20,6 %	± 0,07 %
Pourcentage d'élèves à d > 4 km	7,6 %	6,3 %	± 0,04 %

Si l'on ne considère que les élèves scolarisés à Bruxelles, la distance domicile-école s'élève en moyenne à 1,33 km (± 1,7 m) Mais cette moyenne cache une grande dispersion puisque l'écart-type est de 1,50 km et que la distance maximale peut aller jusqu'à 12,7 km. Parmi ces élèves, 2 803

(± 10), soit 21 % du total, sont scolarisés à plus de 2 km de leur domicile et 854 (± 9) à plus de 4 km. Les distances pour l'ensemble des élèves bruxellois (donc y compris ceux scolarisés hors de Bruxelles) sont évidemment beaucoup plus grandes.

²⁴ La présente étude se limite à l'enseignement primaire ordinaire. Les enfants bruxellois scolarisés dans l'enseignement spécialisé représentaient entre 2008 et 2011 3,5 % des élèves du fondamental.

²⁵ Sont donc compris, les actuels élèves bruxellois « sortants » (2,2 % des résidents du fondamental), mais non les « entrants », nettement plus nombreux (12,4 % des scolarisés du fondamental) (Delvaux & Serhadioglu 2014). D'autre part, sauf mention contraire, nous parlons ici et dans la suite de l'ensemble des élèves des écoles francophones et néerlandophones. Quelques élèves pour lesquels il manquait une information essentielle, comme le secteur de résidence, ont été omis.

²⁶ L'erreur a été calculée en prenant l'écart-type sur dix répétitions de la mesure.

**Table 3 : Composition sociale des classes
de 1ère primaire ordinaire des écoles bruxelloises**

Ecart-type ISE Bruxelles	1,14	1,2	1,3	1,4	1,5	Erreur
σ_{ISE} écoles	0,860	0,860	0,865	0,864	0,877	± 0,005
idem, pondéré	0,906	0,910	0,906	0,897	0,923	± 0,007
Indice de ségrégation 25 % inf.	0,424	0,402	0,375	0,360	0,332	± 0,004
Indice de ségrégation 25 % sup.	0,459	0,437	0,407	0,384	0,361	± 0,005

Pour établir le tableau 3, relatif à la mixité sociale des écoles bruxelloises (ou plutôt de leurs classes de première primaire) en 2011, nous avons dû utiliser l'ISE individuel des élèves. On se souviendra que nous avons attribué un ISE plausible à chaque élève, sur base d'une estimation des écarts-types d'ISE par secteur, et que ces derniers dépendent eux-mêmes de l'hypothèse retenue quant à l'écart-type des ISE individuels sur l'ensemble de Bruxelles. Dans le tableau 3, nous avons indiqué les valeurs pour différentes hypothèses. La première colonne est calculée en retenant pour chaque élève l'ISE de son secteur ($\sigma_{I[Brx]} = 1,14$) c'est-à-dire en supposant qu'il n'y ait pas de variation d'ISE intra-sectorielle. Les colonnes suivantes correspondent à des écarts-types d'ISE individuels bruxellois de plus en élevés. Pour les raisons indiquées précédemment, la valeur la plus crédible est 1,3. Cette fois, la marge d'erreur provient de l'utilisation de cet ISE plausible, attribué aléatoirement, qui varie donc légèrement à chaque exécution du programme.

Avant de discuter le contenu de ce tableau, signalons que l'ISE moyen des élèves bruxellois de première primaire est de -0,644 (± 0,005), soit un peu moins que

l'ISE moyen de l'ensemble des élèves de l'enseignement fondamental, qui vaut -0,607. Les implantations ont un ISE moyen légèrement supérieur (-0,599 ± 0,005), signe que les écoles « riches » sont un peu plus nombreuses (mais un peu moins peuplées) que les écoles « pauvres ». Evidemment, si l'on pondère les écoles selon leurs effectifs, on retrouve (à la marge d'erreur près) l'ISE moyen de l'ensemble des élèves.

L'écart-type des ISE d'écoles, qu'il soit pondéré ou non, ne varie que très légèrement selon l'hypothèse retenue. L'écart-type pondéré, d'environ 0,91, peut s'interpréter ainsi : environ deux tiers des élèves sont scolarisés dans une implantation dont l'indice socio-économique moyen est compris dans l'intervalle $[m-\sigma ; m+\sigma] = [-1,55 ; 0,27]$. Cet écart-type pondéré des ISE d'écoles constitue ainsi une bonne mesure de l'inégalité entre implantations : plus il est élevé, plus les écoles sont dissemblables et donc plus la ségrégation sociale est grande.

Une autre mesure est l'indice de ségrégation. Il correspond à la proportion d'élèves d'une catégorie donnée, par exemple les moins favorisés socialement,

qu'il faudrait changer d'école afin qu'ils se trouvent en proportion égale dans tous les établissements. Cet indice se calcule comme suit (Gorard et al. 2000). Soit n le nombre total d'élèves de la catégorie considérée et n_i leur nombre dans l'école numéro i ; soit par ailleurs N le nombre total d'élèves et N_i le nombre d'élèves de l'école i ; alors l'indice de ségrégation S pour la catégorie en question est donné par :

$$S = 0,5 \cdot \sum_i \left| \frac{n_i}{n} - \frac{N_i}{N} \right|$$

Contrairement aux écarts-types d'ISE scolaires, les indices de ségrégation sont davantage sensibles à l'hypothèse retenue pour la dispersion des ISE individuels bruxellois. Si l'on considère les élèves de première primaire bruxellois, scolarisés à Bruxelles en 2011, l'indice de ségrégation pour les 25 % les moins favorisés varie entre 0,42 et 0,33. Pour les 25 % les plus favorisés l'indice de ségrégation est un peu plus élevé : entre 0,46 et 0,36. Dans la suite de cette étude, nous travaillerons le plus souvent en retenant la valeur 1,3 pour l'écart-type des ISE individuels à Bruxelles. Mais nous montrerons que ce choix n'a pas de conséquence importante sur les conclusions de l'analyse.

Soulignons encore que ces mesures sont très certainement des sous-estimations

de la ségrégation sociale réelle parmi les écoles bruxelloises. En effet, elles ignorent la ségrégation sociale entre élèves d'un même secteur. Ceci est d'autant plus vrai lorsqu'on s'éloigne vers les colonnes de droite : la prise en compte d'une variabilité intra-sectorielle croissante de l'ISE se traduit ici, mécaniquement, par une plus grande mixité des écoles alors qu'en réalité il est probable que les enfants de diverses origines sociales au sein d'un même secteur ne se répartissent pas également entre les diverses écoles.

6.2. Situation au terme de la phase initiale d'affectation

Ainsi que nous l'avons expliqué plus haut (point 5), le programme commence, dans une première phase, par affecter les élèves un par un à une implantation. Cette affectation est contrôlée par un paramètre τ , le « taux de randomisation de l'affectation initiale », qui peut varier continûment entre 0 et 1. Lorsque $\tau = 1$, le choix d'école est tout à fait aléatoire. Au contraire, si $\tau = 0$ alors le logiciel affecte simplement l'élève à l'école la plus proche où il reste de la place (en revanche l'ordre dans lequel les élèves sont traités reste toujours aléatoire et on obtient donc des résultats légèrement différents d'une exécution du programme à l'autre).

Table 4 : Proximité et mixité au terme de la phase initiale
($F+N$, 1ère primaire, $\sigma_{ISE}[Bxl] = 1,3$)

	Situation réelle	Situation au terme de la phase initiale					
		Taux de « randomisation » τ					
		0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Distance moyenne [km]	1,33	0.55	0.83	0.95	1.07	1.24	5.03
Ecart type des d [km]	1,50	0.73	0.71	0.73	0.79	0.85	2.52
% d'élèves à $d > 2$ km	20,7 %	5,2 %	6,1 %	7,3 %	9,5 %	13,8 %	88,7 %
% d'élèves à $d > 4$ km	6,3 %	0,9 %	0,9 %	0,9 %	1,2 %	1,4 %	62,5 %
σ ISE écoles (pond.)	0,906	0.938	0.868	0.850	0.820	0.765	0.221
Indice ségrég. 25 % inf.	0,375	0.433	0.392	0.370	0.353	0.331	0.114
Indice ségrég. 25 % sup.	0,407	0.470	0.415	0.412	0.388	0.367	0.112

Le tableau 4 permet de comparer la situation en matière de proximité et de mixité telle qu'elle existe dans les faits à Bruxelles en 2011, avec celle que l'on obtient au terme de la phase initiale du programme d'affectation pour différentes valeurs de τ . La colonne « Situation réelle » du tableau rappelle les données relatives aux élèves bruxellois scolarisés à Bruxelles, qui ont été présentées et commentées au point précédent.

On constate que si l'on affecte les élèves à une école aussi proche que possible de leur domicile ($\tau = 0$), la distance moyenne se trouve bien évidemment très réduite (550 m); par contre l'indice de ségrégation et l'écart-type pondéré des ISE d'écoles deviennent sensiblement supérieurs à leur valeur actuelle. Il en ressort apparemment qu'un simple système de carte scolaire à la française, basé exclusivement sur la recherche d'une proximité maximale, ne résoudrait pas le problème de la polarisation sociale des écoles bruxelloises

mais tendrait à l'accroître. Répétons cependant que les mesures actuelles de ségrégation sont sous-estimées pour les raisons expliquées au point précédent.

