



UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN

LOUVAIN SCHOOL OF
MANAGEMENT

et

ICHEC

BRUSSELS MANAGEMENT
SCHOOL



L'IMPACT DU TRADING A HAUTE FREQUENCE SUR LA STABILITE ET L'INTEGRITE DES MARCHES FINANCIERS

Promoteur : Luc Henrard

Mémoire-recherche présenté par
Olivier Hoste

en vue de l'obtention des titres de
« Master en gestion de l'entreprise » et « Master en science de gestion »

Année académique 2014-2015

Ce mémoire de fin d'études réalisé dans le cadre de ma seconde année de master à la *Louvain School of Management* et à la *Brussels Management School* est le fruit d'un travail de recherche mené avec ardeur sur un sujet, certes complexe, mais également passionnant de part son évolution permanente. Outre les connaissances théoriques que la réalisation d'un tel travail m'a permis d'acquérir, c'est l'apprentissage d'une méthodologie de travail à part entière qui me fut progressivement inculqué à travers l'écriture de ce travail.

J'aimerais ainsi remercier particulièrement mon directeur de mémoire, le Professeur Luc Henrard, pour son aide et ses réflexions pertinentes qui m'ont permis d'améliorer progressivement la qualité de ce travail. Je souhaiterais également remercier l'ensemble de mes professeurs de finance de l'UCL et de l'ICHEC pour avoir suscité en moi cet intérêt grandissant pour ce domaine fascinant qu'est la finance.

Par ailleurs, je tiens à remercier certaines personnes de mon entourage dont Mathieu Descamps, Anne Guns et Philippe Hoste pour leurs conseils précieux concernant l'analyse développée dans ce travail.

Hormis l'obtention de mon master en gestion, la rédaction de ce mémoire m'a également permis de mieux cerner les différents projets que j'aimerais entreprendre dans ma vie professionnelle future.

"While high frequency trading might bring some benefits, we need to make sure that it doesn't cause instability, and isn't a source of market abuse."

Michel Barnier

"I think it is very stupid to allow a system to evolve where half of the trading is a bunch of short-term people trying to get information one millionth of a nanosecond ahead of somebody else."

Charles Thomas Munger

Table des matières

Introduction générale	1
Partie I : Le trading à haute fréquence	3
Chapitre I : Définition du trading à haute fréquence	4
1. Le trading algorithmique (TA)	4
1.1 L'algorithme	4
1.2 L'algorithme génétique (AG).....	5
2. Le trading à haute fréquence (THF)	6
3. La régulation financière	11
3.1 La libéralisation du secteur financier	11
3.1.2 La fragmentation du marché.....	12
4. Le progrès technologique	13
4.1 La dématérialisation boursière	13
4.2 La diminution du pas de cotation	14
Chapitre II : Les stratégies de trading à haute fréquence	16
1. La spéculation boursière	16
1.1 Les ordres boursiers.....	16
2. Les stratégies bénéfiques pour le marché	17
2.1 Le teneur de marché (<i>Market making</i>).....	17
2.2 L'arbitrage.....	18
3. Les stratégies controversées	20
3.1 L'anticipation d'ordres	20
3.2 La stratégie basée sur l'information	21
3.3 Avis des régulateurs	23
4. Les stratégies illégales	23
4.1 <i>Quote Stuffing</i>	24
4.2 Le brouillage (<i>Smoking</i>)	25
4.3 Le déclenchement de tendance (<i>Pump and dump</i>)	26
4.4 <i>Spoofing</i>	27

Partie II : L'impact du trading à haute fréquence 28

Chapitre I : Les effets du trading à haute fréquence sur les marchés

financiers..... 29

1. Les externalités positives du trading à haute fréquence.....29

1.1 Fournisseur de liquidités.....29

1.2 Diminution des frais de transaction31

1.3 Un marché moins fragmenté.....32

2. Les externalités négatives du trading à haute fréquence33

2.1 Augmente la volatilité33

2.2 Favorise la sélection adverse.....34

2.3 Perte de confiance des investisseurs.....34

2.4 Un marché financier à deux vitesses35

2.5 La course à l'armement technologique35

Chapitre II : Les risques systémiques du trading à haute fréquence 37

1. La dépendance des marchés financiers envers la technologie37

2. Les minis krachs boursiers.....39

2.2 Les origines des minis krachs.....39

3. Le trading à haute fréquence41

3.1 Des stratégies similaires41

3.2 L'effet de contagion.....42

3.3 Les dangers de l'algorithme42

3.3.2 La mauvaise utilisation d'un algorithme.....44

3.3.3 La perte de contrôle d'un algorithme.....44

Partie III : Réguler le trading à haute fréquence..... 46

Chapitre I : Le krach éclair du 6 mai 2010..... 47

1. Description du krach48

1.1 L'ouverture des marchés financiers (9h30 à 14h32).....48

1.2 Le lancement de l'algorithme (14h32 à 14H41)48

1.3 Le krach éclair (14h41 à 14h45).....49

1.4 La répercussion du krach (14H45 à 15h00)50

1.5 La fermeture des marchés financiers (15H00 à 16h00).....51

2. Les leçons du krach51

3. Simulation du krach sans le THF52

Chapitre II: Réglementations adoptées suite au krach	54
1. Les coupe-circuits (<i>Circuit breakers</i>)	54
1.1 Coupe-circuit sur action seule (<i>Single-stock circuit breakers</i>)	54
1.1.1 <i>Limit Up-Limit Down</i>	55
1.2 Coupe-circuit général (<i>Market-wide circuit breakers</i>)	56
1.3 L'efficacité des coupe-circuits	57
1.4 Les plates-formes alternatives de trading	58
2. L'interdiction des <i>stub quotes</i>	59
3. Le control des algorithmes	59
Chapitre III : Les autres réglementations envisageables	61
1. Le « Laissez faire »	61
2. Taxer le trading à haute fréquence	63
3. Ralentir le marché.....	65
3.1 Imposer une durée de vie minimale aux ordres.....	65
3.2 Imposer une latence minimale.....	66
4. Fixer le pas de cotation	66
5. Exigences en capital (<i>Capital requirement</i>)	67
Conclusion générale.....	69
Bibliographie.....	73
Annexes.....	80
Annexe n°1	80
Annexe n°2	80
Annexe n°3	81
Annexe n°4	81

Introduction générale

La spéculation boursière a toujours été présente sur les marchés financiers. Depuis l'ouverture de la première place boursière en 1309 à Bruges, les spéculateurs ont sans cesse essayé de mettre en place des stratégies d'investissement en vue de faire fructifier leur capital investi. Ce désir d'accumuler sans cesse plus de richesse est l'essence même du capitalisme qui gouverne notre société.

L'informatisation des différentes places boursières à travers le monde dans les années 1970 marque le début d'une nouvelle approche envers la finance. Désormais, les investisseurs utilisent la technologie comme un outil à l'investissement.

Ce désir d'automatiser à la fois le processus d'analyse de données financières, ainsi que celui de la prise de décisions, a conduit 45 ans plus tard, à la mise en place de stratégies spéculatives complexes et excessivement rapides, mieux connues sous le nom de stratégies de trading à haute fréquence.

La puissance déployée par ces nouveaux « robots traders », désormais capables d'interagir de manière totalement autonome avec les marchés financiers, soulève cependant des inquiétudes concernant la stabilité et l'intégrité des marchés financiers.

Le krach éclair qui s'est produit le 6 mai 2010 aux Etats-Unis est l'exemple même que l'utilisation d'outils technologiques d'une telle puissance nécessite également la prise en considération des risques systémiques qui y sont associés. Bien que des mesures réglementaires aient été adoptées à la suite de ce krach, de nombreux observateurs pensent qu'il est urgent de mettre en place de nouvelles réglementations, afin éviter qu'un tel accident ne se reproduise dans des proportions démesurées.

J'ai donc élaboré l'ensemble de ce travail d'analyse et de recherches en me posant les deux questions suivantes :

- Quels sont les différents effets du trading à haute fréquence sur la qualité des marchés financiers ?
- Quelles mesures réglementaires seraient les plus adéquates afin de limiter ces externalités négatives ?

En vue de proposer une piste de réponse la plus complète possible, nous essayerons de définir dans la première partie de ce travail, le concept de trading à haute fréquence avec précision. Nous étudierons également le fonctionnement des différentes stratégies d'investissement utilisées par les traders à haute fréquence.

La seconde partie de ce travail s'intéressera à l'impact du trading à haute fréquence sur les marchés financiers. En se basant sur de multiples recherches scientifiques à ce sujet, nous essayerons d'évaluer les conséquences liées à l'utilisation de ces stratégies ultra rapides sur la stabilité et l'intégrité des marchés financiers.

Nous essayerons enfin, dans la troisième et dernière partie de ce travail, d'évaluer la pertinence d'une série de mesures réglementaires envisageables, qui auraient pour but de limiter les effets négatifs du trading à haute fréquence.

Je terminerai ce travail par une conclusion, dans laquelle je vous ferai part de mon opinion personnelle à propos des différents concepts abordés dans ce travail.

Partie I : Le trading à haute fréquence

Chapitre I : Définition du trading à haute fréquence

1. Le trading algorithmique (TA)

Souvent confondus, le trading à haute fréquence (THF) et le trading algorithmique (TA) présentent des caractéristiques semblables quant à leur mode de fonctionnement. On peut cependant affirmer que le trading algorithmique regroupe un ensemble d'activités bien plus large, dont le trading à haute fréquence fait notamment partie. Bien que les deux activités s'appuient sur l'utilisation d'algorithmes mathématiques à travers des ordinateurs et des programmes informatiques complexes, c'est principalement par la vitesse d'exécution de ses opérations, et par la vision à très court terme de ses investissements que le THF se distingue du TA (Brogaard, 2010).

Ne s'appuyant pas sur des stratégies basées uniquement sur la vitesse ou sur la fréquence importante des opérations, le trading algorithmique est par exemple utilisé par les traders acheteurs (*buy-side trader*) ou par les courtiers (*brokers*). Ces investisseurs ont fréquemment recours à l'utilisation d'algorithmes afin d'optimiser l'exécution de leurs ordres sur les marchés boursiers. Ces algorithmes vont permettre, grâce à la prise en compte d'une multitude de paramètres fixés par son utilisateur et par l'analyse de plusieurs variables définies, de découper dans le temps leurs gros ordres envoyés au marché. Le découpage d'ordres importants est fait afin de minimiser le coût global d'une transaction et donc d'en maximiser le rendement (*return*) (Lebreton, 2007).

Afin de bien comprendre cette méthode de trading, il semble important de définir clairement le concept d'algorithme.

1.1 L'algorithme

Considéré comme une sorte d'intelligence artificielle, l'algorithme mathématique fit sa première apparition dans le domaine de la finance, lors de l'informatisation des marchés financiers dans les années 70. Cette avancée technologique permet

notamment de diminuer significativement le temps nécessaire à la réalisation d'une transaction financière sur les différentes places boursières. Ayant la possibilité d'échanger beaucoup plus rapidement des actifs financiers, les investisseurs éprouvèrent le besoin de planifier à l'avance leurs décisions d'investissement. L'utilisation d'algorithmes mathématiques apparaissait donc comme un moyen fiable de programmer une opération boursière (x) en réaction au comportement d'une variable (y).

L'une des définitions données à l'algorithme mathématique est la suivante :

« Ensemble de règles opératoires dont l'application permet de résoudre un problème énoncé au moyen d'un nombre fini d'opérations. Un algorithme peut être traduit, grâce à un langage de programmation, en un programme exécutable par un ordinateur. » (Larousse, n.d)

Appliqué à la finance, l'algorithme a donc pour objectif d'évaluer les différentes données auquel il a accès (prix d'un actif, volume échangé, rendement passé, ...), afin d'identifier des opportunités de profit et de proposer à son utilisateur un choix optimal d'investissement. Ce choix peut évidemment varier en fonction des préférences de l'investisseur (résistance au risque, horizon de temps, ...) imposées à l'algorithme sous la forme de contraintes mathématiques.

L'organisme français chargé par l'état de la surveillance des marchés financiers, l'Autorité des Marchés Financiers (AMF), distingue pour sa part deux types d'algorithmes différents :

- L'algorithme de trading : *« permet l'identification des opportunités et l'initiation des ordres »* (Oseredczuck, 2011).
- L'algorithme d'exécution : *« désigne la mise en œuvre, sur cette base, de l'exécution des ordres »* (Oseredczuck, 2011).

1.2 L'algorithme génétique (AG)

L'algorithme génétique est un algorithme dont la forme est plus sophistiquée que celle de l'algorithme traditionnel. Sa grande particularité réside dans sa capacité impressionnante à apprendre de ses erreurs passées. Parfois appelé algorithme d'apprentissage, l'AG est en mesure de retenir les séquences pendant

lesquelles ses opérations n'ont pas abouti à l'objectif fixé par son concepteur. Grâce à ce pouvoir de mémorisation, l'algorithme est capable de détecter les situations semblables à celles durant lesquelles il n'a pas agi de manière optimale, et d'adapter son comportement en conséquence. Afin d'éviter de réitérer les mêmes erreurs, l'algorithme va modifier son comportement et effectuer des opérations pour lesquelles il n'a pas été codé initialement. Possédant sa propre autonomie, le comportement de l'AG face à une situation concrète est plus difficilement prévisible, et ce même pour son propre concepteur. C'est généralement ce type d'algorithme « auto-correcteur » qui est utilisé par les sociétés de trading à haute fréquence pour leurs décisions d'investissements (Vallée et Yıldızoğlu, 2004).

2. Le trading à haute fréquence (THF)

Il n'est pas toujours facile de définir avec précision le concept de trading à haute fréquence (*en anglais High frequency trading*). Cette difficulté vient probablement du fait que cette technique d'investissement sur les marchés financiers a fortement évolué ces quinze dernières années et qu'elle est également utilisée par divers acteurs, exerçant parfois des stratégies de trading fortement différentes les unes des autres.

Une définition souvent reprise dans différents documents de recherche sur ce sujet, est celle formulée par Martin Wheatley, *Chief Executive Officer* de la *Securities and Futures Commission* à Hong Kong :

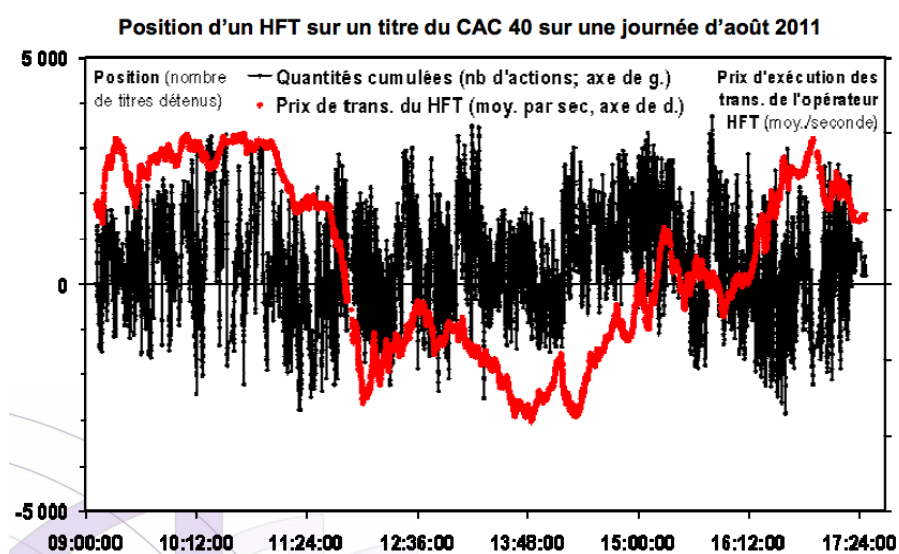
« *the execution of trading strategies based on computers programs or algorithms to capture opportunities that may be small or exist for a very short period of time* » (Wheatley, 2010).

L'organisme fédéral américain responsable de la régulation des marchés financiers, la *Securities Exchange Commission* (SEC), a également défini avec plus de précisions les différentes caractéristiques communes identifiées chez les traders à haute fréquence. Détaillons ces 6 caractéristiques :

« (1) Professional traders acting in a proprietary capacity that engage in strategies that generate a large number of trades on a daily basis (...) » (U.S. SEC 2010a).

Il n'est pas facile d'établir des statistiques précises au sujet du THF. Cette difficulté s'explique principalement par la confidentialité des informations relatives aux différents acteurs. On estime cependant que la part des transactions impliquant des traders haute fréquence sur le marché américain est passée d'environ 20% en 2005 à 70% de nos jours. Leur part de marché en Europe serait cependant plus faible, bien que considérable, atteignant environ 40% de l'ensemble des transactions (Petitjean, 2015). Ces chiffres montrent clairement que les traders haute fréquence génèrent quotidiennement un nombre gigantesque de transactions. L'AMF le démontre également à travers ce graphique, représentant la position d'un trader à haute fréquence sur une seule journée.

Figure n°1 :



(Grillet-Aubert, 2011)

On peut également affirmer qu'il existe aujourd'hui trois acteurs institutionnels différents déployant des stratégies de THF sur les marchés financiers. On distingue : les fonds d'investissement, les sociétés de courtage et les sociétés de trading. Ces trois types d'investisseur ultra rapide ont tous la particularité d'investir uniquement pour leur compte propre, et non pas en tant qu'intermédiaire pour un de leurs clients.

« (2) the use of extraordinarily high-speed and sophisticated computer programs for generating, routing, and executing orders » (U.S. SEC 2010).

La vitesse est sans aucun doute l'élément le plus important dans l'application d'une stratégie de THF. C'est cet élément qui sera, dans la plus part des cas, responsable de la réussite ou de l'échec de la stratégie déployée par l'investisseur. Afin de pouvoir interagir le plus rapidement possible avec les différentes places boursières à travers le monde, le trader à haute fréquence a la nécessité d'utiliser des programmes informatiques ultra puissants afin de saisir les opportunités de profit présentes pour une durée souvent très courte sur les marchés. Le principe est assez simple à comprendre, c'est le trader à haute fréquence qui détectera et exploitera le plus rapidement l'opportunité laissée par le marché qui empochera tout le bénéfice. On assiste dès lors à une véritable course à l'armement technologique de la part des sociétés de THF, investissant dans du matériel informatique et développant des algorithmes mathématiques sans cesse plus rapides et plus puissants. A titre d'exemple, le temps nécessaire à la firme Algo Technologies pour acheter ou vendre un actif financier est de 16 microsecondes (0,000016 secondes), ce qui leur permet d'effectuer 18.750 transactions en 0,3 secondes, temps qu'il faut à un être humain pour battre un cil (Petitjean, 2011) !

« (3) use of co-location services and individual data feeds offered by exchanges and others to minimize network and other types of latencies » (U.S. SEC 2010).

Afin d'être le plus rentable possible, un trader à haute fréquence a donc besoin d'être plus rapide que ses concurrents. Pour ce faire, les firmes de THF utilisent tous les moyens susceptibles de diminuer la « latence » de leurs opérations. La latence représente le temps nécessaire à une information pour être transmise de l'ordinateur central de la place boursière à celui du trader, ou inversement.

L'une des solutions trouvées par les opérateurs boursiers pour améliorer leur rapidité d'accès au marché est la location d'un emplacement privilégié, situé à seulement quelques mètres de l'ordinateur central du marché. Ces emplacements mis en location par l'entreprise de marché à des prix souvent très

élevés, permettent aux investisseurs d'y installer leurs ordinateurs et donc de s'assurer par la même occasion, que leurs signaux transitant vers le système central soient véhiculés avec la plus petite latence possible. La bourse Euronext dénombre, par exemple, une quarantaine d'ordinateurs en collocation, chacun d'entre eux étant relié par un câble en fibre optique de même longueur à l'ordinateur de marché (Dufour, 2011). Ce système est l'un des moyens mis en place pour instaurer une concurrence plus saine entre les opérateurs.

« (4) *very short time-frames for establishing and liquidating positions* » (U.S. SEC 2010).

