

PREUVE DE LA MANIPULATION DES MARCHÉS LORS DE LA CRISE FINANCIERE

Vedant Misra, Marco Lagi, et Yaneer Bar-Yam

New England Complex Systems Institute

238 Main Street Suite 319, Cambridge, Massachusetts 02142, US

(En date du 15 décembre, 2011)

Abstract

Nous présentons la preuve directe de la manipulation des marchés au début de la crise financière en novembre 2007. Le type spécifique de manipulation, dénommé «le raid baissier» aurait été empêché par une règle que l'autorité du Marché, la *Commission sur la Sécurité et les échanges* [le « SEC »] a annulé au mois de juillet 2007. Cette règle, dite « clôture à la hausse » [« *the uptick rule* »] avait été formulée afin d'empêcher la manipulation des marchés et promouvoir la stabilité et a été appliquée comme une partie intégrante de la riposte du gouvernement au krach de 1928 et ses suites depuis 1938. Le 1er novembre 2007, il y a eu une hausse exceptionnelle du volume accompagnée de la chute du prix des titres de *Citigroup*. Notre analyse des données dont dispose l'industrie financière démontre que cette baisse correspondait à une augmentation hors norme de titres prêtées dont la vente aura fourni la plus grande portion du volume des transactions. La vente de titres empruntées ne peut s'expliquer dans le cadre de l'événementiel puisqu'il n'y a pas eu d'augmentation de ventes chez les porteurs. Une quantité similaire de titres ont été rendus lors d'une seule journée six jours plus tard. L'ordre de grandeur et la coordination entre l'emprunt et le retour des titres fournit la preuve d'un effort concerté de forcer la baisse du prix du titre de *Citigroup* et d'en tirer un profit, i.e. : un raid baissier. Les interprétations et analyses des marchés financiers doivent prendre en considération la possibilité que les interventions d'acteurs individuels ou de groupes coordonnés peuvent faire fléchir les marchés. Les marchés ne sont suffisamment transparents ni pour exposer ni pour prévenir même des manipulations grossières. Nos résultats indiquent un besoin de réglementations qui empêchent des interventions concertés qui opèrent une fléchissement de la valeur d'équilibre et qui contribuent aux effondrements du marché. Des actions disciplinaires, s'ils interviennent, ne peuvent renverser les dégâts considérables infligés au système économique. L'actuelle règle de « clôture à la hausse alternative » qui ne s'enclenche que lorsqu'une baisse de plus de 10% s'observe sur une seule séance est insuffisante. On peut supprimer cette défaillance au moyen d'une plus grande transparence dans l'accès aux données du marché et l'ancien règle de clôture à la hausse ou quel qu'autre limitation de transaction.

Un rapport sur les résultats préliminaires de ce travail a été envoyé à la SEC par le représentant Barney Frank et le représentant Ed Perlmutter le 25 mai 2011.

Pour correspondre, contacter cet auteur : yaneer@necsi.edu

I. INTRODUCTION AUX RAIDS BAISSIERS ET LA MANIPULATION DES MARCHES

Le 6 juillet, 2007, l'autorité du Marché de New York, la SEC, a annulé la règle sur la clôture à la hausse, une règle qui avait été conçue spécifiquement afin d'empêcher les manipulations capables de déclencher l'effondrement des marchés. Tandis qu'il est généralement admis que les origines de l'effondrement qui se déclara plus tard cette année se situaient au niveau des faiblesses des marchés hypothécaire et financière, la très grande rapprochement entre l'annulation de cette règle et l'effondrement du marché suggèrent que la manipulation aura joué son rôle. Nous présentons ici l'évidence quantitative d'une manipulation majeure du marché, un raid baissier, qui n'aurait pas eu lieu si la règle sur la clôture à la hausse avait toujours été en place. La chronologie du raid, en l'automne 2007, le suggère comme l'un des facteurs qui contribuaient à la crise financière. Les attaques, ou raids baissiers sont une stratégie illégale lors de laquelle des investisseurs manipulent le prix des titres en vendant de concert des titres empruntés. Ils en tirent un bénéfice lorsqu'ils rachètent des titres moins chers pour couvrir leurs positions d'emprunt. Tandis que les attaques baissiers sont souvent signalées comme des causes d'incidents majeurs sur les marchés, y compris parmi ceux des crises financières, [1, 2], cette étude est la première à démontrer l'existence d'une attaque baissier spécifique. La vente de titres empruntés, dite la vente à découvert, est une façon d'opérer une transaction sur le marché. Des vendeurs à découvert vendent des titres empruntés, et puis les rachètent plus tard pour les rendre aux propriétaires. Ces transactions sont profitables lorsque les prix baissent. Lors d'un raid baissier, les investisseurs vendent à découvert en y ajoutant une manipulation du marché. Plutôt que de bénéficier d'une baisse normale de la valeur fondamentale d'un titre, ce sont les exécutants d'une attaque baissier eux-mêmes qui forcent le prix du titre d'une société à baisser. Des opérateurs importants s'associent afin de vendre une grande quantité, en effet forçant le prix de baisser [3, 4]. Un raid baissier sera profitable si d'autres investisseurs sont amenés à vendre leurs titres au prix plus bas. Ceci peut se produire pour deux raisons : des appels d'approvisionnement et la panique. Des appels d'approvisionnement interviennent lorsque son courtier oblige l'investisseur à liquider sa position. Des investisseurs confiants de ce que les titres vont continuer à monter peuvent les acheter à crédit, le prêt s'adossant sur la valeur des titres eux-mêmes comme gage. Lorsque les prix baissent, ainsi la valeur de la position gagée se détériore et à un certain point les courtiers émettent des appels d'approvisionnement qui les obligent à

vendre même lorsque leurs propriétaires souhaiteraient ne pas le faire. Les paniques se produisent lorsque les investisseurs craignent de pertes encore plus importantes, et vendent leurs titres. Ceux qui exécutent un raid baissier profitent de la chute du prix en achetant le nombre de titres qu'ils ont empruntés pour couvrir leurs positions ouvertes, à moindre prix. A la suite du Krach de 1928, le *Congress* créa l'autorité du Marché, la Commission sur la sécurité et les échanges : le SEC. Ayant reconnu les dangers de la vente à découvert [« short selling »], les élus exigèrent spécifiquement du SEC qu'il impose des règles sur la vente à découvert [5]. La règle, qui fut adoptée en 1938, exige que des titres empruntés ne peuvent se vendre qu'à un prix légèrement plus haute que le prix qui le précède immédiatement. La règle était conçue pour limiter l'impacte, voulu ou non, des ventes à découvert qui pourraient précipiter la chute des prix, et tout particulièrement d'empêcher les attaques à la baisse. Le SEC annula la règle de clôture à la hausse au mois de juin 2007 se fondant sur des avis qui voulaient que les marchés fussent dès lors suffisamment transparents et ainsi n'avaient nul besoin de la protection d'une règle de clôture à la hausse [6]. Les assurances du SEC que la règle de clôture à la hausse n'exerçait aucun pouvoir stabilisant sur le marché ont été réfutés [7 {9]. Nos travaux qui prouvent l'existence d'un raid baissier au mois de novembre 2007 contredisent l'affirmation de transparence des marchés. Notre évidence indique qu'il eut une attaque à la baisse contre une grosse société de services financiers, *Citigroup*. Le 1er novembre 2007, il avait une augmentation peu usuelle dans le volume des titres échangés accompagnée d'une baisse du prix. Afin d'analyser cet événement, nous avons étudié les données de l'industrie financière sur les ventes à découvert (voir Tableau A), qui compare la quantité de tous les titres empruntés, la position de place vendeur (« *short interest* »), à la fin de chaque séance. Grâce à ces données, nous démontrons que l'augmentation du volume de titres échangés le 1er novembre correspond avec l'augmentation des titres empruntés. Six jours plus tard, une quantité égale de positions de place de vente ouvertes furent fermées. Des éléments d'actualité qui auraient pu produire un tel phénomène ne peuvent fournir d'explication quant à la différence entre les comportements de vendeurs de titres empruntés et celui des porteurs, propriétaires de leurs titres. L'importance et la concertation d'activité de vente à découvert est en lui-même la preuve d'un effort entrepris pour faire baisser le prix du titre de *Citigroup* et ainsi d'en tirer un bénéfice, c'est à dire, d'une attaque baissier.

II. CITIGROUP LES 1 ET 7 NOVEMBRE, 2007

Le 1er novembre 2007, *Citigroup* eut de pics importants de ventes à découvert et de volume. Les positions de place vendeur [quantité de titres empruntés, *short interest*] augmenta d'environ 130 million titres pour atteindre 3.8 fois la moyenne glissante sur 3 mois. Le volume de titres échangés au cours de la séance surgit des 73 millions au cours de la séance précédente à 171 millions de titres, soit 3.7 fois la moyenne glissante sur 3 mois. Le ratio global des positions de place vendeur par rapport au volume était de 0:77. Ceci représente la part du volume des titres échangés ce jour-là qui pourra être attribué aux positions de place vendeur qui restaient ouverts à la clôture. La valeur globale des titres empruntés le 1er novembre était approximativement USD 6.07 milliards. En tenant compte de la dividende payée le 1er novembre, 2007, le titre *Citigroup* finit le 1er novembre 2007 en baisse de USD 2.85 par rapport au prix de la veille, une chute de 6.9 pour cent.

Le nombre de positions couvertes le 7 novembre 2007, soit 202 millions, était plus important de 53 pour cent que le nombre ouvert le 1er novembre. Les positions de place vendeur avant leur augmentation le 1er novembre et après le 7 novembre sont pratiquement identiques, et l'absorption d'un nombre plus important correspond à une augmentation supplémentaire de positions entre ces deux dates. Les anomalies en réplique par rapport de celles du 1er novembre sur les positions de place vendeur constatées au cours de la séance du 7 suggèrent que l'activité des deux jours est liée. Nous pouvons estimer la valeur globale du gain produit de manière conservatrice en multipliant le nombre de positions de place vendeur ouvertes le 1er novembre par la différence entre le prix du titre à la clôture le 1er novembre et celui à la clôture le 7 novembre (USD 4,82), ce qui donne pour les vendeurs à découvert un gain estimé à USD 640 millions. La réduction globale de positions de place vendeur du 7 novembre est plus importante que le volume de titres échangés ce jour-là, 121 millions, de 82 millions de titres. Ceci indique que la réduction globale de titres empruntés n'est pas reporté exactement au cours de la séance. La différence peut avoir été le résultat de transactions hors marché, utiles pour les vendeurs à découvert en ce qu'ils évitent de faire monter le prix. Une explication alternative pourrait être, en dehors de l'équilibre normale entre l'achat et la vente, qu'il y eut davantage de titres empruntés rendus que vendus à découvert. Une investigation plus pointue est nécessaire pour définir les raisons de la différence entre les titres rendus et le volume de transactions.

Le Tableau 1 illustre le prix du titre à la clôture au jour le jour, plus les positions de place de vente ouvertes pour *Citigroup* sur une période de deux ans qui débute le 1er janvier 2007.

L'information sur les positions de place vente comporte le nombre de titres empruntés à la fin de chaque journée et le changement quotidien. Au cours de la période 2007 - 2009, le changement dans ces positions ouvertes n'a représenté qu'une très petite portion du volume global. L'augmentation journalière la plus importante de positions de place vendeur ouvertes s'est produite le 1er novembre, date indiquée par des flèches sur le Tableau 1. Le Tableau 2 offre une vue détaillée de la période autour de cette date.

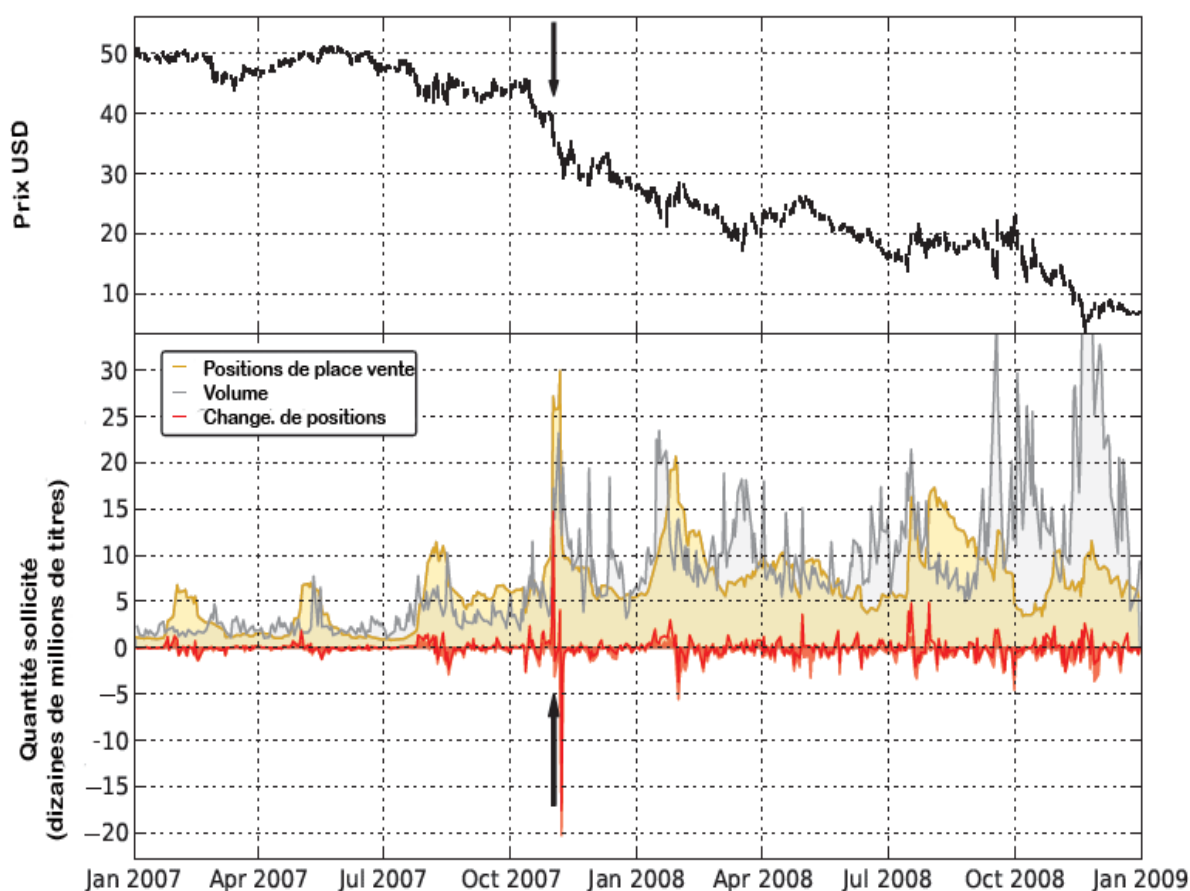


TABLEAU I : Activité quotidien pour *Citigroup* sur une période de deux ans depuis le 1er janvier 2007. Le panneau en haut montre au moyen des barres verticales l'écart journalier du prix. Le panneau inférieur montre les positions de place ouvertes (jaune) le volume global (gris) et le changement quotidien dans les positions de place de vente ouvertes (rouge). Des flèches identifient la date du 1er novembre 2007.

