

Pour étendre la métaphore du casino aux mouvements des richesses dans une économie (excessivement simplifiée), imaginons un système de 1 000 individus qui s'engagent dans des échanges deux à deux. Supposons que chacun détienne une certaine somme initiale (qui pourrait être exactement la même pour tous). Choisissons deux agents au hasard et demandons-leur d'effectuer des transactions, puis faisons de même avec deux autres agents, et ainsi de suite. En d'autres termes, ce modèle suppose des transactions séquentielles entre des paires d'agents choisies au hasard. Notre plan est d'effectuer des millions ou des milliards de transactions de ce genre dans notre groupe de 1 000 personnes et de voir comment la richesse sera finalement distribuée.

À quoi ressemble une transaction entre deux agents? Comme les gens évitent naturellement d'être ruinés, nous supposons que le montant en jeu, que nous noterons Δw (se prononce «delta w»), ne représente qu'une fraction fixe de la richesse de la personne la plus pauvre, Shauna. De cette façon, même si Shauna perd dans une transaction avec la personne la plus riche, appelons-la Éric, la somme perdue restera toujours inférieure à sa propre fortune totale. Cette hypothèse n'est pas déraisonnable et, en fait, elle tient compte d'une limite que la plupart des gens s'imposent instinctivement dans leur vie économique.

Pour commencer – juste parce que ces chiffres nous sont familiers –, supposons que Δw représente 20% de la richesse w de Shauna si elle gagne, et – 17% de w si elle perd. En fait, notre modèle suppose que les pourcentages de gain et de perte sont égaux, mais cela ne modifie pas le résultat général (cela découle du fait que $(1+a)(1-a) = 1-a^2$, qui est strictement inférieur à 1 pour tout nombre réel a non nul censé représenter la fraction de gain, par exemple 0,2 pour $\Delta w = 20\%$). De plus, une valeur de Δw supérieure ou inférieure ne fera que déformer l'échelle de temps, de sorte qu'il faudra plus ou moins de transactions avant d'être en mesure de voir le résultat final, lequel restera inchangé.

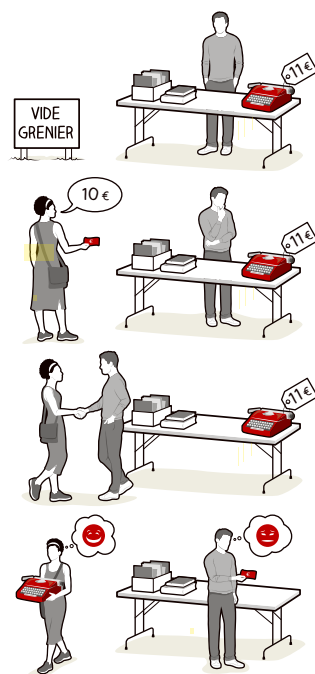
Puisque notre objectif est de modéliser une économie de marché équitable et stable, commençons par supposer que personne n'a d'avantage d'aucune sorte. Pour déterminer la direction dans laquelle Δw est déplacé, tirons donc simplement à pile ou face. Si c'est *face*, Shauna récolte d'Éric 20% du montant qu'elle détenait; si c'est *pile*, elle doit en donner 17% à Éric. Ensuite, on choisit au hasard une autre paire d'agents parmi les 1 000 et l'on recommence. Faisons-le 1 million ou 1 milliard de fois. Que se passe-t-il?

Si l'on simule cette économie, qui est une variante du modèle de vide-grenier, on obtient un résultat remarquable: après un grand nombre de

GAGNANTS, PERDANTS

Le modèle du vide-grenier, un modèle simple développé par le physicien Anirban Chakraborti, suppose que la richesse se déplace d'une personne à l'autre lorsque la première commet une « erreur » dans une transaction. Si le montant payé pour un bien est exactement égal à ce que celui-ci vaut, aucune richesse ne change de mains. Mais si une personne paie trop cher ou si l'autre accepte moins que la valeur de l'article, une part de richesse est transférée. Comme personne ne veut risquer d'être ruiné, Anirban Chakraborti a supposé que le montant qui peut potentiellement être perdu est une fraction de la richesse de la personne la plus pauvre. Il a constaté que même si l'on choisit au hasard, par un tirage à pile ou face, le résultat de chaque transaction, la multiplication de ces ventes et achats entraîne inévitablement la concentration de toute la richesse dans les mains d'une seule personne, une situation d'inégalité extrême.

B. B.



transactions, l'un des agents finit par devenir un «oligarque» qui détient pratiquement toute la richesse, et les 999 autres se retrouvent avec quasiment rien. Peu importe quelle était la richesse initiale de chacun. Peu importe que tous les tirages à pile ou face aient été ou non absolument équitables. Il importe peu que l'espérance de gain de l'agent le plus pauvre soit positive dans chaque transaction, alors que celle de l'agent le plus riche est négative. N'importe quel agent de cette économie peut devenir l'oligarque – en fait, tous ont la même chance de le devenir si leur richesse initiale est la même. En ce sens, il y a égalité des chances. Mais un seul d'entre eux devient l'oligarque, et tous les autres voient leur richesse moyenne décroître vers zéro à mesure que les transactions se multiplient. Et pour couronner le tout, plus le rang de richesse d'une personne est bas, plus la diminution est rapide.

