



HAL
open science

SIGEM : analyse de la procédure d'affectation dans les grandes écoles de management

Vincent Iehlé, Julien Jacqmin

► **To cite this version:**

Vincent Iehlé, Julien Jacqmin. SIGEM : analyse de la procédure d'affectation dans les grandes écoles de management. *Revue Economique*, 2023, Vol. 74 (2), pp.139-168. 10.3917/reco.742.0139 . halshs-03135334v3

HAL Id: halshs-03135334

<https://shs.hal.science/halshs-03135334v3>

Submitted on 5 Feb 2022

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.

SIGEM : Analyse de la Procédure d’Affectation dans les Grandes Ecoles de Management *

Vincent IEHLÉ[†]

Julien JACQMIN[‡]

*Les auteurs tiennent à remercier Jean-Christophe Hauguel (SIGEM) pour les informations et l’aide qu’il a pu fournir durant l’élaboration de ce travail.

[†]Normandie Université, UNIROUEN, LERN. Adresse postale : 3 Avenue Pasteur, 76000 Rouen, France.
Adresse électronique : vincent.iehle@univ-rouen.fr.

[‡]NEOMA Business School. Adresse postale : 1 Rue du Maréchal Juin, 76130 Mont-Saint-Aignan, France.
Adresse électronique : julien.jacqmin@neoma-bs.fr.

Résumé

La procédure centralisée du SIGEM est en charge de l'affectation des candidats reçus aux concours des grandes écoles de management en France. Elle est basée sur l'utilisation d'un algorithme connu qui correspond à la version « écoles » de l'algorithme de Gale et Shapley (1962). Les résultats théoriques des modèles d'appariement, liés à cet algorithme, permettent d'identifier des propriétés fondamentales satisfaites par la procédure. Certains particularismes de l'environnement du SIGEM qui génèrent des comportements stratégiques de la part des participants sont étudiés. Nous montrons comment le résultat de la procédure est finalement utilisé pour générer un classement des écoles. Les implications de cette hiérarchisation commune des écoles, propre au SIGEM, sont également évaluées.

SIGEM : Analysis of the Enrollment Procedure in French Business Schools

Abstract

The SIGEM centralized procedure is in charge of assigning potential candidates to business schools in France. The analysis reveals the use of a well-know algorithm, namely the college-proposing version of the Gale and Shapley algorithm. The theoretical results of the two-sided matching literature, related to this algorithm, make possible the identification of fundamental properties satisfied by the procedure. Some specificities of the SIGEM environment may also generate strategic behaviors on the side of participants, be they candidates or schools. Eventually, we show how the outcome of the mechanism is used to generate a strict ranking of schools. The implications of this common ranking of schools, specific to SIGEM, are also assessed.

Mots-clés : algorithmes d'acceptation différée, modèle d'appariement, procédure d'affectation, hiérarchisation commune, écoles de management.

Keywords : deferred acceptance algorithms, two-sided matching, enrollment system, common ranking, French business schools.

JEL Classification: C78, D78, I23.

1 Introduction

Les cursus des étudiants français sont balisés par des procédures centralisées d’affectation ¹. Ces pratiques sont aussi courantes hors de France, on les retrouve au niveau national ou dans de grandes villes où les admissions à grande échelle dans les établissements scolaires ou universitaires nécessitent d’être centralisées et automatisées. Sur la base de classements produits par les établissements et de vœux soumis par les candidats, elles permettent de générer une affectation qui spécifie à quel établissement chaque candidat est définitivement admis.

On attend en général de ces procédures qu’elles soient rapides, efficaces et justes. Ces propriétés ne coulent pas de source, elles vont dépendre de la manière dont l’affectation sera calculée par un algorithme à qui on délègue le calcul d’une affectation globale qui prenne simultanément en compte les vœux des candidats ainsi que les classements et capacités d’accueil des établissements. Il existe un large éventail d’algorithmes valides qui procèdent de la sorte. Ils ont chacun des implications spécifiques sur les affectations produites et aussi sur les comportements stratégiques des participants. Cette multiplicité de solutions possibles justifie donc le fait de se pencher sur les détails d’une procédure afin de mieux la comprendre et d’en extraire l’algorithme utilisé. Les outils pour se faire sont établis par la théorie des appariements (two-sided matching theory), popularisée ces dernières années à la suite des travaux d’Alvin Roth ². Un article influent de [Abdulkadiroğlu et Sönmez \(2003\)](#) montre explicitement comment les procédures d’admission dans l’éducation peuvent être directement évaluées à partir de ces outils. En France, une tendance récente vise aussi à rendre plus transparents les algorithmes utilisés, comme en témoignent par exemple les débats actuels sur la diffusion des algorithmes de Parcoursup ³. Ces considérations semblent également partagées par le président Emmanuel Macron qui résume dans un entretien l’ensemble des problématiques liées à l’utilisation d’algorithmes d’affectation ⁴ :

¹Entre autres : Affelnet après le collège, Parcoursup après le lycée, Sial après les concours du second degré dans l’Education Nationale, SIGEM après les classes préparatoires aux grandes écoles de management, voire Galaxie pour les candidats aux postes d’Enseignants Chercheurs.

²Voir [Forges et al. \(2013\)](#) pour une présentation générale des travaux de Roth et Shapley pour lesquels ils ont reçu le dit prix Nobel d’économie en 2012.

³Voir par exemple : *le Conseil Constitutionnel tranche en faveur de la transparence sur les critères de sélection*, in Le Monde (C. Stromboni), 3 avril 2020.

⁴*Emmanuel Macron Talks to WIRED About France’s AI Strategy*, in Wired (N. Thompson), 31 mars 2018.

« We are using artificial intelligence to organize the access to universities for our students that puts a lot of responsibility on an algorithm. A lot of people see it as a black box, they don't understand how the student selection process happens. But the day they start to understand that this relies on an algorithm, this algorithm has a specific responsibility. If you want, precisely, to structure this debate, you have to create the conditions of fairness of the algorithm and of its full transparency. I have to be confident for my people that there is no bias, at least no unfair bias, in this algorithm. »

Dans ce contexte, l'objet de ce travail est de présenter et d'analyser la procédure du SIGEM qui affecte chaque années les élèves reçus aux concours des grandes écoles de management en France ⁵. Il s'inscrit en cela dans la continuité de travaux de [Combe et al. \(2022\)](#), [Fack et al. \(2019\)](#), [Hiller et Tercieux \(2014\)](#) et [Haeringer et Iehlé \(2010\)](#); [Haeringer et Iehlé \(2021\)](#); [Haeringer et Iehlé \(2019\)](#) qui analysent d'autres procédures françaises en se basant aussi sur les outils de la théorie des appariements ⁶. L'analyse montre comment situer le choix particulier de l'algorithme actuel du SIGEM, notamment par rapport à d'autres alternatives possibles. La diffusion de cette étude peut aussi éventuellement permettre d'améliorer la communication auprès des candidats afin de limiter les sentiments de frustration (voire les recours gracieux) inhérents à ce type de procédures, souvent mal comprises par ses participants. Il clarifie par ailleurs les fondements de la construction du « classement du SIGEM » publié généralement à la suite des résultats de la procédure d'affectation. L'algorithme du SIGEM occupe en effet un double rôle dans l'environnement des grandes écoles de management, il est à la fois à la base de l'affectation des candidats mais également à la base de la production du classement de ces écoles. Enfin, la mise en place de la procédure du SIGEM est également intéressante du point de vue de l'Histoire des institutions. Elle souligne comment des entités quasi-privées, en situation de concurrence vis à vis des candidats, ont pu s'associer pour limiter les externalités négatives qui peuvent émerger d'un processus décentralisé de recrutement.

La contribution de cette étude est triple. Tout d'abord, nous recensons les propriétés attendues des affectations produites par le SIGEM. Pour ce faire nous identifions l'algorithme

⁵SIGEM est l'acronyme de Système d'Intégration aux Grandes Ecoles de Management.

⁶Un recensement non-exhaustif des pratiques observées en Europe est donné sur le site <http://www.matching-in-practice.eu>. Le rapport de [Combe et al. \(2018\)](#) propose aussi une discussion des différents algorithmes utilisés dans le cadre de l'enseignement public français.

du SIGEM. Il est assez standard dans ce type d'environnement puisqu'il s'agit de la version « écoles » de l'algorithme de [Gale et Shapley \(1962\)](#). Sur la base de cette information, nous montrons que les affectations satisfont une propriété de stabilité qui est cruciale dans les systèmes éducatifs puisqu'elle garantit un traitement équitable des vœux et des classements déclarés. Par contre l'utilisation de cette version de l'algorithme de [Gale et Shapley \(1962\)](#), en opposition à la version « candidats », soulèvent deux réserves concernant d'une part la sous-optimalité des affectations du point de vue des candidats et de l'autre l'absence théorique de stratégies simples à jouer pour les candidats au moment de soumettre leurs vœux. Cette analyse théorique de l'algorithme est complétée par une discussion sur des spécificités propres de la procédure SIGEM qui peuvent expliquer la formation de comportements stratégiques. La deuxième contribution concerne l'utilisation qui est faite des résultats de cette procédure dans le cas du SIGEM. Nous montrons comment les données « post-affectation » sont utilisées pour déterminer l'influent classement du SIGEM à partir de la matrice dite des désistements croisés, elle-même basée sur les préférences révélées des candidats et leurs affectations finales. La dernière contribution concerne l'exploitation d'un fait stylisé qui justifie l'analyse conjointe de l'algorithme et du classement du SIGEM. Les données post-affectation révèlent en effet l'existence d'une hiérarchie des écoles très figée et faisant consensus auprès des étudiants. Ce point est particulièrement intéressant car il permet d'avoir au final un regard plus fin sur les propriétés théoriques de l'algorithme, l'alignement des préférences des candidats ayant tendance à limiter l'impact des effets négatifs associés à l'utilisation de la version « écoles » de l'algorithme de [Gale et Shapley \(1962\)](#).

Dans ce qui suit, la Section 2 décrit le contexte du développement de la procédure du SIGEM, son fonctionnement général ainsi que l'algorithme d'affectation qu'elle utilise. La Section 3 présente les propriétés théoriques principales d'une plateforme comme le SIGEM, déduites de la connaissance de cet algorithme, ainsi qu'une discussion sur les comportements attendus des participants. La Section 4 décrit les liens entre la procédure d'affectation, la constitution des classements d'écoles et l'émergence d'une hiérarchie commune des écoles. La conclusion, en Section 5, dresse un bilan des principaux enseignements tirés de cette étude.

2 Le SIGEM

2.1 Le contexte

Depuis 2001, le Système d’Intégration aux Grandes Ecoles de Management (SIGEM) centralise le recrutement des candidats en management dans l’enseignement supérieur français. Ces cursus, généralement dénommés programmes « Grande Ecole », ont comme particularité d’être destinés aux candidats ayant suivi au préalable deux années de formation en classe préparatoire ⁷. Au total, une trentaine d’établissements sont concernés, principalement des écoles de commerce mais aussi d’autres établissements comme l’ENS Paris Saclay ou l’ENSAE Paris. Ces écoles de commerce ont comme point commun d’avoir été initiées par des Chambres de Commerce et d’Industrie locales, et de relever encore, de leur compétence (Blanchard, 2009), même si c’est de moins en moins le cas depuis une dizaine d’années. Par rapport aux autres établissements de l’enseignement supérieur français, les écoles de management disposent d’une autonomie de fonctionnement substantielle comme celle de choisir les frais de scolarité (Menger *et al.*, 2015). Néanmoins, leurs programmes « Grande Ecole » bénéficient d’une labélisation publique et des diplômes visés par le ministère de l’Education Nationale.

Une des particularités principales du SIGEM est qu’il émane de la concertation entre acteurs concernés directement par ce système de recrutement. Les autres systèmes de recrutement, eux, font généralement suite à une injonction politique. Comme décrit dans Blanchard (2012), le SIGEM est le fruit d’un groupe de travail initié au sein du Chapitre des Ecoles de Management, organe qui regroupe les écoles de commerce membres de la Conférence des Grandes Ecoles. Auparavant, les étudiants devaient se porter candidat individuellement auprès de chaque école et y passer un concours, spécifique à l’établissement concerné. S’ils étaient ensuite acceptés dans plusieurs établissements, ils pouvaient choisir d’aller dans celui de leurs choix. Une conséquence de cet ancien système consistait en « des pratiques de démarchage téléphonique de certaines écoles auprès des candidats reçus dans plusieurs établissements pour les inciter à choisir le leur » (Blanchard, 2012, p.346). Ce démarchage pouvait, entre autres choses, inclure une réduction des frais d’inscription par rapport à ceux affichés officiellement dans le but d’attirer ces candidats. Globalement, il traduisait un phénomène classique de congestion du processus d’admissions, où les flux de candidats

⁷La sélection sur dossier est l’autre moyen pour accéder à ce programme. Cette façon de candidater est historiquement vue comme moins prestigieuse et vise principalement les étudiants issus d’autres programmes de l’enseignement supérieur voulant intégrer une grande école.

ne peuvent plus être gérés correctement. Plus en amont, cela encourageait aussi les écoles à accepter plus de candidats que de places réellement disponibles dans leur établissement sur la base de décisions stratégiques complexes qui se transmettaient d'année en année.