Dans l'Annexe B nous avons quantifié la probabilité des événements du 1er novembre et du 7 novembre. Très souvent la probabilité est projetée au moyen des distributions normales (*Gaussian*) qui sous-estiment la probabilité d'événements extrêmes (« les cygnes noirs ») qui seraient mieux décrits par l'emploi des distributions à longue queue [11, 12]. Nous avons assimilé les longues queues des distributions directement et avons estimé la probabilité de ces événements d'être de l'ordre de $p = 2 \cdot 10^{-5}$ et $8 \cdot 10^{-9}$ respectivement. Étant donné la moyenne de 250 séances sur l'année, il faudrait en moyenne 200 ans et 500 mille ans, respectivement, pour témoigner de tels événements. De plus, la probabilité que ces deux événements se produisent à 6 jours d'intervalle est $p = 1 \cdot 10^{-12}$, ce qui correspond à 4 milliards d'années, à peu près l'âge de la Terre. Le Tableau 3 montre que ces événements se situent en dehors du comportement général des marchés. Nous soulignons que notre évaluation de la probabilité de ces événements reflète la probabilité plus élevée d'événements extrêmes des distributions à longue queue. Des changements du comportement des investisseurs s'expliquent souvent par des éléments d'actualité, sans quoi on n'observe généralement pas d'altération significative du prix [13, 14]. Les médias attribuaient la baisse du prix du titre *Citigroup* le 1er novembre au rapport d'un analyste publié ce matin-là [15, 16]. Ce rapport, fait par un analyste du *Canadian Imperial Bank of Commerce* (CIBC), dégradait le titre *Citigroup* à la note « performance en dessus de la moyenne du secteur » [17]. Une telle explication du comportement des investisseurs par événementielle le 1er novembre (et le 7 novembre) n'explique pas la différence constatée entre celui des vendeurs à découvert et les autres. Selon les préceptes des modèles courants [14] d'évaluation des actifs, tous les investisseurs interviennent afin de maximiser leur richesse éventuelle [18], et devraient donc réagir de manière similaire aux informations. De plus, il a été démontré que le ratio des positions de place vendeur comparé au volume global reste pratiquement constant, même autour d'informations ponctuelles.

Dans la littérature, l'analyse de petites différences de type résiduelle observées entre les comportements de vendeurs à découvert et les porteurs sont censés signifier que les vendeurs à découvert ont un avantage dans le domaine de l'information ou bien que les vendeurs à découvert sont capables d'anticiper un rendement diminué à l'avenir [19 {23}], plutôt que d'en devenir l'instrument. Cependant, ces études ne démontrent pas que de variations importantes dans les opérations existent entre les vendeurs à découvert et les porteurs. Donc, l'existence d'une telle différence indique les opérations spécifiques.



TABLEAU 2 : Opérations sur les titres *Citigroup* lors d'une période de cinq mois à partir du 15 août 2007. Le panneau supérieur comporte des barres verticales qui indiquent pour chaque séance les prix haut et bas (hors dividendes). Le panneau inférieur illustre le changement par séance (barres rouges), les positions globales de place de vente (barres jaunes) et le volume global des opérations (barres grises). Les flèches indiquent la date du 1er novembre 2007.

Notre évidence indique qu'il y eut une attaque à la baisse au cours d'une période de fragilité financier [24, 25] à laquelle la Banque de Réserve Fédérale répondit par l'annonce qu'elle allait « fournir de la liquidité afin de faciliter le fonctionnement des marchés » parce que « des institutions pourraient éprouver un besoin de fonds extraordinaire du à la dislocation des marchés monétaire et de crédit » [26]. Peu de temps après, l'indice Industrielle *Dow Jones* atteignit son niveau historique le plus haut (14.167 points le 9 octobre) trois semaines avant la date que les preuves que nous présentons suggèrent qu'un raid baissier eut lieu.

Des raids baissiers peuvent avoir un effet durable sur les prix si les responsables déduisent que la confiance des investisseurs se reflète dans des mouvements de prix et agissent en conséquence [27, 28]. La démission du PDG de *Citigroup*, Charles Prince, le 4 novembre à la suite d'une réunion urgente du conseil d'administration [29] pourrait être le

résultat d'un tel effet. Pendant les mois qui suivaient le 1er novembre on a vu s'amorcer le tourment qui engloutit les marchés en 2008 – 2009 ainsi qu'un nombre important des événements significatives de la crise, tel le rachat de *Bear Stearns* par *JP Morgan Chase* au mois de mars 2008 et la banqueroute de *Lehman Brothers* en septembre 2008.

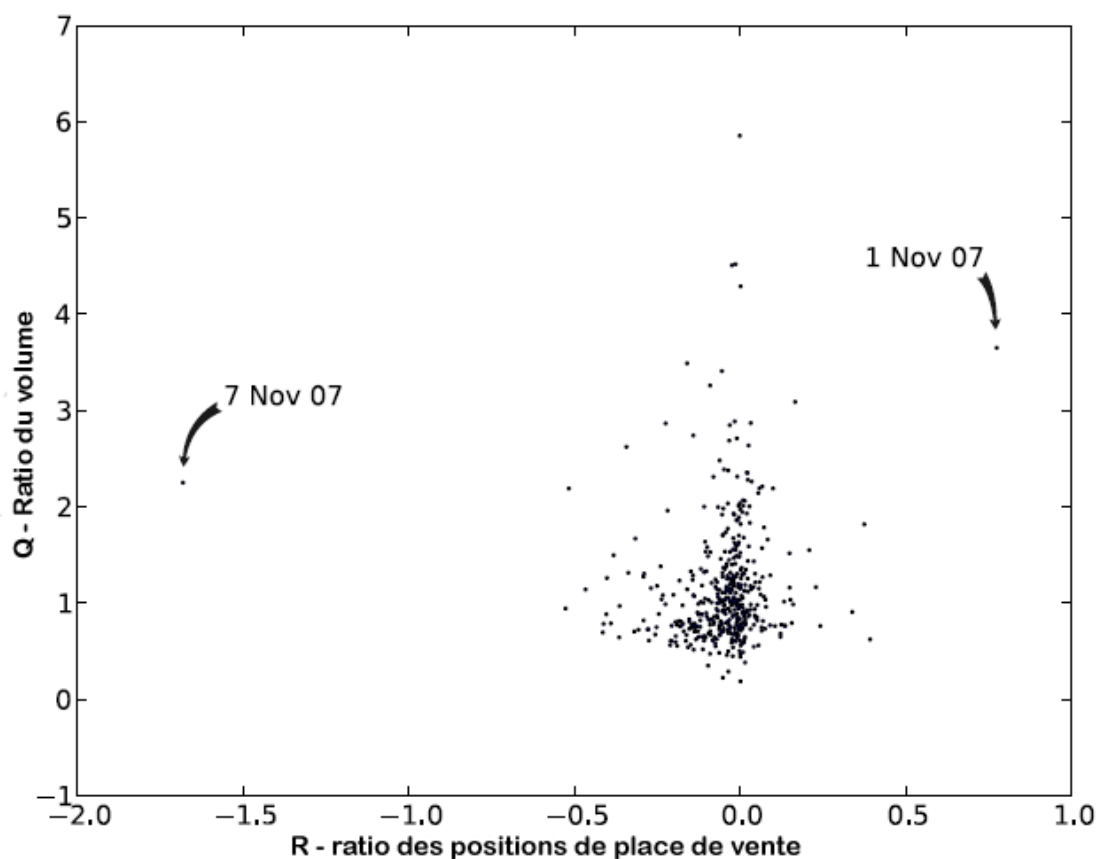


TABLEAU 3 : Nuage statistique du volume par séance divisé par la moyenne glissante sur 3 mois (ratio du volume), et l'augmentation du nombre de titres empruntés divisés par le volume global (ratio du changement des positions de place de vente), sur les titres de *Citigroup* pour une période de deux ans à partir du 1er janvier 2007. Les flèches indiquent *Citigroup* les 1er et 7 novembre 2007. Ces deux positions sont situés très à l'écart du comportement calculé pour les autres séances même pour la période de pleine crise, plus tard dans la même année et tout au long de 2008. Ces deux mensurations sont décrites dans l'Annexe A.

III. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La crise financière de 2007 – 2011 a répandu des dégâts économiques très sévères et remet en question notre compréhension des marchés financiers et souleva des interrogations autour les besoins pratiques en matière de réglementation capable d'assurer la stabilité du marché. La Commission d'enquête sur la crise financière [FCIC] rapporta que plus de 26

millions d'américains étaient sans emploi ou sous-employés en début 2011, et que presque USD 11 mille milliards en valeur immobilier et foncier des ménages s'évaporèrent. De plus, le FCIC conclut que la crise aurait pu être évitée et que ses origines résidaient en partie « dans la défaillance très étendue de la régulation et la supervision financières qui fut dévastatrice pour la stabilité des marchés financiers » [30]. Parmi les changements au régime de réglementation qui sont intervenus avant la crise est l'annulation en juin 2007 de la règle de clôture à la hausse, qui avait été imposé en 1938 afin d'améliorer la stabilité des marchés et prévenir la manipulation. [5 {9, 31}].

Dans l'environnement créé par la déréglementation, la croyance est encore largement répandue que la crise avait ses origines dans des instruments hypothécaires et des conditions de crédit, et que des opérateurs individuels n'y ont pas joué de rôle [32 {35}]. Notre analyse démontre que la manipulation a pu jouer un rôle primordial. Des méthodes capables de détecter la manipulation et ses effets sont nécessaires afin d'informer l'élaboration d'une politique et procéder à son application.

Lorsque le SEC annula la règle sur la clôture à la hausse le 6 juin 2007, l'une des raisons principales en était que le marché était transparent, et que de telles règles n'étaient pas nécessaires pour empêcher la manipulation des marchés [6]. Nos résultats suggèrent que, pas longtemps après l'annulation de la règle sur la clôture à la hausse, une attaque à la baisse a pu avoir lieu sans qu'elle ait été perçue et sans jamais avoir été sanctionnée. Notre analyse suggère que le manque de réglementation financière fut un composant intégral de la crise financière [30].

Répondant aux appels pour le rétablissement de la règle sur la clôture à la hausse à la suite de l'effondrement du Marché financier, la SEC s'engagea dans des consultations très prolongées et finit par établir une règle alternative à celle de la clôture à la hausse, qui permet la baisse de 10 pour cent au cours d'une seule séance avant que des limitations sur des ventes à découvert s'enclenchent [36]. Cette règle plus molle n'aurait pas joué le 1er novembre, 2007, pour freiner les opérations sur le titre de *Citigroup*, puisque le prix minimum atteinte était seulement de 9 pour cent inférieure à la clôture du 31 octobre. Les pertes au jour le jour jusqu'au 7 novembre étaient chacune également de moins que 10 pour cent.

L'existence d'une manipulation majeure du marché devrait motiver des changements dans la manière de modéliser les marchés, l'analyse, la réglementation et l'application de la Loi. Spécifiquement, nous avons conclu que des opérateurs importants peuvent avoir un influence significative sur le marché. L'analyse scientifique et les modèles doivent reconnaître le rôle que jouent les très gros opérateurs tout en prenant en considération non seulement les incidents passés mais aussi les événements potentiels à venir dont ils pourraient être la cause. Par exemple, analyse de série chronologique du marché qui ne recherche pas de manière spécifique les effets de manipulation peut rester incapable de le discerner, parce que des incidents de manipulation pourraient ne pas s'exprimer au travers les distributions et ordres de grandeur qui sont généralement prises en considération.

L'accès amélioré aux données peut faciliter la détection de manipulations du marché. Ceci irait dans le sens d'une plus grande transparence des marchés, ce qui est fréquemment affirmé avec emphase mais non pas réalisé. Des agences tutélaires doivent exiger une disponibilité accrue des données capables de discerner la manipulation. Si ces données ne peuvent pas être mises à la disposition du public ou disponibles en temps réel, on pourrait les fournir sous un délai spécifique ou uniquement aux fins de l'étude scientifique. Les données essentielles comprennent non seulement la déclaration de l'établissement des positions de place vendeur mais également la fermeture de ces positions, puisque la synthèse globale des positions de place vendeur ne peut pas se déterminer lorsque seulement les données sur l'ouverture des positions sont disponibles. Ces données devraient être disponibles au niveau des transactions.

La législation actuelle, qui se concentre autour de pénalités rétroactives, est inefficace grâce au décalage chronologique entre de la réponse punitive et la manipulation du marché. Des défaillances aggravées du système financier peuvent se manifester par crises globales en cascade et de nombreux acquisitions hostiles et de banqueroutes, et rend le démêlé d'un tel événement difficile sinon impossible. Les agences de tutelle devraient adopter des dispositions préventives comme la règle sur la clôture à la hausse, qui seraient plus efficaces que des dispositions punitives. La règle sur la clôture à la hausse était conçue pour freiner marginalement les interventions de tel opérateur tout en assurant la stabilité sous-jacente du système financier, et spécifiquement par l'interdiction des formes particulières de manipulation du marché, y compris des attaques à la baisse.

La limite de nos données nous empêche de tirer des conclusions définitives à propos d'événements individuels ou de les attribuer aux investisseurs individuels. Les agences de d'investigation et d'instruction des délits doivent procéder aux investigations d'événements candidats, y compris l'événement candidat du 1er novembre 2007 que nous avons pu identifier.

Jusqu'à ce que les règles et pénalités adéquates soient en place, les mouvements de prix du marché pourraient ne pas refléter l'actualité sous forme d'annonces d'intérêt économique. Ils pourraient signaler la manipulation du marché.