L'horizon d'investissement des stratégies de THF est généralement extrêmement court. Comme il est possible de l'identifier sur le graphique 1 ci-dessus, les traders à haute fréquence réagissent de manière quasi instantanée en modifiant leurs positions à chaque changement de prix identifié sur un actif de leur portefeuille. Ces réactions ultra rapides des traders impactent directement le temps moyen de détention des actifs par les investisseurs. Des chercheurs ont d'ailleurs estimé en 2011 que le temps moyen de détention d'une action américaine par un investisseur n'était que d'une vingtaine de secondes... (Albert et Marin, 2011). Ces stratégies d'achat et de vente de produits financiers à très court terme impliquent également la réalisation de ventes à découvert (*short selling*), qui permettent à l'investisseur de vendre un actif sans pour autant le posséder.

« (5) *the submission of numerous orders that are cancelled shortly after submission* » (U.S. SEC 2010).

Selon une étude réalisée par l'AMF sur le marché français du CAC 40 en 2010, seulement 1% à 5% des ordres boursiers envoyés au marché aboutiraient à la réalisation d'une transaction. Cette même étude explique par exemple qu'un des acteurs à haute fréquence n'aurait concrétisé que 154 transactions sur les 15 millions d'ordres envoyés au marché durant le même mois. Ces résultats s'expliquent principalement par le taux d'annulation excessivement important des ordres boursiers envoyés au marché par les traders à haute fréquence. Cette

annulation d'ordres peut parfois survenir très rapidement après leur envoi. Par exemple, le temps minimum observé entre l'initiation et l'annulation d'un même ordre sur le CAC 40 est exactement de 25 microsecondes (0,000025 secondes) (Oseredczuck, 2011). D'autres études plus récentes menées sur le marché américain NASDAQ viennent également confirmer cette tendance à annuler plus de 90% des ordres envoyés au marché, et détectent également des durées de vie inférieures à 5 millisecondes pour certains ordres (Gai et al., 2012). Le graphique joint dans les annexes n°1 de ce travail, représente le ratio ordres/ transactions sur le marché du CAC40 de 2009 à 2012.

Ce ratio d'exécution d'ordres très faible inquiète cependant de nombreux observateurs. Ces derniers interprètent ces nombreuses annulations d'ordres comme un moyen de dissimuler des stratégies illégales de brouillage (*smoking*) ou de *quote stuffing*, ayant pour but de manipuler le prix d'un actif financier à l'avantage du trader. Nous reviendrons sur ces pratiques controversées dans le second chapitre de ce travail.

« (6) *ending the trading day in as close to a flat position as possible (that is, not carrying significant, unhedged positions over-night)* » (U.S. SEC 2010).

Posséder un actif financier entre deux sessions de trading ajoute généralement un risque supplémentaire à la détention de l'actif. La différence entre le prix de clôture de la dernière session et le prix à la réouverture d'un même actif peut, en effet, avoir varié de manière plus importante suite à l'occurrence de certains événements (publications de résultats, catastrophes naturelles, événements géopolitiques, ...).

Ne basant principalement leurs stratégies que sur des écarts de prix relativement petits, les sociétés de THF essayent donc, dans la mesure du possible, de ne pas supporter ce risque et de clôturer chaque session de trading avec une balance nulle pour chaque actif.

3. La régulation financière

On distingue généralement deux éléments majeurs ayant favorisé le développement rapide du trading à haute fréquence durant les dix dernières années. Le premier concerne le changement de structure des marchés financiers imposé par les nouvelles régulations financières adoptées par les autorités publiques aux États-Unis et en Europe.

3.1 La libéralisation du secteur financier

C'est au milieu des années septante qu'une première grande modification de la structure du système financier fut imposée par les régulateurs. Le passage dans les années septante d'un système à taux d'intérêt et de change fixes vers un système à taux variables allait favoriser indirectement l'émergence de nouvelles stratégies d'investissement telles que le THF. Anciennement déterminés par les politiques macroéconomiques de chaque pays, les taux d'intérêt allaient désormais refléter l'équilibre entre l'offre et la demande d'argent des différents acteurs financiers. Les taux de change entre les différentes monnaies nationales étaient quant à eux tous définis en fonction du dollar américain, qui était lui-même convertible en or. Chaque monnaie bénéficiait donc d'une certaine pérennité de son taux de change grâce à ce système de convertibilité indirecte en or, mis en place en 1944 en vertu des accords de Bretton Woods (Atlan et al., 1998).

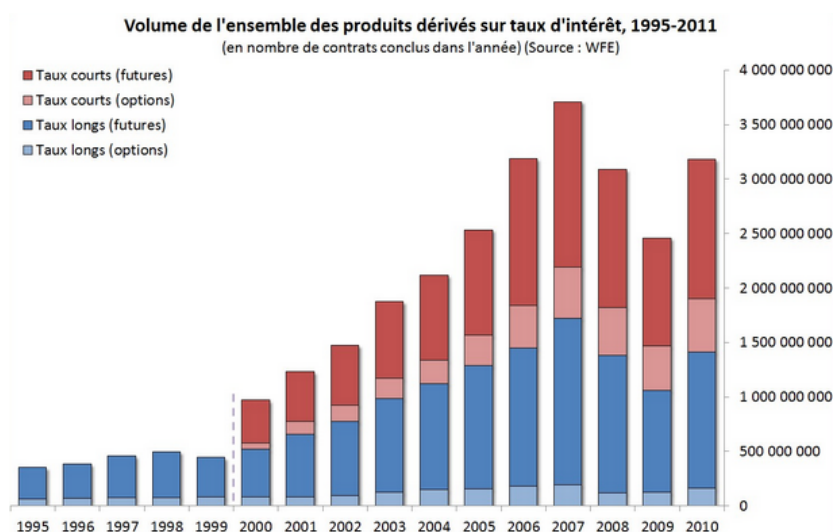
Ce passage d'un régime à taux fixes vers un régime à taux variables impliquait cependant un risque supplémentaire pour les investisseurs. Les taux n'étant désormais plus garantis à l'avance, la rentabilité des investissements était plus difficile à prédire sur le long terme. Les investisseurs, cherchant à se protéger contre ce nouveau type de risque, allaient donc favoriser l'apparition d'une multitude de nouveaux produits financiers sur les marchés

3.1.1 L'émergence des produits dérivés

On peut définir un produit dérivé comme étant un « *instrument de gestion des risques financiers utilisé pour couvrir 4 sortes de risques (marché, liquidité, contrepartie, politique)* » (Les Échos, n.d).

Figure n°2 :

Ce type de produit financier allait donc permettre aux investisseurs de contrôler plus facilement le nouveau risque lié à la variation des taux de change. Comme l'explique ce graphique représentant le volume annuel de produits dérivés échangé sur les marchés, le



(Berruyer, 2012)

nombre de produits dérivés différent n'a cessé d'augmenter de manière significative suite au changement de la structure financière expliqué précédemment. Connus pour leur complexité, ces nouveaux produits financiers allaient également permettre aux traders de spéculer sur leurs valeurs et de profiter des anomalies de marchés liées à leurs échanges pour réaliser des profits. Cette véritable complexification de la finance allait cependant favoriser l'émergence de procédés capables de détecter de manière automatisée ces opportunités de profit devenues trop nombreuses et complexes à repérer pour les traders humains. L'émergence et la multiplication des produits dérivés ont donc directement contribué au développement de méthodes de trading plus évoluées, telles que le trading à haute fréquence (Miller, 1999).

3.1.2 La fragmentation du marché

C'est au milieu des années 2000 que de nouvelles réglementations financières furent adoptées par les pays occidentaux au sujet de la structuration des marchés financiers. On distingue principalement deux directives différentes :

- *Markets in Financial Instruments Directive* 2004/39/EC (MIFID) qui est d'application dans les pays membres de l'Union Européenne depuis 2007.
- *Regulation National Market System* (Reg NMS) qui est d'application aux Etats-Unis depuis 2005.

Ces deux réglementations ayant pour but de renforcer et de moderniser le système financier international, incluent toutes les deux des initiatives visant à favoriser la concurrence entre les places de négociations boursières. Initialement considérées comme les seuls lieux d'échanges d'actifs possibles, les bourses historiques (London Stock Exchanges, Euronext, ...) doivent à présent faire face à la concurrence des nouvelles plates-formes de négociations d'actifs financiers. Il est donc désormais possible d'effectuer des transactions de trading sur de nouvelles plates-formes de négociations distinctes de celles appartenant aux places boursières historiques. La création par des entreprises privées de ces nouvelles plates-formes d'échanges, appelées *Alternative Trading System (ATS)*, va permettre de favoriser la concurrence entre les opérateurs et donc inévitablement de diminuer de manière générale, le niveau des frais de transaction infligés aux investisseurs lors de l'achat ou de la vente d'un titre.

Rendant les marchés boursiers plus attractifs, ces mesures réglementaires vont cependant impacter directement la microstructure des marchés financiers internationaux. Les transactions boursières étant désormais effectuées sur une multitude de plates-formes de trading différentes, on va assister à un phénomène de fragmentation du marché. Cette décentralisation des échanges va également multiplier les opportunités de profit pour les investisseurs, pouvant dès lors profiter des petites différences de prix d'un même actif entre les plates-formes. Ces opportunités n'étant profitables qu'au trader le plus rapide, cet environnement fragmenté allait favoriser le développement du THF (Curtis, 2006).

4. Le progrès technologique

Le deuxième élément majeur ayant favorisé le développement de stratégies de trading basées essentiellement sur la vitesse, concerne directement l'utilisation massive des nouveaux outils technologiques par les différents acteurs financiers.

4.1 La dématérialisation boursière

L'élément déclencheur de cette nouvelle tendance à utiliser les nouvelles technologies comme outil financier est incontestablement l'informatisation des

différentes bourses à travers le monde. Bien que pour la plupart d'entre elles, cette informatisation s'effectua dans les années quatre-vingt, la première plate-forme boursière électronique au monde fut créée en 1977 à Toronto (Canada) (Yusufali, 2006).

Ce passage vers un système automatisé des échanges, étape indispensable au développement du THF, allait favoriser l'élaboration de nouvelles techniques d'analyses financières, appelées analyses quantitatives. D'abord utilisées par les fonds d'investissement au début des années quatre-vingt, ces analyses techniques basées sur l'interprétation de certaines données financières (ratios, rendements passés, ...) devinrent rapidement un standard en terme d'analyse boursière. Le nombre de produits financiers ne cessant de croître, l'utilisation des nouvelles technologies allaient à la fois permettre d'accélérer le processus de calcul, nécessaire à cette analyse, mais également de détecter plus rapidement certaines valeurs anormales, signe d'inefficience du marché et donc de profit ! La règle du « premier arrivé, premier servi » étant d'application dès l'informatisation d'une place boursière, la course à la vitesse informatique était dès lors lancée.

4.2 La diminution du pas de cotation

Le pas de cotation d'un titre financier est défini comme étant « l'écart minimal autorisé entre deux cours d'une même valeur sur un marché réglementé » (Iotafinance, 2015).

C'est le *New York Stock Exchange* (NYSE) qui fut le premier, le 29 janvier 2001, à diminuer le pas de cotation des titres financiers de 0,0625 (1/16) de dollars à 0,01 dollars. Censée augmenter le volume de transactions via une différence entre le prix d'achat et de vente plus petite, cette nouvelle manière de valoriser un titre, rendue possible grâce à l'informatisation des marchés, allait également permettre de diminuer les frais de transaction sur certains titres spécifiques (Brorsen et al., 2011).

Depuis l'ouverture à la concurrence des plates-formes de trading, le choix du pas de cotation utilisé, est laissé aux responsables de chaque plate-forme de

négociation. Ce petit paramètre, qui peut sembler sans grande importance, a cependant de lourdes conséquences sur la microstructure des marchés financiers. Des chercheurs ont d'ailleurs démontré via des tests empiriques effectués durant le mois de juin 2009, que la part de marché et les revenus associés à une plate-forme de trading, ont tendance à augmenter de manière significative à chaque fois qu'un opérateur décide de diminuer le pas de cotation minimum sur sa plate-forme (Burgot et al., 2012). Une autre étude menée quelques années plus tard par Bartlett et Mc Crary conclut que cette tendance s'explique principalement par une arrivée massive des traders à haute fréquence sur les plates-formes proposant des pas de cotation plus petits que les autres. En effet, ces traders exploitent ces plus petit pas de cotation en actualisant plus régulièrement leurs prix envoyés au marché, afin de figurer toujours en première place dans le carnet d'ordres d'un titre.

Cette diminution du pas de cotation a également contribué au développement des stratégies de THF par la possibilité de réaliser un profit de plus en plus petit sur une transaction (parfois moins de 0,1 euro). Il était donc désormais nécessaire de réaliser un grand nombre de transactions pour obtenir un profit acceptable (Bartlett et McCrary, 2012).

Chapitre II : Les stratégies de trading à haute fréquence

1. La spéculation boursière

Définie comme une « *opération consistant à acheter un bien en vue de réaliser un bénéfice lors sa revente ultérieure* » (Larousse, n.d), la spéculation a la particularité de se détacher de l'économie réelle. Alors que le rôle économique principal des marchés financiers est de permettre aux entreprises de se financer auprès des investisseurs particuliers, la spéculation boursière ne va s'intéresser qu'aux variations de prix momentanées des titres en circulation. Cette pratique aussi vieille que la première place boursière institutionnelle au monde, établie à Bruges en Belgique en 1309 (MBI-Bourse, n.d), a cependant beaucoup évolué à travers le temps, et ce notamment depuis l'engouement récent pour les stratégies de trading à haute fréquence.

1.1 Les ordres boursiers

Afin de bien comprendre les stratégies spéculatives expliquées ci-dessous, il semble important d'au préalable distinguer avec précision les deux types d'ordres boursiers qu'il est possible d'envoyer aux marchés.

1.1.1 L'ordre au marché

L'ordre au marché est un ordre qui va entraîner une transaction financière de manière immédiate. Considéré comme étant un ordre « consommateur de liquidité », cette instruction envoyée au marché va ordonner l'achat (vente) d'un titre au prix le plus bas (haut) parmi toutes les propositions de ventes (achats) présentes dans le carnet d'ordres associé à ce titre.

1.1.2 L'ordre à cours limité

L'ordre à cours limité est un ordre qui, dans la plupart des cas, n'entraînera pas de transactions immédiatement après son envoi. Considéré comme un ordre « fournisseur de liquidité », l'instruction donnée au marché concerne cette fois une proposition d'achat ou de vente d'un titre, à un prix (minimum ou maximum) bien spécifique et imposé par le donneur d'ordres (Angel, 1994).

Pour qu'une transaction ait lieu, il faut qu'un autre investisseur accepte, de manière partielle ou intégrale, cette proposition d'échange d'actif (*trade*) au prix spécifié.

Les différentes recherches analysant l'impact sur les marchés des différentes stratégies de trading à haute fréquence, s'accordent à dire qu'il est possible de classer ces stratégies en trois groupes distincts.

On distingue:

- les stratégies ayant un effet **bénéfique** pour le marché
- les stratégies dont les effets sont **controversés**
- les stratégies considérées comme **illégales** (avec intention de manipuler le prix d'un titre financier).

Analysons tout d'abord les stratégies considérées comme utiles pour le marché.

2. Les stratégies bénéfiques pour le marché

2.1 Le teneur de marché (*Market making*)

Considéré comme nécessaire au bon fonctionnement des marchés financiers, ce type de stratégie essaye de fournir de manière continue de la liquidité au marché. Comme il a été démontré par les chercheurs Jovanovic et Menkveld, certains acteurs présents sur le marché ont tendance à n'émettre que des ordres à cours limité, et donc à fournir de la liquidité dans plus de 75% des cas (Jovanovic et Menkveld, 2010).

Le principe de cette stratégie consiste à tirer profit de l'écart entre la meilleure offre d'achat et de vente présente dans le carnet d'ordres d'un même titre (*bid-ask spread*). Pour ce faire, le teneur de marché va essayer d'acheter un titre un peu moins cher que la meilleure offre de vente, afin de le revendre un peu plus cher que la meilleure offre d'achat. Cette stratégie ne rapportant généralement que de très maigres gains par transaction, le teneur de marché va devoir répéter cette stratégie sur un grand nombre de transactions, afin de réaliser un profit acceptable. L'utilisation d'algorithmes automatisés est dès lors indispensable

afin permettre au trader de réaliser plusieurs centaines de transactions par secondes.

La vitesse est un élément crucial pour la réussite d'une telle stratégie. En effet, lorsqu'un manque de liquidité est détecté sur un titre, il est nécessaire pour le teneur de marché, d'être le premier à proposer la meilleure offre de prix disponible dans le carnet d'ordres. Cet élargissement de la fourchette offre-demande causé, par exemple par l'arrivée sur le marché d'un ordre important, va permettre au fournisseur de liquidité de réaliser un maigre profit en envoyant rapidement de nouveaux ordres à cours limité à l'intérieur de cette fourchette de prix.

La vitesse est également nécessaire à la mise à jour continue des ordres à cours limité envoyés au marché. Afin d'éviter le risque de sélection adverse face aux autres investisseurs, le teneur de marché doit pouvoir ajuster ses cotations le plus rapidement possible lors de l'arrivée d'une nouvelle information impactant le prix d'un titre. On observe en conséquence un taux d'annulation des ordres excessivement élevé de la part des teneurs de marché, ces derniers évitant à tout prix de proposer des prix inadéquats, pouvant engendrer des pertes plus importantes (Menkveld, 2011).

2.2 L'arbitrage

Cette seconde stratégie spéculative utilisée par les traders à haute fréquence a la réputation d'opérer de manière plus agressive sur les marchés. Contribuant cependant à son efficience, cette stratégie suppose l'envoi massif d'ordres au marché qui vont consommer la liquidité présente.

Le principe de cette stratégie est d'exploiter les écarts de prix temporaires entre deux instruments financiers directement corrélés. En prenant une position longue¹ sur le titre sous-évalué et en prenant une position courte² sur le titre surévalué, le trader réalise un bénéfice égal à la différence de prix entre les deux actifs.

¹ Une position longue sur un titre financier signifie que l'investisseur achète ce titre. (pg20)

² Une position courte sur un titre financier signifie que l'investisseur vend à découvert ce titre. (pg20)

Bien que ce principe reste toujours le même, on distingue cependant deux sortes de stratégies d'arbitrage différentes, en fonction du type de corrélation qu'il existe entre les deux actifs échangés.

2.2.1 L'arbitrage structurel

On parle d'arbitrage structurel lorsque les titres concernés par la stratégie possèdent une corrélation structurelle les uns par rapport aux autres. Dans la plupart des cas, le trader essaye d'exploiter les écarts de cotations d'un même titre financier sur les différentes plates-formes de négociations. Ceci est par exemple possible, lorsque le cours vendeur d'un titre est temporairement plus faible que son cours acheteur disponible sur une autre plate-forme d'échange. Supposons par exemple qu'un investisseur soit prêt à vendre pour 10 euros une action sur la plate-forme Euronext et qu'un autre investisseur soit prêt à acheter cette même action à 10,1 euros sur la plate-forme de trading BATS Europe. Cette stratégie d'arbitrage structurel va permettre au trader de réaliser un gain de 0,1 euro. Cette anomalie de marché peut soit s'expliquer par une mise à jour trop lente des prix proposés par un teneur de marché suite à la publication d'une nouvelle information, soit par la volonté d'un investisseur de clôturer une position rapidement.

2.2.2 L'arbitrage statistique

Les stratégies d'arbitrage statistique s'intéressent quant à elles aux actifs corrélés statistiquement les uns par rapport aux autres. Plutôt que de corriger les différences de cotation d'un même titre sur les différentes plates-formes de négociations, cette stratégie va étudier le comportement de certains titres financiers différents, afin d'identifier des similitudes dans l'évolution de leurs prix. Après avoir estimé cette covariance de prix entre les deux actifs, l'investisseur va essayer de prédire le comportement du prix d'un titre en fonction du comportement de l'autre. On sait par exemple que les prix d'un contrat futur et de son sous-jacent évoluent souvent de manière identique dans le temps.