Du point de vue des écoles, le SIGEM permet de diminuer l'incertitude par rapport à un système décentralisé d'admission ⁸. Dans le contexte de concurrence oligopolistique hiérarchisé entre écoles, [Menger et Marchika \(2014\)](#) montrent que cette incertitude concerne les frais de scolarité et le nombre d'inscription. D'une part, un système centralisé évite des pratiques de dernières minutes visant à diminuer les frais de candidats admis dans plusieurs écoles afin de les attirer dans un établissement donné. D'autre part, le SIGEM rend également difficile la mise en place de stratégies de *surbooking* puisque les écoles s'engagent en amont sur la capacité d'accueil, en le stipulant dans une publication officielle rendant cette décision contraignante. Cela permet aux écoles de faire face à moins d'incertitude sur le nombre de candidats affectés à leur établissement. Depuis 2003, en moyenne 95% de la capacité annoncée des écoles du SIGEM est affectée à des candidats. Notons que cela a pour conséquence d'offrir une plus grande certitude concernant les recettes obtenues pour leur programme grande école. C'est du moins le cas pour les écoles les plus prestigieuses qui participent au SIGEM ([Menger et Marchika, 2014](#)).

Du point de vue des candidats, le SIGEM offre également des avantages. Un processus centralisé leur permet de gagner du temps en évitant de devoir jongler entre différentes procédures décentralisées, souvent plus longues et compliquées à gérer. Cela peut dès lors leur permettre de postuler à plus d'écoles, afin de s'assurer de pouvoir en intégrer une après le processus d'admission. Même si le gain en temps et en stress d'une procédure administrative simplifiée peut paraître faible par rapport aux frais de scolarité ou aux gains potentiels à long terme de poursuivre une formation dans une école de management renommée, une littérature récente en économie comportementale appliquée au contexte de l'éducation montre que le comportement des candidats est très sensible à ce genre de changement (voir par exemple [Lavecchia et al., 2016](#)). Plusieurs explications potentielles y sont mises en avant comme le manque d'information, une tendance à procrastiner ou un manque d'attention de la part des candidats. A cet égard, une récente étude est particulièrement intéressante et tend à confirmer ces hypothèses. Profitant de l'émergence progressive d'un système centralisé d'admission dans les universités américaines, le *Common Application*, [Knight et Schiff \(2022\)](#) analysent son impact sur les admissions de candidats. Les auteurs observent, dans les établissements y

⁸Cette question est analysée par [Che et Koh \(2016\)](#).

participant, une augmentation du nombre de candidatures et une augmentation des opportunités offertes aux candidats quant à leur poursuite d'études ⁹. Toutefois, il est également important de noter que l'introduction d'une procédure centralisée ne permet pas aux candidats de profiter d'éventuelles réductions de dernière minute de leurs frais d'inscription comme observées auparavant.

2.2 La procédure

La bonne compréhension d'un algorithme d'affectation passe en premier lieu par la description de la séquence de décisions qui détermine les classements et les vœux des participants. Le concours se déroule chaque année suivant un calendrier précis articulé en plusieurs étapes ¹⁰.

Tout d'abord, courant octobre de l'année précédant la rentrée, les écoles publient au Bulletin Officiel le nombre de places disponibles dans leur établissement (**les capacités d'accueil**). Ensuite, les candidats issus des classes préparatoires doivent s'inscrire aux concours, en partie communs, organisés par la Banque Commune d'Épreuves (BCE) et Ecricome ¹¹. Les inscriptions se clôturent début janvier ¹². Les concours écrits se déroulent en avril et mai. Fin mai et début juin, les candidats admis à poursuivre la procédure sont invités à un

⁹Hafalir *et al.* (2018) évaluent expérimentalement les bénéfices d'une procédure centralisée sur une procédure décentralisée d'admissions, en prenant le point de vue de candidats qui se différencient par leurs aptitudes. Les auteurs en concluent que les candidats les « plus aptes » ont tendance à préférer la procédure centralisée par rapport à la procédure décentralisée.

¹⁰Voir les détails dans Espace Prépas : Le SIGEM en question. Rapport technique 183, 2020.

¹¹Signalons que ces candidats ont tendance à être très bien informés par rapport à ce processus et à la trentaine d'établissements concernés offrant des formations en management. Dans le cadre de leur formation de deux années en classes préparatoires, les candidats se retrouvent dans une cohorte faisant face à la même décision. De plus, ils sont accompagnés de près par leurs enseignants et disposent d'un écosystème informationnel (magazines et sites internet spécialisés, salons, journées porte-ouvertes, rencontres avec des alumni, etc.) très complet à ce sujet.

¹²Les inscriptions au concours sont payantes pour chaque école. A ce sujet, un fait stylisé notable concerne la relation entre le nombre de candidats inscrits et la strate où se trouve l'établissement dans la hiérarchie des écoles de commerce. On observe peu d'étudiants inscrits dans les écoles du haut du tableau par rapport à celles classées en milieu de tableau. Les mal classées attirent également relativement peu d'étudiants candidats. Menger et Marchika (2014) expliquent cette relation non-linéaire par les anticipations des candidats à réussir les épreuves des établissements les plus prestigieux qui donnent plus de poids aux épreuves de mathématiques que les autres. Notons que ces anticipations ne doivent plus jouer de rôle au moment où les étudiants doivent classer les écoles dans la procédure SIGEM.

entretien individuel spécifique à chaque établissement. Début juillet, chaque école transmet alors au SIGEM une liste ordonnée de candidats classés, susceptibles d'intégrer l'école. Etant données les possibilités de désistements, il est important de noter que chaque école classe plus de candidats - éventuellement beaucoup plus - qu'il n'y a de places disponibles. Les résultats de chaque école sont alors envoyés aux candidats par l'intermédiaire du SIGEM. Ces résultats sont communiqués selon deux modalités possibles, au choix de l'école. Dans la première, le candidat reçoit son propre classement dans l'école s'il est classé, sinon il est informé qu'il n'est pas classé. Dans la seconde, le candidat est simplement informé qu'il est soit sur la liste principale des classés ou sur la liste complémentaire des classés, ou encore qu'il n'est pas classé ¹³.

Le SIGEM entre principalement en jeu lors de cette dernière et ultime étape qui a lieu à la mi-juillet. Pour y accéder, les candidats doivent au préalable verser un acompte. Les candidats doivent ensuite classer par ordre de préférences les écoles qu'ils préfèrent. Ils disposent d'une fenêtre de 30 heures pour indiquer leurs vœux. Cette liste ordonnée ne peut inclure que les écoles ayant classé au préalable les candidats concernés par cette étape de la procédure du concours mais il n'y a pas de limites au nombre d'écoles à classer. Quelques jours après, sur base des classements effectués par les candidats et par les écoles, le SIGEM envoie une proposition d'affectation finale aux candidats. L'acompte sera finalement déduit des frais de scolarité versés à l'école intégrée mais ne sera pas remboursé si le candidat décide finalement de ne pas intégrer l'école à laquelle il a été affecté ¹⁴.

La Figure 1 représente l'évolution de quelques chiffres clés concernant le SIGEM. Depuis quelques années, le nombre de candidats se situe aux alentours de 10000 candidats par an. Après une tendance à la hausse de 2001 à 2014, ce chiffre a depuis lors tendance à stagner. Parmi ces candidats, plus de 80% se retrouvent ensuite classés par au moins une école. Sur les 19 dernières années disponibles, on observe une diminution du nombre de candidats affectés à une école. Ce chiffre est passé d'une moyenne de 80% dans les années 2000 à 70% dans les années 2010. En ce qui concerne le taux de remplissage, soit le nombre de candidats affectés

¹³Etre en liste principale signifie que le candidat a un classement inférieur ou égal au nombre de places disponibles dans l'école ; être en liste complémentaire signifie que le candidat a un classement plus élevé que le nombre de places disponibles, il pourra donc l'intégrer *in fine* à condition de certains désistements dans la liste principale.

¹⁴On peut voir cet acompte comme une forme d'engagement contraignant un candidat à intégrer cette école et pas une autre, extérieure au SIGEM. Comme démontré par [Ekmekci et Yenmez \(2019\)](#), ce mécanisme est aussi un moyen de limiter l'incitation des écoles à sortir d'un système centralisé d'affectations.

divisé par la capacité disponible, celui-ci est d'environ 95%. A titre informatif, pour l'année 2019, les candidats ont postulé auprès de 11.51 écoles en moyenne. En moyenne, ils ont été classés par 4.02 établissements et, parmi ceux-ci, ces candidats ont classé 3.61 établissements¹⁵.

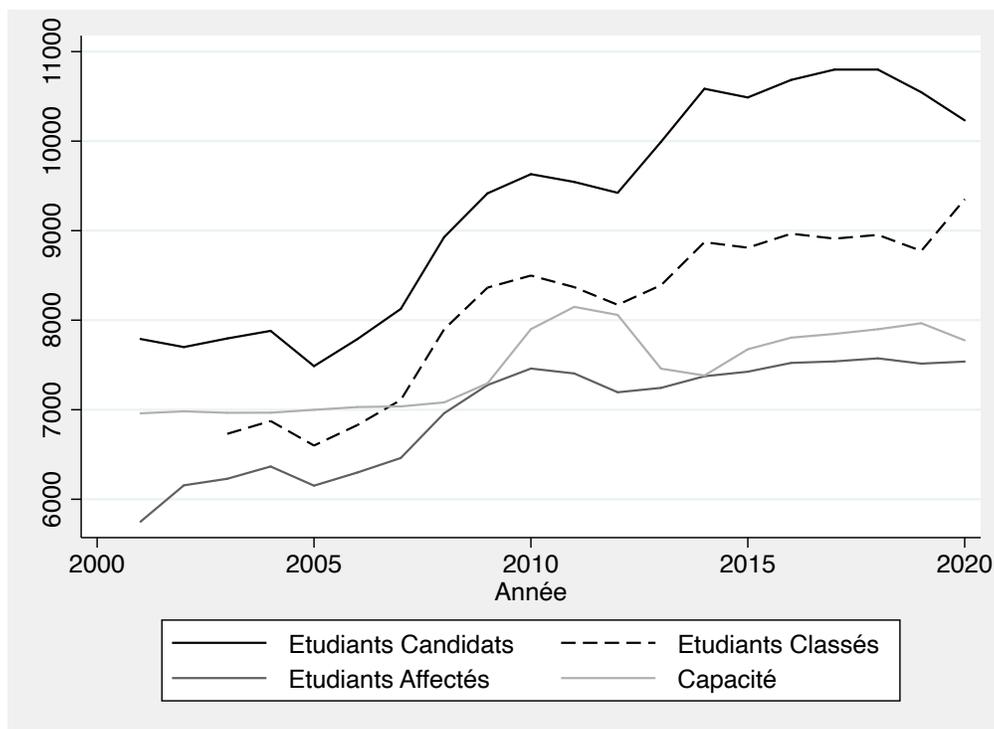


FIGURE 1 : Tableau récapitulatif du SIGEM de 2001 à 2020.

Du côté des écoles participant au SIGEM, leur nombre est passé de 38 en 2003 à 29 en 2020. Cette diminution peut s'expliquer par une série de fusion entre différents établissements et par un choix stratégique fait par certaines écoles de ne plus privilégier les candidats provenant de classes préparatoires comme public cible de leurs programmes.

2.3 L'algorithme

Comment détermine-t-on les propositions d'affectation des candidats ? Elles sont bien évidemment construites à partir des vœux soumis par les candidats, des classements des écoles et des capacités d'accueil des écoles (le nombre de places que chacune d'elles offre par voie du concours). En général, les choix d'écoles par les candidats et les choix des candidats par

¹⁵Source : J.-C. Hauguel (2020), interview dans le blog de Headway Advisory.

les écoles sont entièrement délégués à un algorithme en charge de calculer la répartition en prenant en compte « du mieux possible » les données initiales (les inputs) du problème.

Le SIGEM ne déroge pas à la règle. Il utilise un algorithme d'affectation connu que l'on peut identifier très précisément. Cette information nous a été confirmée par l'INP de Toulouse qui est l'établissement en charge de la mise en œuvre de l'algorithme et du calcul de l'affectation finale qui est ensuite communiquée par le SIGEM.

L'algorithme du SIGEM est la version « écoles » de l'algorithme [Gale et Shapley \(1962\)](#) dans sa mouture originale, sans restriction sur le nombre de vœux possibles pour chaque candidat (à condition qu'ils correspondent à des écoles qui ont classé ce candidat). Cette classe d'algorithmes, aussi appelés algorithmes d'Acceptation Différée, est de loin la plus largement utilisée en pratique pour les procédures d'affectation, et constitue même un standard en France ¹⁶.