La complexité des marchés financiers jointe à leur dynamique accélérée suggèrent que l'analyse des données et la modélisation du marché sont de plus en plus nécessaires afin de cibler les décisions relatives aux réglementations et leur application [37 {39}]. Indépendamment du rôle qu'elle pourra jouer lors des crises, bien comprendre la manipulation du marché pourrait être d'importance pour la caractérisation de la dynamique du marché. Les décennies récentes ont amené des avancées importantes dans la formulation du théorie du marché, y compris la théorie de l'analyse des actifs basée sur la moyenne et la variance [40] le modèle d'évaluation des actifs financiers [18], le modèle d'évaluation par l'arbitrage [41], et la théorie du taux de l'intérêt [42].

Cependant, la crise financière et des événements inédites comme des « flash krachs » [43] soulignent les limitations des pratiques actuelles. Des efforts plus récents cherchent des explications des phénomènes du marché dans les modélisations des rapports d'agence [44, 45] et l'analyse de la distribution en longue queues des mouvements de prix [11, 5 {53}]. Tandis que ces méthodes-ci ont connu quelque succès en cernant certaines facettes du comportement du marché, ils ne prennent pas généralement en compte l'impact des opérateurs individuels dont les moyens leur permettent de faire flancher les marchés [54, {60}]. A présent, on ne s'est pas encore doté des moyens, que ce soient analytiques ou statistiques, qui permettent de déceler des incidents isolés occasionnels, ou même fréquents, d'influence d'un opérateur. Parmi les formes possibles d'influence qu'un opérateur individuel peut entreprendre, certaines initiatives voulues y compris la manipulation, sont à signaler tout particulièrement, puisqu'ils savent la capacité des marchés d'établir le prix le plus juste. La manipulation du marché est illégale sous

Section 10 de l'Acte de la *Securities and Exchange Commission* de 1934 [5]. Certaines types de manipulation sont bien documentées, comme la manipulation indirecte par la publication de fausses nouvelles [61]. On considère généralement que la manipulation directe au moyen des transactions est courant [1, 2, 54], mais des méthodes qui permettent de la détecter qui se basent sur l'analyse statistique [62, 63] sont limitées par leur incapacité de rendre indépendamment compte de l'événementielle et d'autres anomalies. Aucune preuve d'une manipulation de prix n'a été présentée qui s'appuie sur ces méthodes. La chronologie de l'événement que nous avons identifié soulève des questions quant au rôle qu'il ait pu jouer dans la crise elle-même. Comprendre l'impacte plus général d'un tel événement nous oblige à considérer la vulnérabilité du marché dans son ensemble.

Tandis qu'un système extrêmement stable n'est vulnérable qu'aux chocs les plus sévères, un système vulnérable peut se déstabiliser sous l'effet des plus petits chocs [64, 65]. Cette condition est l'aspect généralisé du comportement de systèmes complexes et interdépendants, non pas spécifiquement celui des marchés financiers. Certains événements peuvent avoir des conséquences importantes si le système physique, biologique ou sociale sous-jacent est vulnérable. Par exemple, tandis qu'il a été démontré que des extinctions de masse ont eu lieu à la suite d'une frappe de météorite [66], l'on estime que les vulnérabilités sous-jacentes expliquent la sévérité de l'épisode d'extinction [67]. De même, la manipulation du marché lors d'une période d'instabilité et de grande interdépendance, comme avant la crise financière [24, 25, 68], peut exacerber ou même déclencher l'effondrement. On doit s'attendre à ce que le système financier possède cette propriété en commun avec d'autres systèmes complexes, ou la coïncidence d'une vulnérabilité sous-jacente et un événement extrême peut déclencher des crises.

Nous remercions Yves Smith et Matt Levine de leurs conseils avisés.

Annexe A : Méthode, données et détection des incidents

Il est généralement mal aisé de décortiquer les investissements d'opérateurs individuels, particulièrement en ce concerne la vente à découvert. Contrairement à ceux qui possèdent des parts importants de sociétés, ceux qui ont pris une position de vente à découvert ne sont pas obligés de le déclarer [69]. Des données sur les positions de place de vente ouvertes identifiées par leur symbole sont fournis au public toutes les deux semaines et sont disponibles pendant une année [70]. Cette périodicité est trop étalée pour détecter le raid

baissier candidat que nous allons décrire, et n'est pas associée aux données historiques de la période de la crise financière. Les systèmes transactionnelles hors marché sur réseaux croisés [71, 72], dont la disponibilité est très récente, et qui facilitent l'échange de gros volumes rendent difficile, sinon impossible, le dépistage de ventes à découvert concertées au travers les données du marché. Une vente à découvert entre les cohortes sur un réseau croisée peut permettre un l'un des opérateurs l'exécution d'une vente à découvert tandis que l'autre accumule une position. Cette position peut ensuite se vendre normalement sur le marché sans qu'il y soit associé la signature de ses origines de vente à découvert.

Notre recherche considéra les données de l'industrie sur l'emprunt quotidien des titres. Tandis que les données disponibles n'identifient pas les individus qui empruntent ces titres, la fréquence des rapports était adéquate pour fournir la preuve d'un raid baissier.

Nos données sur le prix et les volumes ont été obtenues auprès de *Thomson Reuters Datastream*. Nous avons obtenu les données sur les ventes à découvert, qui comprenaient l'information sur les valeur et nombre de titres empruntés tels que les rapportent les courtiers, auprès de *Data Explorers*. Ces dernières comportaient une piste chronologique du nombre global des titres empruntés (demande globale) ainsi que le changement journalier dans le nombre total de titres empruntés. Les changements quotidiens étaient constatés au moyen de petites altérations de la demande globale intervenant au jour le jour, ainsi que de petites rajustements dues au rajout et soustraction des organismes rapporteurs qui participaient à l'élaboration des données. La reconstitution de données sur les ventes à découvert à partir de ceux de l'industrie sur l'emprunt des titres est un procédé inexact, parce que les titres empruntés peuvent servir à autre chose que les ventes à découvert tel que l'arbitrage fiscale, l'arbitrage sur les dividendes, et l'arbitrage sur les acquisitions. De plus, les données disponibles peuvent être incomplètes, parce que tous les prêteurs ne fournissent pas leurs données aux sociétés qui les publient. Néanmoins, parce que la vente à découvert reste la raison primordiale pour laquelle on emprunte des titres, les données sur le prêt des titres représentent une mesure raisonnable de la vente à découvert [73, 74]. Nous avons pu éliminer, aussi, la possibilité que l'explication alternative à un raid baissier, l'arbitrage sur la dividende qui était dans ces circonstances la plus plaisante, ait eu lieu, et que nous décrivons dans l'Annexe C. La signature d'un raid baissier réussi est l'anomalie d'un pic subite dans le volume d'un titre vendu à la baisse, suivie de la chute du prix du titre, puis la manifestation d'un pic

similaire sur le nombre de positions ouvertes clôturées. Une augmentation des ventes à découvert suffisamment importante augmenterait également le volume global des transactions, ainsi nous avons aussi examiné le volume global d'échanges de titres. Nous avons évalué des données similaires sur plusieurs sociétés conséquents afin d'identifier d'événements candidats, et calculé deux ratios chacun pour chaque séance, R et Q . R représente le ratio du changement dans les positions de place de vente par rapport au volume global quotidien,

$$R(t) = \frac{\Delta S(t)}{V(t)}, \tag{1}$$

lorsque $\Delta S(t) = S(t) - S(t - 1)$ est le changement dans les positions de place de vente ouvertes, V est le volume global et (t) la date. Une valeur absolue élevée du R indique qu'une proportion importante de l'activité s'explique par l'échange de titres prêtés, que le volume de titres empruntés représente une partie importante du volume global, et que les ventes à découvert ont pu faire fléchir le prix du titre. Une valeur positive élevée indique qu'il s'agit de titres empruntés, et une valeur négative élevée signifie la fermeture des positions de place de vente ouverte. Il faut noter que s'il y avait eu un nombre important de positions de place de vente ouvertes et clôturées au cours de la journée (c'est à dire un raid baissier sur une seule séance), on ne pourrait pas le constater en compulsant les chiffres afférentes à la séance. Nous ne pouvons pas exclure la possibilité qu'il y eut également des raids baissiers sur des séances uniques au cours de cette période.

Q représente le ratio du volume de titres échangés par rapport à la moyenne glissante sur 3 mois,

$$Q(t) = \frac{V(t)}{\overline{V}(t)}, \tag{2}$$

lorsque \overline{V} est la moyenne glissante du volume sur les 3 mois (63 jours) antérieures. Une valeur Q largement supérieure au chiffre « un » indique un volume d'échanges anormalement élevé. L'incident que nous avons étudié a pu être identifié grâce à sa valeur absolue R élevée et une valeur Q élevée, ce qui indique que le nombre de titres empruntés était important par rapport au volume global, et que le volume de titres échangés a subi une augmentation dramatique.

Annexe B : Distributions R et Q

Ici nous présentons notre analyse des distributions pour R (le ratio entre les changements du volume des positions de place de vente ouvertes pour chaque séance, (voir Eq. 1, supra) et Q (le ratio entre le volume de la séance et le volume moyen glissant sur 3 mois, (voir Eq. 2, supra) sur les titres de *Citigroup* depuis le mois de janvier 2007 jusqu'en décembre 2008. L'analyse nous permet d'obtenir une évaluation de la probabilité *per se* que les valeurs R et Q se produisent pour chaque séance, et d'évaluer en particulier les séances du 1er et 7 novembre 2007.

Les distributions en queues négatives et positives R pour *Citigroup* sont illustrées sur le Tableau 4. Les deux cotés de la distribution se comportent différemment : tandis que la queue positive suit une distribution de loi de puissance (le panneau supérieur), la queue négative prend la forme d'une courbe Laplace (le panneau inférieur). La distribution pour Q , illustrée sur le Tableau 5, exhibe une distribution de loi de puissance. Les séances du 1er et 7 novembre ont été exclues de ces projections, mais cela n'influence pas les distributions obtenues. A partir de ces indications nous avons extrait les probabilités que les deux événements se produisent.

Annexe C : Épreuves et notes techniques

Nous avons mis à l'épreuve un nombre d'explications alternatives des données :

- Est-ce qu'il était possible que les titres empruntés l'ont été dans le but d'obtenir le paiement d'une dividende, c'est à dire, l'arbitrage sur la dividende ?

Quelquefois, l'emprunt de titres confie le bénéfice d'une dividende à l'emprunteur plutôt qu'au propriétaire. Dans tel cas, l'emprunteur ne procède pas forcément à une vente à découvert, ce qui éliminerait un raid baissier.

La date à laquelle les titres ont été empruntés, le 1er novembre, était un jour « ex-dividende », c'est à dire une date à laquelle la propriété d'un titre indique celui qui doit percevoir la dividende. Pour que les emprunteurs puissent recueillir le bénéfice d'une dividende ils doivent avoir les titres sur leur compte à la fin de la séance précédente. Ainsi, la dividende n'a pas été payée sur les titres empruntés le 1er novembre.

- Est-ce qu'il était possible que les dates auxquelles les titres ont été empruntés ont pu être déferées à une date ultérieure à celle qui marque le jour de la demande (par exemple, est-ce que le rapport correspond à la date du transfert réel trois jours après le jour de la transaction) ?

Nous avons vérifié la cohérence des dates entre les rapports d'emprunts de vente à découvert et celle à laquelle des ventes ont été effectuées en nous référant à la période de limitation des ventes à découvert qui débuta en septembre 2008. Les dates d'emprunt et de retour de titres correspondent bien aux limitations imposées par l'interdiction, ce qui confirme que la date des rapports n'ont pas été déferées.

- Est-ce que les rapports sur les transactions sur le marché vendus commercialement confirment les ventes à découvert ?

Nous avons étudié les données commercialement disponibles sur les ventes à découvert sur la bourse de New York [75] pour ces dates, et ne les avons pas trouvées fiables parce que les transactions faisant l'objet de ces rapports vendus commercialement ne correspondent pas avec ceux du prix et du transfert [76] au niveau des opérations individuelles en temps réel. Malgré un dialogue avec les cadres de la bourse de New York, nous n'avons pas pu obtenir d'explication sur ce manque de cohérence. En ce qui concerne l'analyse que nous rapportons ici, ce décalage prévient notre effort de valider par comparaison les résultats dont nous avons pu faire état. De manière générale ces carences mettent en question la fiabilité de données commerciales sur les ventes à découvert.