Il est également important de savoir qu'une stratégie d'arbitrage peut s'effectuer sur plusieurs titres à la fois. Par exemple les chercheurs Foucault, Kozhan et

Tham expliquent dans leur étude menée en 2012 avoir relevé dans leur échantillon, entre 30 et 40 possibilités d'arbitrages triangulaires entre les devises du dollar, de l'euro, et de la livre sterling. Il est par exemple possible d'empocher un profit de € 0.1 en achetant \$ 1 pour € 0.8, en convertissant ensuite ce dollar à £ 0.7, pour enfin revendre ces livres sterling pour € 0.9 (Foucault et al., 2012).

Soulignons cependant que toutes les opportunités d'arbitrage ci-dessus ne sont présentes sur les marchés que pour des durées extrêmement courtes (souvent moins d'une seconde). Seul le trader à haute fréquence le plus rapide à détecter et à exploiter ces opportunités empochera l'intégralité des bénéfices. Un trader lent, ne possédant pas de matériel informatique assez puissant, ne devrait normalement jamais pouvoir profiter d'une opportunité d'arbitrage à très court terme.

3. Les stratégies controversées

Bien qu'autorisées par la réglementation financière en vigueur actuellement, certaines stratégies de THF sont considérées par la plupart des observateurs comme nocives au bon fonctionnement des marchés financiers. Ces stratégies imposent en effet, diverses externalités négatives aux autres investisseurs. On en distingue généralement deux différentes :

3.1 L'anticipation d'ordres

Cette stratégie agressive utilisée par les traders à haute fréquence a pour objectif d'anticiper les flux d'ordres futurs sur un titre financier afin de tirer profit de leurs impacts sur le prix du titre. Cette stratégie se distingue cependant de la pratique interdite de *Front Running* si l'investisseur anticipe les flux ordres envoyés au marché uniquement grâce à des informations publiques. Ceci implique donc que le trader ne soit pas au courant des ordres boursiers futurs effectués par l'un de ses clients.

L'une des techniques très répandues parmi les traders à haute fréquence concerne l'anticipation d'ordres d'achats envoyés par les courtiers (*brokers*). Ces

derniers s'appuyant généralement sur des algorithmes pour optimiser le découpage dans le temps de leurs ordres au marché, il est possible pour les traders à haute fréquence, d'observer une corrélation positive entre le flux d'ordres à l'achat présent dans le carnet d'ordres d'un titre financier, et le flux d'ordres à l'achat futur sur ce même titre. Ces ordres d'achat de volume important exerçant une pression à la hausse sur le prix du titre, les traders à haute fréquence vont pouvoir profiter de la hausse de prix futur d'un titre en l'achetant juste avant l'arrivée dans le carnet d'ordres, de l'ordre émis par le courtier. Des études menées en 2012 sur le marché technologique américain du Nasdaq démontrent l'utilisation récurrente de telles stratégies par les traders à haute fréquence (Hirschey, 2012).

3.2 La stratégie basée sur l'information

Cette stratégie de THF, également très controversée par son attitude extrêmement agressive sur les marchés, essaye de profiter des retards de mise à jours de certains ordres à cours limités, présent dans le carnet d'ordres. L'exécution de cette stratégie requiert tout d'abord d'analyser et d'interpréter toutes les informations susceptibles d'influencer le prix d'un titre boursier. Lorsqu'une information considérée comme matérielle pour un certain titre est détectée, le trader va essayer d'acheter ou de vendre le titre concerné à un prix ne reflétant pas encore l'arrivée de cette nouvelle information ! Le trader à haute fréquence réalisera donc un bénéfice grâce à sa réaction ultra rapide à la publication de nouvelles informations.

On classe généralement les informations susceptibles d'impacter le prix d'un titre échangé sur les marchés financiers en trois catégories :

- **l'actualité**, souvent accessible de manière très rapide pour les traders grâce à leur accès aux logiciels d'informations spécialisés (*Bloomberg, Reuters, CNBC, ...*).
- **les données financières**, également accessibles aux traders via des logiciels d'analyses financières (*Bloomberg, Factset, ...*).

- **les réseaux sociaux**, également source d'informations pertinentes, comme le prouve le récit récent d'un trader ayant empoché plus de deux millions de dollars grâce à sa réaction rapide face à la publication d'une rumeur sur le compte Tweeter d'un journaliste (Golding, 2015).

La rapidité du trader à interpréter une information matérielle au sujet d'un actif est donc cruciale à la réussite d'une telle stratégie. C'est la raison pour laquelle les traders à haute fréquence utilisent des algorithmes capables d'analyser, grâce à l'identification de mots-clefs, l'ensemble de l'information publiée de manière continue sur les 3 canaux. Une fois détectée, l'information jugée comme pertinente, sera utilisée par l'algorithme pour l'exécution automatique de transactions. Le temps d'ajustement des prix face à l'arrivée de nouvelles informations a donc fortement diminué en quelques années, passant de quelques dizaines de secondes à quelques millisecondes actuellement ! Une étude menée en 2010 a d'ailleurs statistiquement démontré la capacité impressionnante des traders à haute fréquence à acheter ou à vendre un titre financier juste avant que son prix ne change de manière significative (Kirilenko et al., 2010) !

Cette capacité à opérer efficacement sur les marchés financiers peut également s'expliquer par l'utilisation très controversée d'ordres flash. Ces ordres sont définis par la *Securities Exchange Commission* comme suit :

« A flash order enables a person who has not publicly displayed a quote to see orders less than a second before the public is given an opportunity to trade with those orders. » (U.S. SEC 2009)

Bien que ces ordres flash aient déjà donné lieu à des discussions concernant leur éventuelle interdiction sur les marchés en 2009, ces ordres représentent encore actuellement 3% du volume d'actions échangées aux Etats-Unis (Mehta, 2009). L'utilisation des ordres flash a pour objectif premier d'améliorer la liquidité des marchés. Par exemple, lorsqu'un ordre de vente est envoyé par un investisseur sur un titre financier spécifique mais qu'il n'existe dans son carnet d'ordres, aucun ordre d'achat susceptible de réaliser une transaction, l'opérateur envoie aux firmes spécialisées préalablement inscrites, un ordre flash leur proposant

d'acheter ce titre. L'arrivée de l'ordre de vente initial dans le carnet d'ordres du titre ne s'effectuera qu'après le refus de l'ordre flash par l'ensemble des sociétés spécialisées.

Cet accès privilégié au carnet d'ordres proposé aux traders à haute fréquence par les opérateurs de marchés est cependant accusé d'être utilisé pour le déploiement de stratégies illégales de *Front Running*, qui ont pour but d'anticiper l'impact de l'arrivée d'un ordre important sur le marché, grâce à l'obtention d'informations confidentielles à ce sujet.

3.3 Avis des régulateurs

Il est presque unanime parmi les observateurs que l'utilisation de ces stratégies, défavorise clairement les traders les plus lents sur les marchés financiers. Il est donc pertinent de se demander pourquoi les régulateurs autorisent encore actuellement l'utilisation de telles stratégies ? La réponse des autorités financières est simple. Si ces stratégies sont mises en place sur base d'informations publiques (le carnet d'ordres d'un titre est publique), et qu'elles ne visent pas à manipuler le prix de cotation d'un titre financier, il n'y a pas de raison d'interdire l'utilisation de ces stratégies uniquement sous prétexte qu'elles sont trop « rapides » pour les autres investisseurs... (Levitt, A., 2009).

Cet environnement a donc contribué à la création et au développement des marchés obscurs (*Dark pool*), qui ont la particularité de ne pas dévoiler le contenu du carnet d'ordres aux investisseurs. Les investisseurs les plus lents profitent de cette invisibilité de leurs ordres pour limiter leur exposition face aux traders à haute fréquence.

4. Les stratégies illégales

Il existe principalement deux pratiques de trading considérées comme illégales et donc interdites sur les marchés. La *Securities Exchange Commission* (SEC) a redéfini récemment ces deux concepts comme suit :

- **Le délit d'initié (*Insider trading*)** : « *buying or selling a security, in breach of a fiduciary duty (...), while in possession of material, non public information*

about the security. Insider trading violations may also include "tipping" such information, securities trading by the person "tipped," and securities trading by those who misappropriate such information. » (U.S. SEC, n.d. a)

- **La manipulation de cours (*Market manipulation*)** : « *intentional conduct designed to deceive investors by controlling or artificially affecting the market for a security. Manipulation can involve a number of techniques to affect the supply of, or demand for, a stock. They include: spreading false or misleading information about a company; improperly limiting the number of publicly-available shares; or rigging quotes, prices or trades to create a false or deceptive picture of the demand for a security. » (U.S. SEC, n.d. b)*

Le premier concept sur le délit d'initié n'a pas réellement été impacté par l'arrivée sur les marchés des traders à haute fréquence. Cependant le développement du THF a permis l'apparition de nouvelles stratégies capables d'influencer le prix d'un titre boursier à l'avantage d'un investisseur. Parfois très difficiles à détecter de par leur vitesse d'exécution impressionnante, ces stratégies utilisées par les traders ultra-rapides sont les suivantes :

4.1 Quote Stuffing

Comme expliqué précédemment, la rentabilité d'un trader à haute fréquence est étroitement liée à sa capacité à saisir plus rapidement que ses concurrents les opportunités présentes sur le marché. La stratégie de *Quote Stuffing* a donc pour objectif de, soit ralentir les activités des autres traders agissant sur le même marché, soit masquer certaines stratégies utilisées. Pour ce faire, le trader tente de submerger le carnet d'ordres d'un titre financier, en ordonnant à ses algorithmes l'envoi de plusieurs centaines d'ordres à cours limité par seconde. Ces ordres qui ont pour conséquence de saturer les serveurs informatiques d'une plate-forme de négociation, vont également être analysés inutilement par les concurrents du trader, qui profitera alors de ce moment d'inattention pour effectuer ses réelles opérations.

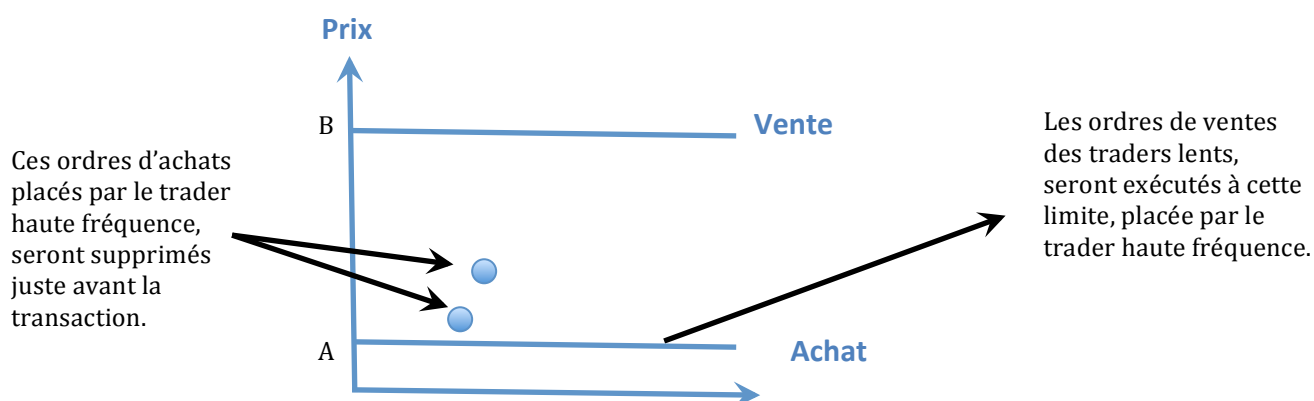
Une étude menée par l'AMF sur le marché français du CAC 40, a par exemple détecté l'envoi par un robot trader de 1 044 messages en une seule seconde, juste avant un décalage de prix important opéré par cet investisseur (Grillet-Aubert, 2011). D'autres recherches menées sur le marché du Nasdaq détectent

des éléments relevant d'une stratégie similaire. On sait tout d'abord que les ordres envoyés vers cette place boursière sont répartis entre 6 canaux différents en fonction du titre concerné. Les chercheurs ont ensuite pu observer une covariance significativement plus importante entre les ordres traités dans un même canal, mais que cette covariance a tendance à diminuer lors du changement de canal d'un titre. Ceci peut donc s'expliquer par des stratégies de *Quote Stuffing* utilisées par les traders à haute fréquence, tentant de masquer son activité sur un titre, par l'envoi d'ordres inutiles sur plusieurs autres titres traités dans le même canal (Gai et al., 2012).

4.2 Le brouillage (*Smoking*)

Cette stratégie illégale de manipulation de cours boursier est l'une des plus utilisées par les traders à haute fréquence. Son principe est de proposer aux traders plus lents, différents prix attractifs à l'achat ou à la vente sur un titre, et de les modifier juste avant la réalisation de la transaction. Le trader va par exemple envoyer des ordres d'achat à cours limités à des prix plus attractifs que ceux proposés dans le carnet d'ordres du titre, afin d'attirer les ordres de vente des investisseurs plus lents. Seulement, juste avant l'arrivée de ces ordres, le trader haute fréquence va rapidement supprimer ses ordres d'achat pour les remplacer par des ordres à des prix plus faibles. La figure ci-dessous schématise graphiquement cette stratégie de brouillage.

Figure n°3 : Stratégie de brouillage



Cette stratégie de THF permet donc au trader d'acheter des titres à un prix inférieur (A) à celui pour lequel les autres investisseurs sont réellement intéressés par la vente du titre (B).

4.3 Le déclenchement de tendance (*Pump and dump*)

Cette stratégie de trading cherche à modifier artificiellement le prix d'un titre financier, grâce à la formation d'une tendance à la hausse ou à la baisse. En d'autres mots, cela consiste à déclencher la formation d'une bulle boursière spéculative sur le prix d'un actif financier. Pour bien comprendre les mécanismes de cette stratégie, analysons le graphique suivant, représentant l'évolution du prix d'un titre ayant été manipulé par une stratégie de déclenchement de tendance.

Figure n°4 : Stratégie de déclenchement de tendance sur le titre de la société Mesa Energy Holdings, Inc. (2010) :



(Krieger)

Comme on peut l'identifier en bleu sur ce graphique, la première étape de cette stratégie consiste à envoyer au marché des ordres d'achat (vente) sur le titre choisi (*Pump*), afin d'enclencher un mouvement haussier (baissier) sur le prix du titre. Le trader espère alors que cette tendance soit suivie par les autres investisseurs présents sur le marché afin que cette augmentation (diminution) du prix de l'actif soit amplifiée. Une fois que le titre atteint un certain prix, jugé suffisamment haut (bas) pour le trader, la seconde étape, identifiée en rouge sur le graphique, consiste à profiter de cette surévaluation (sous-évaluation) irrationnelle du titre, en le revendant (rachetant) de manière massive sur le

marché (*Dump*). Pour chaque titre le trader engrange alors un bénéfice proportionnel à la différence entre le prix avant et après la manipulation.

4.4 Spoofing

Le mot *Spoofing* en anglais, désigne l'envoi d'ordres à cours limités sur un titre financier de la part d'un trader, sans pour autant que celui-ci ait l'intention de les exécuter. Autrement dit, les ordres envoyés au marché seront majoritairement supprimés ou modifiés avant la réalisation d'une transaction. Les traders à haute fréquence les plus rapides sur le marché ont la certitude de pouvoir supprimer leurs ordres placés au-dessus (dessous) du meilleur cours vendeur (acheteur), avant qu'ils ne soient exécutés.

Cette stratégie de manipulation boursière essaye en fait d'influencer la perception qu'ont les autres investisseurs sur l'offre et la demande pour un titre financier, via l'envoi d'une multitude d'ordres inutiles au marché. Dans la plupart des cas, le trader à haute fréquence va envoyer massivement des ordres dans le sens inverse à sa réelle intention. Prenons l'exemple d'un trader dont l'intention est d'acheter un volume défini de titres à un petit prix. Ce trader va d'abord placer une série d'ordres vendeur à cours limité dans le carnet d'ordres du titre, afin d'augmenter faussement la pression négative sur son prix. Une fois ces ordres envoyés et prêts à être supprimés, le trader espère effrayer les autres investisseurs, en les incitant à vendre le titre à un prix plus faible que le trader haute fréquence leur aura subtilement proposé entre-temps (Arnold, 2015).

Partie II :
L'impact du trading à haute fréquence

Chapitre I : Les effets du trading à haute fréquence sur les marchés financiers

On observe différents impacts causés par l'utilisation de stratégies de trading à haute fréquence sur les marchés financiers. Comme expliqué précédemment, certains effets causés par le THF peuvent être favorables au bon fonctionnement des marchés, alors que d'autres sont considérés comme nocifs à sa stabilité.

1. Les externalités positives du trading à haute fréquence

1.1 Fournisseur de liquidités

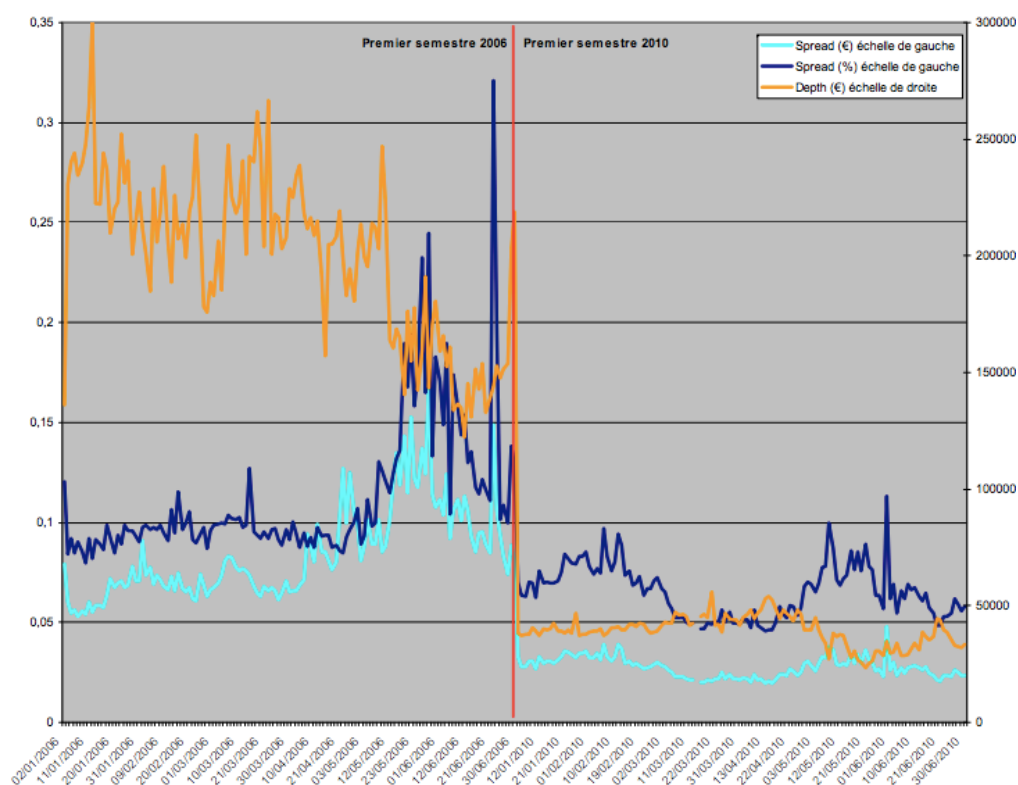
L'un des impacts favorables à la présence des traders à haute fréquence sur les marchés concerne leur habilité à fournir de la liquidité.

« Des titres sont dit liquides s'il est possible d'acquérir ou de céder facilement et rapidement sur le marché une assez grande quantité de ces titres au prix affiché, sans provoquer de modification significative de ce prix. » (El Bied, n.d.)