L'**algorithme de Gale et Shapley (1962)**, peut se décliner sous deux versions symétriques suivant le côté du marché que l'on souhaite privilégier (une version « candidats » et une version « écoles »). Au lieu de le définir formellement, nous le présentons à partir d'un exemple simple afin d'en illustrer son fonctionnement ¹⁷.

Exemple 1 On considère trois candidats, Léa, Théo et Zoé qui passent les concours pour trois écoles, NEOMA, SKEMA et KEDGE (pour simplifier chaque école propose une seule place au concours). Les vœux et classements sont représentés respectivement dans la Figure 2 ¹⁸.

Même sur un exemple aussi simple, on voit qu'il n'est pas évident de savoir comment

¹⁶Les procédures d'affectation post-bac (APB, Parcoursup) ou d'affectation dans les écoles d'ingénieurs (SCEI) utilisent des déclinaisons multi-périodes de cet algorithme, qui sont plus éloignées de la version originale. La procédure Galaxie pour l'affectation des Enseignants-Chercheurs utilise la version « candidats » de l'algorithme de [Gale et Shapley \(1962\)](#).

¹⁷Pour une version formalisée de ce type de marché, le lecteur peut se reporter aux modèles présentées par [Haeringer et Iehlé \(2010\)](#) ou [Hiller et Tercieux \(2014\)](#) qui analysent également des plateformes d'affectation en France.

¹⁸Une lecture possible du tableau est la suivante : chaque candidat a passé le concours pour ces trois écoles, chaque école a envoyé un classement des candidats après le concours. Les candidats ont à leur tour classé les écoles dans lesquelles ils étaient classés et qu'ils trouvaient acceptables. L'école SKEMA, par exemple, classe Léa en premier, puis Théo, puis Zoé. On observe aussi que NEOMA n'a pas retenu Zoé dans son classement. Les candidats soumettent une liste ordonnée des écoles dans lesquelles ils sont classés. Pour Zoé, n'ayant pas été retenue par NEOMA, elle classe seulement deux écoles, SKEMA en premier et KEDGE en deuxième.

NEOMA	SKEMA	KEDGE	#	Léa	Théo	Zoé
Théo	Léa	Léa	1.	NEOMA	KEDGE	SKEMA
Léa	Théo	Théo	2.	SKEMA	NEOMA	KEDGE
	Zoé	Zoé	3.	KEDGE	SKEMA	

FIGURE 2 : Listes des classements des écoles et des vœux des candidats (Exemple 1).

répartir *a priori* au mieux les candidats, que dire alors quand il existe des milliers de candidats et de places à pourvoir ! Calculer des affectations à grande échelle est le premier défi que l'utilisation d'un algorithme peut relever assez facilement. Le deuxième défi est de pouvoir confronter les deux côtés du « marché » de manière quasi-simultanée. Dans sa version « écoles », l'algorithme de [Gale et Shapley \(1962\)](#) va ainsi produire une affectation à partir des étapes suivantes.

Étape 1 : l'algorithme tente d'affecter à NEOMA son premier choix, Théo, et d'affecter Léa à SKEMA ou KEDGE. Théo n'ayant reçu qu'une seule proposition, il est affecté *temporairement* à NEOMA. Comme Léa a classé SKEMA devant KEDGE, on l'affecte *temporairement* à SKEMA, et la proposition de KEDGE à Léa est rejetée ¹⁹.

Étape 2 : l'algorithme tente d'affecter à KEDGE (rejetée en première étape) son second choix, Théo. Ce candidat a maintenant le choix entre NEOMA et KEDGE. Comme il préfère KEDGE, l'affectation temporaire de NEOMA est rejetée. Théo est affecté *temporairement* à KEDGE.

Étape 3 : l'algorithme tente d'affecter à NEOMA (rejetée en deuxième étape) son deuxième classé, Léa, qui a maintenant le choix entre SKEMA et NEOMA. Comme elle préfère NEOMA, on l'affecte *temporairement* à NEOMA et on rejette la proposition d'affectation temporaire de SKEMA.

¹⁹Dans le cas plus général avec des capacités d'accueil plus importantes, le mécanisme est le même. A chaque étape, les écoles font des propositions à hauteur du nombre de places dont elle dispose (en décomptant les propositions acceptées temporairement aux étapes précédentes) et on maintient temporairement dans les écoles les candidats qui ont accepté leur proposition. Dans l'exemple, si NEOMA dispose de deux places, la première étape commence par : l'algorithme tente d'affecter à NEOMA ses deux premiers choix, Théo et Léa ...

Etape 4 : l'algorithme tente d'affecter à SKEMA (rejeté en troisième étape) son deuxième classé, Théo, qui a maintenant le choix entre SKEMA et KEDGE. Comme il préfère KEDGE, la proposition venant de SKEMA est rejetée et celle de KEDGE acceptée *temporairement*.

Etape 5 : l'algorithme tente d'affecter à SKEMA son troisième classé, Zoé, qui n'avait pas encore reçu de proposition. L'affectation est acceptée *temporairement*.

Tous les écoles ont affecté leurs places disponibles, l'algorithme s'arrête et produit l'affectation où Léa, Théo et Zoé sont respectivement affectés à NEOMA, KEDGE, SKEMA²⁰.

La version « candidats » est symétrique, il suffit d'inverser les rôles. Point important, les deux versions ne donnent pas le même résultat en général en termes d'affectation. Il s'agit donc bien de deux procédures d'affectation différentes. Pour s'en convaincre, on peut aussi examiner l'exemple suivant.

Exemple 2 On considère un problème d'affectation avec deux candidats (Léo et Anna) et deux écoles (HEC et ESSEC, ayant chacune une place au concours). Supposons que Léo et Anna soient tous les deux classés dans les deux écoles mais que HEC classe Léo premier tandis que l'ESSEC classe Anna première. Du côté des candidats, les vœux divergent aussi d'un candidat à l'autre, Léo préfère l'ESSEC tandis qu'Anna préfère HEC. Quelle sera l'affectation dans ce mini-marché? Il existe deux solutions à part entière. On peut les déterminer précisément en suivant les étapes décrites dans l'exemple précédent. Si l'algorithme utilisé est la version « candidats » de l'algorithme de [Gale et Shapley \(1962\)](#) alors Léo ira à l'ESSEC et Anna à HEC, si c'est plutôt la version « écoles » c'est l'affectation inverse qui prévaudra : Léo sera affecté à HEC et Anna à ESSEC.

3 Propriétés théoriques et comportements des participants

La connaissance de l'algorithme utilisée par le SIGEM - la version « écoles » de l'algorithme d'Acceptation Différée - nous permet d'en déduire d'emblée les propriétés et les limites théoriques de la procédure.

²⁰Plus généralement, l'algorithme s'arrête lorsque toutes les écoles ont affecté leurs places disponibles ou qu'il ne reste plus de candidats acceptables disponibles à affecter.

3.1 Propriétés de base : stabilité et optimalité

On sait depuis les travaux de [Gale et Shapley \(1962\)](#) que l'algorithme d'acceptation différée, quelle que soit sa version, produit une affectation qui est **stable**. Cette propriété est centrale pour les procédures d'affectation qui relèvent des marchés de l'éducation. Elle est d'ailleurs partagée par toutes les procédures françaises connues jusqu'à maintenant (Affelnet, Sial, Galaxie et ParcoursSup dans une moindre mesure). Une affectation est stable si :

- (rationalité individuelle) les candidats ne sont pas affectés à des écoles auxquelles ils n'auraient pas candidaté et les candidats sont affectés seulement à des écoles qui les ont classés.
- (absence de places perdues) il n'existe pas de candidat qui préfère une école, qui l'a classé, à celle où il est affecté et tel que cette nouvelle école dispose encore de places disponibles.
- (équité) il n'existe pas de couple candidat/école telle que le candidat préfère cette école à celle où il est affecté et que l'école préfère ce candidat au candidat le moins bien classé parmi ceux qui sont affectés à l'école.

La dernière condition garantit en particulier que les vœux hiérarchisés des candidats et les classements des écoles ont tous été correctement pris en compte, sans rupture d'équité. Dans l'Exemple 2 (version « écoles »), Léo est affecté à l'ESSEC qui correspond à son deuxième choix. Il aurait préféré HEC, mais celle-ci a affecté sa place à Anna qui est mieux classée que Léo. C'est ce principe d'équité fondamentale que l'on cherche avant toute chose à respecter en général. Dans l'Exemple 1, l'affectation trouvée est stable car, par exemple, SKEMA souhaite bien obtenir un candidat mieux classé que Zoé mais ces deux candidats ont mieux classé leur propre affectation que SKEMA donc tout changement d'affectation concernant SKEMA ne serait pas acceptable.

En pratique, ce principe forme aussi une base solide contre les recours de la part de candidats qui ne seraient pas satisfaits par leurs affectations. Lorsque la procédure est stable, on peut en effet facilement leur opposer que leurs choix préférés et non satisfaits ne soient pas conciliables avec le respect des vœux des autres candidats et/ou des classements des écoles. La procédure SIGEM produit donc une affectation robuste qui respecte les priorités des participants, qu'ils soient candidats ou écoles. Cette première propriété, définie à partir des vœux et des classements soumis, est essentielle et permet une première évaluation de

la procédure SIGEM. On peut la faire figurer sans conteste dans la classe des procédures modernes et performantes, utilisées dans le monde éducatif.

Pour aller plus loin dans la description des propriétés de l’algorithme d’acceptation différée, il faut distinguer ses deux versions. Si la version « écoles » de l’algorithme est choisie, comme c’est le cas au SIGEM, [Gale et Shapley \(1962\)](#) montrent aussi que l’affectation produite par l’algorithme sur la base des vœux et des classements satisfait une propriété **d’optimalité**. Plus précisément, l’affectation correspond à la meilleure affectation possible que l’on peut générer pour chaque école parmi toutes les affectations stables. C’est bien le cas dans l’Exemple 2 avec la version « écoles » où l’on observe que les écoles obtiennent chacune leur meilleur candidat, qui est donc *a fortiori* ce que les écoles peuvent obtenir au mieux dans une affectation stable.

Lorsque la version « candidats » est choisie, on obtient des résultats symétriques. L’utilisation de cette version implique que l’affectation correspondra à la meilleure affectation possible pour les candidats parmi les affectations stables, qui est aussi la pire du point de vue des candidats (voir Exemple 2). Cette opposition d’intérêts qui peut sembler surprenante à première vue est liée à la structure des affectations stables. Elle est toujours vérifiée dans les modèles standard d’appariement, comme cela a été démontré originellement par [Gale et Shapley \(1962\)](#). Dans le cas du SIGEM, nous revenons sur la comparaison entre ces deux versions dans la Section 3.3²¹.

Optimalité et stabilité : illustration avec l’Exemple 1. On pourrait tout à fait proposer une meilleure affectation pour les écoles que celle proposée par l’algorithme d’acceptation différée. Elle consisterait à affecter Léa à KEDGE, Théo à NEOMA et Zoé à SKEMA. La situation de l’école SKEMA serait inchangée mais NEOMA et KEDGE, elles, obtiendraient toutes les deux leurs premiers choix. Le résultat d’optimalité nous dit que cette nouvelle affectation ne peut pas être stable. En effet, on peut observer que SKEMA et Léa peuvent s’opposer de manière légitime à cette nouvelle affectation puisque Léa qui préfère SKEMA à KEDGE est affectée à KEDGE tandis SKEMA préfère aussi Léa à sa

²¹Il faut noter qu’il s’agit d’une notion d’optimalité contrainte, seulement vérifiée à l’intérieur de l’ensemble des affectations stables. L’optimalité standard, au sens de Pareto, n’est pas satisfaite en général par les affectations stables. Autrement dit, il peut exister des affectations qui soient préférées par l’ensemble des écoles, mais dans ce cas-là elle ne seront pas stables. En pratique, les décideurs ont tendance à privilégier la stabilité sur la complète optimalité du résultat, ce qui explique en partie la place prépondérante de l’algorithme de Gale et Shapley dans les procédures d’affectation.

candidate affectée (Zoé).

Sans pour autant prendre parti pour l'une ou l'autre version, le choix de la version constitue *a minima* un marqueur important de « l'esprit » de la procédure puisqu'il privilégie l'un des deux côtés du marché de manière systématique. Par défaut, on pourrait considérer qu'un planificateur choisirait plutôt la version « candidats », qui leur est plus favorable. D'un autre côté, c'est bien la version « écoles » qui réplique au mieux dans sa construction le fonctionnement d'un marché du travail classique où les entreprises font des offres aux employés qui choisissent au fur et à mesure. En France, il existe plutôt une tendance pour le choix de la version « écoles » de l'algorithme si l'on examine les procédures d'affectation les plus connues (entre autres, Affelnet, Admission Post-Bac, ou dans une moindre mesure ParcoursSup), et qui place en quelque sorte le candidat/étudiant en situation (fictive) où il « choisit » parmi des offres. C'est également le cas pour le SIGEM.