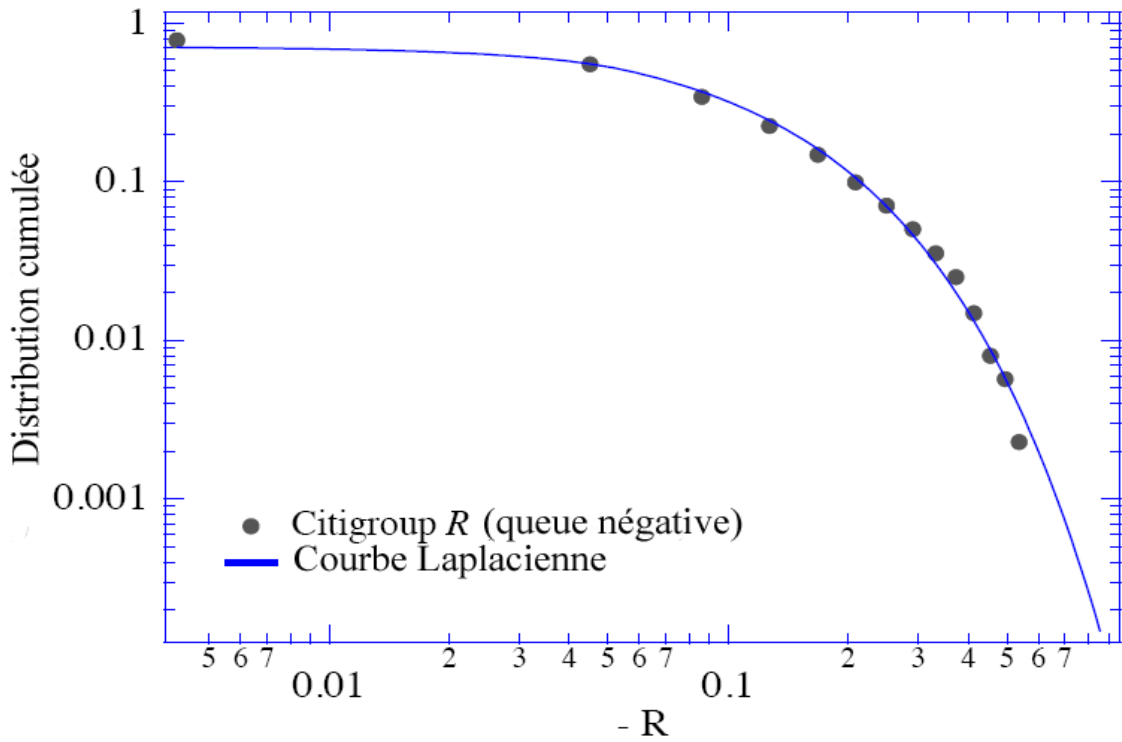
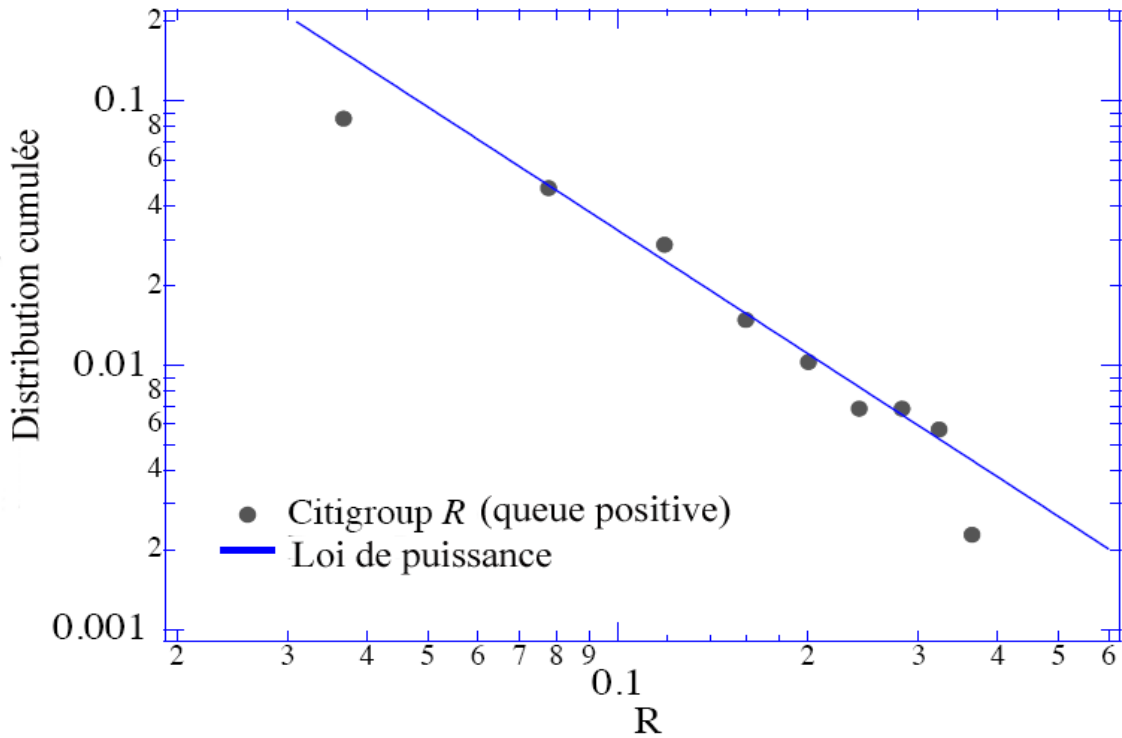


TABLEAU 4 :Distribution R pour *Citigroup* – Les fonctions de distribution cumulées (CDF) de changements dans les positions de place vente *Citigroup* pour 2007 et 2008. *Panneau supérieur* : Queue positive de la distribution, ligne bleue est le meilleur trajet pour la tendance ($CDF(R) \sim R^{-\alpha}$, avec $\alpha = -1.35$). *Panneau inférieur* : la ligne bleue est le meilleur trajet pour une distribution Laplacienne ($CDF(R) \sim 1 + \text{sign}(R - \beta)(1 - \exp(-|R - \beta|\gamma))$), avec $\beta = 0,11$ et $\gamma = 0,048$).

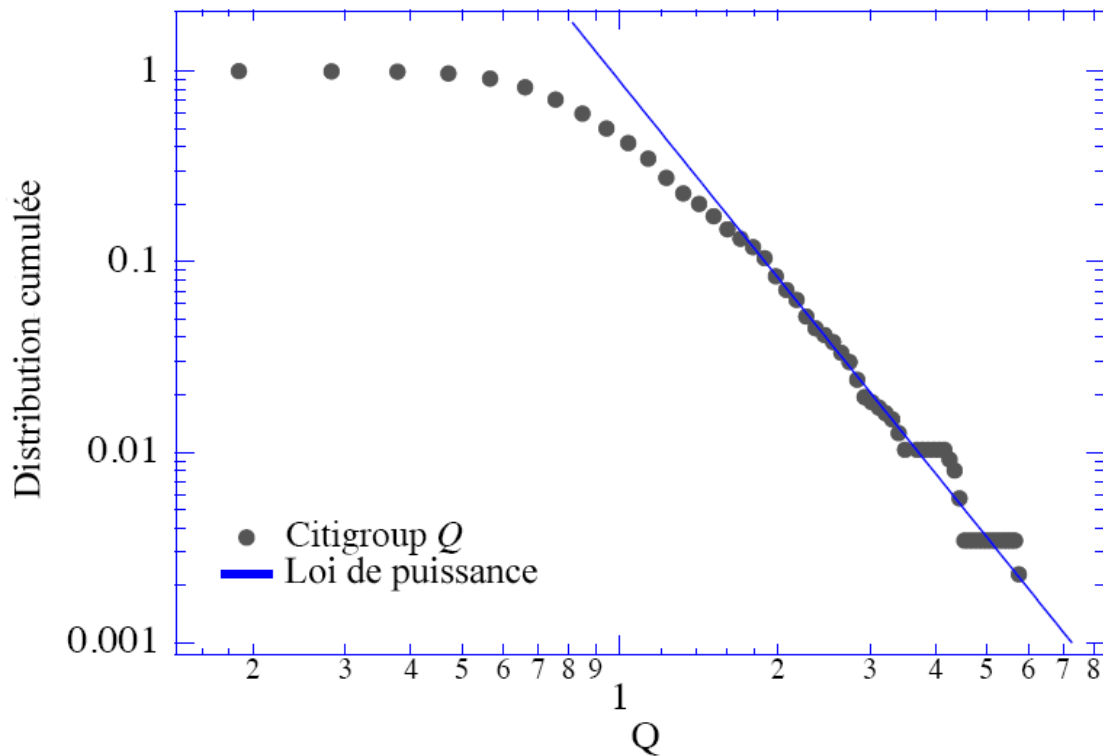


TABLEAU 5 : Distribution Q pour Citigroup – La fonction de distribution cumulative (CDF) du ratio de volume pour Citigroup pour 2007 et 2008. La ligne bleue est le meilleur trajet pour la tendance (CDF (Q) $\sim Q^\alpha$, avec $\alpha = -3.34$)

- Est-ce qu'il est possible que le rapport de l'analyste qui dégradait la note de *Citigroup* ce matin-là ait été publié afin de justifier l'attaque à la baisse ?

Nous n'avons pas d'évidence pointu à ce sujet, mais la collusion serait tout à fait de pair avec les stratégies dont se servent ceux qui entreprennent de manipuler les titres [1, 2, 54, 61].

- Est-ce qu'il est possible que ceux qui ont participé au raid baissier se soient également servis des options cotés de vente et d'achat afin d'augmenter leur gain par l'achat de options de vente ou la vente des options d'achat ?

L'évaluation que nous avons fait des gains de ce raid baissier est conservatrice.

- Est-il est possible que les gros blocs de titres échangés les 1er et 7 novembre ait pu se faire sur la base d'informations non encore disponibles le 1er novembre?

Notre évidence suggère qu'un seul individu ou groupe d'individus a échangé une grosse quantité de titres empruntés les 1er et 7 novembre. Si ces opérations résultaient effectivement d'un délit d'initié, les opérateurs auraient évité d'attirer l'attention. Ni le volume très élevé de titres échangés ni la chute du prix le 1er novembre dès l'ouverture du marché ne conservent le profil discret du délit d'initié. La chute subite du prix n'est pas, non plus, celui qu'adoptent des initiés, qui écoulent leurs titres peu à peu afin de maximiser leur gains et d'éviter d'influencer le prix des titres avant la publication de l'information négative. Le volume important ainsi que la chute subite du prix de par eux-mêmes signalent des opérations dont le but est celui de faire fléchir le prix, c'est à dire un raid baissier. Tandis que les intentions des opérateurs ne peuvent être réellement cernés que par une enquête plus approfondie une fois que ces opérateurs ont été identifiés, l'information disponible soutient avec fermeté l'existence d'un raid baissier plutôt qu'un délit d'initié *per se*. Il reste toujours possible que des initiés détenteurs d'informations privilégiés ont choisi d'assister les événements en exploitant ces informations.

Traduction française : J. M. Gee, c/- thetrustagencyco.tragenco2 [at] gmail.com

Références :

- [1] G. Matsumoto, *Les ventes à découvert suggèrent que la fraude est impliquée dans la chute de Lehman*. Naked short sales hint fraud in bringing down Lehman, Bloomberg (March 19, 2009) <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aB1jIqmFOTCA> traduction disponible
- [2] G. Soros, *Une proposition pour empêcher les raids baissiers*. One way to stop bear raids, Wall Street Journal (March 24, 2009) http://www.georgesoros.com/articles-essays/entry/one_way_to_stop_bear_raids/
- [3] M. K. Brunnermeier, L. H. Pedersen, *Les opérations prédateur*. Predatory trading, The Journal of Finance 60, 1825 (2005).
- [4] M. G. Ferri, S. E. Christophe, J. J. Angel, *Un bref examen des raids baissiers : l'examen de l'offre à l'épreuve*. A short look at bear raids: Testing the bid test ; Georgetown University Working Paper; Financial Management Association Annual Meeting, Fall 2005 (2004).
- [5] Securities Exchange Act of 1934, 15 U.S.C. X78a (2009). 16
- [6] *La réglementation SHO et la règle 10a-1, 17 CFR 240, 242 (2007)*; Regulation SHO and Rule 10a-1, 17 CFR 240, 242 (2007) <http://www.sec.gov/rules/final/2007/34-55970.pdf>
- [7] R. C. Pozen, Y. Bar-Yam, *Il y a une meilleur façon d'empêcher les raids baissiers* ; There's a better

way to prevent 'bear raids', Wall Street Journal (November 18, 2008)

<http://online.wsj.com/article/SB122697410070336091.html>

[8] Y. Bar-Yam, D. Harmon, V. Misra, J. Ornstein, *La réglementation des ventes à découvert: la règle de la clôture à la hausse et la stabilité du marché*. Regulation of short selling: The uptick rule and market stability, report presented at the SEC Division of Trading and Markets February 24, 2010, NECSI report #2010-02-01 (2010) <http://www.necsi.edu/admin/NECSISECreportFeb2010.pdf>

[9] Y. Bar-Yam, D. Harmon, *Rapport technique sur la proposition de rappel au SEC* ; Technical report on SEC uptick repeal pilot, NECSI report #2008- 11-01 (2008).

[10] Data Explorers (<http://www.dataexplorers.com/>)

[11] R. N. Mantegna, H. E. Stanley, *Une introduction à l'Econophysique* ; An Introduction to Econophysics: Correlations and complexity in finance (Cambridge University Press, Cambridge, 1999).

[12] N. N. Taleb, *The Black Swan: The impact of the highly improbable* (Random House, New York, 2007).

[13] E. F. Fama, *Les marchés de capitaux efficaces : une revue de la théorie et des travaux empiriques* ; Efficient capital markets: A review of theory and empirical work, *The Journal of Finance* 25, 383 (1970).

[14] E. F. Fama, K. R. French, *Le modèle d'évaluation des actifs : la théorie et l'évidence* ; The capital asset pricing model: Theory and evidence, *The Journal of Economic Perspectives* 18, 25 (2004).

[15] *Le rapport de CIBC suscite des réactions hostiles* ; Hostile reactions to CIBC's Citi report, *The New York Times: Dealbook* (November 5, 2007).

[16] S. Rosenbush, *L'analyste qui fit chavirer Citi* ; The analyst who rocked Citi, *Bloomberg: Business Week* (November 26, 2007).

[17] M. Whitney, *Est-ce que la dividende de Citigroup est faisable ? La décote du titre attribué à l'insuffisance des actifs*. Is Citigroup's dividend safe? Downgrading stock due to capital concerns, CIBC equity markets: Change in recommendation (October 31, 2007).

[18] W. F. Sharpe, *Le prix des actifs : Une théorie de l'équilibre du marché dans les conditions de risque* ; Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk, *The Journal of Finance* 19, 425 (1964).

[19] J. Engelberg, A. V. Reed, M. C. Ringgenberg, *Comment s'informent les vendeurs à découvert ? Les vendeurs à découvert, les informations et l'analyse des informations* ; How are shorts informed? Short sellers, news, and information processing, University of North Carolina working paper (2010).

[20] P. Asquith, L. Meulbroek, *Une investigation empirique des positions de place de vente* ; An empirical investigation of short interest, MIT Working Paper (1995).

[21] A. J. Senchack, L. T. Starks, *Les limitations sur les ventes à découvert et la réponse du marché aux annonces de positions de place de vente* ; Short-sale restrictions and market reaction to short-interest announcements, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 28, 2 (1993).

[22] E. Boehmer, C. M. Jones, X. Zhang, *Lequel des vendeurs à découvert est bien renseigné ? Which shorts are informed?* *Journal of Finance* 63, 491 (2008).