Il n'existe actuellement pas d'outil de mesure spécifiquement conçu pour estimer la liquidité d'un marché. On l'évalue cependant couramment en observant l'importance de l'écart au sein de la fourchette offre-demande pour un titre. Un faible écart entre la meilleure offre à l'achat et la meilleure offre à la vente est signe de liquidité abondante, alors qu'un large écart est souvent la conséquence d'un manque de liquidité. En se basant sur ce principe, il fait l'unanimité parmi les chercheurs, que les stratégies d'arbitrage et de teneur de marché déployés par les traders à haute fréquence, sont extrêmement bénéfiques à l'apport de liquidité sur les marchés. Certains chercheurs expliquent d'ailleurs avoir établi une relation négative entre la présence de THF sur les marchés et la grandeur de la fourchette offre-demande. De ce fait, l'utilisation d'un système de colocation aux abords de l'ordinateur central d'un marché améliorerait considérablement la

liquidité sur ce marché (Boehmer et al., 2012). Le graphique ci-dessous publié par l'Autorité des Marchés Financiers française, illustre la différence de grandeur de la fourchette offre demande (*spread*) de 2006 et 2010.

Figure n°5 : Comparaison des fourchettes offre-demande sur les marchés.



(Oseredczuck, 2011)

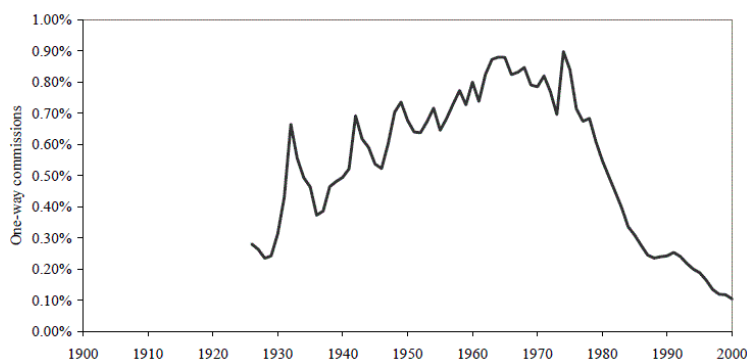
Comme il est facilement identifiable sur ce graphique, l'écart de prix entre l'offre et la demande sur les marchés financiers a largement diminué en 4 ans. Cependant, la quantité disponible au meilleur prix (*depth*) a également fortement baissé. Ces deux phénomènes combinés justifient les propos de certains observateurs qui accusent les traders à haute fréquence de proposer une liquidité fantôme sur les marchés. Les traders à haute fréquence utiliseraient en effet leur avantage en terme de rapidité, pour annuler la plupart de leurs ordres dès que les circonstances de marché leur sont moins favorables. Une étude explique d'ailleurs que les effets positifs du THF en terme de liquidité ne sont pas ressentis sur les titres jugés plus risqués, comme les titres à faible capitalisation boursière ou à forte volatilité (Boehmer et al., 2012). Une étude menée en 2010 viendra confirmer cette idée en affirmant que bien que les traders à haute

fréquence proposent les meilleures offres de prix dans 65% des cas, ceux ci fournissent essentiellement de la liquidité sur les titres à forte capitalisation et à faible volume d'échanges (Brogaard, 2010).

1.2 Diminution des frais de transaction

Pour réaliser l'achat ou la vente d'un titre boursier, il existe toute une série de frais que l'investisseur doit prendre en charge afin de conclure une transaction. On distingue généralement les coûts de *back office*, la taxe d'entrée sur le marché, ainsi

Figure n°6 : Evolution des frais de transactions moyens sur le marché NYSE



(Jones, 2002)

que les différentes commissions attribuées aux intermédiaires de marchés. Le premier élément majeur ayant contribué à la diminution des frais de transaction concerne l'informatisation des différentes places boursières dans les années septante. Comme c'est clairement distinguable sur le graphique ci-dessus, les frais moyens liés à l'exécution d'une transaction sur le marché NYSE n'ont cessé de décroître rapidement depuis cette décennie. L'ouverture à la concurrence en 2002 des plates-formes de négociations a également permis de diminuer les commissions de courtage destinées aux différents intermédiaires.

Concernant le THF, son développement rapide depuis la fin des années septante a également permis de diminuer les frais de transaction liés à l'achat ou la vente d'un titre financier. En effet, les teneurs de marché à haute fréquence se livrent actuellement à une concurrence par les prix pour fournir de la liquidité au marché. En proposant généralement un prix à l'achat et à la vente sur un même titre, ces traders à haute fréquence diminuent également le coût lié à l'écart dans la fourchette de prix offre-demande (Chester et al.,).

1.3 Un marché moins fragmenté

Les directives *Markets in Financial Instruments Directive* 2004/39/EC (MIFID) et *National Market System* (Reg NMS) applicables respectivement en Europe et aux Etats-Unis depuis 2007 et 2005, ont permis l'émergence de nouvelles plates-formes de trading sur les deux continents. Cette nouvelle concurrence face à laquelle les différentes places boursières historiques ont dû faire face, a cependant eu pour conséquence de fragmenter le marché financier. Les titres étant désormais échangeables sur de multiples plates-formes de négociations différentes¹, il était devenu possible d'observer de nouvelles incohérences de marché provoquées par cette décentralisation des échanges. Il était par exemple possible d'observer des prix différents pour l'achat d'un même titre sur deux places financières différentes. Il était dès lors nécessaire pour les investisseurs de comparer les différentes places boursières afin de profiter des conditions les plus avantageuses.

Le développement de certaines stratégies de trading à haute fréquence a néanmoins aidé les investisseurs à faire face à ce nouvel environnement fragmenté. Les stratégies d'arbitrage utilisées par les traders à haute fréquence sont en effet conçues pour tirer profit de ces incohérences temporaires du marché, et donc pour les faire disparaître par la même occasion ! Les traders à haute fréquence vont également permettre aux autres investisseurs de trouver plus facilement une contrepartie pour leurs ordres. En servant d'intermédiaires entre les différentes plates-formes, les traders à haute fréquence permettent l'exécution de toute une série de transactions qui n'auraient pas trouvé de contrepartie sans cette connexion entre les places de négociations (Menkveld, 2011).

¹ Voir annexe n°2 pour la répartition des parts de marché.

2. Les externalités négatives du trading à haute fréquence

2.1 Augmente la volatilité

Par définition, la volatilité est « *une mesure des amplitudes des variations du cours d'un actif financier* » (Abcbourse, n.d.). Le trading à haute fréquence est souvent accusé par ses détracteurs d'accentuer ce phénomène de volatilité des prix sur les marchés. En essayant sans cesse de pousser le marché vers ces extrémités, ces traders engrangeraient un profit important grâce aux mouvements inverses de retour à la normale des prix.

De nombreuses recherches ont été menées récemment afin d'évaluer l'influence des traders à haute fréquence sur la volatilité d'un marché. Une première étude réalisée en 2009 sur le marché des devises détecte à l'aide d'un modèle de régression *Ordinary least squares* (OLS), une relation positive entre la volatilité des taux de change et la présence de traders à haute fréquence sur ce même marché. L'utilisation d'une nouvelle approche d'analyse mènera cependant ces mêmes chercheurs à établir une légère relation négative entre ces deux variables (Chaboud et al., 2009). Une autre étude empirique a profité de l'interdiction de vendre à découvert, instaurée quelques semaines en 2008 sur le marché américain, pour analyser son impact sur le marché. Cette mesure qui a eu pour conséquence de diminuer considérablement l'activité des traders à haute fréquence sur les titres concernés, a également occasionné une nette augmentation de la volatilité du prix des titres. Ces résultats attestent donc d'une corrélation négative entre la présence du THF et le niveau de volatilité sur un marché (Brogaard, 2011). Enfin, une étude plus récente menée en 2012 analyse l'influence des emplacements de colocation loués à proximité d'un ordinateur central de marché, sur la volatilité de ce marché. Cette étude établira cette fois une relation positive entre ces deux paramètres (Boehmer et al., 2012).

Il est donc difficile de déterminer réellement l'impact du THF sur la volatilité des marchés financiers. Les divergences entre les résultats peuvent s'expliquer notamment par la complexité à évaluer la présence de traders à haute fréquence sur un marché, ainsi que par l'utilisation inadéquate de certaines méthodes pour estimer le niveau de volatilité des prix.

2.2 Favorise la sélection adverse

Certaines stratégies de THF telles que les stratégies d'arbitrage ou les stratégies basées sur l'information ont la particularité de profiter des petites incohérences temporaires du marché pour réaliser leur profit. Ces stratégies permettent d'ajuster de manière quasi-instantanée le prix des titres financiers, par exemple lors de la publication d'une nouvelle information macro-économique impactant le prix de certains titres, ou encore suite à la formation d'un écart de cotation entre deux plates-formes de négociation. La justification économique d'un tel ajustement est cependant difficilement compréhensible, les institutions économiques ne prenant, en effet, pas leurs décisions opérationnelles à l'allure d'une microseconde !

Ces « robots-traders » dotés d'un temps de réaction parfois inférieur à 3 millisecondes, ont la capacité d'exécuter des transactions boursières très lucratives, grâce notamment à leurs accès privilégiés à l'information (Hasbrouck et Saar, 2012). Cet avantage concurrentiel pose cependant question en terme de sélections adverses sur les investisseurs traditionnels. Imaginons par exemple qu'un trader humain envoie un ordre à cours limité pour vendre un titre au prix de € 20. Quelques minutes plus tard une nouvelle information est publiée, celle-ci indiquant que le prix de ce titre est de € 21. Le trader à haute fréquence va dès lors s'empresse d'accepter l'offre du trader humain avant même qu'il n'ait eu le temps d'augmenter son prix. Cet exemple illustre clairement le manque à gagner qu'un trader à haute fréquence peut infliger à un trader humain traditionnel. Des études empiriques ont d'ailleurs prouvé en 2010, que l'impact sur le prix d'un titre lors de l'exécution d'un ordre, était d'environ 20% plus élevé pour les ordres envoyés par un trader à haute fréquence (Hendershott et Riordan, 2009).

2.3 Perte de confiance des investisseurs

Le problème de sélection adverse évoqué ci-dessus, peut également avoir un impact sur la perception qu'ont les investisseurs traditionnels sur les possibilités d'investissement sur les marchés financiers. Une réelle perte de confiance peut, en effet, se faire ressentir chez certains de ces traders, à cause de cette externalité négative que le THF leur impose. Une étude a par exemple observé en

2010 que le volume de transactions sur le marché des actions hollandais, avait baissé d'environ 13% suite à l'arrivée d'un nouveau trader à haute fréquence sur ce marché (Jovanovic et Menkveld, 2010).

Cette perte de confiance de la part des investisseurs traditionnels en réaction au développement des stratégies de THF sur les plates-formes boursières, s'est traduite par une augmentation considérable des transactions effectuées à travers des plates-formes de négociations obscures (*dark pools*). Alors que ces opérateurs de marché n'effectuaient qu'environ 4% des transactions boursières mondiales en 2008, ceux-ci s'occuperaient depuis 2 ans, de plus de 13% de ces échanges (Patterson, 2013).

2.4 Un marché financier à deux vitesses

Certains acteurs étant désormais capables de travailler sur les marchés bien plus rapidement que les autres, il n'est pas incorrect d'affirmer qu'il existe actuellement un marché avec deux niveaux d'information. On distinguerait premièrement les traders à haute fréquence, qui disposent de l'information entière et la plus récente, et deuxièmement les investisseurs traditionnels plus lents, qui ne peuvent que constater les flux d'ordres non-utilisés par ces traders ultra-rapides.

L'horizon à très court terme de ces traders à haute fréquence, est également en décalage par rapport aux stratégies d'investissement des traders plus lents basées généralement sur un horizon à plus long terme.

2.5 La course à l'armement technologique

Dans ce monde du trading à haute vitesse où la rentabilité d'une stratégie dépend essentiellement de sa vitesse d'exécution, les acteurs sont prêts quasiment à tout pour augmenter de quelques millisecondes la vitesse de leurs opérations. Il est important de souligner qu'il ne suffit pas d'être rapide de manière absolue pour pouvoir profiter des différentes opportunités de profits présentes sur les marchés. Ce qui compte c'est d'être plus rapide que ses concurrents ! C'est ce désir de sans cesse diminuer la latence d'une opération, qui pousse les sociétés de trading à haute fréquence à investir massivement dans de nouvelles technologies. Ce véritable acharnement à posséder les outils

informatiques les plus puissants, est nommé par certains observateurs comme étant une course à l'armement technologique !

Ce phénomène de sur-investissement inquiète cependant certains experts qui pensent être en présence d'un équilibre de marché sous-optimal. Les barrières à l'entrée étant sans cesse plus grandes à surmonter pour laisser place à de nouveaux concurrents, il est possible que le marché du trading se transforme en un marché oligopolistique où seules certaines firmes de THF, qui possèderaient l'équipement informatique le plus rapide qu'il soit possible de construire, empocheraient l'intégralité des profits réalisables sur les marchés.

Les spécialistes en la matière ont déjà incité à de nombreuses reprises les régulateurs de marché à intervenir, afin de mettre un terme à cette course à l'investissement technologique qui pourrait dégrader le bien-être économique de ce marché (Harris, 2012).

Chapitre II : Les risques systémiques du trading à haute fréquence

Il a fallu attendre la fin des années 2000 pour que le trading à haute fréquence devienne un sujet controversé entre les différents acteurs présents sur les marchés financiers. Cette méthode d'investissement qui n'intéressait auparavant que les experts de la spéculation boursière, était considérée comme un outil conçu pour faciliter les échanges boursiers. Ces robots traders qui permettaient d'augmenter la fréquence des échanges boursiers et de diminuer la fourchette de prix entre l'offre et la demande, allaient également permettre de combler la faiblesse émotionnelle des investisseurs humains lors de leur choix d'investissement. Ces machines étant configurées pour réagir de manière la plus rationnelle possible, le trading algorithmique et le THF semblaient promouvoir la qualité et la stabilité du marché.

C'est suite à la date du 6 mai 2010, jour où l'indice américain du Dow-Jones chuta de près de 4% en l'espace de 3 minutes, que la réputation du THF se transforma et que sa légitimité fût fortement remise en question. Ce secteur étant très peu connu du grand public de par sa complexité, les firmes déployant des stratégies de trading à haute fréquence sèment la controverse.

Utilisant des outils informatiques extrêmement puissants et un langage bien spécifique, les traders à haute fréquence effraient les observateurs externes et deviennent par la même occasion, une sorte de bouc émissaire de la finance. Accusées de déstabiliser le marché, d'en augmenter la volatilité, ou encore de le ralentir en le saturant d'ordres inutiles, ces firmes de THF vont également être tenues responsables de l'apparition de minis krachs boursiers sur les marchés.

1. La dépendance des marchés financiers envers la technologie

Depuis l'informatisation des différentes places boursières à travers le monde, la volonté d'automatiser au maximum les échanges boursiers a également eu pour

conséquence de développer une certaine dépendance des marchés financiers à la technologie. Il n'est d'ailleurs pas si rare de constater l'interruption de la cotation de certains titres financiers, suite à l'apparition d'un dysfonctionnement technique. La panne survenue chez l'opérateur de marché Euronext le 12 juin 2014, empêcha par exemple les investisseurs d'intervenir sur les marchés pendant plus d'une heure après leurs ouvertures (Nille, 2014). Ce phénomène récurrent pointe clairement du doigt la vulnérabilité des marchés financiers face aux défaillances techniques.

On distingue généralement trois types d'incidents techniques pouvant provoquer l'interruption ou le ralentissement du processus de formation des prix par le moteur d'appariement d'un opérateur :

- **La panne technique** : elle peut survenir suite à de multiples raisons internes telles que l'utilisation de matériel défectueux, ou suite à la mauvaise programmation du logiciel de cotation. Mais les raisons peuvent également être en dehors du contrôle de l'opérateur, comme par exemple une panne d'électricité ou d'internet.
- **La surcharge d'un serveur informatique** : elle est généralement provoquée par l'envoi massif d'ordres par un ou plusieurs investisseurs. On retiendra par exemple en 2007, le ralentissement important du système de cotation de l'opérateur NYSE, suite à l'envoi par la société Crédit Suisse de plus de 600.000 ordres en l'espace de 20 minutes (Grillet-Aubert, 2011).
- **La cyberattaque** : malgré qu'aucune défaillance majeure n'ait été enregistrée suite à une tentative de piratage d'opérateurs boursiers, certains d'entre eux tels que le NASDAQ auraient déjà été la cible de plusieurs attaques informatiques dans ce genre (Bunge, 2009). Il n'est d'ailleurs pas rare que les plates-formes de négociation de titres fassent appel à des experts en la matière afin de contrer les éventuels tentatives de piratage. Un homme a également été condamné récemment pour avoir essayé de hacker la bourse de Hong Kong (Le Monde, 2011).

Ces trois types d'événements sont donc capables d'influencer l'efficience des marchés financiers. Nous pouvons donc avancer que malgré l'utilisation d'outils informatiques très évolués, la dépendance des opérateurs de marchés, et donc du marché en lui-même, envers la technologie, représente un véritable risque pour l'intégrité des marchés boursiers.

2. Les minis krachs boursiers

Il est possible d'observer depuis plusieurs années, un phénomène assez inquiétant sur les marchés financiers. On remarque en effet, des mouvements de prix très rapides et souvent inexpliqués sur certains titres financiers. Ces événements particuliers généralement appelés les minis krachs éclairs, s'observent lorsque le prix d'un ou plusieurs titres chute de manière massive et très rapide, avant de retrouver son niveau d'origine quelques instants plus tard. Selon une étude menée en 2011, il y aurait eu en 2009 plus de 2.715 mouvements de prix supérieur à 1% de la valeur de l'actif qui se sont effectués en moins d'une seconde (Krantz, 2011). Une autre étude plus récente a étudié le marché des actions américaines entre 1998 et 2011 et a conclu qu'une détérioration très rapide de la qualité du marché s'effectuerait en moyenne chaque jour dans la cotation de 44 actions. La fréquence journalière moyenne de ces anomalies serait donc de 0,64% sur l'ensemble de la période étudiée (Gao et Mizrach, 2013).

2.2 Les origines des minis krachs

Dès l'apparition des premiers minis krachs, les firmes de trading à haute fréquence ont rapidement été pointées du doigt comme étant les responsables de ces perturbations. D'autres éléments ont cependant été testés par différents spécialistes afin d'analyser leur influence sur la formation de ces krachs.

- **La régulation NMS et MIFID** : une première étude réalisée quelques années après l'instauration de ces deux directives, conclut que ce changement dans la structure du marché aurait permis de diminuer d'environ 4.000, le nombre d'actions subissant une perte d'efficience passagère durant le processus de formation de son prix. En effet, la fréquence de ce que les chercheurs

appellent les « pannes de qualité du marché » (*market quality breakdowns*) aurait diminué de 41,78% lors de l'entrée en vigueur des deux directives financières (Gao et Mizrach, 2013). D'autres études ont cependant avancé que la fragmentation du marché financier opérée par ces directives, aurait considérablement fragilisé les marchés, ce qui aurait donc favorisé l'émergence des krachs boursiers éclairés. L'utilisation par exemple des *intermarket sweep orders*, qui ont la caractéristique d'être envoyés sur plusieurs plates-formes de négociation à la fois, serait selon eux, responsable de la formation des minis krachs entre 2006 et 2011 (Golub et al., 2012).

- **La corrélation entre les actifs financiers :** il est scientifiquement prouvé que la corrélation entre le prix des différents actifs financiers a considérablement augmenté durant ces 20 dernières années. Alors que la corrélation moyenne entre deux titres repris dans les portefeuilles d'industries Fama-French était de 0,3716 en 1993, elle était 18 ans plus tard de 0,7632.¹ Par ailleurs, cette corrélation entre le prix des titres semble être d'autant plus importante lors de l'apparition d'un mini krach. Cette relation entre les différents actifs va donc servir à répandre et à amplifier sur l'ensemble des marchés, le mouvement baissier observé sur un ou plusieurs titres. Les chercheurs ont d'ailleurs conclu leur étude en affirmant que ce phénomène de corrélation excessive entre les titres échangés sur les places boursières augmenterait la fréquence des « pannes de qualité du marché » de 25,62% (Gao et Mizrach, 2013)!
- **Les fonds indiciels cotés (*Exchanges Traded Funds*) :** ces instruments souvent appelés des *trackers* sont des titres financiers qui évoluent de la même manière qu'un ou plusieurs actifs sous-jacents. Des chercheurs affirment que ce type de produit financier pourrait favoriser la propagation rapide des minis krachs sur le marché en accentuant la volatilité des actifs auxquels il se rattache (Ben-David et al., 2012). Ces *trackers* qui possèdent également une fréquence de « panne de qualité du marché » bien plus élevée que les titres traditionnels, permettent en fait de renforcer la corrélation

¹ Voir annexes n°3 pour voir graphiquement l'évolution du taux de corrélation entre le prix des titres financiers.

entre les actifs, ce qui favorise l'instabilité des marchés.