3.2 Préférences intrinsèques et préférences déclarées

Le calcul d'une affectation repose principalement sur des vœux et des classements soumis par les participants et centralisés au niveau de la plateforme. Du point de vue microéconomique et en supposant ces agents rationnels, il existe une dimension d'ordre stratégique associée à ces choix. La question typique que chaque participant est en droit de se poser est la suivante. Étant donnée la règle de répartition utilisée (l'algorithme), quelle liste soumise de vœux ou classements donnera la meilleure affectation possible selon les vraies préférences ? Il faut ainsi bien distinguer *a priori* deux objets : les déclarations faites sur la plateforme (vœux et classements) et les vraies préférences intrinsèques.

En théorie, une réponse satisfaisante à la question précédente consisterait à garantir que les deux objets vont coïncider si les participants suivent leurs propres intérêts. Cela signifierait que soumettre sincèrement ses vœux ou classements est la meilleure stratégie possible pour un participant. Ce résultat est partiellement satisfait lorsque l'algorithme de [Gale et Shapley \(1962\)](#) est utilisé pour affecter les candidats aux écoles, à condition de distinguer la version de l'algorithme qui est considérée. Comme il est d'usage dans la littérature sur les choix d'écoles, on suppose par ailleurs que les écoles sont de toute façon moins exposées à ces aspects stratégiques. La justification principale vient du fait que les écoles n'ont pas de vraies préférences à proprement parler et utilisent des épreuves pour révéler les meilleurs

candidats selon leurs critères, et donc générer des classements qui les engagent ²². Il s'en suit qu'une manipulation stratégique des classements est considérée comme difficile à mettre en place et que le curseur pour cette analyse se situe plutôt du côté des candidats. Dans la Section 3.4, nous discutons néanmoins de certains comportements stratégiques des écoles que l'on peut observer dans un environnement comme celui du SIGEM.

Lorsque la version « écoles » de l'algorithme est choisie, on peut montrer qu'il existe, en théorie, des configurations où certains candidats peuvent trouver un intérêt à **manipuler leurs préférences** afin d'obtenir une affectation préférée à celle qu'ils auraient obtenue en soumettant sincèrement leurs préférences (Dubins et Freedman, 1981; Roth, 1982). Cet aspect peut être vu comme une faiblesse de la procédure SIGEM même si ce type de stratégie reste difficile à mettre en œuvre en pratique de la part d'un candidat ou d'un groupe de candidats puisqu'il nécessite d'estimer correctement les vœux et classements de tous les participants. L'existence de telles stratégies empêche surtout la plateforme de communiquer en toute rigueur sur la simplicité de la procédure, alimentant ainsi un certain nombre de fantasmes sur les meilleures stratégies à adopter et mettant sous pression la plateforme d'affectation par un rejet collectif de la procédure (Abdulkadiroğlu *et al.*, 2005).

Manipulation : illustration avec l'Exemple 2. Une configuration avec de la manipulation de la part d'un candidat peut être illustrée grâce à l'exemple 2. Supposons que Léo décide de classer seulement l'ESSEC dans ses préférences déclarées, et donc de retirer son deuxième choix, HEC, de ses vœux. Si l'on reprend les étapes de l'algorithme, on observe qu'en première étape, l'ESSEC et HEC vont toutes les deux faire une proposition à Anna pour qu'elle soit affectée (HEC ne pouvant plus faire cette demande auprès de Léo qu'elle avait classé premier). Anna choisit alors HEC qu'elle préfère et l'ESSEC qui est rejetée se tourne vers Léo qui obtient alors son premier choix, contrairement à la configuration sincère où il est affecté à l'ESSEC. En quelque sorte, Léo, en mentant sur ses vraies préférences, force les deux écoles à entrer en concurrence pour attirer Anna pour *in fine* obtenir une place dans l'école rejetée. Evidemment, en suivant ce type de stratégie tronquée, le participant prend le risque de n'être affecté à aucune école, ce serait le cas par exemple si Anna changeait d'avis sur l'ordre relatif des écoles dans ses vœux..

²²Les écoles de management utilisent une technologie commune de classement avec des examens organisés en très grande partie via les banques d'examens Ecricome et BCE. Ce n'est toutefois pas le cas pour l'entretien individuel qui est spécifique à chaque établissement. La pondération entre les différentes matières diffère mais est annoncée en amont et ne peut pas être adaptée par la suite.

Dans le cas de la version « candidats », les candidats ont toujours intérêt à lister les écoles dans l'ordre de leurs vraies préférences au moment de soumettre leurs vœux, quelles que soient les stratégies adoptées par les autres participants (Dubins et Freedman, 1981; Roth, 1982). Modifier leurs préférences ne leur permet jamais de tromper le marché et d'obtenir une affectation préférable. L'intuition du résultat vient du fait que, s'ils sont rejetés à une certaine étape de l'algorithme, ils pourront toujours dans une étape suivante de l'algorithme faire pleinement valoir leurs rangs dans les classements des écoles situées plus bas dans leurs vœux. L'algorithme confrontera ces candidats rejetés aux candidats qui ont été affectés *temporairement* à ces écoles (d'où le nom d'acceptation différée).

Cette propriété dit aussi que la situation d'interaction stratégique dans laquelle sont impliqués les participants est simple à jouer. Par exemple, il n'est pas nécessaire pour eux d'essayer d'estimer quelles seront les demandes des autres candidats et leurs classements afin de prédire quelles seront les opportunités éventuelles sur le marché. Cette propriété satisfaite lorsque la version « candidats » est choisie est également bénéfique du point de vue de la plateforme d'affectation. Son travail de communication est en effet facilité. Elle peut publier un message simple en amont des déclarations de vœux pour expliquer comment l'affectation sera calculée et insister sur le fait qu'il n'y a pas de place, en théorie, pour l'auto-censure de la part des candidats.

Sur le volet concernant les aspects stratégiques, le choix du SIGEM pour la version « écoles » peut donc apparaître problématique. Cette version semble en effet assez largement dominée au niveau analytique par l'autre version de l'algorithme d'Acceptation Différée.

3.3 Alignement des préférences des candidats

Le choix de la version de l'algorithme d'acceptation différée est déterminante en termes de bien-être et d'implications stratégiques. En théorie, la version « écoles » pour laquelle le SIGEM a opté pénalise doublement les candidats qui n'obtiennent pas toujours l'affectation stable la plus favorable et qui sont soumis à des opportunités de manipulations stratégiques au moment de déclarer leurs vœux.

Dans leur analyse de la procédure d'affectation des élèves dans les collèges et lycées (Affelnet), Hiller et Tercieux (2014) mettent en évidence une situation similaire puisque la version choisie de l'algorithme de Gale et Shapley est également celle des « écoles ». Ils quantifient les effets en termes de perte de bien-être de ce choix technique en simulant les

résultats de la procédure si l'autre version de l'algorithme, plus favorable aux candidats, était utilisée.

Dans le cas du SIGEM l'argument que nous proposons est différent, il se base sur un fait stylisé propre à cette procédure. Il existe historiquement parmi les candidats aux concours une très grande homogénéité des préférences. Ce type de structuration des préférences, généralement englobées sous la terminologie de **préférences alignées**, peut prendre diverses formes. Ici, elle se matérialise de manière simple. Depuis l'existence du SIGEM, on observe la plupart du temps des vœux qui reflètent l'existence d'un ordre commun au moment de leurs déclarations. C'est-à-dire que si une école est classée au-dessus d'une autre par un candidat, presque tous les candidats feront de même s'ils sont confrontés à ce choix²³. Ainsi, le cas de figure de l'Exemple 2 où les préférences divergent fortement reste peu probable au SIGEM. L'existence de cette **hiérarchie commune des écoles** ainsi que ses implications sur le marché des écoles de management sont plus largement discutés dans la Section 4.

En retenant cette hypothèse, les prédictions concernant les affectations produites par l'algorithme du SIGEM peuvent être sensiblement affinées. La conclusion théorique principale que l'on peut déduire de cette hypothèse concerne **l'unicité** des affectations stables. Lorsque les vœux des participants **d'un seul côté du marché** sont cohérents avec une hiérarchie commune, l'ensemble des affectations est réduit à un seul élément. Dans l'Exemple 2, si Léo et Anna placent tous les deux HEC devant l'ESSEC, les deux versions de l'algorithme donne le même résultat (en l'occurrence Léo est toujours affecté à HEC). Autrement dit, le choix de la version de l'algorithme d'Acceptation Différée n'a plus aucun impact sur le résultat final qui est déterminé uniquement. Il n'existe alors plus de distorsion en termes de bien-être entre les deux versions, comme cela peut être le cas en général. Cette question de l'unicité des affectations stables est assez largement discutée dans la littérature. [Eeckhout \(2000\)](#) a ainsi identifié un ensemble de conditions plus générales sur les vœux et classements qui garantissent l'unicité des affectations stables (voir aussi [Clark, 2006](#); [Karpov, 2019](#)).

Unicité et hiérarchie commune : illustration avec 3 écoles. Prenons le cas des écoles au sommet de la hiérarchie, disons, dans l'ordre, HEC, ESSEC et ESCP. A l'étape 1 de la version « écoles » de l'algorithme, HEC fait des propositions aux meilleurs candidats

²³Bien entendu, certains candidats peuvent déroger à la règle pour des raisons personnelles d'ordre financier, géographique ou sentimental, qui l'emportent sur les critères purement académiques qui font consensus.

classés, à hauteur de sa capacité d'accueil. Comme elle est la mieux placée dans leurs vœux, ils acceptent cette proposition quelles que soient les propositions des autres écoles qui sont alors toutes rejetées. A l'étape 2, l'ESSEC et l'ESCP renvoient des propositions aux meilleurs classés restants, à hauteur des places encore disponibles. Cette fois l'ESSEC, qui est la meilleure école restante, verra toutes ces propositions acceptées, et pour l'ESCP certaines seront rejetées. A l'étape 3, il ne reste donc plus que l'ESCP à n'avoir pas encore rempli sa capacité d'accueil, toutes ses propositions seront acceptées car elle est l'école préférée. En fait, on observe dans ce cas de figure que l'algorithme se réduit à une règle d'affectation très simple, appelée règle dictatoriale, où chaque école choisit ses candidats les uns après les autres en suivant l'ordre défini par la hiérarchie commune.

Considérons maintenant le cas de la version « candidats » de l'algorithme. Cette fois ce sont les candidats qui proposent aux écoles à chaque étape. A l'étape 1, tous les candidats font une proposition à leur première école, parmi celles qui les ont classés. En particulier tous les candidats classés à HEC proposent à HEC, qui admet alors les meilleurs candidats classés, à hauteur de sa capacité d'accueil. A l'étape 2, les candidats qui n'ont pas été retenus demandent à l'école classé 2ème. En particulier tous les classés à l'ESSEC restants demandent l'ESSEC, qui va donc pouvoir affecter l'ensemble de ses places disponibles, et ainsi de suite.

Dans les deux versions de l'algorithme, on obtient donc le principe suivant : à l'étape x , l'école classée x -ième obtiendra donc les meilleurs candidats de sa liste de classés parmi les candidats restants qui n'ont pas été retenus par l'une des $x - 1$ premières écoles selon la hiérarchie commune, et remplira sa capacité d'accueil. L'affectation est donc identique dans les deux cas sous cette hypothèse de hiérarchie commune, et l'ensemble des affectations est réduit à une seule affectation.

Concernant les incitations stratégiques, les conclusions que l'on peut tirer de l'existence d'une hiérarchisation commune des écoles sont identiques et font appel aux mêmes intuitions. Sous cette hypothèse, les possibilités de manipulation et les incitations à s'écarter de la stratégie sincère, qui consiste à déclarer ses vraies préférences au moment de soumettre ses vœux, sont considérablement limitées. Un énoncé précis de ce résultat qui relève plutôt d'un *folk theorem* est difficilement abordable dans le cadre d'analyse, volontairement non formalisé, que nous avons choisi. Cette question est en partie abordée par [Sönmez \(1999\)](#) et [Karpov \(2019\)](#).

3.4 Comportements des participants dans le SIGEM

Dans le cas du SIGEM, le déroulement et la structure de la procédure sont très proches du cadre épuré du modèle initial de Gale et Shapley. Cela nous permet d’avoir des prédictions théoriques relativement précises, ce qui n’est pas toujours le cas pour d’autres procédures françaises qui s’écartent sensiblement de ce cadre. Cependant la procédure n’est pas non plus complètement exempte de comportements stratégiques liés à des spécificités du SIGEM et qui peuvent affecter les prédictions théoriques précédentes. Dans ce qui suit, nous identifions d’abord les comportements qui peuvent se présenter du côté des candidats, puis nous considérons le cas des écoles.