[23] H. Desai, K. Ramesh, S. R. Thiagarajan, B. V. Balachandran, *Une investigation du rôle le*

- l'information du rapport NASDAQ sur les positions de place de vente* ; An investigation of the informational role of short interest in the NASDAQ market, *The Journal of Finance* 57, 2263 (2002).
- [24] F. A. Longsta, *Le marché du crédit sous-coté et la contagion des marchés financiers* ; The subprime credit crisis and contagion in financial markets, *Journal of Financial Economics* 97, 436 (2010).
- [25] R. J. Caballero, E. Farhi, P.-O. Gourinchas, *Le krach financier, les prix de denrées, et les déséquilibres mondiaux* ; Financial crash, commodity prices, and global imbalances, NBER Working Paper No. 14521 (2008).
- [26] *Communiqué* ; Press release: August 10, 2007, Federal Reserve Board of Governors (August 16, 2007) <http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20070810a.htm>
- [27] I. Goldstein, A. Guembel, *La manipulation et le rôle des prix dans la constitution de réserves*; Manipulation and the allocational role of prices, *Review of Economic Studies* 75, 1 (2008).
- [28] N. Khanna, R. D. Mathews, *Les raids baissiers et interdictions de ventes à découvert : peut-on justifier l'intervention de l'Etat ?* Bear raids and short sale bans: Is government intervention justifiable? Michigan State University Working Paper (2009).
- [29] D. Wilchins, J. Stempel, *Le PDG Prince de Citigroup démissionne* ; Citigroup CEO Prince to resign: Reports, Reuters (November 2, 2007).
- [30] *Enquête sur la crise financière : rapport* ; Financial Crisis Inquiry Commission, The Financial Crisis Inquiry Report: Final report of the national commission on the causes of the financial and economic crisis in the United States (US Government Printing Office, 2011).
- [31] A. H. Pessin, *Éléments fondamentaux de l'industrie d'instruments financiers* ; Fundamentals of the Securities Industry (New York Institute of Finance, New York, 1978).
- [32] M. L. Mah-Hui, *Un vin vieux dans une bouteille nouvelle : la crise des hypothèques sous-cotées | les causes et les conséquences* ; Old wine in a new bottle: Subprime mortgage crisis | causes and consequences, The Levy Economics Institute of Bard College Working Paper No. 532 (2008).
- [33] O. J. Blanchard, *La Crise : mécanismes de base et la politique appropriée* ; The crisis: Basic mechanisms and appropriate policies, IMF Working Paper No. 09/80 (2009).
- [34] V. V. Acharya, M. P. Richardson, *Les causes de la crise financière : un examen critique* ; Causes of the financial crisis, *Critical Review* 21, 2-3 (2009).
- [35] M. F. Hellwig, *Le risque systémique du secteur financier : L'analyse de la crise des hypothèques sur les prêts sous-cotés* ; Systemic risk in the financial sector: An analysis of the subprime-mortgage financial crisis, *The Economist* 159, 2 (2009).
- [36] *Amendments to Regulation SHO, 17 CFR 242* (2010) <http://www.sec.gov/rules/final/2010/34-61595.pdf>
- [37]** A. G. Haldane, R. M. May, *Le risque systémique encouru dans les écosystèmes bancaires* ; Systemic risk in banking ecosystems, *Nature* 469, 351 (2011).
- [38] N. F. Johnson, *Les propositions de réforme de politique qui se basent sur une analogie sont risqués* ; Proposing policy by analogy is risky, *Nature* 469, 302 (2011).
- [39] T. Lux, *Le besoin aigu d'une théorie du réseau se fait sentir* ; Network theory is sorely required,

Nature 469, 303 (2011).

[40] H. M. Markowitz, Portfolio Selection: *La diversification efficace des investissements* ; Efficient diversification of investment (Wiley, New York, 1959).

[41] S. A. Ross, *L'évaluation des actifs selon la théorie des prix d'arbitrage* ; The arbitrage theory of capital asset pricing, Journal of Economic Theory 13, 341 (1973).

[42] J. C. Cox, J. E. Ingersoll, S. A. Ross, *Une théorie de la structure à terme des taux d'intérêts* ; A theory of the term structure of interest rates, Econometrica 53, 385 (1985).

[43] A. E. Khandani, A. W. Lo, *Qu'est-ce qui est arrivé aux Quants au mois d'août 2007? Des données sur les paramètres et les transactions* ; What happened to the quants in August 2007? Evidence from factors and transactions data, Journal of Financial Markets 14, 1 (2011).

[44] W. B. Arthur, J. H. Holland, B. LeBaron, R. G. Palmer, P. Tayler, *L'évaluation des actifs du perspective des expectations endogènes dans un marché de titres artificieux* ; Asset pricing under endogenous expectation in an artificial stock market, in The Economy as an Evolving Complex System II , W. B. Arthur, D. Lane, S. Durlauf, eds. (Addison-Wesley, Redwood City, 1997) p. 1544.

[45] T. Lux, M. Marchesi, *Les ordres de grandeur et les seuils critiques au sein d'un modèle stochastique du marché entre de multiples participants* ; Scaling and criticality in a stochastic multi-agent model of a financial market, Nature 397, 498 (1999).

[46] E. Samanidou, E. Zschischang, D. Stauer, T. Lux, *Modélisation sur les agences au sein du marché financier* ; Agent-based models of financial markets, Rep. Prog. Phys. 70, 409 (2007).

[47] M. Levy, H. Levy, S. Solomon, *Une modèle microscopique de la Bourse* ; A microscopic model of the stock market, Economics Letters 45, 103 (1994).

[48] R. Cont, J. P. Bouchaud, *Le comportement du troupeau et les fluctuations globales au cœur des marchés financiers* ; Herd behavior and aggregate fluctuations in financial markets, Macroeconomic Dynamics 4, 170 (2000).

[49] R. Donangelo, K. Sneppen, *L'organisation sua sponte de la valeur et la demande* ; Self-organization of value and demand, Physica A 276, 572 (2000).

[50] X. Gabaix, P. Gopikrishnan, V. Pierou, H. E. Stanley, *Une théorie de la distribution de puissance au cours des mouvements sur les marchés financiers* ; A theory of power law distributions in financial market fluctuations, Nature 423, 267 (2003).

[51] Y. Liu, P. Gopikrishnan, P. Cizeau, M. Meyer et. al., *Les propriétés statistiques de la volatilité dans les prix lors des mouvements* ; Statistical properties of the volatility of price fluctuations, Physical Review E 60, 1390 (1999).

[52] D. Sornette, *Pourquoi les marchés de titres font des krachs : les incidents critiques dans les systèmes financiers complexes* ; Why Stock Markets Crash: Critical events in complex financial systems (Princeton University Press, Princeton, 2002).

[53] S. Solomon, M. Levy, *L'incidence de mise à niveau spontanée dans les systèmes stochastiques génériques* ; Spontaneous scaling emergence in generic stochastic systems, International Journal of Modern Physics C 7, 745 (1996).

[54] F. Allen, D. Gale, *La manipulation du prix des titres*; Stock-price manipulation, Review of Financial

Studies 5, 503 (1992).

[55] F. Allen, G. Gorton, *La manipulation de prix des actifs, la microstructure des marchés et l'asymétrie de l'information* ; Stock price manipulation, market microstructure and asymmetric information., European Economic Review 36, 624 (1992).

[56] R. A. Jarrow, *La manipulation des marchés, des bulles, les accumulations et l'étau sur les positions déjà vendues à découvert* ; Market manipulation, bubbles, corners, and short squeezes, Journal of Financial and Quantitative Analysis 27, 311 (1992).

[57] A. S. Kyle, *L'enchère en continu et le délit d'initié* ; Continuous auctions and insider trading, Econometrica 53, 1315 (1985).

[58] R. Benabou, G. Laroque, *L'emploi d'informations de nature privilégié pour manipuler des marchés : Les initiés, les gourous et la crédibilité* ; Using privileged information to manipulate markets: Insiders, gurus, and credibility, The Quarterly Journal of Economics 107, 921 (1992).

[59] P. Kumar, D. J. Seppi, *La manipulation des marchés à terme et le règlement en espèces* ; Futures manipulation with cash settlement, Journal of Finance 47, 1485 (1992).

[60] R. Aggarwal, G. Wu, *Les manipulations sur la Bourse* ; Stock market manipulations, Journal of Business 79, 1915 (2006).

[61] M. T. Bradshaw, S. A. Richardson, R. G. Sloan, *Gonfler et larguer : une analyse empirique de la relation entre les activités du financement corporative et les analystes-vente* ; et Pump and dump: An empirical analysis of the relation between corporate financing activities and sell-side analyst research, University of Pennsylvania Working Paper (2003).

[62] M. Minenna, *Comment décélérer les abus sur les marchés financiers : une approche quantitative* ; The detection of market abuse on financial markets: A quantitative approach, Quaderni di Finanza 54 (2003).

[63] R. Cholewiski, *La détection d'abus sur le marché en temps réel selon un modèle aux paramètres stochastiques* ; Real-time market abuse detection with a stochastic parameter model, Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics 1, 261 (2009).

[64] O. De Bandt, P. Hartmann, *Le risque systémique* ; Systemic risk: A survey European Central Bank Working Paper No. 35 (2000).

[65] S. V. Buldyrev, R. Parshani, G. Paul, H. E. Stanley, S. Havlin, *La cascade de faillites catastrophiques au sein des réseaux entrecroisés* ; Catastrophic cascade of failures in interdependent networks, Nature 564, 1025 (2010).

[66] P. Schulte, L. Alegret, I. Arenillas, J. A. Arz et. al, *L'impacte de l'astéroïde Chicxulub et l'extinction massive au seuil des ères Crétacée-Paléogène* ; The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous-Paleogene boundary, Science 327, 1214 (2010).

[67] N. C. Arens, I. D. West, *Resserrement/résurgence : vers une théorie générale de l'extinction de masse ?* Press-pulse: a general theory of mass extinction? Paleobiology 34, 456 (2008).

[68] D. Harmon, B. C. Stacey, Yavni Bar-Yam, Yaneer Bar-Yam, *Les réseaux d'interdépendance économique sur les marchés et le risque systémique* ; Networks of economic market interdependence and systemic risk, arXiv 1011.3707 (2010).

- [69] Schedule 13D, 17 CFR 240.13d-101 (2007) <http://www.sec.gov/answers/sched13.htm>
- [70] *Positions de place vente Short interest*, NASDAQ <http://www.nasdaq.com/quotes/short-interest.aspx>
- [71] H. Mittal, *Faites-vous trempette dans une flaque obscure et toxique ? Une abécédaire de la prévention la fuite des informations ; Are you playing in a toxic dark pool? A guide to preventing information leakage*, *The Journal of Trading* 3, 20 (2008).
- [72] L. Harris, *Les opérations et les échanges : la microstructure des marchés à l'usage des praticiens ; Trading and exchanges: Market microstructure for practitioners* (Oxford University Press USA, 2002).
- [73] M. C. Faulkner, *Un introduction au prêt des titres ; An introduction to securities lending*, *Handbook of Finance* (2008) <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470404324.hof001073/full>
- [74] *Positions de place de vente des titres Etatsuniens et données sur le prêt des titres ; US equity short positions and securities lending data*, *Data Explorers* (2011).
<http://www.dataexplorers.com/sites/default/files/Research%20Note%20%233%20US%20Equity%20Public%20Short%20Interest.pdf>
- [75] *Bourse de NY ventes à découverte*; TAQ NYSE Short Sales, NYSE Technologies
<http://www.nyxdata.com/Data-Products/NYSE-Short-Sales>
- [76] *Journalier opérations et prix*; Daily TAQ (Trade and Quote), NYSE Technologies
<http://www.nyxdata.com/data-products/daily-taq>

Evidence of market manipulation in the financial crisis*

Vedant Misra, Marco Lagi, and Yaneer Bar-Yam[†]

New England Complex Systems Institute

238 Main Street Suite 319, Cambridge, Massachusetts 02142, US

(Dated: December 15, 2011)

Abstract

We provide direct evidence of market manipulation at the beginning of the financial crisis in November 2007. The type of market manipulation, a “bear raid,” would have been prevented by a regulation that was repealed by the Securities and Exchange Commission in July 2007. The regulation, the uptick rule, was designed to prevent market manipulation and promote stability and was in force from 1938 as a key part of the government response to the 1928 market crash and its aftermath. On November 1, 2007, Citigroup experienced an unusual increase in trading volume and decrease in price. Our analysis of financial industry data shows that this decline coincided with an anomalous increase in borrowed shares, the selling of which would be a large fraction of the total trading volume. The selling of borrowed shares cannot be explained by news events as there is no corresponding increase in selling by share owners. A similar number of shares were returned on a single day six days later. The magnitude and coincidence of borrowing and returning of shares is evidence of a concerted effort to drive down Citigroup’s stock price and achieve a profit, i.e., a bear raid. Interpretations and analyses of financial markets should consider the possibility that the intentional actions of individual actors or coordinated groups can impact market behavior. Markets are not sufficiently transparent to reveal or prevent even major market manipulation events. Our results point to the need for regulations that prevent intentional actions that cause markets to deviate from equilibrium value and contribute to market crashes. Enforcement actions, even if they take place, cannot reverse severe damage to the economic system. The current “alternative” uptick rule which is only in effect for stocks dropping by over 10% in a single day is insufficient. Prevention may be achieved through a combination of improved transparency through availability of market data and the original uptick rule or other transaction process limitations.

* A report on preliminary results from this work was submitted by Congressman Barney Frank and Congressman Ed Perlmutter to the SEC on May 25, 2010.

[†] Corresponding author: yaneer@necsi.edu

I. INTRODUCTION TO BEAR RAIDS AND MARKET MANIPULATION

On July 6, 2007, the Securities and Exchange Commission (SEC) repealed the uptick rule, a regulation that was specifically designed to prevent market manipulations that can trigger market crashes. While it is widely accepted that the causes of the crash that began later that year were weaknesses in the mortgage market and financial sector, the close proximity of the repeal to the market crash suggests that market manipulation may have played a role.

Here we present quantitative evidence of a major market manipulation, a “bear raid,” that would not have been possible if the uptick rule were still in force. The timing of the bear raid, in autumn 2007, suggests that it may have contributed to the financial crisis. Bear raids are an illegal market strategy in which investors manipulate stock prices by collectively selling borrowed shares. They profit by buying shares to cover their borrowed positions at a lower price. While bear raids are often blamed for market events, including financial crises [1, 2], this paper is the first to demonstrate the existence of a specific bear raid.

The sale of borrowed shares, called short selling, is a standard form of market trading. Short sellers sell borrowed shares, then buy them back later and return them to their owners. This practice yields profits when prices decline. In a bear raid, investors engage in short selling with the addition of market manipulation. Instead of profiting from a natural decline in the fundamental value of a company stock, the executors of a bear raid themselves cause the price to decline. Large traders combine to sell shares in high volume, “driving” the price down [3, 4].