Ces trois éléments nous expliquent donc que les stratégies de trading à haute fréquence ne sont pas les seuls éléments responsables de la formation de ces krachs éclairs. En effet, la corrélation excessive entre les titres échangés et la fragmentation du marché financier instaurée par les nouvelles réglementations ont également une influence notable sur l'émergence de ces krachs.

Essayons à présent de mieux comprendre comment les stratégies de THF sont capables de bousculer la pérennité des marchés financiers.

3. Le trading à haute fréquence

3.1 Des stratégies similaires

Différentes études ont déjà démontré que les stratégies de trading algorithmique étaient beaucoup moins diversifiées que les stratégies traditionnelles. Un chercheur a par exemple prouvé, que les ordres envoyés par différents traders algorithmiques possèdent un taux de corrélation nettement supérieur à la normal (Brogaard, 2010). Certains spécialistes pensent que ces similitudes dans les stratégies de trading utilisées sont nocives pour la stabilité du marché. Les algorithmes qui réagissent de la même façon à la publication d'une nouvelle information vont, par la même occasion, amplifier inutilement la pression émise sur le prix d'un titre. Prenons l'exemple du mini krach qui s'est formé le 6 août 2007. Ce jour-là, suite à des pertes importantes subies par plusieurs firmes de trading à haute fréquence sur leurs positions en *subprimes* immobiliers, ces firmes ont eu la même stratégie de réduire significativement leurs positions sur le marché des actions NYSE, afin de diminuer le risque de leur portefeuille. Cet envoi massif d'ordres de vente en provenance de multiple fonds d'investissements a eu pour conséquence d'effrayer les autres investisseurs sur le marché, qui ont dès lors, eux aussi, liquidé leurs positions en urgence. Cet exemple nous montre que la corrélation importante entre les ordres envoyés par des traders algorithmiques est en mesure d'exercer une pression considérable sur le prix d'un titre qui n'est pas pour autant justifiable sur le plan économique.

3.2 L'effet de contagion

Les sociétés de THF ont généralement une résistance assez faible face au risque. Ces firmes essaient, dans la mesure du possible, de ne pas détenir de positions risquées sur une période de temps trop importante. C'est par exemple la raison pour laquelle les firmes de THF clôturent la majorité de leurs positions à la fin de chaque séance de trading, afin de ne pas supporter un risque de changement de prix trop important lors de la réouverture des marchés. Ces capacités de prise de risque relativement petites s'expliquent habituellement par un capital assez réduit. Les réglementations en vigueur concernant les exigences en matière de capital minimum ne s'appliquant qu'aux banques, les sociétés de THF disposent souvent de ressources en capital relativement maigres.

La probabilité de faillite est donc significativement plus importante pour ces investisseurs, qui ont d'ailleurs statistiquement une durée de vie très courte (Baron et al., 2012)! Ces éventuels défauts peuvent cependant causer des dégâts considérables, en se répercutant sur l'ensemble du marché. Une société de THF ayant des positions ouvertes avec de nombreux investisseurs, cette défaillance pourrait se propager rapidement sur le marché en emportant d'autres sociétés dans sa chute.

Par ailleurs, ces sociétés de THF n'étant pas capable d'encaisser une perte importante sur une position, on assiste, lors de l'apparition d'un mouvement de prix important, à une véritable panique de la part des traders à haute fréquence. Ces derniers souhaitant à tout prix clôturer leurs positions, il est probable que le mouvement de prix initial d'une ou plusieurs actions, se répande et s'amplifie rapidement à l'ensemble du marché. Les investisseurs sont dès lors embarqués dans un jeu de «la patate chaude» dans lequel tout le monde essaye de s'en débarrasser le plus rapidement possible. Ces situations particulières laissent place à des échanges de titres totalement irrationnels où le prix des titres est complètement décalé de la réalité économique.

3.3 Les dangers de l'algorithme

On distingue principalement trois types de risque pouvant découler de l'utilisation d'un algorithme pour le choix d'un investissement boursier :

- le risque lié à l'interaction dangereuse entre plusieurs algorithmes
- le risque que l'utilisateur ne programme pas son algorithme efficacement,
- le risque que l'investisseur perde le contrôle de son algorithme.

3.3.1 L'interaction nocive entre les algorithmes

Les algorithmes programmés par les traders pour optimiser l'achat ou la vente de titres financiers (voir chapitre 1) peuvent également représenter une menace pour la stabilité des marchés. Cette automatisation des échanges peut en effet avoir des conséquences néfastes lorsque plusieurs algorithmes entrent en contact et commencent à s'échanger mutuellement des titres. Les deux comportements les plus dangereux pour des algorithmes sont la formation d'une boucle de rétroaction (*feedback loop*), et la réaction erronée.

- **La boucle de rétroaction :** ce phénomène se produit lorsque deux algorithmes se répondent réciproquement de manière infinie en se rachetant sans cesse un même titre. Cette dynamique dangereuse peut provoquer divers problèmes sur le marché tel qu'un ralentissement du système de cotation ou une chute du prix du titre¹.
- **La réaction inadéquate :** les algorithmes étant programmés pour analyser toutes les informations susceptibles d'influencer la perception qu'ont les investisseurs sur un titre financier, il n'est pas impossible qu'un algorithme établisse une mauvaise interprétation d'une information et qu'il réagisse par la suite de manière totalement inexacte. Un exemple concret d'algorithme ayant mal interprété une information s'est produit en septembre 2008 lorsqu'un algorithme a cru, grâce à un système de repérage de mots clefs, que la compagnie aérienne United Airlines était en grosse difficulté financière et risquait de faire faillite. Cependant cette information n'était pas du tout adéquate étant donné que l'article en question avait été écrit 6 années auparavant en 2002. L'algorithme a donc décidé, après son analyse erronée, de vendre massivement les actions de cette compagnie, afin de réaliser un profit sur la perte de valeur du titre. Cet ordre important déclencha une véritable panique boursière insensée sur l'ensemble du marché, qui fit perdre

¹ Voir annexe n° 4 pour l'illustration graphique du phénomène de la boucle de rétroaction.

plus de 76% au prix de l'action de la société en seulement 6 minutes (Zetter, 2008). Cet exemple nous montre que l'utilisation d'algorithmes pour analyser l'information et pour décider des choix d'investissement en conséquence, peut être la source d'une véritable panique boursière sans fondement.

3.3.2 La mauvaise utilisation d'un algorithme

Le deuxième risque majeur lié à l'utilisation d'algorithmes mathématiques comme outil à l'investissement, concerne le risque que l'utilisateur définisse une mauvaise programmation à son algorithme. Un exemple interpellant à ce sujet est celui d'une société d'investissement américaine ayant fait faillite seulement 16 secondes après avoir activé un algorithme par erreur. Ce n'est que 47 minutes plus tard que la firme réalisa sa maladresse et désactiva l'algorithme ayant mené à sa perte (Grillet-Aubert, 2011).

Ce genre de situations catastrophiques nous montre bien que la puissance d'un algorithme représente un réel danger pour les investisseurs si cet outil n'est pas utilisé avec beaucoup de précautions. Un seul trader étant désormais capable de mettre sa propre entreprise en faillite en quelques secondes, il semble indispensable que chaque trader à haute fréquence soit encadré par un processus de gestion des risques adapté ainsi que par un système de contrôle très strict. La sécurité liée à l'accès à ces algorithmes est également cruciale. Imaginons par exemple qu'un pirate informatique réussisse à prendre le contrôle d'un algorithme appartenant à une firme de THF. Les conséquences pourraient être désastreuses à la fois pour la société en question mais également pour la pérennité du marché financier !

3.3.3 La perte de contrôle d'un algorithme

Comme expliqué au chapitre 1, les traders à haute fréquence utilisent principalement des algorithmes mathématiques génétiques. Ces algorithmes ont la particularité de pouvoir se développer de manière autonome grâce à leur capacité à se souvenir de leurs erreurs. Le comportement d'un tel algorithme est dès lors parfois difficile à prévoir même pour son propre inventeur.

Ce type d'algorithme « intelligent », censé s'adapter à son environnement, a cependant déjà infligé de lourdes pertes à ses détenteurs, en évoluant de manière incorrecte par rapport à la volonté de ses utilisateurs. L'exemple le plus connu d'une société ayant perdu le contrôle de son algorithme est celui de la société Knight Capital Americas LLC, le 1 août 2012. En ce jour, alors que l'algorithme avait été programmé pour envoyer 212 ordres boursiers, celui-ci prit l'initiative d'envoyer plusieurs millions d'ordres au marché pendant environ 45min. Durant cette période de temps, l'algorithme pris des positions longues pour plus de \$ 3,5 milliards dans 80 titres financiers et pris des positions courtes pour plus de \$ 3,15 milliards dans 74 titres. La perte encaissée par l'entreprise à cause de cet algorithme fou fut d'environ \$ 460 millions (U.S. SEC, 2013).

Partie III : Réguler le trading à haute fréquence

Chapitre I : Le krach éclair du 6 mai 2010

Comme souvent dans le système financier, il faut malheureusement attendre qu'un évènement catastrophique se réalise avant que des mesures réglementaires en la matière ne soient imposées par les autorités. Afin d'analyser les mesures réglementaires prises concernant l'utilisation des stratégies de trading à haute fréquence sur les marchés, nous allons tout d'abord nous intéresser au célèbre krach boursier du 06 mai 2010. Ce krach est considéré comme l'élément déclencheur du débat autour de la légitimité des stratégies de trading à haute fréquence (Valuwalk, 2015). Cet évènement, mieux connu sous le nom de « *flash crash* » en anglais, est certainement l'une des journées les plus turbulentes dans l'histoire des marchés financiers. Durant ce jour, la plupart des indices boursiers américains subirent une perte de valeur extrêmement rapide, avant de retrouver leurs niveaux initiaux quelques minutes plus tard. L'indice boursier du Dow Jones a d'ailleurs connu durant cet incident, sa plus grande chute intra-journalière (*intraday*) de toute son histoire, avec une perte nette de 998,5 points de base par rapport à son niveau à l'ouverture. Les prix de nombreux titres financiers subirent au même moment une période d'intense volatilité, comme le relèvent la *Securities and Exchange Commission* (SEC) et la *Commodity Futures Trading Commission* (CFTC) :

« Many of the almost 8,000 individual equity securities and exchange traded funds ("ETFs") traded that day suffered similar price declines and reversals within a short period of time, falling 5%, 10% or even 15% before recovering most, if not all, of their losses. However, some equities experienced even more severe price moves, both up and down. Over 20,000 trades across more than 300 securities were executed at prices more than 60% away from their values just moments before. Moreover, many of these trades were executed at prices of a penny or less, or as high as \$100,000, before prices of those securities returned to their "pre-crash" levels. » (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010b)

Avant la publication du rapport approfondi de la SEC et de la CFTC, expliquant en détails les différents facteurs ayant débouché à un tel évènement, les stratégies de trading à haute fréquence ont longuement été accusées d'avoir provoqué ce

krach boursier. De nombreux observateurs furent effrayés par la puissance de cet outil financier complexe et peu connu du public. Les régulateurs ont rapidement senti la nécessité d'instaurer des mesures pour contrôler, limiter ou même bannir les activités des traders à haute fréquence.

Avant d'analyser avec plus de précision ces différentes mesures, intéressons-nous d'abord à ce qui s'est précisément passé ce jeudi 6 mai 2010, sur base des informations fournies par la autorités cinq mois après le krach.

1. Description du krach

1.1 L'ouverture des marchés financiers (9h30 à 14h32)

Suite aux incertitudes politiques et économiques concernant la crise de la dette souveraine en Grèce, la tendance des prix sur les marchés financiers mondiaux était clairement baissière. Alors que l'euro débutait vers 13h une importante dépréciation face au dollar américain et face au yen japonais, un sentiment négatif des investisseurs était perceptible à travers un marché inhabituellement turbulent. La volatilité des prix était d'ailleurs anormalement haute, comme le montrait l'indice de volatilité du S&P 500 en affichant vers 14h30 un taux de 22,5% supérieur à son taux d'ouverture. Cette pression à la baisse qui s'exerçait à la fois sur le prix des actions et des contrats futurs s'expliquait principalement par une nette diminution de la liquidité à l'achat (*buy-side liquidity*) sur de nombreux titres (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010).

Les indices boursiers américains tels que le Nasdaq, Dow Jones ou le S&P 500 affichaient tous vers 14h30 une perte totale d'environ 3% (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010).

1.2 Le lancement de l'algorithme (14h32 à 14H41)

La SEC explique dans son rapport que c'est un algorithme qui est responsable du déclenchement d'un tel krach boursier. C'est en effet, à 14h32 qu'un trader activa un algorithme programmé pour vendre 75.000 contrats futurs E-MINI S&P500

d'une valeur d'environ 4,1 milliard de dollars¹. Alors que les ordres de vente d'une telle taille sont habituellement découpés et envoyés progressivement au marché sur une période d'au moins 5 heures, cet algorithme ordonna la vente de ces contrats à terme en une vingtaine de minutes seulement. Cette rapidité s'explique notamment par la volonté du trader d'atteindre un taux d'exécution des ordres correspondant à 9% du volume total échangé la minute précédente sur le marché, sans aucune contrainte liée au prix (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010).

Cette énorme pression à la vente sur le titre financier E-MINI fut d'abord absorbée par les traders à haute fréquence, qui achetèrent rapidement 3.300 contrats, mais également par les acheteurs fondamentaux et les arbitragistes, qui répandirent dès lors cette pression sur le marché des actions. Le niveau de liquidité acheteur étant anormalement bas en ce jour particulier, cette pression à la baisse sur le prix des titres provoqua une rapide perte supplémentaire de 2% aux différents indices boursiers (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010).

1.3 Le krach éclair (14h41 à 14h45)

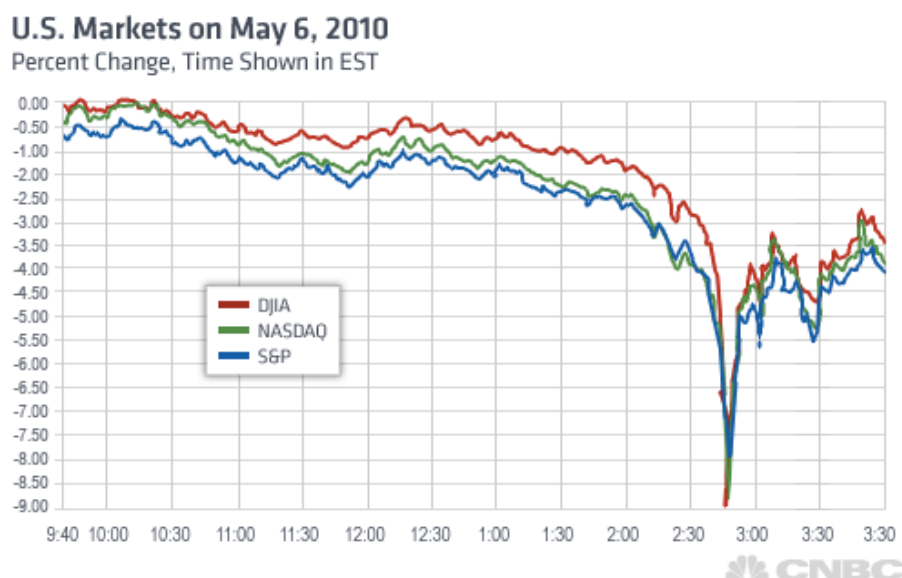
Alors qu'une partie de la pression à la vente sur les contrats futurs E-MINI S&P 500 fut absorbée par les traders à haute fréquence, ceux-ci décidèrent en réaction à la dégringolade du prix du titre, de clôturer leurs positions longues en revendant agressivement ces contrats. Pendant que l'algorithme, initiateur du mouvement, ne cessait d'augmenter sa consommation de liquidité afin d'atteindre son objectif d'exécution, ces traders à haute fréquence commencèrent à rentrer dans le jeu de « la patate chaude² » en s'échangeant près de 140.000 contrats en seulement 4 minutes. Alors que le prix et la liquidité disponible sur le titre E-MINI ne cessait de dégringoler, une majorité des fournisseurs de liquidités (teneurs de marché, arbitragistes, ...), ne comprenant pas ce qu'il se passait, décidèrent d'arrêter temporairement leurs activités à la fois sur le marché des futurs et des actions. Cette décision simultanée fit tomber le niveau de liquidité disponible sur ces deux marchés à un niveau extrêmement

¹ Le trader Londonien en question a d'ailleurs été récemment arrêté par les autorités anglaises. La justice américaine demande son extradition aux Etats-Unis, où il risque une peine maximale d'emprisonnement de 380 ans pour manipulation de cours boursiers.

² Nom utilisé par la SEC/ CFTC dans son rapport officiel.

bas, ce qui favorisa la chute des prix de centaines de titres financiers différents (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010)!

Figure n° 7 : Evolution des indices boursiers américains le 6 mai 2010



(Balch, 2012)

Comme il est possible de l'observer sur le graphique ci-dessus, les marchés américains plongèrent entre 14h41 et 14h45 de 5%, atteignant une perte totale intra-journalière historique d'environ 9% ! L'algorithme initial réussit à vendre plus de 35.000 contrats E-MINI depuis son activation et ne laissa, avec l'aide des traders à haute fréquence, que 1% de la liquidité disponible à l'achat sur ce titre (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010).

1.4 La répercussion du krach (14H45 à 15h00)

A 14:45:28, le *Chicago Mercantile Exchanges* prit la décision d'interrompre le marché du E-MINI pendant 5 secondes afin de calmer les investisseurs et de stopper cette chute de prix vertigineuse. Bien que l'algorithme essaya de continuer à vendre ses contrats à terme jusqu'à 14h51, la pression à la vente fut partiellement relevée par les autres investisseurs qui s'empressèrent, après réflexion, de racheter le titre E-MINI sous-évalué (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010).

Cependant, la décision prise quelques minutes plus tôt par les apporteurs de liquidité, d'arrêter leurs activités, entraîna vers 14h45 une seconde crise de

liquidité dans le marché des actions américaines. Malgré que les indices boursiers retrouvèrent rapidement un niveau de prix plus stable, autour des -5%, plus de 20.000 transactions concernant plus de 300 actions et ETF furent exécutées durant cette période à des prix plus de 60% éloignés de leur valeur relevée quelques minutes plus tôt. Ces échanges, qui seront annulés par les responsables des différentes plates-formes de négociations une fois le marché fermé, sont en grande partie des « *stub quotes* ». Cette appellation anglaise désigne généralement des ordres envoyés au marché à des prix totalement absurdes par des sociétés ayant l'obligation légale de fournir des prix à l'achat et à la vente sur un marché (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010)!

1.5 La fermeture des marchés financiers (15H00 à 16h00)

Aux alentours de 15h, la majorité des titres financiers américains ainsi que le titre E-MINI S&P 500 retrouvèrent un prix de cotation plus rationnel. L'algorithme de vente initial ayant été stoppé et l'ensemble des apporteurs de liquidité ayant repris leurs activités, les marchés américains des actions et des futurs ont pu atteindre un prix de clôture raisonnable, bien que conséquent, d'environ -3% par rapport à leurs valeurs d'ouvertures (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010).