Inversement, si l'on attribue une école de façon totalement aléatoire ($\tau = 1$), alors l'écart-type chute à 0,221 et l'indice de ségrégation n'est plus que de 0,114. En revanche, bien sûr, la distance moyenne domicile-école passe à plus de 5 km et plus de 12 000 élèves (sur 13 854) se retrouvent scolarisés à plus de 2 km de leur domicile.

Les valeurs intermédiaires, $\tau = 0,4$ et $\tau = 0,6$ sont également intéressantes : elles produisent un degré de ségrégation sociale similaire à la situation actuelle, mais avec bien davantage de proximité.

6.3. Observation de la phase itérative

Au terme de cette phase initiale, le programme entre dans « le coeur du sujet », c'est-à-dire dans la phase itérative où il va

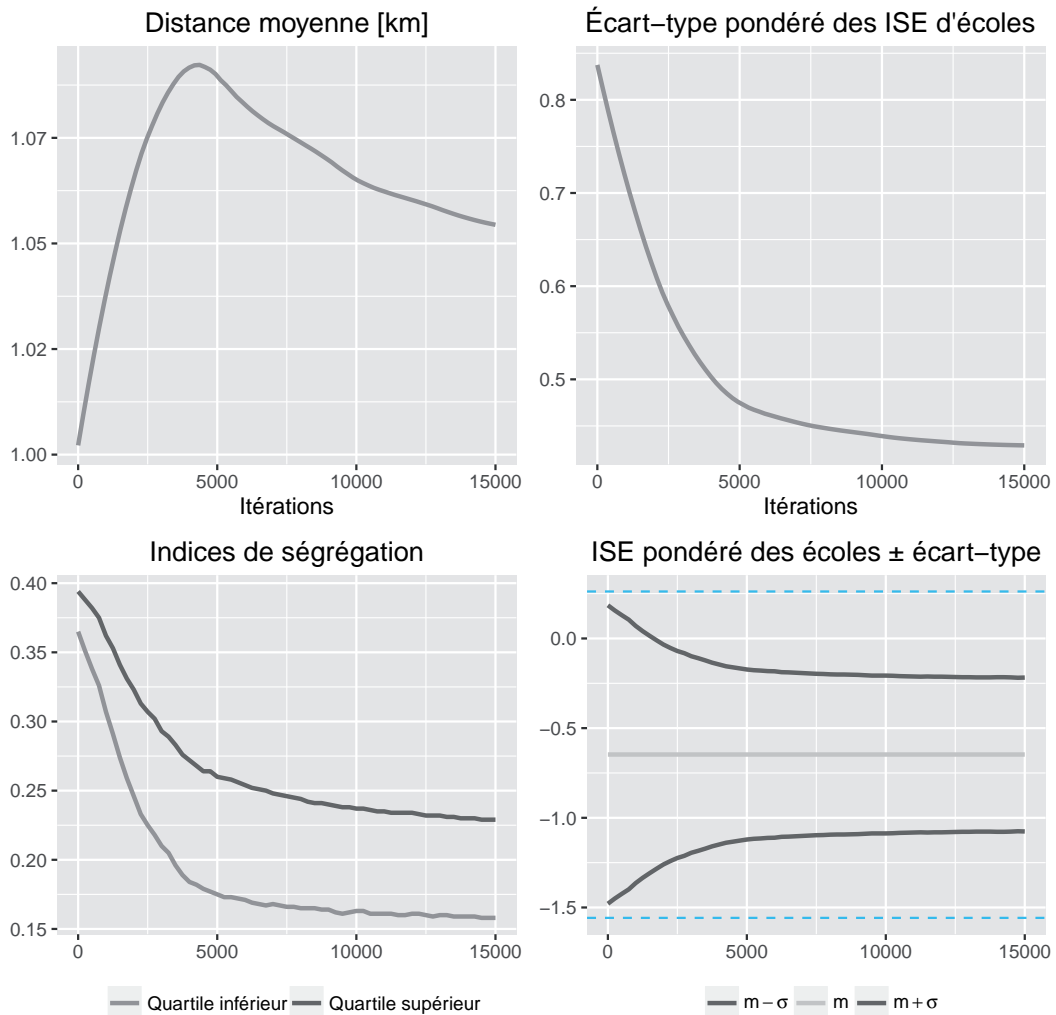
tenter de déplacer ou de permuter des élèves afin de tendre vers plus de proximité et plus de mixité. Le logiciel permet de suivre l'évolution de cette phase au moyen de graphiques et de tableaux historiques.

A titre d'exemple, nous présentons à la figure 7 l'évolution de quelques mesures essentielles au cours d'une exécution

typique du programme avec les valeurs suivantes pour les principaux paramètres :

$$\begin{aligned} \tau &= 0,5 \\ k_S &= k_G = 0,5 \\ k_M &= k_Q = 0,5 \\ \sigma_{ISE}[Bxi] &= 1,3 \\ S_1 &= 2000 \text{ m et } S_2 = 4000 \text{ m} \\ \varepsilon &= 0,8 \end{aligned}$$

Figure 7 : Évolution de la proximité et de la mixité au fil des itérations



Peut-on concilier proximité et mixité sociale?

Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

Le premier graphique, en haut à gauche, montre l'évolution de la distance moyenne domicile-école au cours de 15 000 itérations du programme. La valeur initiale est d'environ 1 km. Au début de la phase itérative cette valeur augmente encore légèrement. En effet, en raison du mode particulier de définition de la distance d_G , le logiciel cherche prioritairement à empêcher que des élèves soient scolarisés à plus de $S_2 = 4$ km de leur domicile, quitte à ce que cela soit au détriment de la distance moyenne (donc en augmentant la distance pour d'autres élèves). Cet objectif est atteint à l'itération 4 250. A partir de ce moment là, l'optimisation conduit à diminuer progressivement la distance moyenne.

Pendant ce temps, comme on peut l'observer sur le deuxième graphique (en haut à droite), l'écart-type des ISE d'écoles chute d'abord rapidement depuis sa valeur initiale (0,832) pour tendre progressivement vers une valeur limite située aux alentours de 0,430. Cela signifie que les ISE des écoles, qui étaient d'abord très différents, tendent à se rapprocher les uns des autres.

Le graphique en bas à droite, qui montre l'évolution de l'intervalle $[m-\sigma ; m+\sigma]$ (ainsi que les marges actuelles de cet intervalle, en pointillé) illustre ce resserrement des ISE scolaires, c'est-à-dire l'uniformisation des profils socio-économiques des implantations scolaires.

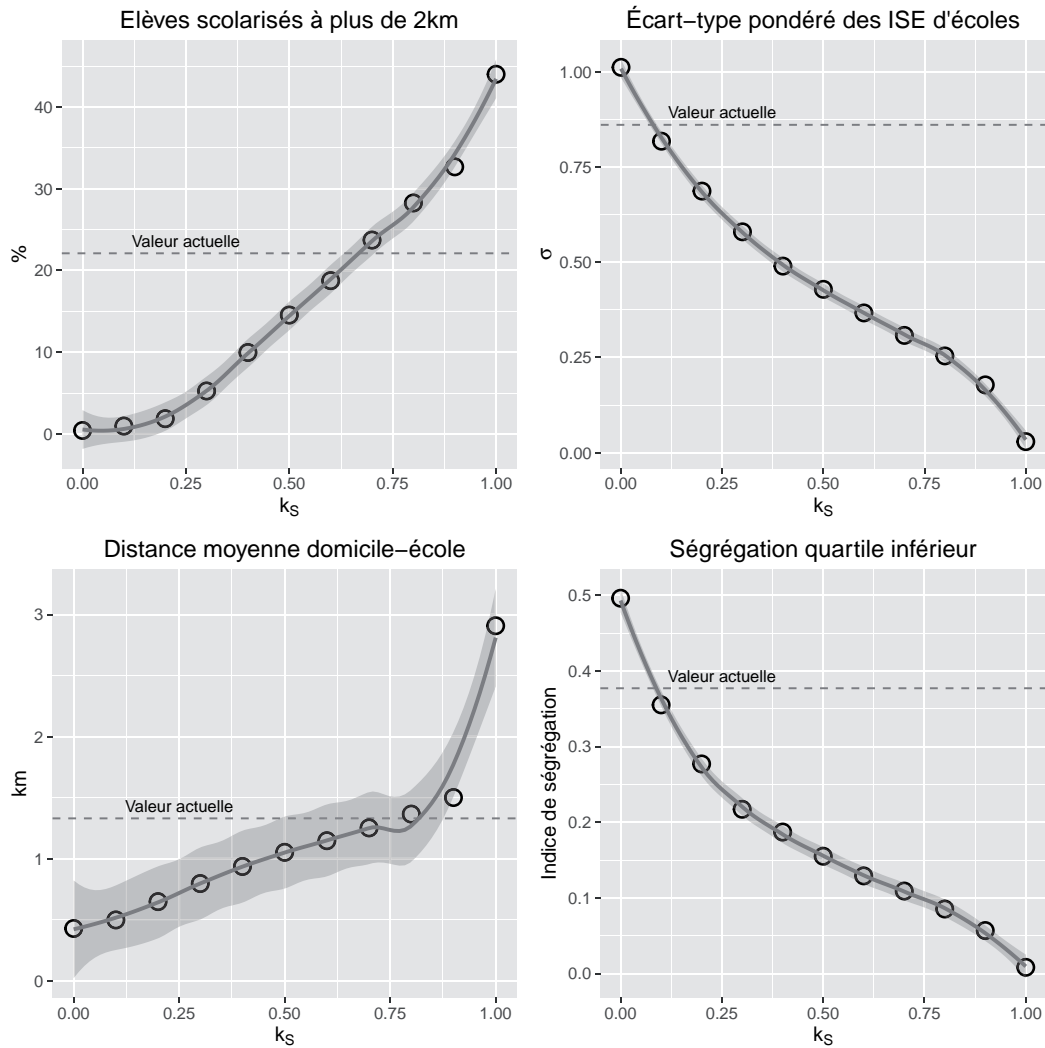
Enfin, le graphique en bas à gauche permet d'observer l'évolution des indices de ségrégation sociale pour les catégories des 25 % d'élèves les moins favorisés (courbe inférieure, en gris clair) et pour les 25 % d'élèves les plus favorisés (courbe supérieure, en gris foncé). Le premier de ces indices passe de 0,365 à 0,158, le second de 0,406 à 0,229.