Opacité. Il est fréquent d’observer que les participants sont en fait mal informés sur les règles précises du jeu auxquels ils vont participer. C’est le cas pour le SIGEM à propos duquel les guides de référence ne font jamais état de la définition précise de l’algorithme utilisé ²⁴. Cette connaissance est pourtant essentielle. Dans le cas de l’algorithme de Gale et Shapley, nous avons déjà vu que les participants pouvaient avoir des comportements distincts en fonction de la version de l’algorithme choisie. Un manque d’information sur l’algorithme entretient alors un flou qui se répercute sur tous les participants, qui tant bien que mal élaborent des stratégies qui sécurisent leurs différentes possibilités. Toutefois, une communication précise à propos du fonctionnement de l’algorithme n’est pas suffisante et il est également indispensable de mettre en exergue l’importance de ne pas s’autocensurer. Comme confirmé par la littérature récente testant expérimentalement le comportement des candidats engagés dans une procédure centralisée d’admissions (voir, entre autres, [Guillen et Hakimov \(2018\)](#)), il est nécessaire vu la complexité du mécanisme de mettre en avant la stratégie qui leur sera la plus favorable.

Autocensure volontaire. La Section 2.2 révèle une statistique intéressante. En 2019, les candidats sont classés en moyenne par 4.02 écoles dans le concours et en classe *seulement* 3.61 parmi elles. Ce cas de figure peut concerner des candidats qui considèrent que seule une *short-list* d’écoles est éligible et pertinente et qui transmettent alors des listes tronquées d’écoles. Etant donné qu’il n’existe pas de contrainte sur le nombre de vœux qu’un candidat peut soumettre, on peut s’étonner de cette déperdition en termes de vœux.

Cette troncation peut se faire à deux niveaux, « par le bas » ou « par le haut ». Dans le cas de la troncation par le bas, un candidat suffisamment bien classé dans de bonnes écoles

²⁴Par exemple, Espace Prépas : Le SIGEM en question (2020).

(selon ses préférences) renoncent à classer des écoles moins bonnes (selon ses préférences) au moment de soumettre ses vœux. Pour la troncation par le haut, le cas de figure est un candidat qui est découragé par ses classements dans des écoles qu’il vise, en toute logique plutôt de bonnes écoles selon ses préférences, et qui renonce à les classer pour couper court à sa frustration. Dans les deux cas, ce raisonnement est rendu possible par la caractéristique du SIGEM que nous avons déjà évoquée dans la Section 3.3 : l’existence d’une hiérarchie bien établie entre les écoles et de seuils d’admission relativement constants d’une année sur l’autre. Les candidats peuvent ainsi estimer assez précisément leurs chances d’intégration quand ils prennent connaissance de leurs propres classements et définir ces *short lists*.

La Figure 3 présente pour chaque école le nombre de candidats classés et le nombre de vœux exprimés pour l’école parmi ces classés. Elle semble conforter l’existence de ces stratégies d’autocensure volontaire. On observe en particulier une déperdition importante pour les écoles d’attractivité moyenne (par exemple, AUDENCIA, NEOMA, SKEMA) qui sont plus vraisemblablement soumises à la fois à des troncations par le bas ou par le haut de la part des candidats ²⁵.

Manipulation des capacités d’accueil. Jusqu’à présent, nous nous sommes concentrés sur les aspects comportementaux d’un seul côté du marché, ici les candidats. Cela est souvent le cas en général dans les modèles d’appariement avec choix d’écoles car il est admis que celles-ci ne sont pas soumises à des considérations stratégiques. L’argument principal sous-jacent repose sur le fait qu’elles produisent des classements définis par des résultats à des concours. L’argument est ici valide, néanmoins le SIGEM présente des facteurs supplémentaires susceptible de créer un environnement stratégique complexe pour les écoles. En agissant principalement sur deux facteurs clés, les capacités d’accueil ou les seuils d’admissions, les *admission officers* des grandes écoles de Management ont la possibilité d’influencer stratégiquement les résultats de la procédure d’affectation. Ce type d’intervention est bien identifié dans la littérature du *school choice*. Ehlers (2010) montre comment certaines écoles peuvent obtenir une meilleure cohorte de candidats que celle attendue sans intervention. Un point intéressant qui diverge de l’analyse faite pour les candidats en Section 3.2 est que cette possibilité théorique de manipulation est possible quel que soit le choix de l’algorithme d’accep-

²⁵Une piste de recherche prometteuse consiste à déterminer si ce type d’autocensure dans le SIGEM est correctement menée par les candidats ou s’il génère des distorsions fortes sur les résultats de la campagne d’admissions. On pourrait le vérifier en comparant le résultat des campagnes SIGEM passées avec ceux obtenus à partir d’estimation des préférences complètes des candidats.

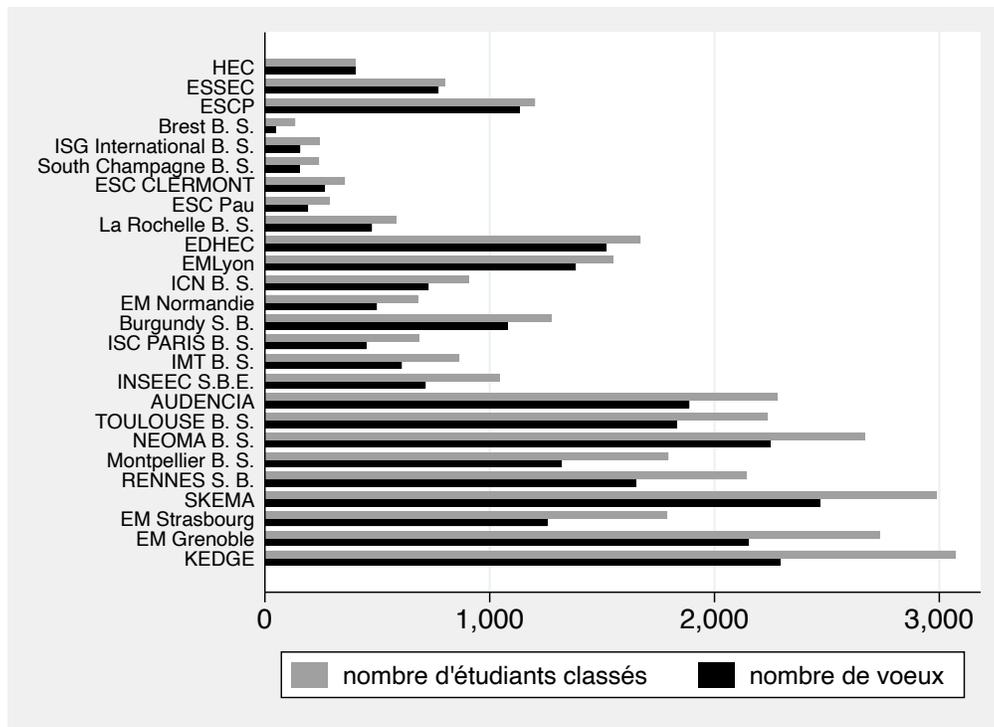


FIGURE 3 : Nombre de classements et de vœux par école (en 2019)

tation différé. Dans le contexte du SIGEM, ce type de manipulation peut être avantageuse pour des écoles qui estiment ne pas pouvoir atteindre leur véritables capacités d'accueil. Ehlers (2010) montre comment, dans ce cas, elles peuvent sous-dimensionner leurs réelles capacités d'accueil (ou de manière équivalente limiter le nombre d'admis). Ce faisant elles introduisent une forme de concurrence supplémentaire entre les candidats qui peut *in fine* leur être bénéficiaire.

Le jeu stratégique qui en découle dans le SIGEM est néanmoins très complexe en pratique. Tout d'abord, la séquentialité des décisions, ignorée dans le cadre théorique, a tendance à limiter l'usage des capacités d'accueil comme variables stratégiques car celles-ci sont fixées bien en amont du concours et engagent les écoles légalement (voir Section 2.2). Par ailleurs, les décisions sur les capacités d'accueil ou le nombre d'admis impactent également d'autres objectifs des écoles, tels que leur équilibre budgétaire (défini principalement par les frais d'inscription). Il est enfin connu que ces seuils (capacités, ou nombre d'admis) jouent aussi un rôle de signal en termes de réputation pour les écoles, et influencent également le calcul du classement du SIGEM (voir Section 4.3). Les effets induits par l'utilisation de ce type de

variables stratégiques sont donc multiples et difficiles à quantifier.

Ciblage des candidats. Les choix de destinations pour les séjours d'études à l'étranger de type Erasmus ou l'accès à certaines spécialités prisées dont les capacités sont limitées peuvent dépendre dans certaines écoles du classement à l'entrée du candidat (classement absolu ou relatif parmi les intégrés). Cela signifie que le classement d'un candidat dans une certaine école peut être en soi un paramètre important dans le choix des vœux que le candidat va déclarer auprès de la plateforme. Si cet aspect est intégré au niveau des écoles, cela peut les encourager à biaiser les stratégies de classements en amont des déclarations des candidats. Elles pourraient par exemple trouver, en théorie, intérêt à surclasser un candidat pour envoyer un signal positif à son égard, aux dépens d'un meilleur candidat dont l'école anticipe qu'il n'intégrera pas l'école quoiqu'il arrive. Ce ciblage des candidats est précisément un effet que l'on souhaite bannir lorsqu'on met en place une procédure centralisée ²⁶. D'une part, il réintroduit une forme de concurrence un peu sauvage entre les écoles ²⁷. De l'autre, il est aussi préjudiciable pour certains candidats qui, au final, n'obtiennent pas l'école qu'ils auraient méritée ²⁸.

4 Communication post-affectation et hiérarchie d'écoles

La procédure d'appariement utilisée par le SIGEM exploite par construction les préférences soumises par tous les participants au marché. Ces données (partiellement observables pour l'analyse) ont un intérêt stratégique non négligeable pour les acteurs des grandes écoles de management. Elles offrent une photographie du secteur et leur analyse temporelle décrit l'évolution de la perception des différentes écoles dans le temps de la part des candidats. En pratique, elles sont aussi à la base des classements d'écoles qui jouent un rôle désormais prépondérant dans le modèle économique de ces institutions.

Habituellement, les gestionnaires de procédures d'affectation communiquent peu d'informations concernant les décisions finales des participants lorsqu'ils sont en situation de choisir

²⁶Ce type de phénomène existait par exemple dans le cadre de la procédure APB avec les bonus de premier vœu qui affectaient les décisions des candidats. [Hiller et Tercieux \(2014\)](#) identifient également le même phénomène dans la procédure Affelnet d'affectation des élèves dans les collèges et lycées.

²⁷Les stratégies de ciblage sont d'ailleurs très diffuses les systèmes décentralisés d'admissions comme l'ont montré [Che et Koh \(2016\)](#) (voir aussi Section 2.1).

²⁸Dans le cas du SIGEM, une enquête de terrain auprès des écoles et des candidats permettrait vraisemblablement de mieux quantifier le phénomène.

entre plusieurs institutions. La norme est plutôt de publier les rangs des derniers admis dans chaque école qui permettent de se donner une idée de niveau de sélectivité de la formation mais pas forcément de faire des comparaisons très poussées entre elles. A l'inverse, le SIGEM a tendance à communiquer de manière transparente au sujet des préférences des candidats, à un niveau néanmoins agrégé. Cette information est souvent associée à la **matrice des désistements croisés**, décrite en Section 4.2, qui est utilisée en particulier pour générer le **classement du SIGEM**, décrit en Section 4.3. Ce dernier traduit fidèlement l'existence de préférences alignées de la part des candidats, comme cela a été exploité en Section 3.3.

Cette transparence assumée est facilitée par la taille restreinte de marché qui compte seulement une trentaine d'institutions avec des formations très homogènes entre elles²⁹. La diffusion de ces informations est aussi rendue possible par l'acceptation de la hiérarchisation très marquée des établissements, matérialisée par des classements qui font consensus chez les acteurs concernés (Menger *et al.*, 2015). Cette vision stratifiée provient du contexte même des Grandes Ecoles françaises qui, au contraire de l'enseignement obligatoire ou des universités, recrutent principalement sur concours. Il faut également noter que ces établissements disposent souvent d'un statut d'école consulaire ou sont constitués en association loi 1901 et ne dépendent pas d'une tutelle du ministère de l'enseignement supérieur. Finalement, le contexte international des *Business Schools*, étant lui aussi fortement hiérarchisé, a tendance à renforcer ce marqueur spécifique du SIGEM.

4.1 Résultats de la procédure d'affectation

La communication post-affectation du SIGEM prend deux formes différentes. Il y a tout d'abord le tableau récapitulatif qui regroupe au niveau de chaque école les informations de base du concours, présentées au niveau agrégé dans la Figure 1 de la Section 2.2. Ces données concernent le nombre de candidats, le nombre de candidats classés, le nombre de candidats ayant exprimé leurs vœux, la capacité de l'établissement et le rang du dernier candidat affecté³⁰.