Ce résultat est d'autant plus surprenant qu'il est valable même si tous les agents ont une richesse initiale identique et sont traités de façon symétrique. Les physiciens décrivent les phénomènes de ce type comme des «brisures de symétrie» (voir l'encadré page 66). Le tout premier tirage à pile ou face transfère de l'argent d'un agent à l'autre, ce qui crée un déséquilibre entre les deux. Et une fois que l'on a des disparités de richesse, aussi petites soient-elles, les transactions successives enrichiront peu à peu les agents les plus riches au détriment des plus pauvres, amplifiant ainsi les inégalités jusqu'à ce que le système devienne oligarchie.

> Si des inégalités sont présentes dès le départ, la richesse de l'agent le plus pauvre diminuera probablement le plus rapidement. Au profit de qui? Elle doit aller à des agents plus riches, puisqu'il n'y a pas d'agents plus pauvres. La situation n'est pas bien meilleure pour le deuxième agent le plus pauvre. À long terme, tous les participants à cette économie, sauf les plus riches, verront leur richesse décroître exponentiellement.

Dans des articles indépendants parus en 2015, mes collègues et moi, à l'université Tufts, et Christophe Chorro, de l'université Panthéon-Sorbonne, à Paris, ont prouvé mathématiquement ce que les simulations d'Anirban Chakraborti avaient découvert, à savoir que le modèle de vide-grenier déplace la richesse inexorablement d'un côté à l'autre.

Cela signifie-t-il que les agents les plus pauvres ne gagnent jamais ou que les agents les

MESURER L'INÉGALITÉ

Au début du xx^e siècle, l'économiste américain Max Lorenz a conçu une méthode utile pour quantifier l'inégalité de richesse au sein d'une population. Il a proposé de tracer la part de richesse détenue par les individus dont la richesse est inférieure à w en fonction de la proportion des individus dont la richesse est inférieure à w . Comme les deux quantités sont des fractions comprises entre 0 et 1, le graphique s'intègre dans un carré de côté 1. Le double de l'aire comprise

entre la courbe de Lorenz et la diagonale est ce qu'on nomme le coefficient de Gini, une mesure couramment utilisée pour mesurer l'inégalité (le coefficient de Gini pour la richesse est à distinguer du coefficient de Gini pour les revenus, que l'on rencontre plus fréquemment dans les données statistiques).

Examinons d'abord le cas égalitaire. Si chaque individu détient exactement la même richesse, toute fraction donnée de la population détient précisément la même fraction de la richesse totale. Par conséquent, la courbe de Lorenz est la diagonale (en vert dans A), et le coefficient de Gini est égal à 0.

En revanche, si un oligarque détient toute la richesse et que tout le reste de la population n'a rien, la fraction f la plus pauvre de la population n'a aucune richesse pour tout f inférieur à 1 ; il s'ensuit que pour tout

$f < 1$, la courbe de Lorenz est la droite horizontale d'ordonnée nulle. Mais quand $f = 1$, l'oligarque est inclus, et l'ordonnée de la courbe de Lorenz prend brutalement la valeur 1. L'aire comprise entre cette courbe de Lorenz (en orange) et la diagonale est la moitié de l'aire du carré, c'est-à-dire $1/2$; le coefficient de Gini est donc égal à 1.

En somme, le coefficient de Gini pour la richesse peut varier de 0 (égalité absolue) à 1 (concentration extrême de la richesse). Sans surprise, la réalité correspond à une valeur intermédiaire. La ligne rouge montre la courbe de Lorenz de la richesse aux États-Unis en 2016, d'après des données de la Réserve fédérale. Le double de l'aire (en jaune) comprise entre cette courbe et la diagonale est égal à environ 0,86 ; c'est l'un des coefficients de Gini les plus élevés des pays développés pour la richesse. En France,

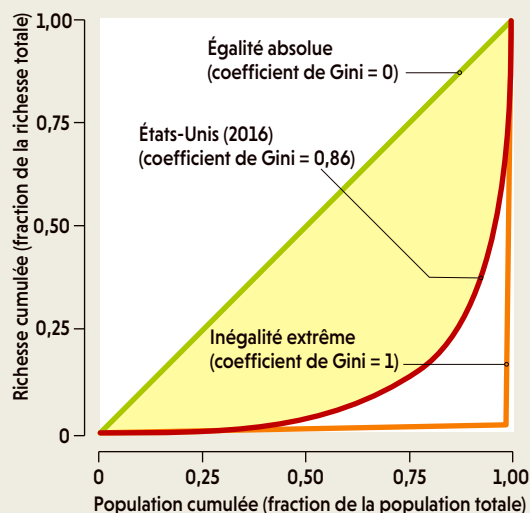
le coefficient de Gini pour la richesse est égal à environ 0,70, d'après le rapport 2019 du Crédit Suisse.

Les quatre petits graphiques de B montrent la correspondance entre le modèle affine de richesse et les courbes de Lorenz réelles pour les États-Unis en 1989 et 2016, ainsi que pour l'Allemagne et la Grèce en 2010. Les données proviennent de la Réserve fédérale des États-Unis et de la Banque centrale européenne.

L'écart entre la courbe de Lorenz du modèle et celle correspondant aux données réelles est inférieur à 0,2 % pour les États-Unis et à 0,33 % pour les pays européens. On voit aussi que le coefficient de Gini pour les États-Unis a augmenté entre 1989 et 2016, ce qui reflète l'augmentation des inégalités.

B. B.

A Courbes de Lorenz



B Données empiriques comparées au modèle affine de richesse