Ces premiers résultats montrent non seulement que le programme semble fonctionner correctement et remplir la tâche qui lui est dévolue, mais ils permettent d'emblée de conclure qu'il n'est certainement pas impossible d'obtenir une grande mixité sociale dans les écoles bruxelloises tout en assurant davantage de proximité domicile-école que ce n'est le cas actuellement.

6.4. Analyse de l'effet du paramètre k_s

Le principal réglage permettant de modifier le comportement du programme au fil des itérations est k_s (ou son complément $k_G = 1 - k_s$). Rappelons que ce paramètre, compris entre 0 et 1, détermine si le logiciel va privilégier la recherche de mixité sociale ($k_s \approx 1$) ou de proximité géographique ($k_s \approx 0$). Les graphiques de la figure 8 montrent les situations obtenues au terme de 15 000 itérations du programme, pour différentes valeurs de k_s comprises entre 0 et 1. Dans chacun des graphiques, la ligne pointillée horizontale indique la situation de référence actuelle.

Figure 8 : Effet du paramètre k_s qui permet de donner plus de préférence à la recherche de proximité ($k_s \approx 0$) ou de mixité ($k_s \approx 1$). Résultats pour 15 000 itérations, $\tau = 0,5$ et $k_Q = 0,5$.



Comme prévu, un réglage de k_s proche de zéro donne un très bon résultat pour ce qui est de la proximité (une distance moyenne proche de 500 m et un très faible nombre d'élèves scolarisés à plus de 2 km) alors que

le réglage de k_s proche de l'unité produit une excellente mixité sociale (l'écart-type pondéré des ISE scolaires et l'indice de ségrégation du quartile socio-économique inférieur sont tous deux quasiment nuls).

Peut-on concilier proximité et mixité sociale?

Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

Inversement $k_S \approx 0$ est nuisible à la mixité sociale (l'indice de ségrégation est proche de 70 %) et $k_S \approx 1$ est désastreux pour la proximité (6 000 élèves se retrouvent scolarisés à $d > 2$ km et la distance moyenne grimpe à 3 km).

Ces deux situations extrêmes-là ne sont évidemment pas celle que nous recherchons. Beaucoup plus intéressants sont les résultats intermédiaires. Par exemple, pour $k_S \in [0,25 ; 0,50]$, on obtient une distance moyenne inférieure au kilomètre et seulement 500 à 2 000 élèves scolarisés à plus de 2 km (soit une plus grande proximité qu'actuellement), alors que l'indice de ségrégation descend en dessous de 0,25 et que l'écart-type des ISE scolaires est d'environ à 0,5 (contre 0,9 dans la réalité actuelle).

6.5. Analyse de l'effet du paramètre k_Q

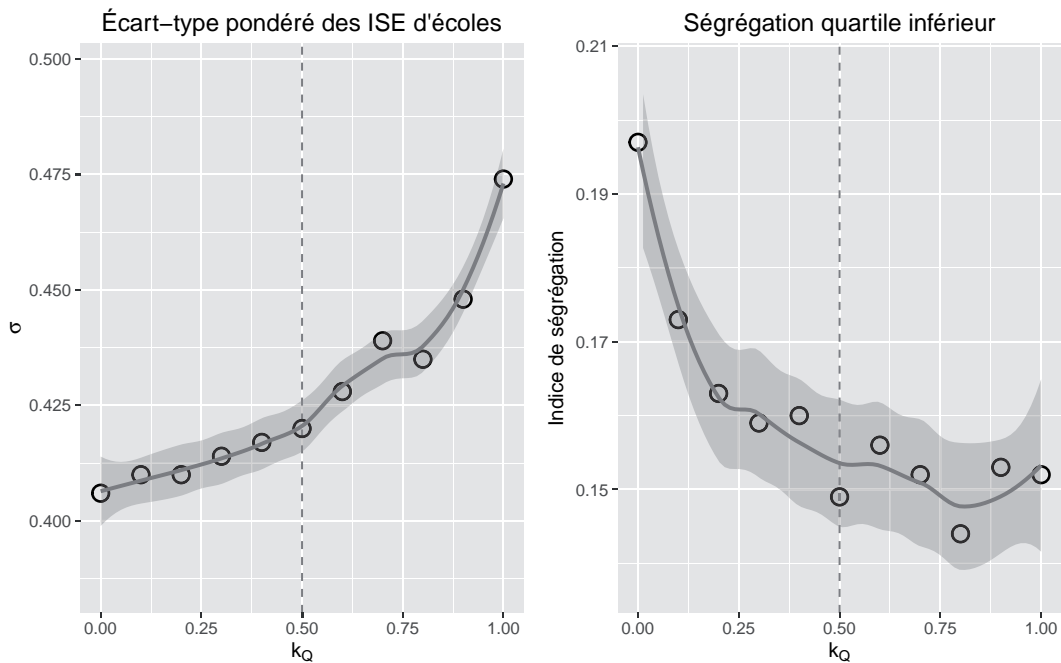
Le rôle du paramètre k_Q est plus subtil. Rappelons que ce paramètre (présenté au point 5.4) permet d'arbitrer entre la recherche privilégiée d'un indice ISE moyen similaire pour chaque école ou d'une distribution des ISE similaire au sein de chaque école.

Pour les expériences présentées dans les graphiques de la figure 9, nous l'avons fait varier de 0 à 1 tout en conservant $k_S = 0,5$ constant ; la boucle itérative a été répétée

20 000 fois. Un facteur k_Q proche de zéro implique un facteur k_M proche de l'unité. Dans ce cas, la quête de mixité consiste essentiellement à égaliser les ISE moyens des écoles, ce qui tend forcément à réduire la dispersion de ces ISE scolaires, donc leur écart-type. En revanche, comme nous l'avons déjà souligné, cela ne garantit pas forcément une répartition socialement équilibrée des élèves entre les écoles : le même ISE moyen peut être obtenu avec un groupe parfaitement homogène ou, au contraire, avec un groupe extrêmement polarisé, ou par diverses situations plus ou moins complexes. Inversement, un k_Q proche de 1 optimise cette répartition (ce qui conduit à un indice de ségrégation plus faible) mais au détriment de l'uniformisation des ISE moyens des écoles (donc de la réduction de leur écart-type).

L'observation intéressante, dans ces deux graphiques, c'est qu'un facteur k_Q (ou $k_M = 1 - k_Q$) proche de 0,5 permet de conjuguer les effets positifs des deux distances sociales. En effet, on constate qu'avec ce réglage intermédiaire, l'écart-type (0,42) est sensiblement égal à la meilleure valeur (0,41) obtenue avec $k_Q = 0$, alors que l'indice de ségrégation est très proche des 0,15 que permet d'atteindre $k_Q = 1$. Cela montre l'intérêt d'utiliser ces deux « distances sociales », d_M et k_M et pas seulement l'une d'entre elles.

Figure 9 : Effet du paramètre k_Q qui permet de donner plus de préférence à l'uniformisation des ISE scolaires moyens ($k_Q \approx 0$) ou des distributions d'ISE au sein des écoles ($k_Q \approx 1$). Résultats pour 20 000 itérations, $\tau = 0,5$ et $k_Q = 0,5$



6.6. Régime linguistique et année d'étude

Tous les tests précédents ont été effectués en utilisant l'ensemble des élèves bruxellois de première primaire, quel que soit leur régime linguistique et en les affectant à

n'importe quelle implantation scolaire de la région bruxelloise, qu'elle soit francophone ou néerlandophone. Il nous a paru utile de tester si le programme donnait des résultats similaires lorsqu'on réduisait la sélection d'élèves et d'écoles aux seuls francophones ou aux seuls néerlandophones²⁷.

²⁷ Par « élèves francophones » (ou « néerlandophones ») il faut entendre ici les élèves qui sont actuellement scolarisés dans l'enseignement francophone (ou néerlandophone), quelle que soit par ailleurs la langue parlée à la maison

Peut-on concilier proximité et mixité sociale?

Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

Table 5 : Selon le régime linguistique (20 000 itérations, $\tau = 0,5$, $k_s = 0,5$, $k_Q = 0,5$)

	Situation actuelle (2011)			Situation générée		
	F+N	F	N	F+N	F	N
Distance						
Moyenne [m]	1328	1269	1592	1035	1046	1197
Nombre à $d > 4$ km	854	628	222	0	0	0
idem en %	6,2 %	5,7 %	7,9 %	0 %	0 %	0 %
Nombre à $d > 2$ km	2804	2087	707	1921	1499	485
idem en %	20,2 %	18,9 %	25,1 %	13,9 %	13,6 %	17,2 %
Ségrégation sociale						
Écart type ISE éc.	0,893	0,883	0,777	0,418	0,418	0,402
Indice ségr. 25 % inf.	0,379	0,375	0,321	0,153	0,147	0,137
Indice ségr. 25 % sup.	0,409	0,417	0,387	0,221	0,225	0,193

Le tableau 5 compare, pour l'ensemble des élèves et pour leurs sous-groupes francophone et néerlandophone, la situation actuelle avec celle générée au terme de 20000 itérations du programme (en utilisant des valeurs centrales pour les principaux paramètres : $\tau = 0,5$, $k_s = 0,5$, $k_Q = 0,5$). Ce qu'on y découvre est très intéressant.

En considérant exclusivement les 11 034 élèves francophones (en première primaire) et en les affectant aux seules écoles francophones, on arrive à un résultat équivalent, voire un peu supérieur, à celui obtenu avec l'ensemble des élèves F et N. Cela est vrai aussi bien pour les indicateurs de proximité que pour les indicateurs de mixité sociale.

Pour les seuls élèves et écoles néerlandophones, les performances du

logiciel d'affectation sont un peu moins bonnes en termes de proximité. C'est le résultat prévisible d'une plus faible densité d'écoles néerlandophones que francophones à Bruxelles. Pourtant, même dans ce cas, la comparaison avec la situation « actuelle » reste tout à fait probante. Par exemple, en 2011, 25 % des élèves bruxellois scolarisés dans une école néerlandophone l'étaient à plus de 2 km de leur domicile et 8 % à plus de 4 km. Le programme d'affectation appliqué aux seuls élèves bruxellois néerlandophones ramène ces pourcentages à 17 % et 0 %.

Des tests identiques ont été effectués en retenant les élèves de 2e primaire, 3e primaire, etc. en lieu et place des premières primaires. Les résultats sont, sans surprise, à ce point similaires à ceux déjà rencontrés qu'ils ne méritent guère d'être présentés en détail ici.

6.7. Domicile et ISE plausibles ou valeurs du secteur statistique ?

Dans quelle mesure l'hypothèse retenue pour l'attribution d'un ISE individuel

plausible et le choix d'attribuer à l'élève une adresse plausible ou d'utiliser le centre du secteur de résidence influencent-t-ils les résultats ? Le tableau 6 répond à cette question.

Table 6 : Variation des indicateurs par rapport à la situation 2011, selon le choix de résidence et l'hypothèse pour le calcul d'un ISE plausible (F+N, 1ère primaire, 20 000 itérations, $k_s = 0,5$, $k_s = 0,5$, $\tau = 0,2$, $\varepsilon = 0,8$)

Résidence dans le secteur	centre	aléatoire				
$\sigma_{ISE}[Bxl]$	1,3	1,14	1,2	1,3	1,4	1,5
Distance moyenne	-25 %	-22 %	-24 %	-27 %	-28 %	-31 %
Ecart type des d	-53 %	-52 %	-52 %	-54 %	-55 %	-56 %
Nbre d'élèves à $d > 2$ km	-34 %	-21 %	-23 %	-34 %	-39 %	-47 %
σ ISE écoles (pond.)	-53 %	-46 %	-49 %	-52 %	-55 %	-57 %
Indice ségrégation 25 % inf.	-57 %	-53 %	-55 %	-57 %	-61 %	-61 %
Indice ségrégation 25 % sup.	-44 %	-37 %	-41 %	-42 %	-46 %	-48 %

Par exemple, en retenant l'hypothèse la plus plausible pour l'attribution d'un ISE individuel (à savoir, un écart-type de 1,3 pour les ISE individuels bruxellois) et en attribuant à chaque élève une adresse aléatoire dans son secteur de résidence, on observe après 20 000 itérations et les réglages indiqués en tête du tableau, que la distance moyenne domicile-école se trouve réduite de 27 % par rapport à la situation réelle de 2011 et que l'indice de ségrégation pour le quartile d'élèves les moins se trouve diminué de 57 % par rapport à cette situation 2011. Avec la même hypothèse pour l'ISE individuel, mais en utilisant le centre du secteur comme domicile, ces deux indicateurs présentent une diminution respective de 25 % et 57 %, soit des valeurs quasiment identiques.

Si l'on retient, au contraire, l'hypothèse d'un ISE individuel égal à l'ISE du secteur, alors les indicateurs présentent, au terme de 20 000 itérations du programme, une diminution de 22 % et 53 % par rapport à la situation réelle de 2011.

Dans ce tableau, la relative stabilité des valeurs d'une même rangée, montre que le choix de l'hypothèse retenue pour le calcul des ISE individuels n'a guère d'influence importante sur les conclusions que nous serons amené à tirer quant à la faisabilité d'une conjonction de proximité et de mixité sociale. En fait, ainsi que nous l'avons observé au tableau 3, la valeur retenue pour $\sigma_{ISE}[Bxl]$ influence les indices de ségrégation mesurés pour la situation réelle 2011. Mais il se trouve que $\sigma_{ISE}[Bxl]$

influence pareillement, et dans le même sens, les valeurs obtenues au terme de l'exécution du programme. En d'autres mots, les bénéfices engrangés sur le plan de la mixité, par notre procédure d'affectation des élèves, s'avèrent très peu sensibles à l'hypothèse retenue.

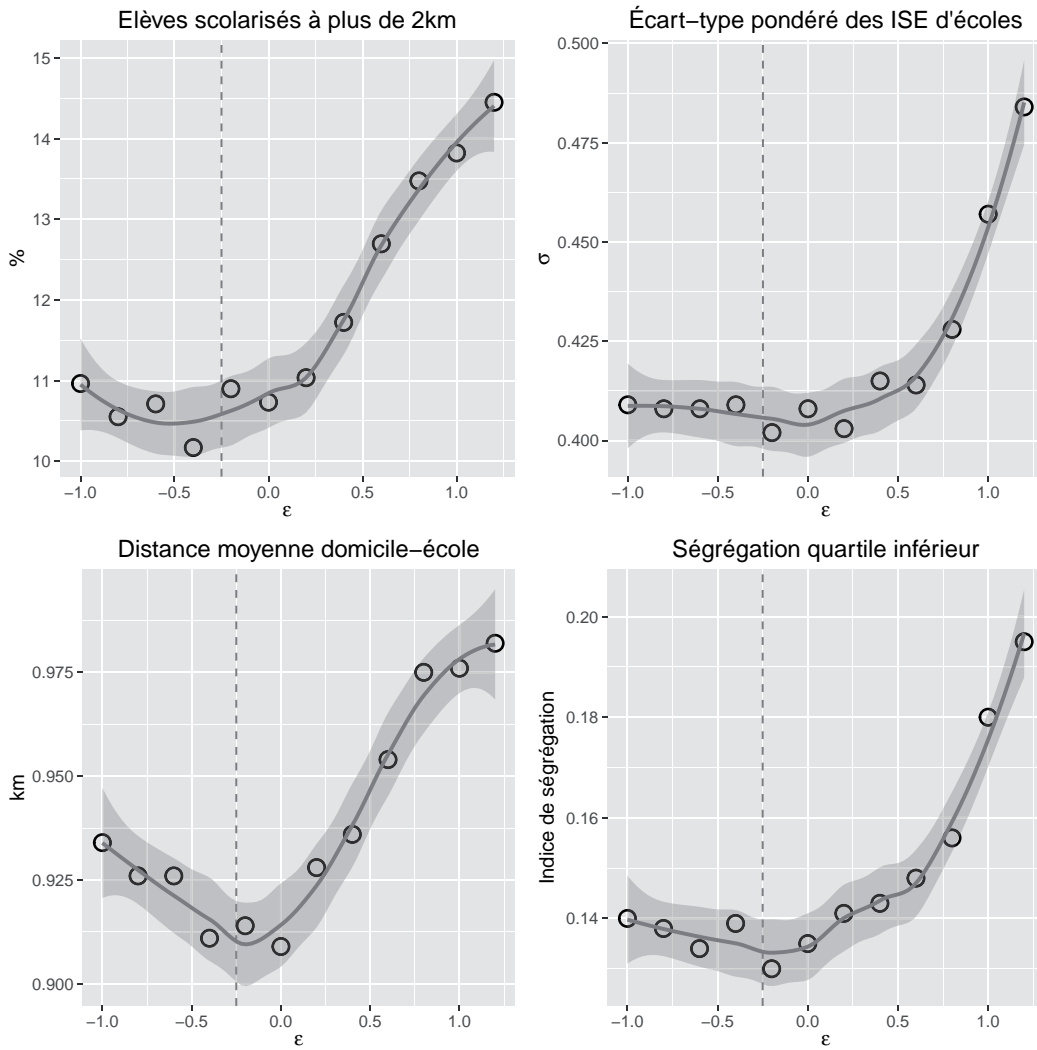
6.8. Rien ne sert de courir...