2. Les leçons du krach

Ce krach financier ultra rapide fut le point de départ de l'immense débat autour de l'impact du trading à haute fréquence sur la stabilité des marchés financiers. Cependant, les conclusions tirées par la SEC et la CFTC dans leur rapport conjoint à propos de l'événement n'accusent que marginalement le THF. Bien que ce dernier aurait permis d'accélérer la chute des prix, les autorités financières américaines ont tiré comme leçon principale :

« Under stressed market conditions, the automated execution of a large sell order can trigger extreme price movements, especially if the automated execution algorithm does not take prices into account. Moreover, the interaction between automated execution programs and algorithmic trading strategies can quickly erode liquidity and result in disorderly markets. » (U.S. SEC et U.S. CFTC, 2010)

Ces conclusions officielles accusent donc le trading automatisé ainsi que les programmes de trading algorithmique de ne pas avoir interagi de manière optimale ! La vitesse d'exécution des opérations, caractéristique principale du THF, n'est pas explicitement retenue comme étant une cause de la formation du krach. Les traders à haute fréquence auraient d'ailleurs, dans un premier temps, permis d'absorber une partie de la pression baissière exercée sur les prix par l'algorithme de vente ! Le prix des titres ne cessant de dégringoler, ces traders auraient cependant participé à accentuer l'ampleur du krach en revendant massivement les titres achetés précédemment ou en retirant leurs offres de liquidité à l'achat sur les différents marchés. Cette explication sera par la suite confirmée par une nouvelle étude à ce sujet réalisée quelques mois après l'incident, mais qui sera jusqu'en février 2014 privée d'autorisation à la publication :

« We have established that High Frequency Traders did not trigger the Flash Crash, but have exacerbated the price movement and fueled a spike in the total trading volume during the time when the E-mini prices were falling rapidly in response to large order flow imbalance. » (Kirilenko et al., 2010).

Le rapport de la SEC/CFTC souligne également l'importance de l'interconnexion entre le marché des produits dérivés et celui des actions, et met en évidence le fait qu'un volume important de titres échangés n'est pas toujours un signe de liquidité sur un marché !

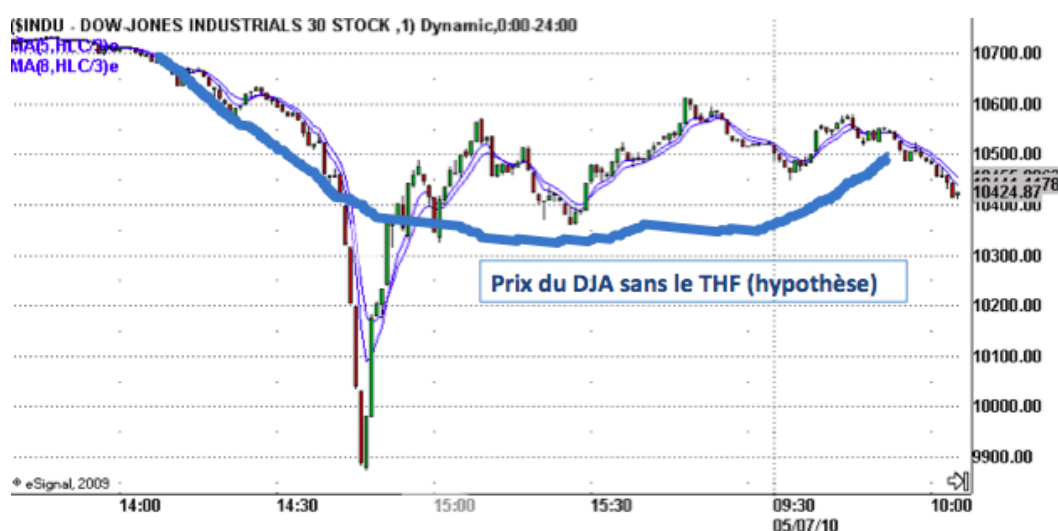
3. Simulation du krach sans le THF

L'idée qu'un tel krach boursier puisse avoir lieu sans la rapidité d'exécution que possède actuellement certains traders reste tout de même peu envisageable. La vitesse avec laquelle la liquidité à l'achat (*buy-side liquidity*) s'évapora sur des milliers de titres en l'espace de quelques minutes nécessite en effet une capacité de réaction à l'information et une rapidité d'exécution considérablement évoluée de la part d'une majeure partie des investisseurs.

Imaginons un instant une situation dans laquelle aucun investisseur ne posséderait les outils technologiques nécessaires au déploiement de stratégies de trading à haute fréquence. L'ordre de vente initial sur les contrats du E-mini qui fut initié en une vingtaine de minute aurait dû s'effectuer manuellement durant plusieurs heures. La pression à la baisse sur le prix du titre aurait été nettement moins intense, ce qui aurait permis une meilleure absorption de la part des autres investisseurs. La décision simultanée des traders à haute fréquence de revendre rapidement l'ensemble des titres accumulés précédemment n'aurait également pas pu être effectuée de manière si rapide. Ceci aurait permis de préserver le taux de liquidité à l'achat sur les différents titres et donc empêché les indices boursiers de plonger de manière précipitée.

Bien que le prix des autres titres financiers aurait également été influencé à la baisse en raison du taux de corrélation élevé entre les marchés, les « *cross market* » arbitragistes n'auraient pas eu la possibilité de transmettre si rapidement cette pression à la vente vers le marché des actions, ce qui aurait également empêché d'aboutir à une telle pénurie de liquidité sur ces marchés. Le graphique ci-dessous est une représentation possible de l'évolution du prix de l'indice Dow Jones durant le krach, en tenant compte des hypothèses formulées précédemment.

Figure n° 8 : Simulation de l'évolution du prix du Dow Jones le 6 mai 2010



(Morris, 2010)¹

¹ Courbe tracée par le Professeur Petitjean dans le cadre du cours *Ethics in Finance* de la LSM.

Chapitre II: Réglementations adoptées suite au krach

Ce phénomène de mini krach éclair préoccupe grandement les régulateurs des marchés financiers. Suite à l'évènement du *flash krach* du 6 mai 2010, la SEC et la CFTC ont rapidement décidé de mettre en place des mesures réglementaires afin d'éviter qu'un évènement d'une telle ampleur ne se reproduise dans le futur.

1. Les coupe-circuits (*Circuit breakers*)

Il existe principalement deux grandes sortes de coupe-circuits qui sont utilisés par les régulateurs sur les marchés financiers à travers le monde. Le paramétrage de ces coupe-circuits peut significativement varier d'un pays à un autre, en fonction de la volonté des dirigeants. Pour des questions pratiques, nous nous intéresserons principalement aux coupe-circuits utilisés sur les marchés financiers américains et européens.

1.1 Coupe-circuit sur action seule (*Single-stock circuit breakers*)

La première mesure adoptée en juin 2010 par les régulateurs américains à la suite du krach éclair, fut le recalibrage des coupe-circuits sur l'ensemble des titres composant l'indice du S&P 500. Ces coupe-circuits qui furent implantés pour la première fois au lendemain du krach boursier du 19 octobre 1987 (*Black Monday*), ne furent en effet, d'aucune utilité lors du krach de mai 2010 (Koba, 2011). Le réajustement de ces coupe-circuits était donc nécessaire afin de permettre aux autorités de mieux contrôler l'ampleur des minis krachs boursiers. Ces coupe-circuits sont en effet programmés pour suspendre la cotation d'un titre financier sur une période de cinq minutes lorsque son prix évolue de plus de 10% à la hausse ou à la baisse durant les 5 minutes précédentes. Cette période d'arrêt est censée permettre aux investisseurs de déterminer si ce changement significatif du prix du titre est justifié par la publication d'une information matérielle. Si cela n'est pas le cas, les investisseurs ont alors le temps d'annuler leurs ordres automatiques appelés *Stop loses*, qui

sont programmés pour liquider d'urgence les positions ouvertes en cas de perte significative. Ce recalibrage des coupe-circuits fut par la suite appliqué à l'ensemble des titres financiers échangés sur le *National Market System Securities* dès le mois de juin 2011 (U.S. SEC, 2010c).

1.1.1 Limit Up-Limit Down

Ce système de coupe-circuit fut cependant remplacé en octobre 2013 par un nouveau mécanisme appelé *Limit Up-Limit Down* (LULD). Ce changement de régulation intervient en raison de l'activation trop fréquente de coupe-circuits placés sur certaines actions. Quelques opérations isolées sont en effet parfois effectuées à des prix erronés et suspendent donc inutilement la cotation d'un titre pendant plusieurs minutes. Ce nouveau système de LULD est donc conçu avec plus de spécificités afin d'éviter l'activation inutile de certains coupe-circuits. La grande nouveauté concerne la possibilité accordée aux marchés de se rétablir de manière autonome. En effet, en cas de mouvement de prix de taille supérieur à la limite autorisée, le système laissera 15 secondes au marché pour se stabiliser et retrouver un niveau de prix raisonnable, à l'intérieur de la fourchette de prix permise. Ces limites de volatilité calculées sur les 5 dernières minutes de cotation seront à présent de 5%, 10% ou 20% en fonction du titre concerné et de son taux de volatilité habituel (U.S. SEC, 2010c).

Concernant les marchés européens, un système de coupe-circuit existe également sur de nombreuses places boursières. Le *London Stock Exchange*, la bourse Euronext et la *Deutsche Börse* possèdent par exemple tous les trois un système de coupe-circuit capable d'arrêter à tout moment la cotation d'un titre financier si le système juge que le titre est échangé à un prix anormalement haut (ou bas). Bien que la décision de suspension de la cotation d'un titre dépende cette fois de plusieurs variables propres au titre et à son marché (sa volatilité historique, le volume échangé sur le marché, ...), on observe de manière générale l'activation d'un coupe-circuit lorsque le mouvement de prix est supérieur à 3% durant les cinq dernières minutes (Grant, 2010).

1.2 Coupe-circuit général (*Market-wide circuit breakers*)

Il existe également des coupe-circuits plus puissants, capables d'arrêter la cotation de l'ensemble des titres échangés sur les places boursières nationales américaines. Afin d'éviter une réaction en chaîne sur les différents marchés boursiers lors de l'apparition d'un krach, la SEC a décidé de placer sur l'indice boursier *Standards and Poor's 500*, un coupe-circuit capable de fermer temporairement toutes les places boursières du *National Market System Securities*.

Comme l'explique le tableau récapitulatif ci-dessous, ces coupe-circuits sont programmés pour fermer temporairement l'entière des marchés en fonction de l'ampleur de la perturbation observée sur l'indice S&P 500. L'heure à laquelle se produit le mouvement de prix de l'indice influence également la durée de l'arrêt initié par le coupe-circuit. Une variation extrême de plus de 20% dans le prix de l'indice aboutira par exemple à la fermeture définitive de tous les marchés boursiers pour le reste de la journée (U.S. SEC, 2010c).

Figure n° 9 : Temps d'arrêt des marchés nationaux américains en cas d'activation du coupe-circuit sur le S&P 500

		Avant 15h25	Après 15h25
Niveau 1	7%	15 min	0 min
Niveau 2	13%	15 min	0 min
Niveau 3	20%	Arrêt pour la journée	Arrêt pour la journée

Les variations relatives des prix de l'indice sont calculées à chaque instant par rapport au prix de l'indice lors de la clôture de la dernière session de trading (U.S. SEC, 2010c).

Concernant les marchés financiers européens, il n'existe pas vraiment de coupe-circuit équivalent à celui présent sur le S&P 500. Chaque marché possède en effet son coupe-circuit général propre, qui décide de manière autonome d'arrêter ou non la cotation des titres échangeables sur son marché. A titre d'exemple, l'activation du coupe-circuit sur le marché de l'Euro Stoxx 50 n'implique en rien la suspension de la cotation sur le marché français du CAC 40. En d'autres mots,

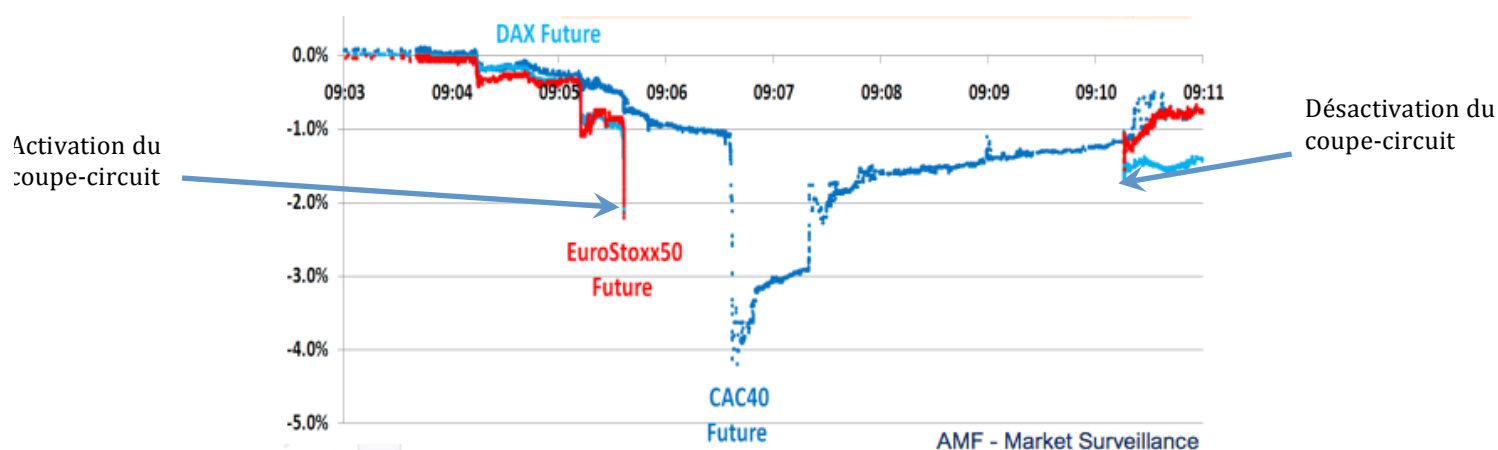
chaque place boursière décide d'arrêter ou non ses services en cas de perturbation.

1.3 L'efficacité des coupe-circuits

L'utilité première de ces coupe-circuits est de calmer l'éventuel élan de panique qui se propagerait aux seins des investisseurs, afin d'éviter une chute (hausse) injustifiée du prix d'un titre financier. Certains observateurs avancent cependant qu'un coupe-circuit favoriserait l'effet inverse en propageant un sentiment de panique sur le marché! Il est vrai qu'en l'absence de coupe-circuits, un investisseur ayant l'intention de vendre un titre quelconque a la garantie de pouvoir le faire à tout instant, même en cas de forte baisse des prix. En présence d'un coupe-circuit, l'investisseur est cette fois susceptible de ne pas pouvoir exécuter librement ses transactions au moment où il le souhaite. Cette situation pourrait, au lieu de calmer l'investisseur, le frustrer d'avantage et favoriser l'apparition de comportements impulsifs ! Par ailleurs, en dévoilant au public le seuil précis d'activation d'un coupe-circuit, il est envisageable que certains investisseurs décident d'envoyer précipitamment certains ordres au marché, et ce juste avant que le prix n'atteigne le niveau d'activation du coupe-circuit. Ce phénomène appelé « *magnet effect* » a pour conséquence d'accentuer la volatilité d'un titre et donc de favoriser la suspension de sa cotation (Subrahmanyam, 2012).

Malgré ces arguments, l'efficacité des coupe-circuits a déjà été démontrée par leur utilisation dans certains cas concrets. Le graphique, ci-dessous qui représente l'évolution de plusieurs indices boursiers européens ayant subi un mini krach boursier le 27 décembre 2010, illustre en effet l'utilité qu'un coupe-circuit peut avoir sur un marché en cas de perturbations.

Figure n° 10 : Evolution de 3 indices Européens lors du mini krach du 27 décembre 2010



(Grillet-Aubert, 2011)

Comme il est possible de l'observer sur ce graphique, les indices future de l'Euro Stoxx 50 et du DAX n'ont subi une baisse maximale que d'environ 2% grâce à la suspension de leur cotation pendant 5 minutes. L'indice future du CAC 40 n'ayant pas activé de coupe-circuit, a quant à lui subi un mouvement baissier de son prix de plus de 4% en quelques secondes, avant de retrouver son niveau initial (-2%) quelques minutes plus tard.

1.4 Les plates-formes alternatives de trading

Depuis l'apparition des nouvelles plates-formes de négociations alternatives (*multilateral trading facilities*), il est possible d'observer des différences importantes en termes d'utilisation des coupe-circuits. Chacune de ces plates-formes boursières ayant le libre choix d'installer ou non des coupe-circuits sur leurs marchés et d'en définir la sensibilité, il existe actuellement un réel manque d'uniformisation des systèmes de coupe-circuits utilisés. La solution la plus facile à mettre en place, qui consisterait à imposer les différents seuils d'activation des coupe-circuits en fonction de la variation relative des prix du titre, ne semble cependant pas être la solution la plus optimale. En effet, chaque marché possède un degré de volatilité spécifique qui est notamment fonction de la nature des titres échangés, du temps, ainsi que du type d'investisseurs présent sur ce marché. L'imposition d'un unique taux maximal de volatilité s'avèrerait donc inadapté sur la plupart des marchés financiers (Subrahmanyam, 2012).

2. L'interdiction des *stub quotes*

La seconde mesure réglementaire prise quelques jours après le krach éclair du 6 mai 2010, concerne l'interdiction d'envoi d'ordres appelés *stub quotes*. La définition accordée par la SEC à ce concept est la suivante :

« A stub quote is an offer to buy or sell a stock at a price so far away from the prevailing market that it is not intended to be executed, such as an order to buy at a penny or an offer to sell at \$100,000. » (U.S. SEC, 2010d)

Ce type d'ordre boursier est généralement envoyé durant une période de volatilité intense par des teneurs de marché ayant l'obligation légale de proposer en permanence un prix à l'achat et à la vente sur une série de titres. La suppression de ces ordres sur les marchés a pour objectif d'empêcher que des échanges se réalisent à des prix complètement irrationnels. Grace à ce système, les ordres envoyés au marché doivent être compris dans une fourchette de prix ne dépassant pas une certaine limite au-dessus ou en dessous du dernier prix disponible pour ce titre. Cette limite peut varier entre 8% et 30% en fonction du marché concerné.

3. Le control des algorithmes

Bien qu'aucune réglementation concernant l'utilisation d'algorithmes de trading ne soit actuellement opérationnelle, la mise en application en janvier 2017 de la directive *Markets in financial instruments* (MiFID 2) et de la *Regulation on markets in financial instruments* (MiFIR) marquera officiellement le début des obligations relatives à l'utilisation de ces algorithmes. Les principales implications de ces mesures sont les suivantes :

- L'obligation pour les firmes utilisant des algorithmes de trading de mettre en place un système de contrôle des risques adéquat afin d'assurer la résistance de leur système de trading face aux perturbations éventuelles présentes sur les marchés (Norton Rose Fulbright, 2014).

- Ces mêmes firmes auront l'obligation de garder un enregistrement de chaque opération effectuée par leurs algorithmes pendant au moins cinq ans (Norton Rose Fulbright, 2014).
- Les plates-formes de négociation devront également mettre en place un système de contrôle afin de s'assurer que les algorithmes utilisés sur leurs marchés n'aient pas un comportement susceptible de perturber la qualité des échanges (Norton Rose Fulbright, 2014).

Chapitre III : Les autres réglementations envisageables

L'intervention des autorités compétentes en vue de limiter les activités d'un agent de la société se justifie généralement lorsque cet agent impose des externalités négatives à d'autres agents. Dans le cas du trading à haute fréquence, les différents éléments abordés à travers les chapitres précédents laissent clairement supposer que ce type d'investisseur peut, dans certains cas, infliger plusieurs effets négatifs à d'autres acteurs financiers. La sélection adverse, les risques systémiques ou encore les problèmes de congestion sont entre autre les raisons pour lesquelles de nombreux observateurs pensent qu'il est devenu nécessaire de réguler en profondeur cette nouvelle industrie. Avant d'aborder une à une les différentes réglementations qu'il serait envisageable d'appliquer au THF, posons-nous d'abord la question de savoir quel pourrait être le futur du THF si aucune nouvelle réglementation ne devait voir le jour.

1. Le « Laissez faire »

Si aucune mesure réglementaire ne venait à être imposée par les autorités financières, l'évolution la plus probable de la situation serait que les sociétés de THF continuent intensivement à mener une course à l'armement technologique. Le trader le plus rapide étant celui qui amasse la quasi-totalité des gains réalisables sur les marchés, les efforts pour accélérer de quelques microsecondes le temps nécessaire pour réagir sur les marchés continueraient à prendre une dimension totalement déraisonnable.