Grâce à ces informations, il est possible de calculer le taux d'admission et le taux de

²⁹A l'opposé, la plateforme ParcoursSup pour l'accès à l'Enseignement Supérieur propose, elle, 13300 formations distinctes en 2021.

³⁰Dans la presse, le SIGEM communique également la proportion de candidats ayant obtenu leur premier vœu et leur second vœu. Cette information est fortement biaisée puisque les candidats ne peuvent pas classer les écoles qui ne les classent pas dans la procédure du SIGEM. Nous ne l'avons pas reprise ici.

matriculation, deux indicateurs fréquemment utilisés. Le taux d’admission est défini par le ratio entre le nombre de candidats admis et le nombre de candidats ; le taux de matriculation, plus connu sous sa terminologie anglo-saxonne de *yield rate*, est défini par le ratio entre le nombre de candidats affectés et le nombre de candidats admis. Ces deux mesures se basent sur une définition particulière de la notion de **candidat admis**. Dans une procédure décentralisée, les candidats admis correspondent à ceux ayant reçu effectivement une proposition d’admission durant la campagne d’admission, que cette proposition soit acceptée ou non. Ici, les décisions d’envoi de proposition sont déléguées à l’algorithme et ne sont pas toutes physiquement matérialisées puisque les candidats reçoivent seulement leur affectation finale. Il est alors d’usage de considérer dans ce cas que le nombre de candidats admis par une école correspond au rang du dernier candidat affecté dans cette école selon la liste des classés, connu à l’issue du processus de sélection des candidats. Les candidats admis correspondent donc à l’ensemble des candidats dont les classements sont inférieurs ou égaux à celui du dernier candidat affecté ³¹.

Les Figures 4 et 5 montrent, pour chaque école, la boîte à moustaches de ces deux indicateurs pour la période allant de 2002 à 2020 ³². Nous y observons que les écoles les plus prestigieuses ont un taux d’admission relativement faible mais un taux de matriculation élevé. On note aussi la dispersion plus importante de ces indicateurs pour les écoles les moins prestigieuses. L’utilisation de ces deux indicateurs de préférences révélées des candidats n’est toutefois pas sans écueil. Comme discuté dans Avery *et al.* (2013), les informations utilisées pour les calculer sont facilement manipulables et toutes conclusions fondées sur leurs analyses peuvent-être problématiques. Le taux d’admission peut facilement diminuer en encourageant les candidats à postuler, par exemple en diminuant les frais d’inscription au concours d’entrée. Une école peut aussi améliorer son taux de matriculation en décidant de mal classer, ou de ne pas classer, certains candidats susceptibles d’accepter *in fine* des établissements plus renommés. Ces problèmes sont donc plus marqués pour les écoles attirant peu de candidats via le SIGEM. En conclusion, il est difficile d’inférer un niveau d’attractivité d’un établissement par rapport à d’autres sur la base de ces deux ratios.

³¹Cette approche est bien cohérente avec le fonctionnement de l’algorithme de Gale et Shapley (1962) dont les étapes reproduisent fictivement un processus de propositions envoyées.

³²Sont incluses uniquement les écoles actives systématiquement lors de toutes ces années dans le SIGEM. Cela exclut *de facto* les établissements ayant fusionné. C’est également le cas pour la Figure 7.

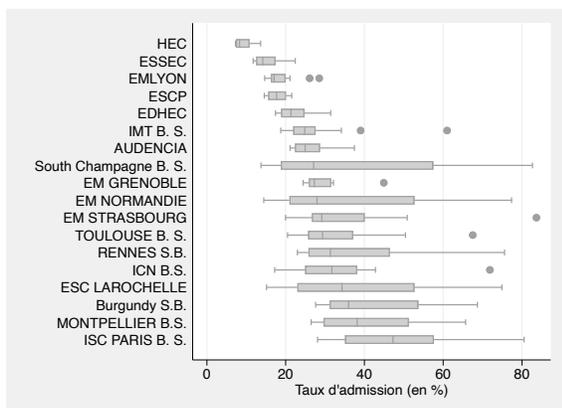


FIGURE 4 : Taux d'admission (de 2002 à 2020)

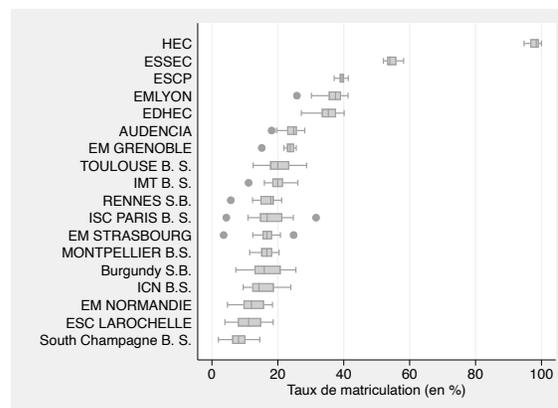


FIGURE 5 : Taux de matriculation (de 2002 à 2020)

4.2 Matrice des désistements croisés

Le deuxième volet d'informations est, à notre connaissance, propre au SIGEM et permet de déduire des informations très riches concernant la perception relative que les candidats peuvent avoir pour une école ou une autre. Il est résumé dans la matrice dite des désistements croisés³³. Un extrait de la matrice de 2019 est représenté dans la Table 1 (la Figure A.1 de l'Appendice fournit la matrice complète pour cette même année). Dans cette matrice carrée, chaque école est représentée par une ligne et une colonne, classée dans le même ordre d'apparition. Les éléments de la diagonale principale représentent le nombre total de candidats affectés dans l'école représentée. Par exemple, 397 candidats ont été affectés à HEC et 420 à l'ESSEC. Concernant les autres entrées de la matrice, l'élément de la ligne HEC et de la colonne ESSEC, qui est égal à 2, indique par exemple le nombre de candidats qui ont été admis simultanément par HEC et l'ESSEC (les bi-admis) et qui sont affectés à l'ESSEC. Inversement, on observe l'existence de 322 candidats bi-admis à HEC et l'ESSEC et qui sont affectés HEC.

La construction de la matrice de désistements croisés du SIGEM se fonde sur des résultats d'affectations calculées par un algorithme. Les affectations des candidats ne relèvent pas d'un **choix explicite et observable** entre plusieurs propositions d'admissions puisque ces décisions sont précisément déléguées à l'algorithme d'affectation. Autrement dit, les can-

³³Notons que lors de l'année 2020, l'Assemblée Générale du SIGEM a décidé de ne pas publier la matrice des désistements croisés du fait de la crise sanitaire qui a fortement impacté le déroulement du concours (suppression des oraux notamment).

Year 2019		Ecole j		
		HEC	ESSEC	ESCP
Ecole i	HEC	397	2	1
	ESSEC	322	420	5
	ESCP	361	279	400

Tableau 1 : Extrait de la matrice des désistements croisés de 2019

didats classent mais ne choisissent pas. Néanmoins les informations concernant les affectations des bi-admis permettent de reconstruire partiellement des préférences des candidats sur les écoles. Il est important de noter que cette méthodologie fait sens grâce à la propriété de stabilité de l’algorithme. En effet, si la procédure d’affectation est stable comme c’est le cas pour le SIGEM, l’affectation d’un candidat bi-admis à l’une des deux écoles doit nécessairement être cohérente avec sa préférence exprimée lors de la déclaration de ses vœux. Dans l’exemple précédent, les deux candidats bi-admis à HEC et l’ESSEC qui sont affectés à l’ESSEC ont ainsi nécessairement indiqués qu’ils préféreraient l’ESSEC à HEC au moment de soumettre leurs vœux. Supposons *a contrario* que l’un des deux candidats ait classé HEC devant ESSEC mais qu’il n’y ait pas été affecté. Cela contredit la stabilité de la procédure d’affectation puisque l’on sait qu’il a été admis à HEC, c’est-à-dire qu’il est mieux classé que le dernier candidat affecté dans cette école.

Une deuxième mise en garde méthodologique doit être prise ne compte. Les relations de préférences révélées ainsi déduites font sens seulement si les déclarations de vœux des candidats sont suffisamment corrélées avec leurs vraies préférences intrinsèques. L’algorithme du SIGEM ne le garantit pas en théorie mais on a vu dans le même temps que les incitations à manipuler les préférences étaient limitées du fait de l’alignement des préférences (voir Section 3.3).

Sur base des informations présentées sous forme agrégée par cette matrice, nous supposons donc qu’il est possible d’inférer des classements relatifs entre les écoles. Un critère fruste consiste par exemple à considérer que, pour tout couple d’écoles, l’école qui attire plus de 50% des bi-admis est globalement préférée à l’autre par les candidats. Les résultats de ces duels entre écoles sont largement discutés dans la presse spécialisée et au sein des écoles à des fins de benchmarking. Dans le Tableau 1, on peut ainsi dire que HEC est préférée à

l'ESSEC et à l'ESCP, et que l'ESSEC est préférée à l'ESCP ^{34,35}.

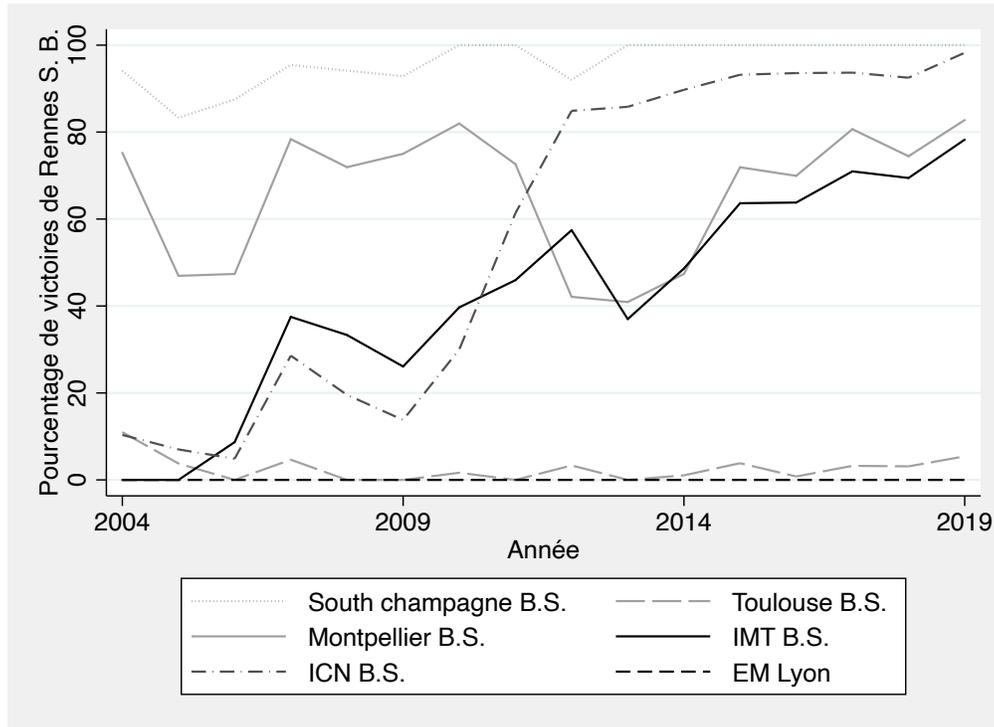


FIGURE 6 : Pourcentage de victoires dans les duels SIGEM de 2004 à 2019 de Rennes School of Business contre 6 autres écoles

A titre d'exemple, la Figure 6 montre l'évolution du résultat de certains de ces duels dans le temps. Ce genre de graphique fait partie intégrante des tableaux de bord utilisés dans les conseils d'administration des écoles pour se comparer à leurs concurrents proches. La Figure 6 compare Rennes School of Business avec 6 autres écoles. L'indicateur de préférence retenu est celui du pourcentage de victoires de l'école rennaise par rapport à chacun de ces concurrents. Dans le cas du duel entre Rennes School of Business et l'EM Lyon, nous observons que le pourcentage de victoires de Rennes est de 0, c'est-à-dire qu'aucun candidat n'a préféré Rennes à Lyon dans sa liste de voeux. Ces écoles ne sont donc pas des concurrentes

³⁴Il faut noter qu'une hiérarchisation stricte des écoles sur la base de la matrice n'est pas toujours possible en théorie, notamment dès qu'il existe des relations de préférences révélées **cycliques** (par exemple, si X est préférée à Y qui est préférée à Z qui est préférée à X).

³⁵Dans le cas du SIGEM, il faut aussi noter qu'une bonne moitié des entrées de la matrice sont vides ou rendent compte d'un nombre de duels très faible (cf Figure A.1 de l'Appendice), traduisant l'existence de certaines « catégories » d'écoles en concurrence.

proches. A l’opposé, nous voyons qu’historiquement très peu de candidats préfèrent South Champagne Business School à Rennes Business School. Nous observons aussi des changements de préférences plus structurels comme avec l’ICN Business School. Au début de nos observations, près de 10% des candidats admis à Nancy et à Rennes préféraient aller étudier à Rennes. Par contre, lors des 5 dernières années observées, plus de 90% des candidats ont choisi d’étudier à Rennes. Sur la base de cet indicateur, on peut conclure que, par rapport à l’école nancéienne, l’évaluation de l’école rennaise s’est fortement appréciée, du point de vue des candidats.