Nous avons expliqué plus haut que le logiciel sélectionne, à chaque itération, un élève au hasard parmi ceux qui se trouvent à une « distance globale » (combinaison de la distance géographique et de la distance sociale) élevée par rapport à leur école. Le seuil d'éligibilité à un déplacement ou à une permutation est $m_D + \varepsilon \sigma_D$, où m_D est la distance globale moyenne, σ_D l'écart type des distances globales et ε un paramètre à choisir librement. La plupart des essais d'exécution du logiciel décrits ci-dessus ont été effectués avec une valeur $\varepsilon = 0,8$. Le logiciel cherchait donc à déplacer les élèves pour lesquels la distance globale D se situait au moins 0,8 écarts-types au-dessus de la moyenne (dans le cas d'une distribution normale, cela inclut un peu plus d'un

cinquième des élèves). Evidemment, au fur et à mesure de l'exécution du programme, les valeurs de m_D et de σ_D diminuent et de nouveaux élèves se trouvent éligibles au changement d'école.

Nous avons choisi cette valeur 0,8 relativement élevée parce qu'il était apparu, lors des premiers essais du logiciel, qu'en agissant sur les élèves les plus « éloignés » de leur école, on obtenait plus rapidement une amélioration de la proximité et de la mixité. Nous avons néanmoins voulu vérifier le comportement du programme avec d'autres valeurs de ε . Il est apparu que, si une valeur élevée de ε donne rapidement de bons résultats (au fil des quelque 5 000 premières itérations), l'efficacité sur le long terme (plus de 15 000 itérations) est en revanche sensiblement meilleure avec une valeur de ε proche de zéro, et même légèrement négative. Comme le montre la figure 10, l'optimum est atteint aux alentours de $\varepsilon = -0,25$, c'est-à-dire en faisant agir le processus de permutations et de déplacements sur les quelque 60 % d'élèves les moins bien placés.

Figure 10 : Effet du paramètre ε (25 000 itérations, $\tau = 0,2$, $k_s = 0,5$, $k_Q = 0,5$)



7. Analyse détaillée d'un résultat

En nous appuyant sur l'étude de l'action des différents paramètres, à laquelle nous nous sommes livré ci-dessus, nous avons pu exécuter le logiciel durant un grand nombre d'itérations, avec différentes options, jusqu'à optimiser l'équilibre entre proximité et mixité. A titre d'exemple, nous vous proposons d'examiner en détail l'affectation des élèves obtenue avec la combinaison de réglages suivante :

$\tau = 0,2$
 $k_S = k_G = 0,5$
 $k_M = k_Q = 0,5$
 $\sigma_{ISE}[Bxl] = 1,3$
 $S_1 = 2\ 000$ m et $S_2 = 4\ 000$ m
 $\varepsilon = -0,2$
 35 000 itérations

Les élèves concernés par le calcul sont les élèves néerlandophones et francophones de première primaire. Nous analyserons successivement les résultats en matière de proximité, puis de mixité sociale.

7.1. Proximité

Le tableau 7 permet de comparer la situation réelle en 2011 avec celle générée par notre logiciel. La distance moyenne domicile-école se trouve réduite de 1 330 à 910 m seulement, avec un écart-type deux fois plus petit. Alors qu'aujourd'hui 853 élèves fréquentent une implantation distante de plus de 4 km, notre logiciel ramène l'élève le plus éloigné à 2 856 m (contre 12,3 km actuellement). Quant aux élèves scolarisés à plus de 2 km, leur nombre est divisé par deux.

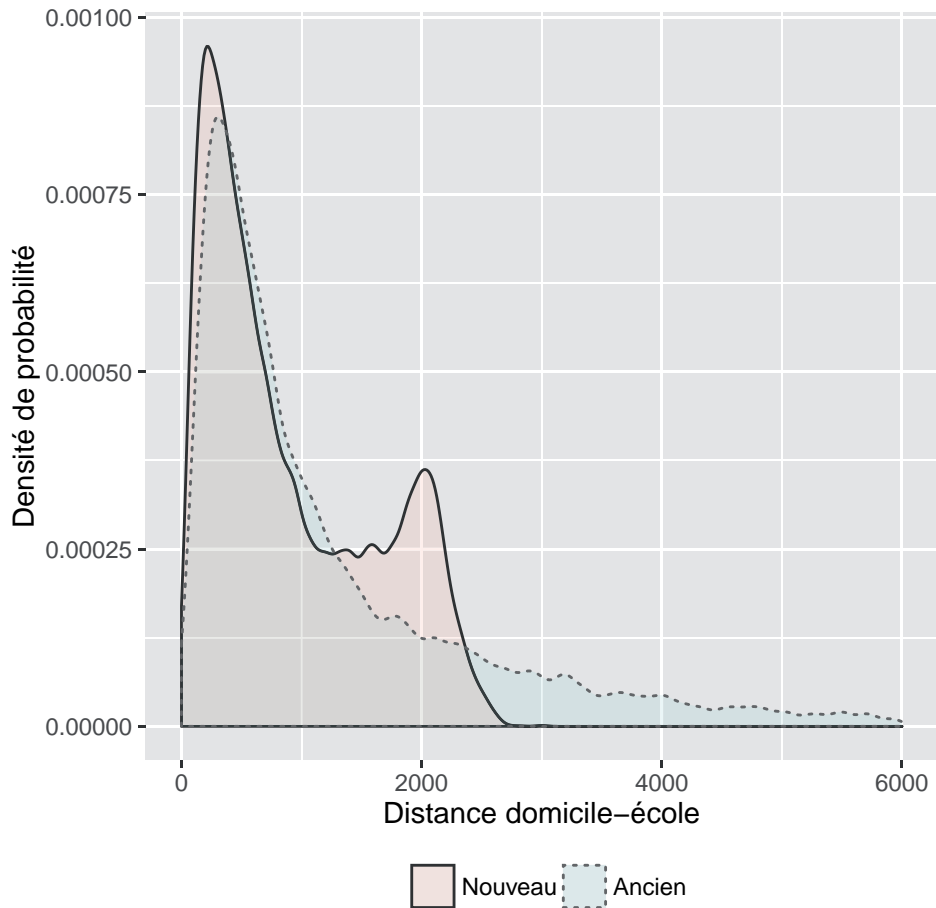
Table 7 : Distance domicile-école au terme de 35 000 itérations

	Situation 2011	Situation générée
Distance moyenne	1 330 m	910 m
Ecart type des distances	1 496 m	698 m
Distance maximale	12 337 m	2 856 m
Nombre d'élèves à $d > 2$ km	2 808	1 483
Nombre d'élèves à $d > 4$ km	853	0

L'amélioration de la proximité s'observe encore plus clairement sur le graphique 11 où l'on peut comparer la distribution des distances domicile-école réelles de 2011 (en pointillé) et la distribution obtenue au terme de l'exécution du programme (trait plein). On pourrait avoir l'impression, au vu du pic vers 2 000 m sur ce graphique, que les quelque 1 500 élèves les plus

éloignés ont simplement été déplacés pour se retrouver dans une implantation située à environ 2 km de leur domicile. En réalité, les changements d'affectation sont bien plus profonds : plusieurs milliers de mutations et de permutations d'élèves ont été nécessaires pour obtenir ce résultat, tout en respectant le nombre de places disponibles dans chaque école.

Figure 11 : Distribution des distances domicile-école



Il est parfaitement possible d'améliorer encore la proximité. De réduire par exemple la distance moyenne vers 700 m ou de diminuer, voire supprimer le « pic » du graphique vers 2 000 m. Mais cela se fait forcément au détriment de la mixité sociale, que nous avons voulu privilégier dans cet exemple.

7.2. Mixité sociale

Le tableau 8 permet de se rendre compte de l'efficacité du logiciel dans la création de mixité sociale. En 2011, les indices socio-économiques moyens des classes de première primaire bruxelloises présentaient un écart-type de 0,874 (pour

Peut-on concilier proximité et mixité sociale?

Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

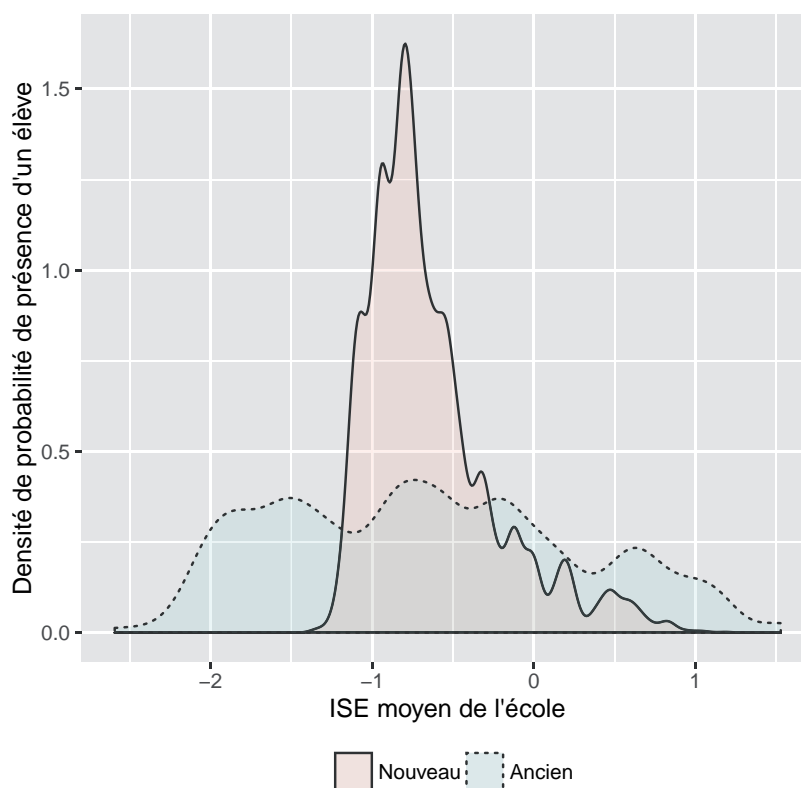
rappel, l'écart-type des ISE individuels est estimé à 1,3). Au terme des 35 000 itérations du programme, cet écart-type est ramené à 0,54. Cela signifie que les écoles sont devenues beaucoup moins dissemblables. Plus intéressante encore est

l'observation de ces écarts-types lorsqu'ils sont pondérés par le nombre d'élèves de chaque établissement : cette fois le bénéfice en matière de mixité est encore plus impressionnant puisqu'on passe de 0,920 à 0,398.