A bear raid is profitable if other investors are induced to sell their shares at the lower price. This may happen for two reasons: margin calls and panic. Margin calls occur when brokerages force investors to liquidate their positions. Investors who are confident in the rising price of a stock may buy shares on borrowed funds, called “buying on margin,” using the value of the shares themselves as collateral. When prices decline, so does the value of the collateral and at some point brokerages issue “margin calls,” requiring shares to be sold even though the owners would prefer not to. Panics occur when investors, fearing further losses, sell their shares. The executors of a bear raid profit from the price decline by buying back the shares they borrowed—“covering” their short positions—at the lower market price.

In the aftermath of the 1928 market crash, Congress created the Security and Exchange Commission (SEC). Recognizing the dangers of short selling, Congress specifically required

the SEC to regulate short selling [5]. The regulation that was instituted in 1938, the uptick rule, states that borrowed shares may only be sold on an “uptick”—at a price that is higher than the immediately preceding price. The rule was designed to limit the intentional or unintentional impact of short selling in driving prices down, and specifically to prevent bear raids. The uptick rule was repealed in July, 2007 by the SEC on the basis of arguments that markets were transparent and no longer needed the protection of the uptick rule [6]. SEC claims that the uptick rule had no significant effect on market stability, even in absence of specific manipulation, have been refuted [7–9]. Our results implying a bear raid in November 2007 contradicts the assertion of market transparency.

Our evidence points to a bear raid on the large financial services company Citigroup. On November 1, 2007, Citigroup’s stock experienced an unusual increase in trading volume and decrease in price. To analyze this event, we studied financial industry short trading data (see Appendix A), which reveal the total number of borrowed shares (short interest) at the end of each trading day. Using these data, we show that the increase in trading volume on November 1 coincides with an increase in borrowed shares. Six days later, a comparable number of short positions were closed during a single trading day. News events to which these events might normally be attributed cannot account for the difference between trading in borrowed shares and trading by owners of shares. The magnitude and coincidence of short activity is evidence of a concerted effort to drive down Citigroup’s stock price and achieve a profit, i.e., a bear raid.

II. CITIGROUP ON NOVEMBER 1 AND 7, 2007

On November 1, 2007, Citigroup experienced large spikes in short selling and trading volume. The number of borrowed shares—short interest—increased by approximately 130 million shares to 3.8 times the 3-month moving average. The total trading volume jumped from 73 million shares on the previous day to 171 million shares, 3.7 times the 3-month moving average. The ratio of the increase in short positions to volume was 0.77. This is the fraction of the total trading that day that may be attributed to short positions held until market closing. The total value of shares borrowed on November 1 was approximately \$6.07 billion. Adjusted for the dividend issued on November 1, 2007, Citigroup stock closed on November 1 down \$2.85 from the previous day, a drop of 6.9%.

The number of positions closed on November 7, 202 million, was 53% larger than the number opened on November 1. The short interest before the increase on November 1 and after November 7 are virtually identical, the larger decrease corresponding to an additional increase in short interest between these dates. The mirror image one-day anomalies in short interest change suggest that the two are linked. We can conservatively estimate the total gain from short selling by multiplying the number of short positions opened on November 1 by the difference between the closing price on November 1 and closing price on November 7 (\$4.82), which yields an estimated gain for the short sellers of \$640 million.

The total decrease in short interest on November 7 exceeds the total trading volume on that day, 121 million, by 82 million shares. This indicates that the reported decrease in borrowed shares is not fully accounted for by recorded trading on the markets. The difference may result from off-market transfers, which may be advantageous to short sellers ... suggests insider trade..could be Citi treasury dept.. in not causing the price to increase. Alternatively, despite the usual coincidence of borrowing and selling, this may be due to shares that were borrowed and returned without being sold short. Further investigation of transaction data is necessary to explain the difference in returned shares and trading volume.

Figure 1 shows daily stock price, volume, and short sale data for Citigroup over a two-year period starting January 1, 2007. Short sale data includes short interest—the number of shares borrowed at the end of each day—and the daily change in short interest. During much of 2007-2009, the daily change in short interest did not exceed a small fraction of the total trading volume. The largest single-day increase in short interest occurred on November 1 and is marked with arrows in Figure 1. Figure 2 shows an enlarged view of the period around that date.

In Appendix B we analyze quantitatively the probability of the events on November 1 and November 7. Often probabilities are estimated using normal (Gaussian) distributions that underestimate the probability of extreme events (“black swans”) that are better represented by long-tailed distributions [11, 12]. We directly fitted the long tails of the distributions and estimated the probability of the events based upon these tails to be $p = 2 \cdot 10^{-5}$ and $8 \cdot 10^{-9}$, respectively. Given 250 trading days in a typical year, it would take on average 200 years and 500 thousand years, respectively, to witness such events. Moreover, the probability of these two events occurring 6 days apart is $p = 1 \cdot 10^{-12}$, corresponding to 4 billion years, comparable to the age of the Earth. Figure 3 shows that these events are outside the general

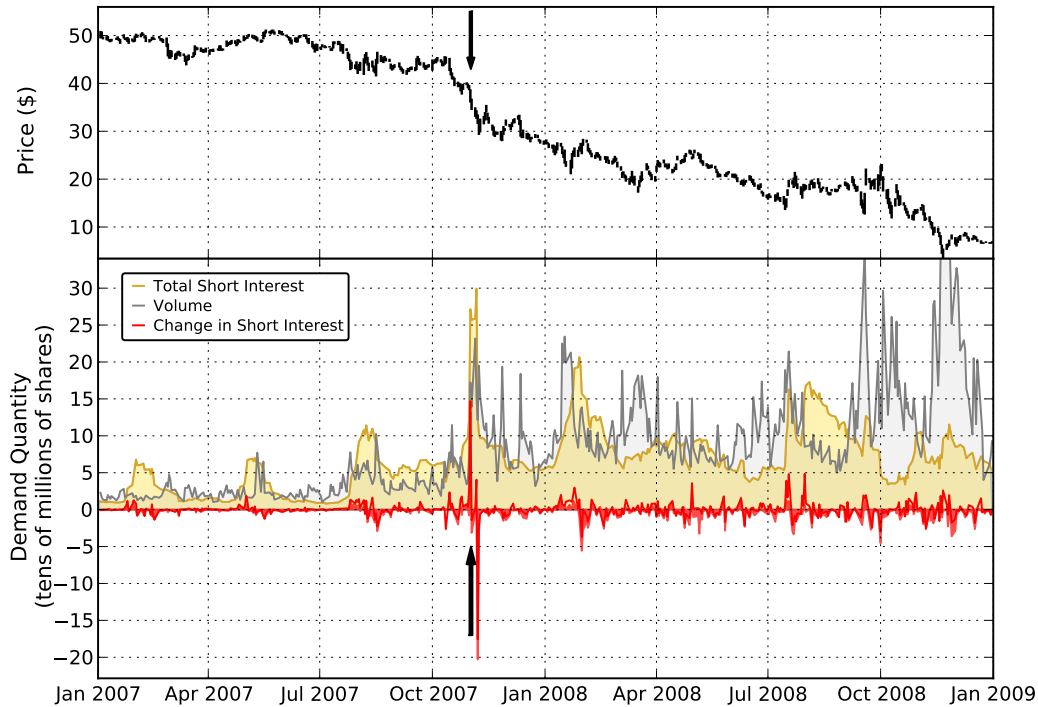


FIG. 1: Market activity for Citigroup over a two-year period starting January 1, 2007. Top panel shows vertical bars for the daily high and low stock price. Lower panel shows total short interest (yellow), trading volume (gray), and daily change in short interest (red). Arrows indicate November 1, 2007 [10].

behavior of the market. We emphasize that our estimates of the probabilities of these events reflects the higher probabilities of extreme events in long-tailed distributions.

Changes in investor behavior are often explained in terms of specific news items, without which it is expected that prices have no reason to change significantly [13, 14]. The press attributed the drop of Citigroup’s stock price on November 1 to an analyst’s report that morning [15, 16]. This report, by an analyst of the Canadian Imperial Bank of Commerce (CIBC), downgraded Citigroup to “sector underperform” [17]. Any such news-based explanations of investor behavior on November 1 (similarly for November 7) would not account for the difference in behavior between short sellers and other investors. Under the assumptions of standard [14] capital asset pricing models, all investors act to maximize expected future wealth [18], and should therefore respond similarly to news. Furthermore, it has been shown empirically that the ratio of short sales to total volume remains nearly constant, even around



FIG. 2: Market activity for Citigroup over a five-month period starting on August 15, 2007. Top panel shows bars for daily high and low stock price (adjusted for dividends). Lower panel shows daily change in short interest (red bars), total short interest (yellow lines), and trading volume (gray bars). Arrows indicate November 1, 2007 [10].

news events [19]. In the literature, analysis of the residual small differences in the behavior of short and long investors has been interpreted to indicate that short sellers have an informational advantage or that short sellers are able to anticipate lower future returns [19–23], rather than cause them. Still, these studies do not show that large differences in trading generally occur between short and long sellers. Thus, the existence of such a difference is indicative of specific trader action.

Our evidence points to a bear raid during a period of financial stress [24, 25] to which the Federal Reserve Bank responded in August 2007 by announcing that they would be “providing liquidity to facilitate the orderly function of markets” because “institutions may experience unusual funding needs because of dislocations in money and credit markets” [26]. Shortly afterwards, the Dow Jones Industrial Average achieved its historical peak—14,167 points on October 9—three weeks prior to November 1, the date our evidence suggests a bear

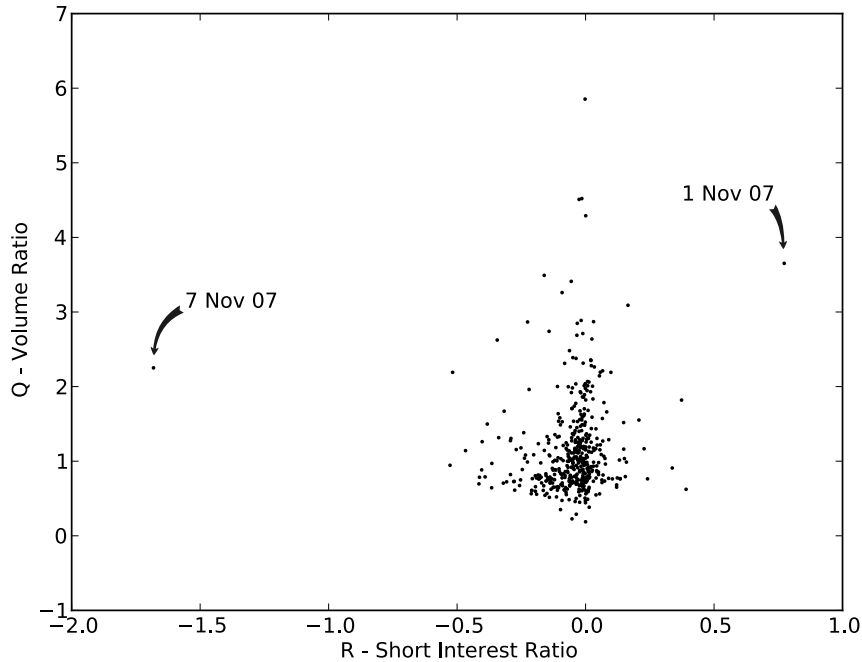


FIG. 3: Scatter plot of the daily volume of trading divided by the three month prior average (volume ratio), and the increase in number of borrowed shares divided by the volume (short interest change ratio), for Citigroup over a two-year period starting January 1, 2007. Arrows indicate Citigroup on 1 November 2007 and 7 November 2007. These two points are well outside of the behavior of daily events even during the period of the financial crisis in late 2007 and throughout 2008. The two measures are described in Appendix A.

raid occurred. Bear raids may have long-term price impact if decision makers infer investor confidence from price movements and act on that basis [27, 28]. Citigroup CEO Charles Prince’s resignation on November 4 after an emergency board meeting [29] may reflect such an effect. The months after November 1 saw the beginning of the stock market turmoil of 2008-2009 as well as many significant events of the financial crisis, such as the purchase of Bear Stearns by JP Morgan Chase in March 2008 and the bankruptcy of Lehman Brothers in September 2008.

III. CONCLUSIONS AND POLICY IMPLICATIONS

The 2007–2011 financial crisis resulted in widespread economic damage and introduced questions about both our understanding of economic markets and about the practical need for regulations that ensure market stability. The Financial Crisis Inquiry Commission

under-
(FCIC) reported that over 26 million Americans were unemployed or underemployed in early 2011, and that nearly \$11 trillion in household wealth evaporated. Moreover, the FCIC concluded that the crisis was avoidable and was caused in part by “widespread failures in financial regulation and supervision [that] proved devastating to the stability of the nation’s financial markets” [30]. Regulatory changes that preceded the financial crisis include the June 2007 repeal of the uptick rule, which was implemented in 1938 to increase market stability and inhibit manipulation [5–8, 31].

Within the resulting deregulated environment, it is still widely believed that the crisis was caused by mortgage-related financial instruments and credit conditions, and that individual traders did not play a role [32–35]. Our analysis demonstrates that manipulation may have played a key role. Methods for detecting manipulation and its effects are necessary to both inform and enforce policy.

When the SEC repealed the uptick rule on July 6, 2007, one of its main claims was that the market was transparent, and that such regulations were not needed to prevent market manipulation [6]. Our results suggest that, not long after the uptick rule was repealed, a bear raid may have occurred and remained undetected and unprosecuted. Our analysis reinforces claims that lax regulation was an integral part of the financial crisis [30].

In response to requests for reinstatement of the uptick rule after the financial crash, the SEC underwent extended deliberations and finally implemented an alternative uptick rule, which allows a stock to fall by 10% in a single day before limitations on short selling apply [36]. This weaker rule would not have affected trading of Citigroup on November 1, 2007, as its minimum price was just 9% lower than the close on October 31. Subsequent day declines until November 7 were also smaller than 10%.

The existence of a major market manipulation should motivate changes in market models, analysis, regulation and enforcement. In particular we conclude that:

- Large traders may have a significant influence on the market. Scientific analysis and models should recognize the role of large traders and consider both past events and potential future events they may cause. For example, market time series analysis that does not specifically consider the effect of manipulation may be unable to discover it, because manipulation events may not manifest in averages and distributions that are usually considered.