Bien que cette course à la vitesse n'apporte plus aucun bénéfice à l'efficiencia des marchés financiers, et que les investisseurs traditionnels ne tirent plus aucun avantage de cette concurrence, il est probable que les sociétés de services financiers divers telles que les sociétés de courtage n'aient pas d'autre choix que de participer également à cette course à l'armement, afin de maintenir leur position concurrentielle sur le marché. La puissance, et donc le prix des

algorithmes et autres outils technologiques utilisés par ces firmes, ne cesserait de croître, ce qui ne ferait qu'augmenter la taille des barrières à l'entrée sur ce marché. Ces barrières à l'entrée devenant insurmontables pour les nouveaux arrivants, l'idée que seuls quelques traders à haute fréquence les plus rapides ne subsistent sur ce marché est également envisageable. Dans ce cas les firmes restantes n'auraient plus la nécessité de soumettre des ordres de manière si agressive, ce qui aurait pour conséquence d'augmenter le prix global du trading pour l'ensemble des investisseurs. Le bien-être économique en souffrirait également à cause de la baisse d'attractivité des marchés financiers en terme d'investissement (Harris, 2012).

La probabilité que de nouvelles crises liées à l'utilisation du THF surviennent semble également élevée. La perte de contrôle d'un algorithme ou encore une défaillance technique d'un système de trading sont, entre autres, des risques opérationnels concrets susceptibles de mettre en danger la stabilité du système financier. Par ailleurs, le taux de corrélation élevé entre les stratégies déployées par les traders à haute fréquence laisse également entrevoir la possibilité qu'un choc financier frappe tous ces investisseurs au même moment et déclenche par la même occasion une véritable panique boursière. La capitalisation de la plupart de ces firmes étant relativement limitée, un tel événement engendrerait une vague de faillite de ces sociétés, qui pourrait se propager rapidement sur l'ensemble du marché, suite au problème de contrepartie (Biais et Wooley, 2011).

Concernant les investisseurs traditionnels plus lents, il est envisageable que ceux-ci décident de se tourner progressivement vers les marchés *Over The Counter* (OTC) ou encore vers les places de négociations obscures, afin de limiter leur exposition face aux traders à haute fréquence. Ce choix qui leur permettrait de diminuer leurs pertes liées au problème de la sélection adverse, pose cependant question quant à la transparence des échanges. D'éventuels conflits d'intérêts pourraient en effet être plus facilement dissimulés derrière ces places boursières plus opaques (Biais et Wooley, 2011).

2. Taxer le trading à haute fréquence

L'idée d'instaurer une taxe sur les transactions effectuées par les traders à haute fréquence ou sur les emplacements de collocation loués à proximité de l'ordinateur central d'un marché est une des pistes fréquemment évoquée pour tenter de réguler les activités des traders à haute fréquence. Cette taxe permettrait d'internaliser aux firmes de THF le coût de la sélection adverse qu'elles infligent aux autres investisseurs. Par ailleurs, cette régulation pourrait également s'avérer être un moyen efficace pour financer les activités de *market monitoring* devenues de plus en plus difficiles et onéreuses à mettre en place pour les autorités, en raison du flux d'ordres important généré par ces traders.

La France est l'un des pays ayant opté en août 2013 pour un système de taxation visant les traders à haute fréquence. Alors que 80% des ordres envoyés ont la possibilité d'être modifiés ou annulés gratuitement, ces traders doivent s'acquitter d'une taxe de un point de base (0,01%) du montant de chaque ordre annulé ou modifié au-delà de cette limite (Le Monde, 2012). Cependant, la majorité des ordres étant émise par des investisseurs étrangers, celle-ci échappe à ce système de taxation, qui est dès lors jugé inefficace par certains observateurs (Le Monde, 2013).

De nombreux acteurs mettent également en garde les autorités sur les conséquences néfastes pour le marché qu'une telle réglementation pourrait impliquer. Le risque d'assister à une délocalisation des échanges via le départ de certaines plates-formes d'échanges alternatives vers des pays non-soumis à cette taxation est important ! La société Optiver ¹ cite également plusieurs conséquences probables à cette régulation :

- **Une baisse des volumes échangés :** la taxe instaurée sur le marché français en 2012 a en effet eu pour conséquence de diminuer le volume de transactions effectives de 10 à 20% (Bach, 2014). Le volume d'échanges est cependant considéré comme un indicateur possédant un contenu informatif sur le marché qu'il concerne. Une diminution volontaire de ce paramètre peut

¹ Optiver est une large firme de THF spécialisée dans la tenue de marché.

donc diminuer la pertinence de l'information reprise par l'indicateur. D'autres pays comme la Suède ont d'ailleurs décidé de rapidement supprimer leur système de taxation instauré quelques années auparavant sur les transactions financières, en raison de la baisse trop importante des activités financières dans le pays.

- **Une perte de liquidité :** comme nous l'avons développé dans le deuxième chapitre de ce travail, il existe différents types de stratégies de THF. L'instauration comme en France d'une taxe basée sur le taux d'annulation des ordres envoyés par ces traders aurait pour conséquence de pénaliser injustement les traders agissant de manière bénéfique pour les marchés. Deux chercheurs estiment en effet que les teneurs de marché à haute fréquence, réputés pour apporter de la liquidité sur les marchés, seraient les premiers pénalisés par cette réglementation en raison de leur besoin fréquent de revoir leurs prix proposés (Hagströmer et Norden, 2012). Plutôt que de limiter les stratégies de THF responsables des phénomènes de sélection adverse ou de manipulation de cours, cette mesure diminuerait indirectement la liquidité disponible sur les marchés en pénalisant les plus gros fournisseurs de liquidités.
- **Une perte d'efficacité :** certains traders à haute fréquence ont la réputation de contribuer à l'efficacité des marchés financiers en mettant par exemple en place des stratégies d'arbitrage. En corrigeant rapidement les inefficiences temporaires de prix entre différents titres liés structurellement, ces traders participent au maintien d'une certaine cohérence nécessaire à l'intégrité des marchés financiers. Ces stratégies d'arbitrage ont cependant la caractéristique de rapporter un profit très maigre pour chaque opération. L'instauration d'une taxe sur ces transactions découragerait donc ces arbitragistes à corriger certaines incohérences passagères présentes sur les marchés. Ces incohérences du marché ne seraient donc pas corrigées systématiquement en raison du manque de rentabilité de ce type d'activité, ce qui dégraderait globalement la qualité des marchés financiers.

- **Une augmentation de la volatilité :** selon une étude menée en 1997 sur le marché chinois, l'instauration d'une taxe sur les transactions financières a eu pour effet d'augmenter significativement le taux de volatilité des prix sur les marchés concernés (Zhang, n.d.). La taxe instaurée en 2012 sur le marché français n'aurait cependant eu aucun impact sur la volatilité des prix.

Une étude de 2001 analysant l'impact d'une taxe sur les transactions financières aboutit à des résultats lui permettant de conclure de la manière suivante :

« A financial transaction tax can obstruct price discovery and price stabilization, increase volatility, reduce market liquidity, and inhibit the informational efficiency of financial markets. » (Habermeier et Kirilienko, 2001)

3. Ralentir le marché

Il est maintenant évident que le gain de quelques microsecondes de rapidité dans l'exécution d'une opération boursière n'est plus d'aucune utilité pour le marché ou pour les investisseurs traditionnels. L'idée de ralentir la vitesse des opérations effectuées par certains traders peut dès lors sembler une réglementation adéquate en vue de stopper cette course inutile à la vitesse dans laquelle les firmes à haute fréquence se sont actuellement engagées. Deux mesures réglementaires distinctes sont envisageables :

3.1 Imposer une durée de vie minimale aux ordres

Afin d'empêcher les traders à haute fréquence de modifier ou d'annuler leurs ordres trop rapidement, l'idée serait d'imposer une période de temps minimale durant laquelle le trader n'a plus le contrôle de son ordre. Bien que cette réglementation permettrait d'empêcher les traders mal intentionnés de mettre en place des techniques illégales de *quotes stuffing*, de *smoking* ou de *spoofing*, les effets d'une telle réglementation restent néanmoins difficiles à prévoir. A la place d'augmenter la qualité du marché, cette mesure pourrait en effet renforcer le phénomène de sélection adverse auquel font face certains investisseurs. En obligeant par exemple un teneur de marché à proposer des ordres à l'achat et à la vente pour un laps de temps minimum, la probabilité que ces ordres deviennent inadéquats est significativement plus grande. Des arbitragistes

pourraient dès lors se servir de ces ordres obsolètes pour réaliser facilement un profit et infliger par la même occasion une perte au teneur de marché qui serait dans l'incapacité de mettre à jour ses prix (Nelson, 2010).

3.2 Imposer une latence minimale

La seconde idée envisageable afin de mettre un terme à cette course à l'armement technologique et aux techniques abusives liées à la vitesse serait d'imposer une vitesse maximale à l'envoi d'ordres au marché. Cependant cette mesure pourrait également empêcher les teneurs de marché de renouveler leurs ordres et donc les dissuader d'offrir une meilleure offre à l'achat ou à la vente sur un titre. La fourchette acheteur-vendeur serait ainsi plus large, ce qui serait nocif pour l'ensemble des investisseurs !

Une idée innovante afin de transformer cette course à la vitesse en une compétition basée sur les prix, est celle proposée par Larry Harris¹. Ce dernier suggère de rendre légèrement aléatoire le temps nécessaire à l'ordinateur central de marché pour traiter les ordres reçus. La vitesse à laquelle un trader intervient sur les marchés financiers deviendrait un élément beaucoup moins essentiel à la rentabilité d'un trader. Les barrières à l'entrée dans ce domaine diminueraient par la même occasion ce qui garantirait une certaine concurrence entre les firmes, basée cette fois sur les prix et non sur la vitesse !

4. Fixer le pas de cotation

Malgré que le pas de cotation est fixé à 0,01 centime sur les marchés nationaux américains et européens, les plates-formes alternatives de trading (*Multilateral Trading Facilities*) ont la possibilité d'élargir ou de réduire ce pas de cotation. Nous savons qu'un pas de cotation plus petit attire généralement les traders à haute fréquence sur un marché. Ceux-ci profitent de ce système pour modifier plus fréquemment leurs ordres à cours limité afin d'obtenir la priorité dans le carnet d'ordres d'un titre. Ce flux plus important d'ordres a cependant tendance à rendre les carnets d'ordres plus instables, ce qui peut poser des problèmes de

¹ Larry Harris est un économiste ayant travaillé pour la U.S Securities and Exchanges Commission de 2002 à 2004.

liquidité, notamment sur des titres à faible capitalisation boursière (Abergel et al., 2013b).

Fixer un pas de cotation optimal n'est une tâche évidente. Alors qu'un trop grand pas de cotation empêche aux participants de dévoiler leurs meilleures offres d'achats et de ventes sur un titre, un pas de cotation trop petit a donc tendance à déstabiliser son marché. Les chercheurs Abergel, Lehalle et Rosenbaum pensent à ce sujet qu' « *un pas de cotation adéquat pour un marché donné peut résoudre une grande partie des problèmes dus au trading à haute fréquence* ». L'utilisation d'approches dynamiques et stochastiques devraient selon eux permettre l'instauration d'un pas de cotation adéquat sur l'ensemble des marchés (Abergelet al., 2013b).

La SEC a d'ailleurs récemment décidé de lancer un programme pilote en mai 2016, durant lequel le pas de cotation sera élargi sur plusieurs marchés. L'objectif de cette expérience est d'analyser l'impact de ce changement sur la liquidité des titres concernés (Poullennec, 2015). En Europe, un rapport officiel souligne également l'urgence de fixer un pas de cotation approprié et uniforme sur les différents marchés !

5. Exigences en capital (*Capital requirement*)

N'étant pas considérées comme des banques, les firmes de THF ne sont, pour la plupart, pas soumises aux différentes réglementations prudentielles concernant les exigences en capital. La capacité des traders à haute fréquence à détenir des positions risquées sur les marchés est donc relativement plus faible en raison de leurs réserves limitées en capital. Cette faible résistance au risque peut cependant représenter un danger systémique pour les marchés financiers. Ces traders ayant l'habitude de détenir des positions fortement similaires les unes aux autres, il est envisageable qu'un choc financier vienne heurter au même moment tous ces investisseurs. Les positions ouvertes avec d'autres participants traditionnels pourraient dans ce cas provoquer une vague de défaillances simultanées sur les marchés.

Afin de limiter les risques systémiques engendrés par les sociétés de THF, différentes exigences sont envisageables :

- **Capitaux tampons** : l'instauration de capitaux tampons permettrait d'améliorer la résistance des firmes de THF face aux éventuels pénuries de liquidité auxquelles elles peuvent faire face.
- **Fonds propres minimum** : l'imposition d'un seuil de fonds propres minimum aux sociétés de THF pourrait permettre d'augmenter l'implication des actionnaires dans la prise de risque de leur société.
- **Stress tests** : il serait également intéressant d'évaluer les conséquences d'un éventuel problème opérationnel via la mise en place de *stress tests*. Des simulations de chocs financiers pourraient permettre de mieux comprendre et donc de mieux réglementer les firmes de THF.

Conclusion générale

Nous avons pu au travers de ce mémoire aborder de nombreux aspects de la finance de marché et des pratiques d'investissements inédites qui la caractérise actuellement. Plus particulièrement nous avons pu nous hisser au cœur d'un phénomène nouveau, appelé le trading à haute fréquence, qui se base sur le progrès technologique pour mettre en place des stratégies spéculatives complexes, qui s'appuient essentiellement sur la vitesse de détection des opportunités de gain et d'exécution des opérations.

Après avoir introduit le concept de trading à haute fréquence, en prenant soin d'expliquer les différents facteurs ayant permis son développement et en définissant quelques spécificités techniques qui s'y rapportent, nous nous sommes intéressés aux différentes stratégies de trading utilisées par les traders à haute fréquence. Nous avons rapidement pu catégoriser ces stratégies en fonction du type d'externalité qu'elles procurent aux marchés financiers. Alors que les stratégies d'arbitrage et de tenue du marché (*market making*) sont considérées comme bénéfiques à l'efficience des marchés, les stratégies d'anticipations d'ordres ou basées sur l'information sont quant à elles de nature beaucoup plus controversée. Bien qu'autorisées par les régulateurs, en raison de leurs conformités aux différentes réglementations en vigueur, ces stratégies développent un phénomène de sélection adverse qu'elles imposent aux autres investisseurs plus lents, présents sur les marchés.

Concernant cette problématique, je pense personnellement qu'afin de garantir un marché sain et éthique à l'ensemble des investisseurs, il serait nécessaire de mettre en place certaines réglementations. Une idée serait par exemple d'instaurer une latence minimale à l'envoi des ordres de la part des investisseurs, en laissant cependant la possibilité d'annuler ces ordres à la vitesse souhaitée par le trader. Cette possibilité d'annuler des ordres plus rapidement que la vitesse autorisée pour en envoyer, éviterait de pénaliser les fournisseurs de liquidités.

Imposer un temps d'attente aléatoire de quelques millisecondes lors de la réception des ordres par l'ordinateur de marché serait également une mesure alternative, susceptible de diminuer significativement l'avantage des traders à haute fréquence les plus rapides. Des mesures de ce type me semblent nécessaires afin de limiter le risque que les investisseurs les plus lents ne décident de migrer vers des plates-formes de négociations obscures, sur lesquels la transparence des activités pose un réel problème.

Par ailleurs, nous savons également que le trading à haute fréquence est utilisé par certains investisseurs malveillants, pour manipuler le prix d'un titre financier à leur avantage. Ces stratégies de trading illégales sont parfois difficiles à détecter par les régulateurs, en raison de leur extrême rapidité à s'opérer. L'interdiction des ordres flashes, proposée par la SEC en 2009, pourrait selon moi être une première mesure efficace pour limiter ces dérives. L'utilisation d'outils de détection adaptés par les régulateurs semble également être indispensable à la pérennité des marchés financiers.

Un phénomène appelé la course à l'armement technologie des firmes de THF inquiète également les observateurs de ce secteur. Ces sociétés d'investissement se sont en effet engagées dans une course à la rapidité, afin d'empocher un maximum de profit sur les marchés. Les barrières à l'entrée étant sans cesse plus difficiles à surmonter pour les nouveaux entrants, le risque qu'un manque de concurrence ne détériore la qualité du marché est conséquent ! Mon opinion à ce sujet est qu'il semble évident qu'il est maintenant nécessaire de trouver un moyen d'arrêter cette course à la vitesse, qui n'apporte d'ailleurs, plus aucun bénéfice aux autres types d'investisseurs. Comme disait l'industriel américain Jack Welch¹ :

« Lorsque la vitesse d'évolution du marché dépasse celle de l'organisation, la fin est proche. »

¹ Jack Welch fut le CEO de *General Electric* de 1981 à 2001.

L'idée d'instaurer un système de latence aléatoire pour chaque ordre envoyé au marché pourrait être un moyen efficace de transformer cette concurrence basée sur la vitesse, en une concurrence plus saine, basée sur les prix ! L'idée de ralentir le marché pourrait également être retenue, à condition que ces mesures ne découragent pas les teneurs de marché à proposer de la liquidité.

Le risque systémique causé par l'utilisation du trading à haute fréquence est également un élément important à prendre en compte dans la mise en place de nouvelles mesures réglementaires. Comme le krach éclair du 6 mai 2010 le prouve, un seul trader à haute fréquence est désormais capable de déstabiliser l'ensemble du marché financier en quelques minutes. Le problème ici réside selon moi, dans la capacité de n'importe quel individu ayant suffisamment de ressources financières, à devenir un trader à haute fréquence.

Pourquoi pas instaurer, comme pour les courtiers en bourse, un système d'accès à la profession ? Ne serait-ce pas une bonne mesure préventive pertinente afin d'éviter que de tels accidents ne se reproduisent ?

L'utilisation de coupe-circuits en cas de volatilité trop importante du marché, ainsi que la mise en place de tests obligatoires sur les algorithmes de trading, semblent être deux mesures très efficaces, bien que celles-ci manquent selon moi d'uniformisation entre les différents marchés internationaux.

Je suis également favorable à l'idée de la SEC de tester les conséquences d'un changement du pas de cotation sur certains marchés. Ces mesures pourraient en effet permettre d'augmenter le taux de liquidité sur certains titres financiers.

Enfin une dernière mesure réglementaire qui serait selon moi nécessaire à la stabilité et l'intégrité des marchés financiers, concerne l'instauration de fonds propres minimum aux sociétés de THF. Celles-ci devraient en effet, au même titre que les banques, se munir de capitaux tampons capables d'amortir les éventuels chocs de liquidité. La mise en place de stress tests pourrait également limiter le risque qu'une série de firmes de THF viennent déstabiliser le marché en faisant défaut au même moment.

La réalisation de ce mémoire fut personnellement extrêmement enrichissante car elle m'aura permis de mettre en lumière un monde pas toujours connu du grand public et de me rendre compte à quel point le marché financier avait complètement été révolutionné en à peine quelques années.

Cette étude devra tout naturellement être suivie par d'autres analyses de ce type en raison des évolutions probables de ce marché et de la nécessité de se pencher avec attention sur la dangerosité que le THF peut représenter. En effet, c'est la pérennité et la performance de l'ensemble du système financier qui dépend du contrôle de l'évolution future du trading à haute fréquence.

Bibliographie

Abcbourse, (n.d.) *La volatilité dans la mesure du risque*.

http://www.abcbourse.com/apprendre/19_volatilite.html (Consulté le 12 mai 2015).

Abergel, F., Lehalle, C.-A., Rosenbaum, M. (2013a). Comprendre les enjeux du Trading Haute Fréquence. *Opinions et débat*, 2.

Abergel, F., Lehalle, C.-A., Rosenbaum, M. (2013b). Trading haute fréquence, liquidité et stabilité du marché. *Opinions et débat*, 2.