Table 8 : Mixité sociale des écoles au terme de 35 000 itérations

	Situation 2011	Situation générée
Ecart-type des ISE d'écoles	0,874	0,540
Idem, mais pondéré par les effectifs	0,920	0,398
Indices de ségrégation sociale :		
25 % les moins favorisés	0,370	0,130
25 % les plus favorisés	0,406	0,197

Figure 12 : Distribution pondérée des ISE d'écoles

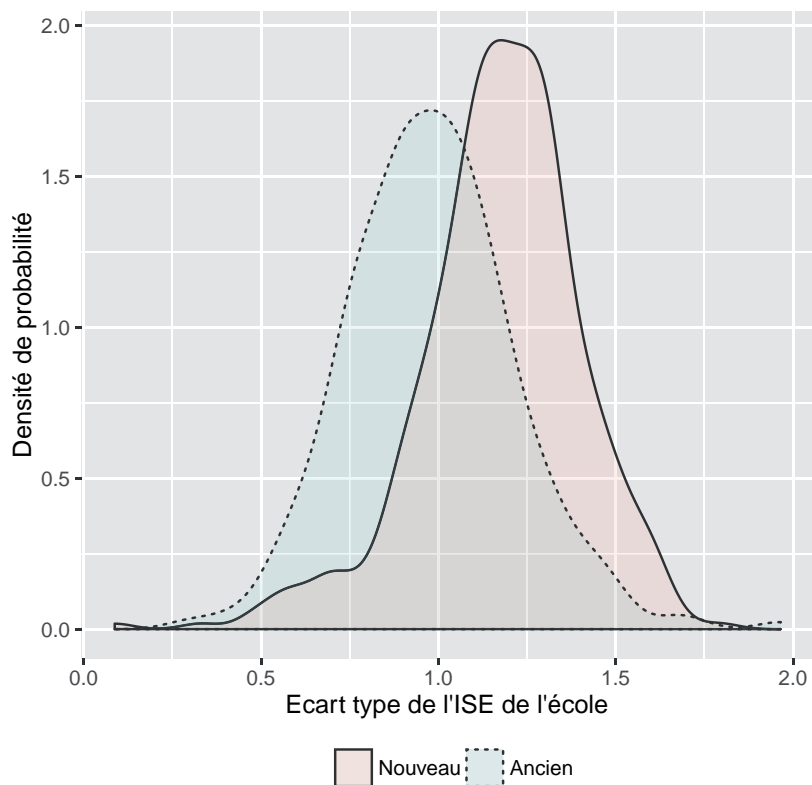


Ce « resserrement » de la distribution des ISE d'écoles est bien visible sur le graphique 12. Il s'agit d'une distribution de fréquences des ISE scolaires, pondérée par les effectifs de chaque implantation. Cela revient à dire que le graphique décrit la probabilité pour un élève de se trouver dans une école d'un certain ISE. La ligne pointillée est la situation réelle en 2011, la ligne pleine est le résultat du programme d'affectation. On observe que l'ISE scolaire le plus probable (pour un élève) se situe vers -0,80. L'ISE moyen pondéré des écoles est évidemment égal à l'ISE moyen des élèves de première primaire, soit -0,64.

L'ISE moyen non pondéré des écoles vaut, quant à lui, -0,51.

La même réalité peut être observée, différemment, en représentant la distribution des écarts types d'ISE calculés au niveau de chaque implantation. Comme on le voit sur la figure 13, dans la situation générée par le logiciel (trait plein) cet écart-type est, en moyenne, nettement plus élevé que dans la situation réelle de 2011 : c'est ce que traduit le glissement de la courbe vers la droite. En termes simples : les écoles sont devenues, en moyenne, nettement plus hétérogènes.

Figure 13 : Distribution des écarts-types d'ISE d'écoles



Peut-on concilier proximité et mixité sociale?

Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

Dans la deuxième partie du tableau 8 on peut constater que les indices de ségrégation sociale (calculés pour les élèves appartenant aux deux quartiles socio-économiques extrêmes) se trouvent sensiblement réduits. La ségrégation des moins favorisés est divisée par trois (de 0,37 à 0,13), celle des plus favorisés est divisée par deux (de 0,41 à 0,20). En d'autres mots, le programme (et la configuration sociale et géographique des effectifs scolaires bruxellois) permet de faire en sorte que les élèves des catégories les plus pauvres se retrouvent à peu près en proportions égales dans tous les établissements. Le résultat est un peu moins bon pour les élèves des milieux les plus aisés. Cela s'explique par la structure socio-résidentielle de la capitale. Dans leur étude sur la ségrégation scolaire à Bruxelles, Delvaux et Serhadlioglu ont montré qu'« entre la zone de quartiers très défavorisés du centre et la zone de quartiers très favorisés de la périphérie, il y a à la fois de la distance et une « zone tampon » davantage hétérogène » (Delvaux & Serhadlioglu 2014). La zone centrale pauvre est densément peuplée, mais elle a une faible extension géographique et il est donc relativement facile d'y déplacer des élèves pour obtenir une composition mixte des écoles : « les quartiers centraux défavorisés sont en fin de compte, dans la majorité des cas, assez peu éloignés de quartiers plus favorisés » notent Delvaux et Serhadlioglu. En revanche, les zones « riches » extérieures sont étendues et de faible densité. Il est donc plus difficile d'y

concilier proximité et mixité. C'est sans doute ce qui explique la subsistance de quelques « ghettos riches » au terme du processus d'affectation des élèves.

Pareillement, le graphique 12 montre que les écoles concentrant des publics particulièrement défavorisés ont disparu au terme de l'exécution du programme (aucune école n'a un ISE inférieur à -1,5, contrairement à ce qui est le cas aujourd'hui). En revanche, il subsiste quelques écoles à concentration de publics aisés (ISE supérieur à 0), mais elles concernent moins d'élèves qu'aujourd'hui.

7.3. La fin des écoles ghettos

Le tableau 9 illustre fort bien cette quasi-disparition des « écoles ghettos ». Pour le construire, nous avons réparti les implantations en dix catégories, D1 à D10, selon leur ISE moyen. Les seuils qui déterminent ces dix catégories sont les seuils de classement des élèves par décile socio-économique. En d'autres mots, les écoles qui appartiennent, par exemple, à la catégorie D4, ont un ISE moyen du même ordre que celui des élèves du quatrième décile socio-économique. Si les écoles avaient une composition sociale quasiment identique, elles appartiendraient toutes aux catégories centrales D5 et D6. Attention : le tableau n'indique pas le pourcentage d'écoles de chaque catégorie mais le pourcentage d'élèves qui fréquentent une école de cette catégorie.

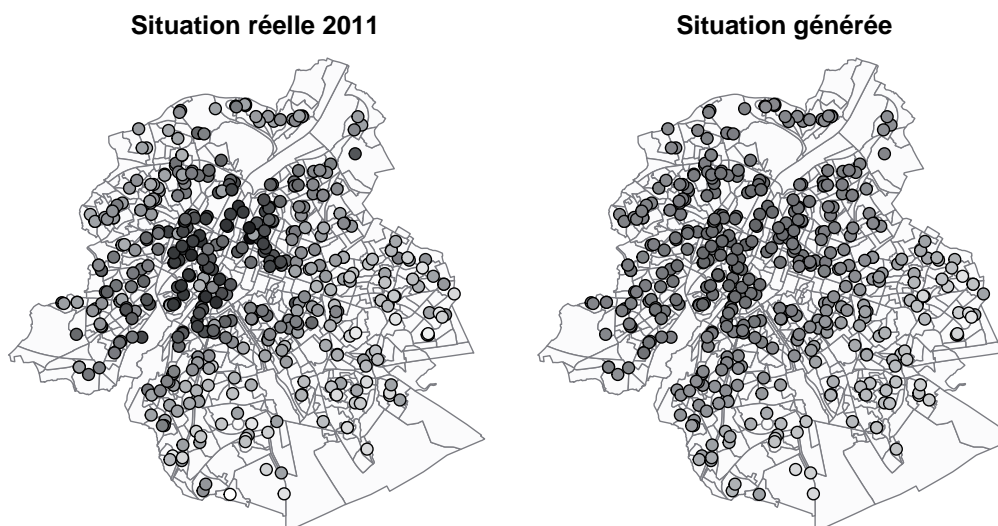
Table 9 : Répartition des élèves par classe socio-économique d'école (en pour-cent)

Classe	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
	Ghettos pauvres			Mixité ou classes moyennes				Ghettos riches		
ISE de...	-6,62	-2,28	-1,84	-1,43	-1,06	-0,65	-0,24	0,14	0,53	1,06
à...	2,28	-1,84	-1,43	-1,06	-0,65	-0,24	0,14	0,53	1,06	4,68
Élèves %										
Réel	0,6	8,1	12,8	9,0	18,5	15,2	15,6	10,4	7,7	2,1
Généré	0	0	0	9,6	51,1	24,5	8,6	4,0	2,1	0,04

La différence entre la situation réelle (en 2011) et la situation générée par le logiciel d'affectation des élèves est frappante. En 2011, seul un tiers des élèves fréquentaient une école des classes centrales D5 ou D6. Au terme de l'exécution du programme, pas moins de trois quarts des élèves sont dans une école de ces deux catégories. Le processus d'affectation est parvenu à placer 94 % des élèves dans les écoles relativement mixtes appartenant aux quatre classes centrales. Il ne reste plus aucun élève scolarisé dans un « ghetto pauvre » (classes D1 à D3), alors qu'ils étaient plus de 21 % dans la réalité de 2011. Et s'il reste quelque 6 % d'élèves dans des écoles à forte concentration de publics favorisés (les « ghettos riches » des catégories D8, D9 et D10), c'est nettement moins que les 20 % de la réalité 2011.