Analyse empirique. La matrice de désistements croisés du SIGEM fournit aussi une source d’analyse empirique intéressante pour l’économiste. Même s’il s’agit d’une information en partie agrégée, ces duels bilatéraux permettent potentiellement de reconstruire correctement les préférences des candidats. On peut, par exemple, envisager de simuler la construction de préférences des candidats en utilisant des tirages aléatoires dont les distributions seraient données par les entrées normalisées de la matrice de désistements ³⁶. Du côté des classements des écoles, il n’existe pas de données disponibles suffisamment désagrégées mais on peut supposer l’existence de corrélations fortes entre les écoles sur la manière de classer les candidats. A partir de telles données simulées, l’économiste pourrait notamment quantifier les effets d’un passage à la version « candidats » en comparant les affectations obtenues dans les deux versions de l’algorithme, à la manière de [Hiller et Tercieux \(2014\)](#) dans le cas de la procédure d’affectation dans les collèges/lycées en France. Ces données permettent également de mieux comprendre les changements de préférences au cours du temps, qui sont multi-factoriels. Avec une perspective identique, [Jacqmin et Lefebvre \(2021\)](#) utilisent ainsi les informations de la matrice des désistements croisés pour estimer économétriquement l’influence des accréditations internationales (AACSB, EQUIS et AMBA) obtenues au fil des ans par les écoles de management sur les préférences révélées des candidats. Bien entendu, une étape supplémentaire pourrait être franchie en utilisant directement les données individuelles du SIGEM, un tel accès permettrait d’aborder d’autres problématiques liées à la compréhension des déterminants des préférences des candidats. Ce type d’approche a, par exemple, été utilisé par [Fack et al. \(2019\)](#) pour identifier des comportements d’auto-censure dans le cas de la procédure française d’affectation dans les lycées.

³⁶Nous remercions un rapporteur de la revue pour cette suggestion.

4.3 Classement du SIGEM

La matrice de désistements croisés permet de générer un classement annuel très influent : le classement du SIGEM. C'est sans conteste son utilisation la plus connue. Ce classement est développé indépendamment de l'organisme en charge du SIGEM. Il a été initialement conçu par le site Bloom6 développé par un ancien candidat, il est également repris depuis 2015 par le site Major-prepa ³⁷.

Le classement du SIGEM s'appuie principalement sur les préférences révélées des candidats pour une école par rapport à une autre via les « duels » de la matrice des désistements croisés, introduite dans la Section 4.2). La méthodologie précise utilisée pour construire l'indicateur à partir duquel les écoles sont classées n'est pas accessible librement. Toutefois, d'après les informations disponibles sur Bloom6, il se base sur les coefficients de domination de chacune des écoles face à ses concurrents, mesurés par duels gagnés ou « réputés gagnés » (dont la définition exacte n'est pas précisée sur Bloom6). L'école classée première est celle qui domine toutes les autres. La seconde est celle qui domine les écoles restantes, et ainsi de suite. Cette méthode permet de classer toutes les écoles même si les écoles ne se rencontrent pas toutes deux à deux directement en duels.

La Figure 7 représente, par école, la boîte à moustache du classement SIGEM de 2004 à 2019. De manière tout à fait remarquable, on observe une très grande stabilité de ce classement, particulièrement pour les écoles les mieux classés. À une observation près, le top 8 est resté complètement inchangé sur ces 16 années d'observations. On peut en déduire que les préférences des candidats sont restées très stables dans le temps. L'existence d'un classement qui fasse consensus à ce point vient renforcer par ailleurs notre hypothèse de travail, utilisée en Section 3.3, sur l'alignement des préférences déclarées par les candidats.

Même s'il semble exister un fort consensus autour de ce classement, on peut néanmoins regretter que la méthodologie qui permet de le générer ne soit pas suffisamment connue, étant donné les enjeux qui y sont associés. Cette dimension est d'autant plus regrettable qu'il existe un éventail d'outils bien balisés dans la littérature qui permettent justement d'approcher ce type de problèmes de manière scientifique, voire axiomatique. On les retrouve notamment dans les contributions portant sur les classements académiques, bibliométriques ou sportifs, précisément réalisés à partir de « duels bilatéraux » (Ali *et al.*, 1986; Avery *et al.*, 2013; Csató et Tóth, 2020; Pedings *et al.*, 2012).

³⁷Bloom6.free.fr.

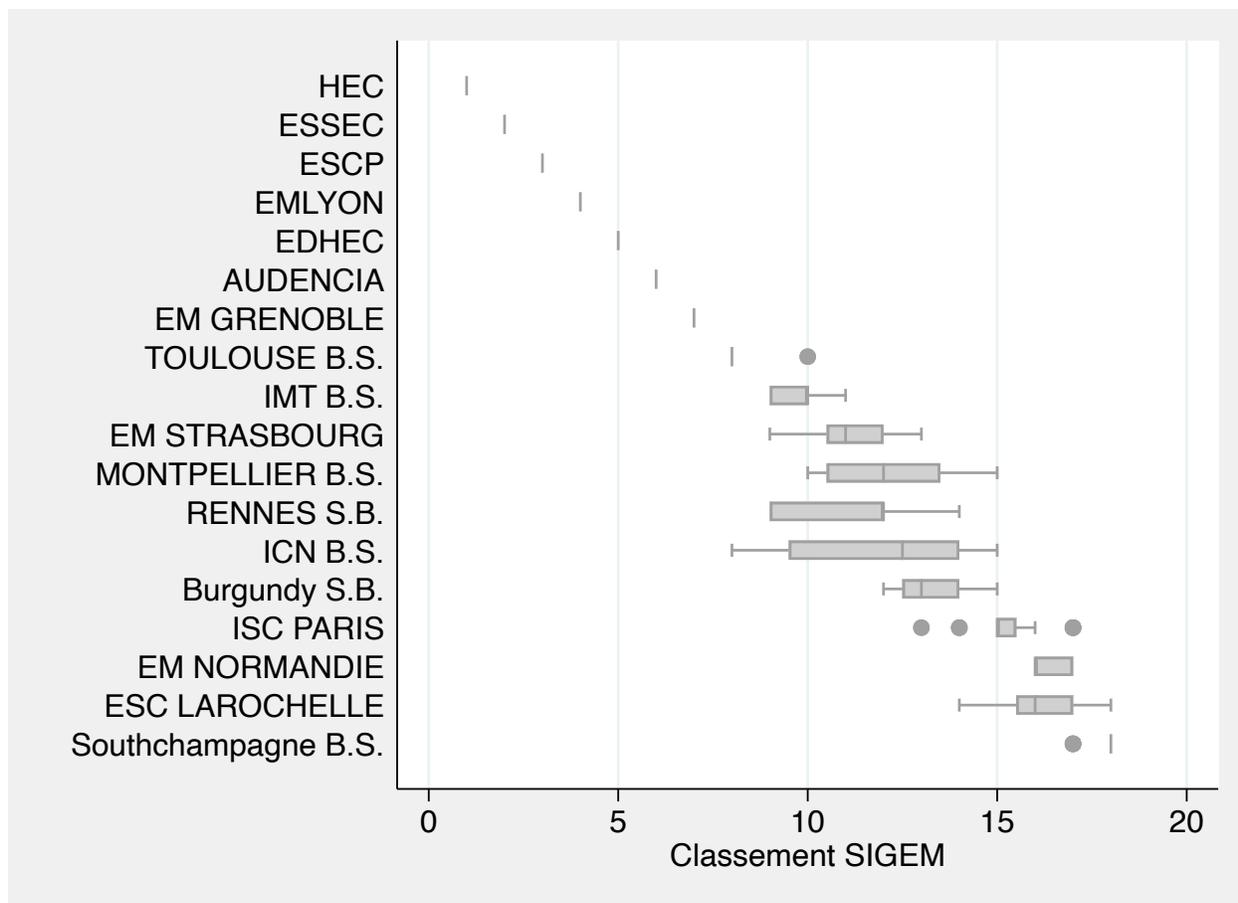


FIGURE 7 : Le classement du SIGEM de 2004 à 2019

4.4 Quelle place pour d'autres classements ?

Le classement du SIGEM a un atout majeur par rapport aux autres classements des écoles de management qui paraissent chaque année dans différents organes de presse ³⁸. Il se base exclusivement sur les préférences révélées des candidats. Cet aspect est d'autant plus pertinent dans le contexte du SIGEM où les candidats ont tendance à être très bien informés. L'indicateur à partir duquel le classement est calculé dépend donc de ce qui est implicitement important aux yeux des candidats et non des journalistes le produisant.

A titre d'exemple, dans le cas du classement effectué par le magazine L'Étudiant, l'indicateur à partir duquel le classement est effectué agrège différents sous-indicateurs comme

³⁸On pense par exemple aux classements proposés par L'Étudiant (en partenariat avec L'Express), Le Figaro, Le Parisien, Le Point, Challenges, etc. Ces dernières années différents classements thématiques ont également émergés sur internet, y compris un classement des classements des écoles de management.

l'excellence académique, la proximité avec les entreprises, la satisfaction des diplômés ou les salaires ; le sous-indicateur lié à l'excellence académique étant lui-même l'agrégation de 5 sous-critères comme les labels internationaux, la moyenne au bac des candidats intégrés ou la productivité de la recherche de l'école. Pour chacun de ces sous-critères, une école est notée de 0 à 5, le classement est ensuite générée après le calcul d'une moyenne pondérée. Cette méthode pose de nombreuses questions. Notamment, quelle est la pertinence de ces critères choisis par les journalistes ? Sont-ils les mêmes que ceux pris en compte par les candidats ? Par exemple, est-ce que les candidats valorisent la productivité des chercheurs d'une école ? La méthode pose aussi la question des mesures de ces critères et sous-critères. On sait à quel point par exemple les indicateurs de productivité de recherche sont difficiles à concevoir. Cette question est d'autant plus problématique qu'elle se base sur des informations transmises sur la base du volontariat par les écoles. Une dernière question d'ordre méthodologique importante concerne l'agrégation de l'ensemble de ces informations qui est réalisée à partir de la pondération *ad hoc* des différents éléments entrants en compte. L'intérêt principal du classement du SIGEM est d'éviter ces multiples écueils.

Ainsi, il est important de garder à l'esprit les limites de toutes formes de classement dans ce contexte. Ce mécanisme d'amélioration de l'information peut tendre à accroître la hiérarchisation entre les écoles en influant les choix des candidats. [Deming et Figlio \(2016\)](#) montrent comment cette influence ne se limite pas aux candidats mais concerne également les établissements qui réagissent dans leurs prises de décision face à la publication de ces classements. En conclusion, malgré son indéniable intérêt méthodologique, ce type de classements pose aussi globalement la question des objectifs poursuivis par les écoles de management.

5 Conclusion

Ce travail a mis en avant les différentes propriétés qui peuvent être déduites de l'algorithme qui régit depuis 20 ans le concours d'admission aux grandes écoles de management françaises. L'analyse parallèle de la communication post-affectation via les tableaux de désistements croisés fait émerger une hiérarchie entre les écoles qui fait consensus auprès des étudiants. De ce fait stylisé, nous concluons qu'il y a une convergence au niveau des solutions entre les versions « écoles » et « candidats » de l'algorithme de Gale et Shapley (1962). D'un point de vue théorique, son utilisation semble pour le moment garantir la robustesse et la viabilité de la procédure SIGEM.

Cette conclusion se fait toutefois sous l’hypothèse d’une hiérarchie stable et homogène des écoles, ce qui est jusqu’à présent confirmé par les données historiques du classement émanant des vœux des candidats. Certains changements récents, tels que le moindre investissement de certaines Chambres de Commerce de d’Industrie locales, la réforme de la taxe d’apprentissage ou le poids important donné à l’international, peuvent néanmoins remettre en cause cette hypothèse à l’avenir. Depuis quelques années, nous observons une plus large différenciation stratégique des écoles, que ce soit au niveau statutaire ou au niveau pédagogique avec le lancement d’une large gamme de programmes (parallèles à celui étudié dans ce travail). A terme, ces évolutions peuvent générer plus d’hétérogénéité dans les préférences des candidats ce qui affaiblirait d’autant notre hypothèse de hiérarchisation commune (et l’existence même d’un classement du SIGEM stable).

Si ces évolutions se confirment, la version « candidats » de l’algorithme de [Gale et Shapley \(1962\)](#) serait vraisemblablement plus adéquate en termes de performances de l’affectation que l’algorithme actuel utilisé par le SIGEM (voir Section 3.1 et Section 3.2). En dehors du fait que cette solution peut être mise en œuvre très facilement d’un point de vue technique, et sans bouleverser les habitudes des participants, nous avons aussi vu qu’elle permettait de simplifier la communication en direction des candidats. Enfin, elle donnerait la possibilité au SIGEM de se conformer aux standards internationaux qui privilégient largement ce choix technique désormais.