Albert, E., Marin, J. (2011). *Pour quelques microsecondes de moins... et quelques milliards de plus*.

<http://www.latribune.fr/entreprises-finance/banques-finance/industrie-financiere/20110713trib000636089/pour-quelques-microsecondes-de-moins-et-quelques-milliards-de-plus.html> (Consulté le 28 mars 2015).

Angel, J. J. (1994). "Market" and "limit" orders. *Canadian Shareowner*, 8(1), 18-19.

Arnold, J.D. (2015). *Spoofers Keep Markets Honest*. <http://www.bloombergtview.com/articles/2015-01-23/high-frequency-trading-spoofers-and-front-running> (Consulté le 29 avril 2015).

Atlan, F., Lakhoua, F., Luis Miotti, E., Quenan Qué Phuong Tran, C., Ricoeur- Nicolai, N. (1998). Le rôle du taux de change dans la croissance des économies émergentes. *Revue économique*, 49 (1), 9-26.

Bach, C. (2014). *L'introduction de cette taxe en France a eu très peu d'effet*.

<http://www.louisbachelier.org/dossiers/lintroduction-de-cette-taxe-en-france-a-eu-tres-peu-deffet/> (Consulté le 21 juin 2015).

Balch, T. (2012). *The High Frequency Trading Arms Race is a Problem But Taxing isn't the Solution*.

<http://augmentedtrader.com/2012/08/11/discrete-time-markets-one-way-to-derail-the-high-frequency-trading-arms-race/> (Consulté le 2 juin 2015).

Baron, M., Brogaard, J., Kirilenko, A. (2012). The trading profits of high frequency traders.

Bartlett, R. P., McCrary, J. (2012). Shall we haggle in pennies at the speed of light or in nickels in the dark ? How minimum price variation regulates high frequency trading and dark liquidity.

Ben-David, I., Francesco, F., Moussawi, R. (2012). ETFs, Arbitrage, and Contagion. Dice Center WP 2011-20.

Berruyer, O. (2012). *Les futures, sur taux d'intérêt*. <http://www.les-crises.fr/contrats-terme-taux/>

(Consulté le 30 mars 2015).

- Biais, B., Woolley, P. (2011). *High Frequency Trading, Preliminary Comments*.
http://idei.fr/sites/default/files/medias/doc/conf/pwri/biais_pwri_0311.pdf (Consulté le 13 avril 2015).
- Boehmer, E., Fong, K., Wu, J. (2012) International evidence on algorithmic trading. Working paper, EDHEC.
- Brogaard, J. (2011), High-frequency trading and volatility. Working paper, Washington University.
- Brogaard, J. A. (2010). High Frequency Trading and its Impact on the Market Quality. Kellogg School of Management. Northwestern University School of Law.
- Brorsen, B. W., Krehbiel, T., Wu, Y. (2011). Impacts of Tick Size Reduction on Transaction Costs. *International Journal of Economics and Finance*, 3(6), 57-65.
- Bunge, J. (2009). *NYSE, Nasdaq Sites Targeted by 'Cyber Attack'*.
<http://www.wsj.com/articles/SB124707614720213041> (Consulté le 16 mai 2015).
- Burgot, R., Lasnier, Lehall, C.-A., M., Pelin, S. (2012). A global menu for optimal trading. Technical report. Ca Chevreux.
- Chaboud, A., Chiquoine, B., Hjalmarsson, E., Vega, C. (2009). Rise of the machines: Algorithmic trading in the foreign exchange market. Working paper, Federal Reserve Board.
- Chester S. S., James, A. A., Lawrence, E. H., (2010). Equity Trading in the 21st Century. Research paper, 52.
- Curtis, G. (2006). MiFID: Unintended consequences -- the markets in financial instruments directive may lead to increased fragmentation and, in turn, drive the demand for algorithmic trading. *Wall Street & Technology*, 18.
- Dufour, O. (2011). Trading à haute fréquence : les clefs pour comprendre. *L'info AMAFI*, 101.
- El Bied, A. (n.d.). *Comment définir la liquidité des titres ?* <http://www.revue-banque.fr/risques-reglementations/article/comment-definir-liquidite-des-titres> (Consulté le 2 mai 2015).
- Foucault, T., Kozhan, R., Tham, W. (2012). Toxic arbitrage. Work in progress, HEC Paris.
- Garnaud, L. (2011). Pourquoi faut-il réguler le trading à haute fréquence ? *Funds*, 42, 26-29.
- Gao, C., Mizrach, B. (2013). Market Quality Breakdowns in Equities. Rutgers University.
- Gay, J., Yao, C., Ye, M. (2012). The externalities of high frequency trading. Working paper, University of Illinois.

- Golding, B. (2015). *Wall Street trader makes \$2.4M thanks to a tweet*. <http://nypost.com/2015/04/02/wall-street-trader-makes-2-4m-thanks-to-a-tweet/> (Consulté le 22 avril 2015).
- Golub, A., Keane, J., Poon, S.-H. (2012). High Frequency Trading and Mini Flash Crashes. University of Manchester, Working paper.
- Grant, J. (2010). *Quick View: US looks at European-style circuit breakers*. <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/139ddd44-6325-11df-99a5-00144feab49a.html#axzz3gRJjnT1y> (Consulté le 8 juin 2015).
- Grillet-Aubert, L. (2011). *Stratégies de Trading Haute Fréquence (HFT) : Quels impacts pour le marché*. <http://www.eifr.eu/files/file9435613.pdf> (Consulté le 23 mars 2015).
- Habermeier, K., Kirilienko, A. (2001). Securities Transaction Taxes and Financial Markets. IMF Working Paper WP/0/51.
- Hagströmer B., Norden, L. (2012). The diversity of high frequency traders. Working paper, Stockholm university school of business.
- Harris, L. (2012). *Stop the high-frequency arms race*. <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/618c60de-4b80-11e2-88b5-00144feab49a.html#axzz3cregk83x> (Consulté le 14 mai 2015).
- Harris, L. (2013). What to do about high-frequency trading. CFA Institute.
- Hasbrouck, J., Saar, G. (2012). Low-latency trading. Working paper, New-York University.
- Hendershott, T., Riordan, R. (2009). Algorithmic trading and information. Working paper.
- Hirschey, N. (2012). Do High-frequency traders anticipate buying and selling pressures? Working paper, London Business School.
- Iotafinance, (n.d.). « *Pas de cotation* » <http://www.iotafinance.com/Definition-pas-de-cotation.html> (consulté le 4 avril 2015).
- Jolis, C. (2013). Le high frequency trading. L'intelligence artificielle au service de la spéculation boursière. Institut de recherche et d'informations socio-économiques.
- Jones, M. (2002). A Century of Stock Market Liquidity and Trading Costs. Columbia University.
- Jovanovic, B., Menkveld, A. (2010). Middlemen in limit order markets. Working Paper, VU University Amsterdam.
- Kip, S., Rijper, T., Sprenkeler, W. (2010). *High Frequency Trading, Position Paper*. <http://www.optiver.com/corporate/hft.pdf> (Consulté le 17 avril 2015).

Kirilenko, A., Kyle, A. S., Samadi, M., Tuzun, T. (2014). *The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market*. Working paper, University of Maryland.
http://www.cftc.gov/ucm/groups/public/@economicsanalysis/documents/file/oce_flashcrash0314.pdf
 (Consulté le 3 juin 2015).

Koba, M., (2011). *Market Circuit Breakers: CNBC Explains*. <http://www.cnbc.com/id/44059883>
 (Consulté le 7 juin 2015).

Krantz, M. (2011). *Mini flash crashes worry traders*.
http://usatoday30.usatoday.com/money/markets/2011-05-16-mini-flash-crashes-market-worry_n.htm
 (Consulté le 19 mai 2015).

Krieger, J. (2010). *An Alleged Pump-and-Dump Company and its Natural Sweetener, Part I*.
<http://weightology.net/?p=411> (Consulté le 28 avril 2015).

Larousse, (n.d.). « *Algorithme* », <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/algorithme/2238?q=algorithme> (Consulté le 17 mars 2015).

Larousse, (n.d.). « *Spéculation* » <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sp%C3%A9culation/74117?q=sp%C3%A9culation#73288>
 (Consulté le 10 avril 2015).

Le Monde, (2011). *Tentative de piratage de la Bourse de Hong Kong : un homme arrêté*.
http://www.lemonde.fr/technologies/article/2011/08/19/tentative-de-piratage-de-la-bourse-de-hongkong-un-homme-arrete_1561493_651865.html (Consulté le 18 mai 2015).

Le Monde, (2012). *Le trading à haute fréquence taxé en France*.
http://www.lemonde.fr/economie/article/2012/08/07/le-trading-a-haute-frequence-taxe-en-france_1743200_3234.html (Consulté le 20 juin 2015).

Le Monde, (2013). *Bercy va-t-il faire capoter la taxe sur le trading haute fréquence ?*
http://www.lemonde.fr/argent/article/2013/10/16/bercy-pourrait-faire-capoter-la-taxe-sur-le-trading-haute-frequence_3496890_1657007.html (Consulté le 20 juin 2015).

Lebreton, V. (2007). *Le trading algorithmique*. <http://fr.scribd.com/doc/52685796/LE-TRADING-ALGORITHMIQUE-short#scribd> (Consulté le 2 février 2015).

Les Échos, (n.d.). « *Produit dérivé* ». http://www.lesechos.fr/finance-marches/vernimmen/definition_produit-derive.html?rUzUuATh2XLhqVRm.99 (Consulté le 29 mars 2015).

- Levitt, A., (2009). *Don't Set Speed Limits on Trading*.
<http://www.wsj.com/articles/SB10001424052970204409904574350522402379930> (Consulté le 24 avril 2015).
- MBI-Bourse, (n.d.). *Histoire de la bourse* <http://www.mbi-bourse.com/encyclopedie-bourse/histoire-bourse.htm> (Consulté le 10 avril 2015).
- Mehta, N. (2009). The Past and Future of Flash Orders, *Traders Magazine*, December.
- Menkveld, A. J. (2011). High Frequency Trading and the New-Market Makers. *Tinbergen Institute Discussion Paper*, 11-076/2/DSF21.
- Miller, M. H. (1999). The derivatives revolution after thirty years. *Journal of Portfolio Management*, 10-15.
- Morris, A. P. (2010). *The Perfect Storm: Lessons Learned from the DOW's 1,000 Point Flash Crash*.
http://www.esignallearning.com/education/marketmaster/archive/2010/archive_index.aspx?date=061810 (Consulté le 6 juin 2015).
- Nelson, S. J., (2010). Two Decades and Four Crashed – What have we learned? *Traders Magazine Online*, October.
- Nille, J. (2014). *Pannes sur les Bourses*. <http://blogs.lecho.be/fairtrade/2014/06/pannes-sur-les-bourses.html> (Consulté le 16 mai 2015).
- Norton Rose Fulbright, (2014). *MiFID II / MiFIR series, High frequency and algorithmic trading obligations*. <http://www.nortonrosefulbright.com/knowledge/publications/115236/mifid-ii-mifir-series> (Consulté le 17 mai 2015).
- Oseredczuck, A. (2011). *Le trading à haute fréquence vu de l'AMF*.
<http://j7.agefi.fr/documents/liens/201104/28-3zr7zt30xxofydm.pdf> (Consulté le 20 mars 2015).
- Patterson, S. (2013). *Dark Pools' Face Scrutiny*.
<http://www.wsj.com/articles/SB10001424127887324069104578527361102049152> (Consulté le 14 mai 2015).
- Petitjean, M. (2011). Que faut-il penser des sociétés de trading à haute fréquence ? *Revue Bancaire et Financière*, 1.
- Petitjean, M. (2015). *High Frequency Trading*. Cours : Ethics in Finance, Université Catholique de Louvain, faculté LSM.

- Poullennec, S. (2015). *Les marchés américains vont tester des pas de cotation plus larges*.
<http://www.agefi.fr/articles/les-marches-americains-vont-tester-des-pas-de-cotation-plus-larges-1357357.html> (Consulté le 24 juin 2015).
- Subrahmanyam, A. (2012). *Stock market circuit breakers*.
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/289043/12-1066-eia4-stock-market-circuit-breakers.pdf (Consulté le 9 juin 2015).
- U.S. Global Investors, (2011). *Are the Stars Aligned for a Year-End Rally?*
<http://www.usfunds.com/investor-library/frank-talk/category/topics/china-india-asia/?startRow=116&categoryID=961C2FD0-E56A-9360-069ADEB62047FBB0&nextNID=BF62EFAD-CAE1-E91B-83120F4642A3D482#.Vb9eTpPtoko>
 (Consulté le 16 avril 2015).
- U.S. Securities and Exchange Commission, (2009). *Banning Marketable Flash Orders*.
<https://www.sec.gov/news/press/2009/2009-201-factsheet.htm> (Consulté le 23 avril 2015).
- U.S. Securities and Exchange Commission, (2010a). *Concept Release on Equity Market Structure*.
<https://www.sec.gov/rules/concept/2010/34-61358.pdf> (Consulté le 22 mars 2015).
- U.S. Securities and Exchange Commission, U.S. Commodity Futures Trading Commission (2010b).
 Findings regarding the market event of may 6, 2010.
- U.S. Securities and Exchange Commission, (2010c). *Investor Bulletin: New Measures to Address Market Volatility* <http://www.sec.gov/investor/alerts/circuitbreakersbulletin.htm> (Consulté le 7 juin 2015).
- U.S. Securities and Exchange Commission, (2010d). *SEC Approves New Rules Prohibiting Market Maker Stub Quotes* <https://www.sec.gov/news/press/2010/2010-216.htm> (Consulté le 9 juin 2015).
- U.S. Securities and Exchange Commission, (2013). *Release No. 70694*.
<http://www.sec.gov/litigation/admin/2013/34-70694.pdf> (Consulté le 30 mai 2015).
- U.S. Securities and Exchange Commission, (n.d. a). *Insider Trading*.
<http://www.sec.gov/answers/insider.htm> (Consulté le 25 avril 2015).
- U.S. Securities and Exchange Commission, (n.d. b). *Manipulation*.
<http://www.sec.gov/answers/tmanipul.htm> (Consulté le 25 avril 2015).
- Vallée, T., Yıldızoglu, M. (2004). *Présentation des algorithmes génétiques et de leurs applications en économie*.
http://www.researchgate.net/publication/5085159_Presentation_des_algorithmes_gntiques_et_de_leurs_applications_en_conomie (Consulté le 21mars 2015).

Valuwalk, (2015). *An Objective Look At High-Frequency Trading And The Flash Crash*.
<http://www.valuwalk.com/2015/05/high-frequency-trading-flash-crash/> (Consulté le 30 mai 2015).

Wheatley, M. (2010). *We need rules to limit the risks of superfast trades*.
<http://www.ft.com/intl/cms/s/0/ad7f31f6-c4cd-11df-9134-00144feab49a.html#axzz3hSWL0hqg>
 (Consulté le 22 mars 2015).

Yusufali, S. (2006). *Toronto Stock Exchange*.
<http://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/toronto-stock-exchange/> (Consulté le 2 avril 2015).

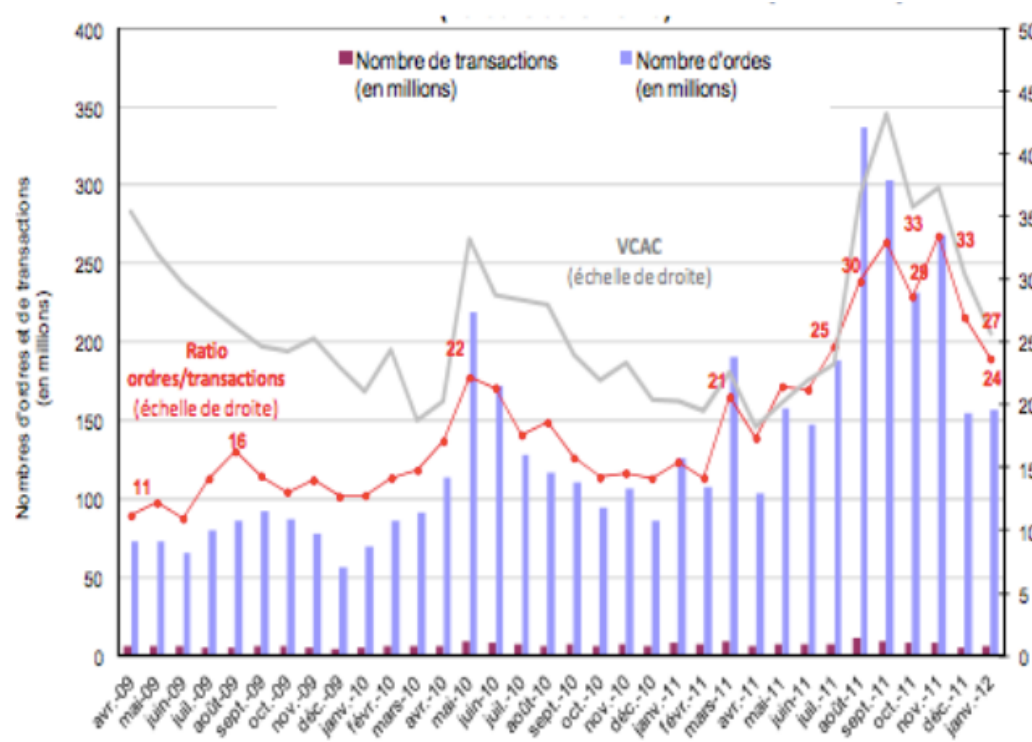
Zetter, K. (2008). *Six-Year-Old News Story Causes United Airlines Stock to Plummet — UPDATE Google Placed Wrong Date on Story*. <http://www.wired.com/2008/09/six-year-old-st/> (Consulté le 24 mai 2015).

Zhang, L. (n.d.). *The Impact of Transaction Tax on Stock Markets: Evidence from an emerging market*. M.S. Research Paper, Department of Economics, East Carolina University.

Annexes

Annexe n°1

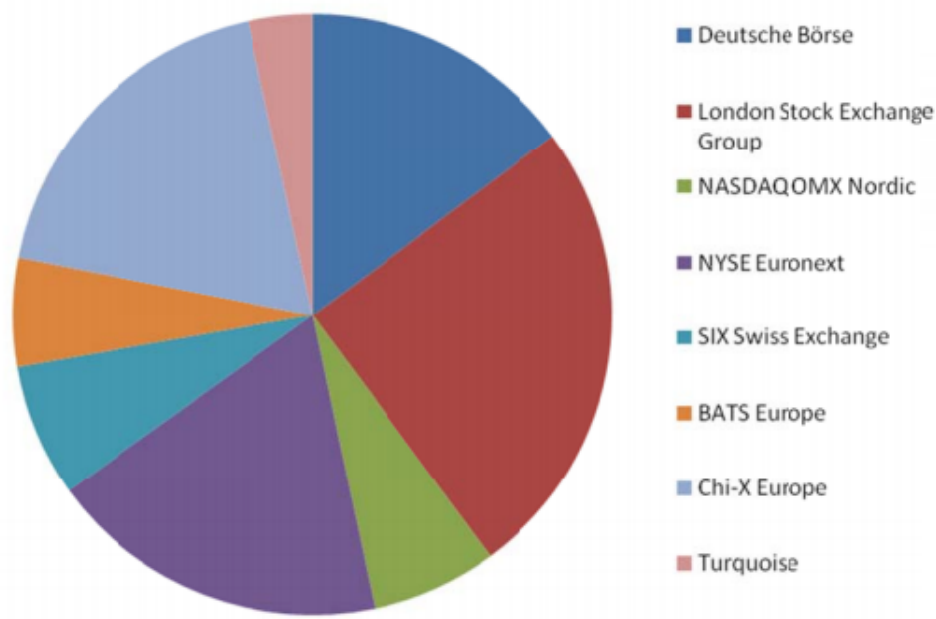
Ratio nombre d'ordres passés / nombre de transactions sur Euronext Paris (CAC40).



(Grillet-Aubert 2011)

Annexe n°2

Part de marché (en euro) des plates-formes de trading en Europe (2010).



(Biais et Wooley, 2011)