Cette réalité peut être mise en cartes. La figure 14 représente l'ensemble des écoles primaires bruxelloises. La clarté des points est une fonction linéaire de l'ISE moyen des écoles. On observe fort bien que, dans la situation originelle (image de gauche), il y a beaucoup d'écoles « noires », c'est-à-dire ayant un ISE moyen très faible, au centre de la région bruxelloise et plusieurs écoles « blanches », particulièrement dans la zone sud-est de la Région. Au contraire, l'image de droite, produite au terme de l'exécution du programme, présente des écoles beaucoup moins contrastées. Les points noirs centraux ont disparu et les points blancs sont devenus gris. Il subsiste cependant des écoles plus claires dans les secteurs au sud-est de la Région : cela traduit la même réalité que le léger étalement vers la droite du graphique de la figure 14 et les quelques « ghettos de riches » du tableau 9.

Figure 14 : ISE des écoles (noir = -2,60 ; blanc = 1,55)



8. Conclusions et perspectives

En montrant qu'à distribution résidentielle inchangée, il est possible de réduire sensiblement la ségrégation scolaire observée aujourd'hui, l'étude que nous avons effectuée confirme que la ségrégation scolaire n'est pas le pur reflet de la ségrégation résidentielle. Elle montre également sans ambiguïté que, dans le contexte de l'enseignement primaire ordinaire bruxellois, il est théoriquement possible de réduire significativement la ségrégation des publics scolaires sans –

bien au contraire – accroître la distance parcourue actuellement par les enfants entre leur domicile et leur école.²⁸ En dépit du caractère imprécis de certaines données de base, notre démonstration est convaincante parce que ces conclusions résistent aux variations des divers paramètres que, par mesure de précaution, nous avons introduites dans l'algorithme. Ce qui laisse supposer que si on appliquait le même logiciel à des données plus récentes et plus précises en termes d'identification

²⁸ Si la distance moyenne est diminuée, il est toutefois probable que certains élèves qui, normalement, fréquenteraient l'école la plus proche de leur domicile, se retrouvent ici dans un établissement éloigné d'un ou deux kilomètres. Aussi, une version améliorée de notre logiciel pourrait-elle chercher à minimiser, non pas la distance géographique entre l'école et le domicile, mais le temps de parcours (à pied ou en transports en commun). Cela pourrait être combiné à la gratuité des services de transport pour les enfants dont les parents choisissent l'école qui leur a été proposée.

du domicile et d'individualisation de l'indice socio-économique, ces mêmes conclusions s'imposeraient. Elles s'imposeraient également très probablement si, au lieu de nous limiter à l'enseignement primaire ordinaire, nous avons aussi considéré l'enseignement maternel et l'enseignement spécialisé.

Une telle démonstration conforte la proposition de l'Appel pour une école démocratique consistant à proposer à chaque famille une école tout en lui laissant la possibilité de demander ensuite une autre affectation. Elle la conforte parce qu'il apparaît désormais possible de proposer des écoles beaucoup moins différentes qu'aujourd'hui en termes de composition sociale. Il s'agit là d'une condition indispensable pour que les demandes d'autres affectations ne soient pas trop nombreuses et qu'on puisse ainsi écarter le risque que se reconstitue de la sorte la ségrégation des publics que l'on aurait évitée au terme du dispositif automatisé d'affectation.

Pour autant, si notre étude démontre que cette condition essentielle peut être rencontrée dans le cas de l'enseignement primaire bruxellois, plusieurs autres conditions devraient être réunies pour traduire la proposition de l'Aped en un

dispositif légal susceptible d'être mis en œuvre et d'atteindre ses objectifs.

La première de ces conditions concerne la généralisation de ces conclusions à d'autres régions ou niveaux d'enseignement, puisque l'objectif de mixité vaut aussi pour la Wallonie et, au minimum, pour l'ensemble du tronc commun. Nous avons de bonnes raisons de penser que les conclusions de nos analyses bruxelloises persisteraient au moins dans d'autres régions urbanisées caractérisées par une forte densité de l'offre scolaire, et pourraient être étendues à l'enseignement secondaire. Il conviendrait cependant de le vérifier.

Il conviendrait également de complexifier le modèle afin d'introduire dans l'algorithme quelques autres paramètres probablement incontournables mais dont nous n'avons pu tenir compte par absence de données. Parmi eux, la fratrie, le temps et coût de parcours (sans doute plus pertinents que la distance), l'école où le parent-enseignant travaille, voire éventuellement la distance entre école et lieu de travail des parents ou encore le réseau d'enseignement.²⁹

Si l'on veut atteindre les objectifs de mixité, le dispositif doit également se garder d'inciter les parents à développer

²⁹ A défaut de la solution «radicale» consistant à faire disparaître ces réseaux en les fusionnant, l'Aped propose d'ajouter un paramètre supplémentaire à l'algorithme d'affectation des élèves aux écoles. On demanderait préalablement aux parents, non pas s'ils souhaitent, mais s'ils accepteraient que l'école qui leur sera proposée soit une école confessionnelle.

Peut-on concilier proximité et mixité sociale?

Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

des stratégies visant à reconstituer un « entre soi ». Les stratégies déployées en amont du processus d'affectation, par exemple en choisissant un lieu de résidence, ont cependant peu de chance d'être profitables puisque l'algorithme cherche à réduire les différences de profil sociologique des écoles quel que soit le lieu de résidence. Quant aux stratégies en aval, elles pourraient conduire à une baisse significative du niveau de mixité si un grand nombre de parents refusaient l'école proposée. Il est cependant probable que ces refus émaneraient davantage des catégories les plus favorisées de la population et que leurs demandes de réaffectation se concentreraient sur certaines écoles. On peut néanmoins émettre l'hypothèse — à vérifier — que ces demandes auraient un impact faible sur l'objectif de mixité, puisque ces parents ne trouveraient plus sur le marché scolaire que des établissements ayant une proportion à peu près « normale » d'enfants des classes populaires.

On le voit : plus le dispositif sera efficace, c'est-à-dire plus de parents accepteront l'école proposée, plus cela conduira à limiter les marges de liberté des familles qui auront refusé la proposition. Or, on sait combien l'attachement au principe de libre choix de l'école reste fortement ancré en Belgique. Développer un dispositif restreignant les marges de manœuvre et limitant les possibilités de stratégies gagnantes pourrait dès lors pousser certains acteurs à sortir du système (pour des offres privées, par exemple) ou à développer des

stratégies collectives d'opposition politique ou juridique au dispositif. Plusieurs facteurs laissent à penser que de telles stratégies collectives seraient probables et mettraient les acteurs politiques sous pression. Car même si la moindre différenciation des écoles en termes socio-économiques (et sans doute, dans la foulée, en termes ethniques) serait un paramètre rassurant, il est clair que ce paramètre n'est pas le seul pris en compte lors du choix d'école. D'autres critères paraissent importants aux yeux d'une proportion non négligeable de parents. Citons notamment le réseau d'appartenance de l'école, la pédagogie qu'elle promeut, la qualité supposée de son corps professoral ou de sa direction ou encore les caractéristiques sociales et ethniques du quartier dans lequel se situe l'école.

Ces préoccupations sont nourries par l'expérience que font actuellement les parents d'une forte différenciation des écoles. Cette expérience les rend assurément méfiants face aux discours officiels garantissant une « égalisation » des écoles non seulement en termes de public mais aussi de qualité. Et ce d'autant que les études menées en Angleterre, notamment par Stephen Ball (Ball 2005), montrent à quel point les connaissances « chaudes » collectées dans les réseaux de connaissance déterminent bien davantage les représentations que ne le font les informations « objectives » et « froides » fournies par le système. D'autant qu'il faudrait également à chaque école du temps pour s'adapter à un public plus mixte

tant les équipes éducatives, aujourd'hui habituées à des publics différenciés, se sont adaptées à leur « niche de marché ».

Convaincre l'opinion d'opter pour un dispositif d'affectation relativement contraignant suppose donc aussi de la convaincre que les écoles, quelles qu'elles soient, seront en mesure de contribuer au développement de chaque enfant. Certes, un faisceau convergent d'études présentées dans la première partie de notre texte tend à montrer l'existence d'une relation positive entre degré de mixité des écoles et mesures d'égalité, mais nous avons déjà souligné que cette relation positive n'était pas automatique et supposait une approche systémique du changement afin d'agir sur les variables contextuelles ou médiatrices pour qu'elles renforcent plutôt qu'elles ne freinent l'impact positif de la mixité sur les résultats scolaires.