Plus généralement, nous espérons avoir contribué à une meilleure transparence de cette procédure d’affectation, une exigence qui semble désormais incontournable en France. Elle est en ligne avec les récents avis et décisions de la CNIL, du Conseil Constitutionnel ou des responsables politiques comme le président Emmanuel Macron (*cf infra*) concernant la nécessaire divulgation des codes sources d’algorithmes et plus généralement des tenants et aboutissants des procédures automatisées. Pour le SIGEM, il nous semble utile d’adapter sa communication à ce sujet qui, à l’heure actuelle, ne fait mention que de l’importance de ne pas s’autocensurer. Vu le rôle grandissant joué par les algorithmes dans les cursus académiques et les carrières professionnelles, il nous paraît crucial de pouvoir sensibiliser les étudiants des écoles de management autour de ce sujet.

Afin de garantir que ces propriétés théoriques soient effectives dans les faits, une analyse plus poussée est nécessaire. Elle concerne principalement le niveau de discordance entre les préférences intrinsèques et les préférences déclarées des participants. A cet égard, des données plus fines sont nécessaires. Un accès aux données anonymisées de concours et des

enquêtes auprès des participants – candidats et écoles – pourrait ouvrir la voie à une meilleure compréhension des comportements des participants du SIGEM, tels qu’ils sont envisagés dans la Section 3.4. Ils concernent en particulier les phénomènes de ciblage de la part des écoles ou d’autocensure de la part des candidats, qui sont encore difficiles à appréhender. Un accès aux données du SIGEM permettrait aussi de quantifier précisément les différences d’affectations finales en fonction des deux algorithmes considérés.

En sus, d’autres questions de recherche pourraient être abordées. Elles renvoient notamment au débat actuel concernant l’ouverture sociale dans les grandes écoles (disparités, impact des aides financières, etc) et des solutions à apporter (quotas, bonus, etc) que l’on peut potentiellement intégrer à l’algorithme d’affectation ³⁹.

6 Appendice

³⁹Voir [Bonneau et al. \(2021\)](#), ainsi que les propositions récentes envisagées dans : *Concours d’entrée dans les grandes écoles : la stratégie du « coup de pouce » aux boursiers*, in Le Monde (J. Gourdon), 5 juillet 2021.

FIGURE A.1 : Matrice des désistements croisés du SIGEM pour l'année 2019. Source : L'essentiel du Sup, SIGEM 2019 :

Les hiérarchies évoluent

École		SIGEM 2019																																	
		Ont intégré ou auraient pu intégrer :																																	
Affectés		AUDENCIA BS	Brest BS	BSB	EM Normandie	ESM SAINT-CYR	EDHEC BS	EM Strasbourg BS	emlyon BS	ENS Paris-Saclay	ENSAE ParisTech	La Rochelle BS	ESCP Europe	ESSEC BS	GRENOBLE EM	ESC CLERMONT	ESC Pau BS	SCBS	HEC Paris	ICN BS	INSEEC SBE	ISC PARIS BS	ISG International BS	KEDGE BS	KEDGE BS BEL-BL	Montpellier BS	NEOMA BS	NEOMA BSI BEL-BL	RENNES SB	SKEMA BS	IMT BS	TOULOUSE BS			
	2	495	1	10	1	8	16	9				1	383	1	29	26	28		2	99	96	37	16	26	2	92	2	2	38	1	47	6			
	255		2	255	63		163					73			1	27	7	12		23	36	35	13	6		9	1		2	1	4	1			
	88		6	7	88		19					31			3								3												
	39	2			1	39	2	3			1		1		3																				
	525	421			1	525	3	112			1		1		399								1	130	4	2	193	6	8	167	2	114			
	231		9	73	68		231					64			404					76	82	39	8	15	4	57	1	2	18	1	31	2			
	545	452		5		234	2	545					3		404					1	1	1		94	4	3	137	5	10	164	1	70			
	4	2				2	3	4				2																							
	13	4				7	7	2	13			3	1	6									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	84		9	25	32		28					84			22	25	13			31	50	21	6	3		15	1	5	5	7	7	1	1		
	400	144			1	1	222	1	303	5	10		400	5	161								12	1		10	1	1	1	1	1	1	1	1	
	420	105				234	295	7	18			279	420	81						7	12		1	315	11	52	283	11	80	247	9	260			
	505	113		12	6		3	30	5			1		505						8	15	6	2												
	36		4	3			6					10			36	8	6			5	2	4													
	18		1	1	1		2					3			6	18	3			5	2	4													
	14				2		2					2			5	3	14			5	1	3	2												
	397	15				1	80		200	7	41			361	322	15				397			1			1	1	1	1	2					
	217		15	11	37		23					23		53	49	41				217	63	102	32	2		10	1	1	1	1	10				
	98		3	8	14		22					20		19	20	18				26	98	46	17	1		8	1	1	1	3					
	75		4	2	6		4					8		15	9	14				23	28	75	13			3									
	14		1	1	2		4					2		4	4	4				5	7	11	14			2									
	575	3	14	141	62		228					41		5	20	18	12			60	96	37	9	575		279	56		200	17	87	64			
	30	1			1		10					1		2	7	12	8			30	10		30	10		13	7	2	3	6					
	265		5	104	49		177					54		23	18	7				66	97	45	12	29		265	2		41		49	4			
	694	11	9	79	26		155	1				26		50	3	7	9			31	40	15	4	645		216	694		307	160	61	327			
	76	2		8	9		12					1		3	3	2	1			6	5	8	4	49	15	15	76	15	12	2	21				
	310	1	12	132	55		217					46		1	12	5	13			56	71	37	8	56	2	197	5	1	310	2	90	11			
	535	28	3	59	20		94	2				7		68	9	5	4			28	38	23	15	362	13	156	234	13	213	535	35	287			
	175		3	55	52		74					33		2	15	7	7			46	80	58	15	20		47	3	25	2	175	5				
	380	1	8	66	15		98					20		12	7	12	8			15	39	15	4	260	7	172	80	7	192	49	42	380			
	1 029	122	13	54	53	0	56	168	42	0	0	28	4	5	208	24	20	16	0	66	98	63	20	287	28	126	145	32	117	119	63	144			
	8 544	1 922	119	1 116	668	41	1 393	1 787	1 527	25	83	579	1 054	753	2 311	368	280	241	401	907	1 064	695	218	3 065	165	1 764	2 157	162	1 658	1 750	731	1 950			

Références

- Atila ABDULKADIROĞLU, Parag A. PATHAK, Alvin E. ROTH et Tayfun SÖNMEZ : The Boston public school match. *American Economic Review*, 95(2):368–371, 2005.
- Atila ABDULKADIROĞLU et Tayfun SÖNMEZ : School choice : A mechanism design approach. *American Economic Review*, 93(3):729–747, 2003.
- Iqbal ALI, Wade D. COOK et Moshe KRESS : On the minimum violations ranking of a tournament. *Management Science*, 32(6):660–672, 1986.
- Christopher N AVERY, Mark E GLICKMAN, Caroline M HOXBY et Andrew METRICK : A revealed preference ranking of US colleges and universities. *The Quarterly Journal of Economics*, 128(1):425–467, 2013.
- Marianne BLANCHARD : From “Ecoles Supérieures de Commerce” to “Management Schools” : transformations and continuity in French business schools. *European Journal of Education*, 44(4):586–604, 2009.
- Marianne BLANCHARD : *Socio-histoire d’une entreprise éducative : le développement des Écoles supérieures de commerce en France (fin du XIXe siècle-2010)*. Thèse de doctorat, EHESS, 2012. thèse de doctorat en sociologie.
- Cécile BONNEAU, Pauline CHAROUSSET, Julien GRENET et Georgia THEBAULT : Quelle démocratisation des grandes écoles depuis le milieu des années 2000 ? Rapport de l’Institut des Politiques Publiques, 2021.
- Yeon-Koo CHE et Youngwoo KOH : Decentralized college admissions. *Journal of Political Economy*, 124(5):1295–1338, 2016.
- Simon CLARK : The uniqueness of stable matchings. *The B.E. Journal of Theoretical Economics*, 6(1):1–28, 2006.
- Julien COMBE, Victor HILLER, Olivier TERCIEUX et Camille TERRIER : Faut-il sauver les algorithmes d’affectations ? Affelnet, mouvement des enseignants et Parcoursup. Rapport pour Terra Nova, 2018.
- Julien COMBE, Olivier TERCIEUX et Camille TERRIER : The design of teacher assignment : Theory and evidence. à paraître dans *The Review of Economic Studies*, 2022.

- László CSATÓ et Csaba TÓTH : University rankings from the revealed preferences of the applicants. *European Journal of Operational Research*, 286(1):309 – 320, 2020.
- David J. DEMING et David FIGLIO : Accountability in US education : Applying lessons from K-12 experience to higher education. *Journal of Economic Perspectives*, 30(3):33–56, 2016.
- Lester E. DUBINS et David A. FREEDMAN : Machiavelli and the Gale-Shapley algorithm. *The American Mathematical Monthly*, 88(7):485–494, 1981.
- Jan EECKHOUT : On the uniqueness of stable marriage matchings. *Economics Letters*, 69(1):1–8, 2000.
- Lars EHLERS : Manipulation via capacities revisited. *Games and Economic Behavior*, 69(2):302–311, 2010.
- Mehmet EKMEKCI et Bumin YENMEZ : Common enrollment in school choice. *Theoretical Economics*, 4(14):1237–1270, 2019.
- Gabrielle FACK, Julien GRENET et Yinghua HE : Beyond truth-telling : Preference estimation with centralized school choice and college admissions. *American Economic Review*, 109(4):1486–1529, 2019.
- Francoise FORGES, Guillaume HAERINGER et Vincent IEHLÉ : Appariement : des modèles de Lloyd Shapley à la conception de marchés d’Alvin Roth. *Revue d’Economie Politique*, 123(5):663–696, décembre 2013.
- David GALE et Lloyd S. SHAPLEY : College admissions and the stability of marriage. *American Mathematical Monthly*, 69(1):9–15, 1962.
- Pablo GUILLEN et Rustamdjan HAKIMOV : The effectiveness of top-down advice in strategy-proof mechanisms : A field experiment. *European Economic Review*, 101:505–511, 2018.
- Guillaume HAERINGER et Vincent IEHLÉ : Enjeux stratégiques du concours de recrutement des enseignants-chercheurs. *La Revue Economique*, 61(4):697–721, 2010.
- Guillaume HAERINGER et Vincent IEHLÉ : Two-sided matching with (almost) one-sided preferences. *American Economic Journal : Microeconomics*, 11(3):155–90, 2019.

- Guillaume HAERINGER et Vincent IEHLÉ : Gradual college admission. *Journal of Economic Theory*, 198:105378, 2021.
- Isa E. HAFALIR, Rustamdjan HAKIMOV, Dorothea KÜBLER et Morimitsu KURINO : College admissions with entrance exams : Centralized versus decentralized. *Journal of Economic Theory*, 176:886 – 934, 2018.
- Victor HILLER et Olivier TERCIEUX : Choix d'école en France : une évaluation de la procédure. *La Revue Economique*, 65(3):619–656, 2014.
- Julien JACQMIN et Mathieu LEFEBVRE : The effect of international accreditations on students' revealed preferences : Evidence from French business schools. *Economics of Education Review*, 85:102192, 2021.
- Alexander KARPOV : A necessary and sufficient condition for uniqueness consistency in the stable marriage matching problem. *Economics Letters*, 178(C):63–65, 2019.
- Brian G. KNIGHT et Nathan M. SCHIFF : Reducing frictions in college admissions : Evidence from the common application. *American Economic Journal : Economic Policy*, 2022.
- Adam M. LAVECCHIA, Heidi LIU et Philip OREOPOULOS : Behavioral economics of education : Progress and possibilities. In *Handbook of the Economics of Education*, volume 5, pages 1–74. Elsevier, 2016.
- Pierre-Michel MENGER et Colin MARCHIKA : La technologie de sélection des étudiants dans les grandes écoles de commerce françaises. *Revue Française d'Economie*, 29(2):5–42, 2014.
- Pierre-Michel MENGER, Colin MARCHIKA et Danièle HANET : La concurrence positionnelle dans l'enseignement supérieur. *La Revue Economique*, 66(1):237–288, 2015.
- Kathryn E. PEDINGS, Amy N. LANGVILLE et Yoshitsugu YAMAMOTO : A minimum violations ranking method. *Optimization and Engineering*, 13:349 – 370, 2012.
- Alvin E. ROTH : The economics of matching : Stability and incentives. *Mathematics of Operations Research*, 7(4):617–628, 1982.
- Tayfun SÖNMEZ : Strategy-proofness and essentially single-valued cores. *Econometrica*, 67(3):677–689, 1999.