- Improved access to data can enable the detection of market manipulation. This would foster transparency in the markets, which has been lauded but not realized. Regulatory agencies should mandate the increased availability of relevant data for the detection of manipulation. If these data cannot be made available in real-time or for public use, they may be provided with time delays or only for scientific use. Data of importance include not only the opening of short positions but also their closing, as aggregate short sale activity cannot be determined when only opening trade data are available. These data should be made available at the transaction level.
- Current legislation, which focuses on retroactive penalties, is ineffective due to the discrepancy between the timescale of enforcement response and that of market manipulation. Severe failures in the financial system may include cascading global market crises and numerous takeovers and bankruptcies, making the disentanglement of individual events difficult if not impossible. Regulatory agencies should adopt preventive measures such as the uptick rule, which would be more effective than punitive ones. The uptick rule was designed to minimally restrict trader's actions while simultaneously providing underlying stability for the financial system and inhibiting particular forms of manipulation, including bear raids.
- The limitations of our data prevent definitive conclusions about individual events or their attribution to individual investors. Enforcement agencies should perform investigations into specific candidate events, including the candidate event we identified on November 1, 2007.
- Until effective regulations and enforcement are in place, market price changes may not reflect economic news. They may reflect market manipulation.

The complexity of financial markets and their rapid dynamics suggest that data analysis and market models are increasingly necessary for guiding decisions about setting market regulations and their enforcement [37–39]. Independent of the role it may play in financial crises, understanding market manipulation may be important for characterizing market dynamics. Recent decades have seen significant advances in financial market theory, including the mean-variance portfolio theory [40], the capital asset pricing model [18], arbitrage pricing theory [41], and the theory of interest rates [42]. However, the financial crisis and anoma-

lous events such as “flash crashes” [43] demonstrate limitations in existing approaches. More recent efforts seek to explain market phenomena via methods such as agent-based modeling [44–49] and analysis of the long-tailed distributions of price fluctuations [11, 50–53]. While these methods have been successful in describing some aspects of market behavior, they generally do not consider the impact of individual traders who have the ability to significantly impact the market [54–60]. Current approaches, whether analytical or statistical, may not reveal isolated—or even frequent—instances of trader influence.

Among the possible forms of individual trader influence, intentional actions—including manipulation—are of particular relevance, as they undermine the role of markets in setting prices so as to reflect economic value. Market manipulation is illegal under Section 10 of the Securities Exchange Commission Act of 1934 [5]. Some forms of manipulation are well documented, including indirect price manipulation through the generation of false news [61]. Direct price manipulation through market transactions is also commonly thought to occur [1, 2, 54], but methods for its detection that are based on statistical analysis [62, 63] are limited by their inability to independently account for news events and other anomalies. No direct evidence of recent price manipulation has been presented based upon these methods.

The timing of the event we identified raises questions about the potential role it may have played in the financial crisis. Understanding the wider impact of such an event requires that we consider the vulnerability of the overall market.

Whereas a highly stable system is not vulnerable to any but the largest impacts, a vulnerable system can be destabilized by much smaller shocks [64, 65]. This is a general aspect of the behavior of complex interdependent systems, not just of financial markets. Specific events can have large effects if the underlying physical, biological or social system is vulnerable. For example, while mass extinctions have been shown to coincide with meteor strikes [66], underlying vulnerabilities are thought to contribute to the severity of extinction events [67]. Similarly, market manipulation during a period of instability and high interconnectedness, such as before the financial crisis [24, 25, 68], may exacerbate or even trigger a collapse. The financial system can be expected to exhibit this general property of complex systems, in which the coincidence of underlying vulnerability and extreme events can trigger crises.

We thank Yves Smith and Matt Levine for helpful comments.

Appendix A: Methodology: Data and Event Detection

It is generally difficult to characterize the investments of individual traders, especially for short positions. Unlike those who own large stakes in companies, those with large short positions are not required to report their holdings [69]. Short interest data is publicly available by ticker symbol at two-week intervals for a rolling 12-month period [70]. This time resolution is too low to detect the bear raid candidate we will describe, and does not include historical data for the period of the financial crisis. The recent availability of off-market transaction systems that enable large volume transactions, such as crossing networks [71, 72], makes it difficult, if not impossible, to trace intentional large short sale transactions using market data. A short sale transaction between cohorts on a crossing network may allow one trader to execute a short sale while the other trader accumulates a long position. This long position can then be sold on the open market without leaving a signature of its short sale origins.

Our study is based on industry data on daily securities lending. While this data does not identify the individuals borrowing the shares, the time resolution proved sufficient to provide evidence of a bear raid.

We obtained price and volume data from Thomson Reuters Datastream. Short interest data was obtained from Data Explorers and included a daily record of the value and quantity of loaned securities as reported by brokerages. These included separate time series for the total number of borrowed securities (total demand quantity) and for daily incremental changes in the number of borrowed shares. Daily incremental changes were approximately given by day-to-day differences in total demand quantity, with small corrections arising from the addition and removal of reporting organizations from the data set. The reconstruction of short selling data from security lending data is an inexact process, because borrowed securities may be used for purposes other than short selling, including tax arbitrage, dividend arbitrage, and merger arbitrage. Furthermore, reported data may be incomplete, because not all lenders supply data to industry data providers. Nevertheless, because short selling is the predominant reason for securities lending, securities lending is a reasonable proxy for short selling [73, 74]. We also were able to eliminate the possibility of the most likely alternative explanation to a bear raid, dividend arbitrage, as described in Appendix C.

The signature of a successful bear raid is an anomalous spike in the number of shares

of a company’s stock that are sold short, followed by a price decline, then a corresponding large spike in the number of positions that are covered—a decrease in the number of short positions. A sufficiently large increase in short selling would also increase the total volume of trades, so we monitored also the total daily trading volume.

We searched data for several prominent companies to identify candidate events, and calculated two ratios, R and Q , for each trading day. R is the ratio of the change in short interest to daily volume,

$$R(t) = \frac{\Delta S(t)}{V(t)}, \quad (1)$$

where $\Delta S(t) = S(t) - S(t-1)$ is the change in short interest, V is trading volume, and t is the date. A large absolute value of R indicates that a high proportion of trading is accounted for by securities lending activity—that the volume of borrowed shares was a substantial fraction of the total volume, and that short sales might have affected the stock price. A high positive value indicates that shares were borrowed, and a high negative value indicates short covering. Note that if a large number of short positions were opened and closed on the same day (i.e. an intraday bear raid), it would not be revealed by daily short interest data. We cannot exclude the possibility of intraday bear raids occurring during this period.

Q is the ratio of the trading volume to the three month moving average,

$$Q(t) = \frac{V(t)}{\bar{V}(t)}, \quad (2)$$

where \bar{V} is the prior 3-month (63 trading day) moving average of volume. A value of Q substantially greater than one indicates an anomalously high trading volume. The event we analyzed was identified by a high absolute value of R and high value of Q , indicating that the increase in borrowed shares was large in comparison to trading activity, and that total trading activity increased dramatically.

Appendix B: R and Q distributions

In this appendix we present our analysis of the distributions of R (the ratio of the change in short interest to daily volume, see Eq. 1) and Q (the ratio of the trading volume to the three month moving average, see Eq. 2) for Citigroup, from January 2007 through December 2008. The analysis allows us to obtain a probabilistic estimate of the inherent likelihood of

R and Q values for each day, and in particular for the events on November 1 and 7, 2007.

The positive and negative tail cumulative distributions for Citigroup for R are plotted in Fig. 4. The two sides of the distribution behave differently: while the positive tail follows a power law distribution (top panel), the negative tail is well described by a Laplacian distribution (bottom panel). The distribution for Q , shown in Fig. 5, has a power law tail. November 1 and 7, 2007 are omitted in the plots, but this does not affect the fitted distributions. From the fitted distributions we extracted the expected probabilities of the two events.

Appendix C: Tests and Technical Notes

We have tested a number of alternative explanations of the data:

- Is it possible that the borrowed shares were used to receive a dividend payment, i.e. dividend arbitrage?

Sometimes borrowing shares provides benefits of dividends to the borrower rather than to the owner. In such cases the borrower may not necessarily sell the shares short, which precludes a bear raid.

The date on which shares were borrowed, November 1, was an “ex-dividend” date, i.e. a date on which ownership determines dividend payments. In order for borrowers to receive the benefit of dividends they are required to hold the shares at the prior day’s closing. Thus, there was no dividend paid to shares borrowed on November 1.

- Is it possible that the reported dates for borrowed shares is delayed so that the actual date of borrowing is a different date than what is reported (for example, could it be reported on the date of settlement three days after a market transaction)?

We verified the agreement of reported borrowing and short selling date by looking at the period of the short sale ban starting in September 2008. The dates of the start and stop of borrowing coincide with the dates that they should for the ban, which shows that there is no delay in reporting.

- Does commercial market transaction data corroborate the short selling?

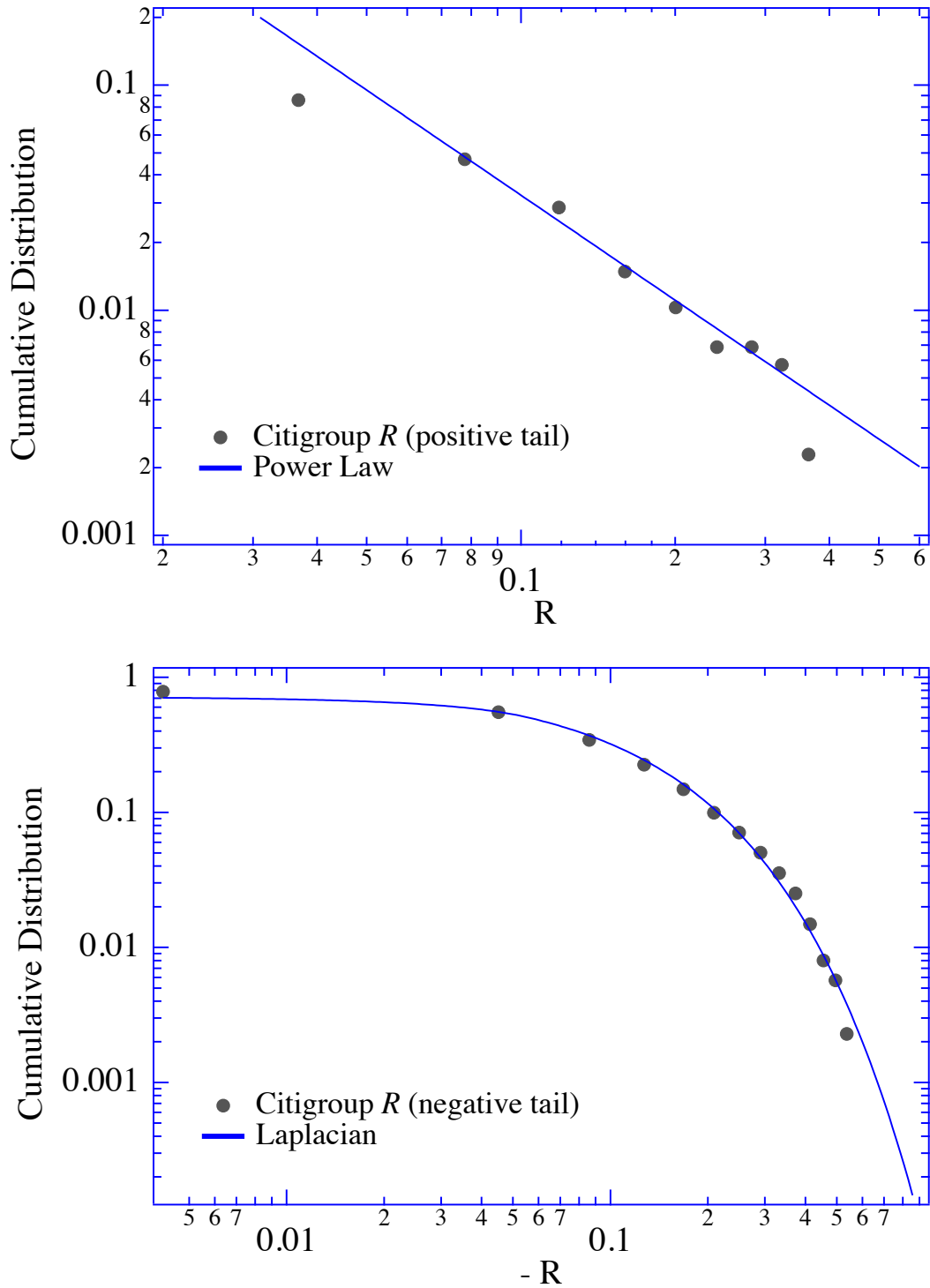


FIG. 4: **Citigroup R distribution** - Cumulative distribution functions (CDF) of the short interest change ratio for Citigroup, for 2007 and 2008. *Top panel:* Positive tail of the distribution, blue line is the best fit power law ($CDF(R) \sim R^\alpha$, with $\alpha = -1.35$). *Bottom panel:* Negative tail of the distribution, blue line is the best fit Laplacian distribution ($CDF(R) \sim 1 + \text{sign}(R - \beta)(1 - \exp(-|R - \beta|/\gamma))$), with $\beta = 0.11$ and $\gamma = 0.048$).

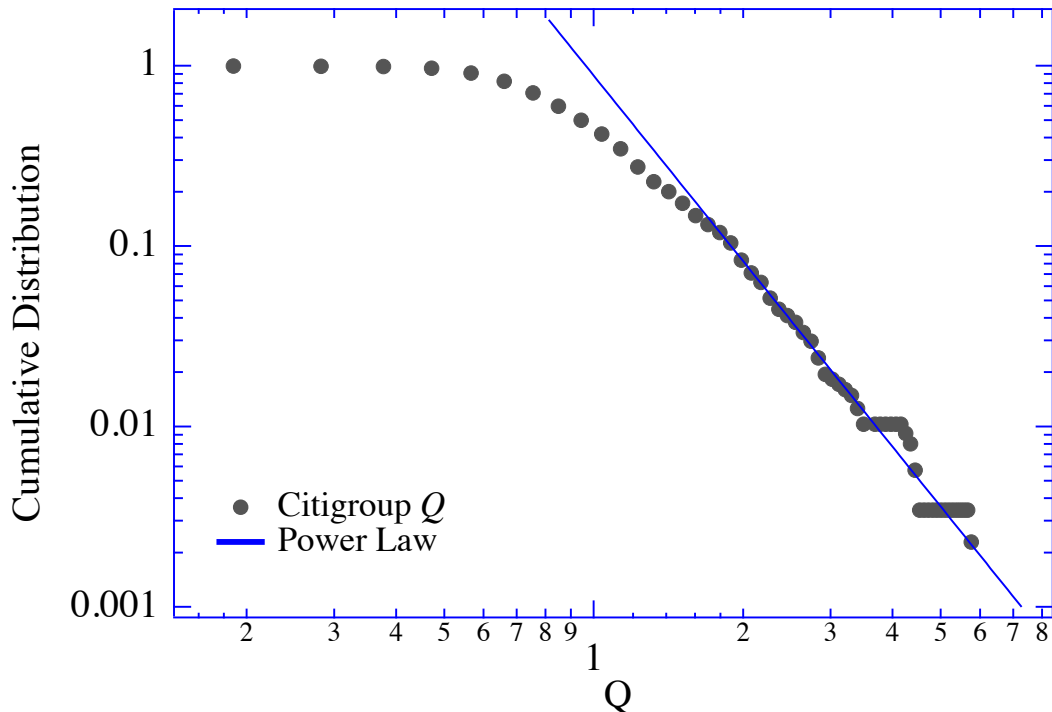


FIG. 5: **Citigroup Q distribution** - Cumulative distribution function (CDF) of the volume ratio for Citigroup for 2007 and 2008. Blue line is the best fit power law ($CDF(Q) \sim Q^\alpha$, with $\alpha = -3.34$).