Pour autant, rappelons que la recherche d'une plus grande mixité ne doit pas être seulement justifiée au nom de son impact sur l'égalité de résultats. L'impact potentiel de la mixité sur la socialisation doit également être pris en compte et devrait sans doute l'être davantage même si, comme pour l'égalité des résultats, l'impact positif n'est pas absolument garanti et dépend

aussi d'autres variables contextuelles ou médiatrices. Il ne fait en tous cas aucun doute que l'opinion accepterait bien plus volontiers l'idée d'une mixité des écoles si elle attendait de l'école qu'elle prépare les enfants à une société démocratique privilégiant l'égalité des places plutôt que l'égalité des chances d'accéder aux rares places prestigieuses. Développer chez les parents d'autres demandes qu'une école aidant son enfant à se positionner dans la compétition sociale paraît une condition essentielle – mais exigeante – si l'on veut faire accepter une plus grande mixité des publics via un processus d'affectation relativement contraignant.

La qualité des justifications est essentielle. Pour être mise en œuvre, la proposition de l'Aped doit en effet parvenir à convaincre de nombreux acteurs que les représentations et attentes fondant cette proposition ne proviennent pas d'un *a priori* favorable à la mixité des écoles ou à l'intervention des autorités publiques dans le processus de répartition des élèves entre écoles. La preuve qu'apporte la présente étude conforte sans nul doute la crédibilité de la proposition, mais d'autres arguments doivent compléter l'argumentaire si l'on veut espérer dégager une majorité politique en faveur d'un tel dispositif.

Références

- Allen, R. (2008), Choice-based secondary school admissions in England : Social stratification and the distribution of educational outcomes, Other, Institute of Education, University of London.
- Allen, R. (2010), School autonomy and social segregation.
- Allen, R. & Burgess, S. (2010), The future of competition and accountability in education., Technical report.
- Aped (2007), Vers l'école commune. Programme en dix points pour une réforme de l'enseignement en Belgique.
- Ball S.J., (2005), Education policy and social class, Routledge
- Baye, A., Demonty, I., Lafontaine, D., Matoul, A. & Monseur, C. (2010), Lecture à 15 ans. Premiers résultats de PISA 2009, *Les Cahiers des Sciences de l'Éducation* (31).
- Böhlmark, A., Holmlund, H., Lindahl, M. & others (2015), School choice and segregation : Evidence from Sweden, Technical report.
- Danhier, J. (2015), La ségrégation, un mal belge ?, *Equal opportunities*.
- Danhier, J., Jacobs, D., Devleeshouwer, P., Martin, E. & Alarcon, A. (2014), Vers des écoles de qualité pour tous ? Analyse des résultats à l'enquête PISA 2012 en Flandre et en Fédération Wallonie-Bruxelles.
- Delvaux, B. (2005), Ségrégation scolaire dans un contexte de libre choix et de ségrégation résidentielle, in M. Demeuse, A. Baye, M.-H. Straeten, J. Nicaise & A. Matoul, eds, *Vers une école juste et efficace*, De Boeck Supérieur, pp. 275–296.
- Delvaux, B. (2011), Nationalité et parcours scolaire en Belgique francophone, *Les cahiers de recherche du Girsef* (86).
- Delvaux, B., Bouchat, T.-M. & Hindryckx, G. (2008), Espace local et choix du lieu de scolarisation dans l'enseignement fondamental, *Les Cahiers de Recherche en Education* (64).
- Delvaux, B. & Joseph, M. (2006), Hiérarchie scolaire et compétition entre écoles : le cas d'un espace local belge, *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation* (156), 19–27.
- Delvaux, B. & Serhadlioglu, E. (2014), La ségrégation scolaire, re et déformé de la ségrégation urbaine Différenciation des milieux de vie des enfants bruxellois, *Cahiers du Girsef* (100).
- Demeuse, M. (2012), Une ségrégation dans notre système scolaire ?, *Eduquer* (87).
- Demeuse, M. & Baye, A. (2008a), Indicateurs d'équité éducative. Une analyse de la ségrégation académique et sociale dans les pays européens, *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation* (165), 91–103.
- Demeuse, M. & Baye, A. (2008b), Mesurer et comparer l'équité des systèmes éducatifs en Europe, *Éducation et formations* 78 (Novembre), 137–149.
- Dumay, X., Dupriez, V. & Maroy, C. (2010), Ségrégation entre écoles, effets de la composition scolaire et inégalités de résultats, *Revue française de sociologie* Vol. 51(3), 461– 480.

- Dupriez, V. & Dumay, X. (2011), 'Les quasi-marchés scolaires : au bénéfice de qui ?', *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation* (176), 83–100.
- Feintuck, M. & Stevens, R. (2013), *School Admissions and Accountability : Planning, Choice Or Chance ?*, Policy Press.
- Friant, N. (2016), *Choix de l'école et ségrégations scolaires dans un espace local en Belgique francophone*, Technical report, Université de Mons (UMONS) Institut d'Administration Scolaire.
- Gorard, S., Taylor, C. & Fitz, J. (2000), A re-examination of segregation indices in terms of compositional invariance, *Social Research Update* (30).
- Hirtt, N. (2003), *Inégalités sociales, semi-marchés, sous-financement, filières... La catastrophe scolaire belge, Appel pour une école démocratique*.
- Hirtt, N. (2007), *Impact de la liberté de choix sur l'équité des systèmes éducatifs ouest-européens, Appel pour une école démocratique*.
- Hirtt, N. (2014), *PISA 2012 sans fard et sans voile. Pourquoi les systèmes éducatifs de Belgique et de France sont-ils les champions de l'inégalité sociale ?*, Appel pour une école démocratique.
- Hirvenoja, P. (2000), *Families in the 'Public-markets' : School choice in the comprehensive school*, Edinburgh.
- Jacobs, D., Danhier, J., Devleeshouwer, P. & Rea, A. (2013), *Inégalité sociale, ségrégation et performance de l'enseignement obligatoire en Belgique*, in P. Maystadt, E. Cantillon, L. Denayer, P. Pestieau, B. V. der Linden & M. Cattelain, eds, *Le Modèle Social Belge : Quel Avenir ? Actes Du 20ème Congrès Des Économistes de Langue Française*, ULB – Université Libre de Bruxelles.
- Jacobs, D., Rea, A. & Hanquinet, L. (2007), *Performances des élèves issus de l'immigration en Belgique selon l'étude PISA : Une comparaison entre la Communauté française et la Communauté flamande*, Fondation Roi Baudouin.
- Lafontaine, D. & Monseur, C. (2011), *Quasi marché, mécanismes de ségrégation sociale et académique en Communauté française de Belgique*, *Education Comparée* 6.
- Maroy, C. (2007), *Pourquoi et comment réguler le marché scolaire ?*, *Les Cahiers de Recherche en Education* (55).
- Monseur, C. & Crahay, M. (2008), *Composition académique et sociale des établissements, e cacité et inégalités scolaires : une comparaison internationale*, *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation* (164), 55–66.
- OECD (2013), *Are Countries Moving Towards More Equitable Education Systems ?*, PISA in Focus 02.
- Taylor, C. (2009), *Choice, Competition, and Segregation in a United Kingdom Urban Education Market*, *American Journal of Education* 115(4), 549–568.
- Walford, G. (1996), *School Choice and the Quasi-Market*, Symposium Books Ltd.

Peut-on concilier proximité et mixité sociale?

Simulation d'une procédure numérique d'affectation des élèves aux écoles primaires bruxelloises

Walford, G. (2000), *School Choice, Equity and Social Exclusion in England and Wales*, in J. Sayer & J. L. Vanderhoeven, eds, *School Choice, Equity and Social Exclusion in Europe*, Garant, Leuven.

Whitty, G. & Power, S. (2001), *Devolution and choice in education. The research evidence to date*, *Zeitschrift für Pädagogik* (43).

Wiborg, S. (2010), *Swedish Free Schools : Do they work ?*, *Centre for Learning and Life Chances in Knowledge Economies and Societies- Research Paper* (18).

Derniers cahiers de recherche publiés

2016

Hindricks J., Godin, M.

Équité et efficacité des systèmes scolaires : une comparaison internationale basée sur la mobilité sociale à l'école

Barbana S., Dellisse S., Dumay X., Dupriez V.

Vers un recouplage politique/pratique ? Études de cas dans l'enseignement secondaire belge francophone, n° 105

2015

Dumay X., Draelants H., Dahan A.

Organizational Identity of Universities : A Review of the Literature from 1972 to 2014, n°104

Vertongen G., Nils F., Galdiolo S., Masson C., Dony M., Vieillevoye S., Wathelet V.

Test de l'efficacité de deux dispositifs d'aide à la réussite en première année à l'université : remédiations précoces et blocus dirigés, n° 103

Dahan A.

Autonomie des universitaires, autonomie des universités. Retour et réflexions sur un concept réifié dans les travaux sur l'enseignement supérieur, n° 102

Bar S., Dumay X. et Draelants H.

Les écoles primaires anglaises face aux classements de performance, entre évitement et tentations, n° 101

2014

Delvaux B. et Serhadlioglu E.

La ségrégation scolaire, reflet déformé de la ségrégation urbaine. Différenciation des milieux de vie des enfants bruxellois, n° 100