We have studied commercially available NYSE short selling data [75] from these dates, and found it to be unreliable because the transactions reported are inconsistent with reported trade and quote data [76] at the transaction level. Despite dialog with the NYSE staff we have not received an explanation of the inconsistency. For the present analysis, the inconsistency inhibits our efforts to use this data to cross-validate the results in this report. More generally, it raises questions about the reliability of market provided short sale data.

- Is it possible that the analyst report downgrading Citigroup that morning was released in collusion with the bear raid?

We have no specific evidence, but such collusion would be consistent with strategies used by those who manipulate stocks [1, 2, 54, 61].

- Is it possible that those who engaged in the bear raid also used trading in options to increase their profits by buying put or selling call options?

Our estimate of the profits made on the bear raid are conservative.

- Is it possible that the large block trades on November 1 and 7 represented trading based upon information that was not yet available to the public on November 1?

Our evidence suggests that a single individual or group of individuals traded a large volume of borrowed shares on November 1 and November 7. If this represented potentially illegal insider trading, the traders would have avoided attracting attention. Neither the large trading volume nor the abrupt price drop on November 1 at the opening of the market appear to be consistent with a low-profile trading approach. The rapid price drop is also inconsistent with the expected behavior of insider traders, which is to maximize profits by selling gradually to avoid affecting prices until the negative news becomes public. Both the large volume of trading and the rapid drop are consistent with trading intended to affect prices, i.e. a bear raid. While the intentions of traders can only be determined from a more detailed inquiry once those traders are identified, the available information strongly supports a bear raid over the possibility of insider trading per se. It is possible that traders with insider information chose to help matters along by performing a bear raid at the same time as they were trading on insider information.

-
- [1] G. Matsumoto, Naked short sales hint fraud in bringing down Lehman, *Bloomberg* (March 19, 2009) <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aB1j1qmFOTCA>.
 - [2] G. Soros, One way to stop bear raids, *Wall Street Journal* (March 24, 2009) http://www.georgesoros.com/articles-essays/entry/one_way_to_stop_bear_raids/.
 - [3] M. K. Brunnermeier, L. H. Pedersen, Predatory trading, *The Journal of Finance* **60**, 1825 (2005).
 - [4] M. G. Ferri, S. E. Christophe, J. J. Angel, A short look at bear raids: Testing the bid test *Georgetown University Working Paper; Financial Management Association Annual Meeting, Fall 2005* (2004).
 - [5] Securities Exchange Act of 1934, *15 U.S.C. §78a* (2009).

- [6] Regulation SHO and Rule 10a-1, *17 CFR 240, 242* (2007) <http://www.sec.gov/rules/final/2007/34-55970.pdf>.
- [7] R. C. Pozen, Y. Bar-Yam, There's a better way to prevent 'bear raids', *Wall Street Journal* (November 18, 2008) <http://online.wsj.com/article/SB122697410070336091.html>.
- [8] Y. Bar-Yam, D. Harmon, V. Misra, J. Ornstein, Regulation of short selling: The uptick rule and market stability, report presented at the SEC Division of Trading and Markets February 24, 2010, *NECSI report #2010-02-01* (2010) <http://www.necsi.edu/admin/NECSISECreportFeb2010.pdf>.
- [9] Y. Bar-Yam, D. Harmon, Technical report on SEC uptick repeal pilot, *NECSI report #2008-11-01* (2008).
- [10] Data Explorers (<http://www.dataexplorers.com/>).
- [11] R. N. Mantegna, H. E. Stanley, *An Introduction to Econophysics: Correlations and complexity in finance* (Cambridge University Press, Cambridge, 1999).
- [12] N. N. Taleb, *The Black Swan: The impact of the highly improbable* (Random House, New York, 2007).
- [13] E. F. Fama, Efficient capital markets: A review of theory and empirical work, *The Journal of Finance* **25**, 383 (1970).
- [14] E. F. Fama, K. R. French, The capital asset pricing model: Theory and evidence, *The Journal of Economic Perspectives* **18**, 25 (2004).
- [15] Hostile reactions to CIBC's Citi report, *The New York Times: Dealbook* (November 5, 2007).
- [16] S. Rosenbush, The analyst who rocked Citi, *Bloomberg: Business Week* (November 26, 2007).
- [17] M. Whitney, Is Citigroup's dividend safe? Downgrading stock due to capital concerns, *CIBC equity markets: Change in recommendation* (October 31, 2007).
- [18] W. F. Sharpe, Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk, *The Journal of Finance* **19**, 425 (1964).
- [19] J. Engelberg, A. V. Reed, M. C. Ringgenberg, How are shorts informed? Short sellers, news, and information processing, *University of North Carolina working paper* (2010).
- [20] P. Asquith, L. Meulbroek, An empirical investigation of short interest, *MIT Working Paper* (1995).
- [21] A. J. Senchack, L. T. Starks, Short-sale restrictions and market reaction to short-interest announcements, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* **28**, 2 (1993).

- [22] E. Boehmer, C. M. Jones, X. Zhang, Which shorts are informed? *Journal of Finance* **63**, 491 (2008).
- [23] H. Desai, K. Ramesh, S. R. Thiagarajan, B. V. Balachandran, An investigation of the informational role of short interest in the NASDAQ market, *The Journal of Finance* **57**, 2263 (2002).
- [24] F. A. Longstaff, The subprime credit crisis and contagion in financial markets, *Journal of Financial Economics* **97**, 436 (2010).
- [25] R. J. Caballero, E. Farhi, P.-O. Gourinchas, Financial crash, commodity prices, and global imbalances, *NBER Working Paper No. 14521* (2008).
- [26] Press release: August 10, 2007, *Federal Reserve Board of Governors* (August 16, 2007) <http://www.federalreserve.gov/newsevents/press/monetary/20070810a.htm>.
- [27] I. Goldstein, A. Guembel, Manipulation and the allocational role of prices, *Review of Economic Studies* **75**, 1 (2008).
- [28] N. Khanna, R. D. Mathews, Bear raids and short sale bans: Is government intervention justifiable? *Michigan State University Working Paper* (2009).
- [29] D. Wilchins, J. Stempel, Citigroup CEO Prince to resign: Reports, *Reuters* (November 2, 2007).
- [30] Financial Crisis Inquiry Commission, *The Financial Crisis Inquiry Report: Final report of the national commission on the causes of the financial and economic crisis in the United States* (US Government Printing Office, 2011).
- [31] A. H. Pessin, *Fundamentals of the Securities Industry* (New York Institute of Finance, New York, 1978).
- [32] M. L. Mah-Hui, Old wine in a new bottle: Subprime mortgage crisis — causes and consequences, *The Levy Economics Institute of Bard College Working Paper No. 532* (2008).
- [33] O. J. Blanchard, The crisis: Basic mechanisms and appropriate policies, *IMF Working Paper No. 09/80* (2009).
- [34] V. V. Acharya, M. P. Richardson, Causes of the financial crisis, *Critical Review* **21**, 2-3 (2009).
- [35] M. F. Hellwig, Systemic risk in the financial sector: An analysis of the subprime-mortgage financial crisis, *De Economist* **159**, 2 (2009).
- [36] Amendments to Regulation SHO, *17 CFR 242* (2010) <http://www.sec.gov/rules/final/2010/34-61595.pdf>.

- [37] A. G. Haldane, R. M. May, Systemic risk in banking ecosystems, *Nature* **469**, 351 (2011).
- [38] N. F. Johnson, Proposing policy by analogy is risky, *Nature* **469**, 302 (2011).
- [39] T. Lux, Network theory is sorely required, *Nature* **469**, 303 (2011).
- [40] H. M. Markowitz, *Portfolio Selection: Efficient diversification of investment* (Wiley, New York, 1959).
- [41] S. A. Ross, The arbitrage theory of capital asset pricing, *Journal of Economic Theory* **13**, 341 (1973).
- [42] J. C. Cox, J. E. Ingersoll, S. A. Ross, A theory of the term structure of interest rates, *Econometrica* **53**, 385 (1985).
- [43] A. E. Khandani, A. W. Lo, What happened to the quants in August 2007? Evidence from factors and transactions data, *Journal of Financial Markets* **14**, 1 (2011).
- [44] W. B. Arthur, J. H. Holland, B. LeBaron, R. G. Palmer, P. Tayler, Asset pricing under endogenous expectation in an artificial stock market, in *The Economy as an Evolving Complex System II*, W. B. Arthur, D. Lane, S. Durlauf, eds. (Addison-Wesley, Redwood City, 1997) p. 1544.
- [45] T. Lux, M. Marchesi, Scaling and criticality in a stochastic multi-agent model of a financial market, *Nature* **397**, 498 (1999).
- [46] E. Samanidou, E. Zschischang, D. Stauffer, T. Lux, Agent-based models of financial markets, *Rep. Prog. Phys.* **70**, 409 (2007).
- [47] M. Levy, H. Levy, S. Solomon, A microscopic model of the stock market, *Economics Letters* **45**, 103 (1994).
- [48] R. Cont, J. P. Bouchaud, Herd behavior and aggregate fluctuations in financial markets, *Macroeconomic Dynamics* **4**, 170 (2000).
- [49] R. Donangelo, K. Sneppen, Self-organization of value and demand, *Physica A* **276**, 572 (2000).
- [50] X. Gabaix, P. Gopikrishnan, V. Pierou, H. E. Stanley, A theory of power law distributions in financial market fluctuations, *Nature* **423**, 267 (2003).
- [51] Y. Liu, P. Gopikrishnan, P. Cizeau, M. Meyer et. al., Statistical properties of the volatility of price fluctuations, *Physical Review E* **60**, 1390 (1999).
- [52] D. Sornette, *Why Stock Markets Crash: Critical events in complex financial systems* (Princeton University Press, Princeton, 2002).
- [53] S. Solomon, M. Levy, Spontaneous scaling emergence in generic stochastic systems, *Interna-*

- tional Journal of Modern Physics C* **7**, 745 (1996).
- [54] F. Allen, D. Gale, Stock-price manipulation, *Review of Financial Studies* **5**, 503 (1992).
- [55] F. Allen, G. Gorton, Stock price manipulation, market microstructure and asymmetric information., *European Economic Review* **36**, 624 (1992).
- [56] R. A. Jarrow, Market manipulation, bubbles, corners, and short squeezes, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* **27**, 311 (1992).
- [57] A. S. Kyle, Continuous auctions and insider trading, *Econometrica* **53**, 1315 (1985).
- [58] R. Benabou, G. Laroque, Using privileged information to manipulate markets: Insiders, gurus, and credibility, *The Quarterly Journal of Economics* **107**, 921 (1992).
- [59] P. Kumar, D. J. Seppi, Futures manipulation with cash settlement, *Journal of Finance* **47**, 1485 (1992).
- [60] R. Aggarwal, G. Wu, Stock market manipulations, *Journal of Business* **79**, 1915 (2006).
- [61] M. T. Bradshaw, S. A. Richardson, R. G. Sloan, Pump and dump: An empirical analysis of the relation between corporate financing activities and sell-side analyst research, *University of Pennsylvania Working Paper* (2003).
- [62] M. Minenna, The detection of market abuse on financial markets: A quantitative approach, *Quaderni di Finanza* **54** (2003).
- [63] R. Cholewiski, Real-time market abuse detection with a stochastic parameter model, *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics* **1**, 261 (2009).
- [64] O. De Bandt, P. Hartmann, Systemic risk: A survey *European Central Bank Working Paper No. 35* (2000).
- [65] S. V. Buldyrev, R. Parshani, G. Paul, H. E. Stanley, S. Havlin, Catastrophic cascade of failures in interdependent networks, *Nature* **564**, 1025 (2010).
- [66] P. Schulte, L. Alegret, I. Arenillas, J. A. Arz et. al, The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous-Paleogene boundary, *Science* **327**, 1214 (2010).
- [67] N. C. Arens, I. D. West, Press-pulse: a general theory of mass extinction? *Paleobiology* **34**, 456 (2008).
- [68] D. Harmon, B. C. Stacey, Yavni Bar-Yam, Yaneer Bar-Yam, Networks of economic market interdependence and systemic risk, *arXiv* **1011.3707** (2010).
- [69] Schedule 13D, *17 CFR 240.13d-101* (2007) <http://www.sec.gov/answers/sched13.htm>.
- [70] Short interest, *NASDAQ* <http://www.nasdaq.com/quotes/short-interest.aspx>.

- [71] H. Mittal, Are you playing in a toxic dark pool? A guide to preventing information leakage, *The Journal of Trading* **3**, 20 (2008).
- [72] L. Harris, *Trading and exchanges: Market microstructure for practitioners* (Oxford University Press USA, 2002).
- [73] M. C. Faulkner, An introduction to securities lending, *Handbook of Finance* (2008) <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470404324.hof001073/full>.
- [74] US equity short positions and securities lending data, Data Explorers (2011). <http://www.dataexplorers.com/sites/default/files/Research%20Note%20%233%20US%20Equity%20Public%20Short%20Interest.pdf>
- [75] TAQ NYSE Short Sales, NYSE Technologies <http://www.nyxdata.com/Data-Products/NYSE-Short-Sales>.
- [76] Daily TAQ (Trade and Quote), NYSE Technologies <http://www.nyxdata.com/data-products/daily-taq>.