AVRIL 2018

ÉPISODE DE VOLATILITÉ DÉBUT FÉVRIER 2018 : L'IMPACT DES PRODUITS SUR VIX

CAROLINE LE MOIGN & FRANCK RAILLON

Risques & Tendances

AUTORITÉ DES MARCHÉS FINANCIERS
AMF

Le vendredi 2 février, une statistique macroéconomique faisant craindre un risque de hausse des taux d'intérêt aux États-Unis a été à l'origine d'une importante correction des marchés actions US (6% sur deux jours) et surtout d'une hausse spectaculaire de la volatilité : le VIX, qui évoluait au cours des mois précédents entre 10 et 15 points, s'est envolé jusqu'à 50 points en quelques jours avant de se replier. Les indices VSTOXX et VCAC ont suivi la même tendance.

Cette flambée de la volatilité a surpris le marché par son ampleur et sa brutalité. Elle semble trouver son origine moins dans des causes fondamentales que dans des facteurs techniques liés aux produits dérivés indexés sur le VIX, et notamment par l'impact des produits pariant sur la baisse de cet indice.

Cette étude présente dans une première partie les principaux produits en cause (I), avant d'analyser leur comportement lors de la chute des actions (II) : si globalement ces produits indexés sur le VIX ne semblent pas avoir eu d'impact significatif sur les cours des actions, ils ont en revanche joué un rôle auto-amplificateur sur la hausse du VIX, notamment en fin de séance (III).
Une quatrième partie aborde enfin les soupçons de manipulation du *future* VIX émis par un lanceur d'alerte à la suite de ces événements et explique pourquoi un risque similaire sur le VCAC ou même sur le VSTOXX est très peu probable (IV).

L'analyse menée montre que les investisseurs des placements collectifs français n'ont pas été exposés de manière significative à des stratégies sur le VIX et n'ont donc pas été significativement impactés.

En dépit des mouvements brutaux observés sur leurs cours (entrainant parfois leur liquidation anticipée), les produits indexés sur le VIX ont depuis bénéficié de nouvelles collectes importantes à la suite de cet épisode dans un contexte de repli de la volatilité.

Les craintes de résurgence de ce type d'événements apparaissent importantes, d'abord pour des raisons fondamentales : la persistance d'un appétit pour le risque conduisant à une probable surévaluation des actifs accentue, en effet, le risque d'une nouvelle correction sur les marchés. Couplés aux effets mécaniques de ces produits, de nouveaux mouvements brusques de la volatilité pourraient alors observés.

Au-delà des produits indexés sur le VIX, l'ampleur des stratégies d'investissement basées sur la volatilité appelle d'autant plus à une certaine vigilance et attire notamment l'attention sur l'utilité de mécanisme de protection contre les variations de cours les plus aberrantes de type coupe-circuits.

1. L'INDICE VIX ET SES DÉRIVÉS : UNE POPULARITÉ CROISSANTE DES STRATÉGIES UTILISANT LA VOLATILITÉ

Basé sur les volatilités implicites déduites du prix des options, le VIX (« Volatility Index ») représente, en théorie, la somme de la volatilité future attendue et de la prime de risque de volatilité. Depuis fin 2015 et la période de basse volatilité, cette prime de risque n'a cessé d'être positive et d'encourager le développement considérable du marché des contrats à terme sur le VIX. On observe parallèlement la croissance des encours des fonds ou produits ayant des stratégies liées à l'évolution de la volatilité.

1.1. L'INDICE VIX ET SON UTILISATION

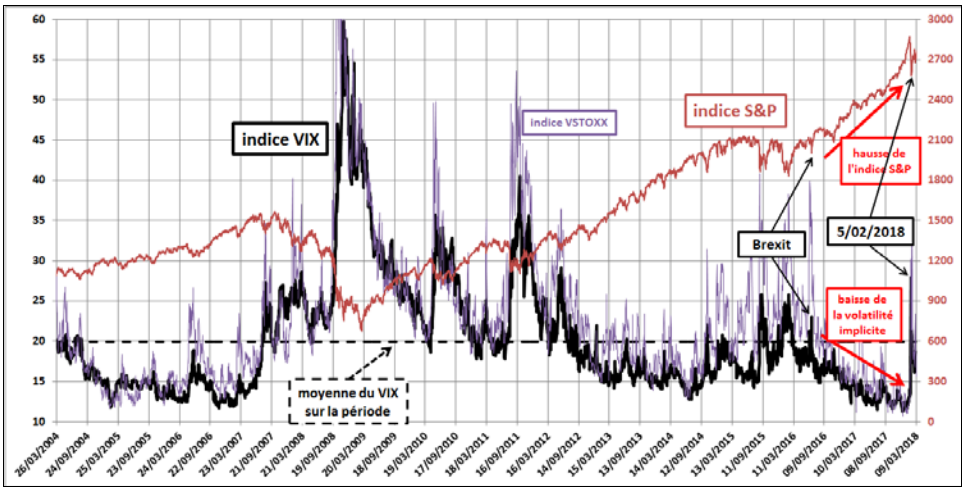
L'indice VIX est un indice qui mesure la volatilité implicite des options de sous-jacent l'indice S&P 500 de maturité glissante 30 jours[1]. Il a été introduit en 1993 par le Chicago Board Options Exchange (CBOE) et est diffusé toutes les 15 secondes (cf graphique 1). **Il est calculé à partir des cotations des options listées sur cette plate-forme** selon la formule donnée en annexe[2]. Concrètement, si les investisseurs s'attendent à ce que le S&P 500 fluctue de 1% par jour en moyenne pour le mois suivant, le VIX sera d'environ 20 - sa moyenne de long terme - tandis qu'un niveau de 40 implique des anticipations de mouvements de 2%.

Cet indice reflète les anticipations de volatilité du marché actions américain à 30 jours et peut s'interpréter comme une mesure instantanée du risque de marché perçu par les investisseurs. Sa très forte sensibilité aux stress sur les marchés lui a valu le surnom d'« indice de la peur », bien qu'un haut niveau de VIX n'entraine pas nécessairement des performances négatives futures. La popularité de cet indicateur peut s'expliquer par le fait que les évolutions du VIX sont en moyenne négativement corrélées aux variations des prix des actions depuis sa création ; en effet, les investisseurs achètent des options put sur le S&P500 pour se couvrir en période de turbulences. On observe de plus qu'en moyenne le VIX dépasse la volatilité réalisée, car les investisseurs sont disposés à payer une prime importante pour acquérir une exposition à cette volatilité future (Andersen et Bondarenko, 2007)[3]. Depuis novembre 2015, cette prime de risque est systématiquement positive, soulignant l'intérêt accru des investisseurs pour cette exposition.

Depuis fin 2008, on observe une baisse de la volatilité, mais avec des changements de régimes de volatilité plus fréquents et violents. Ces mouvements pourraient être expliqués par la nature des chocs politiques ou macroéconomiques, mais aussi par la popularité croissante des produits pariant sur la volatilité, pouvant avoir, par des convexités négatives, des effets importants sur l'indice en cas de retournement.

[1] Un indice « VIX medium-term » de maturité glissante 6 mois est également diffusé par le CBOE. Cet indice étant nettement moins volatile que l'indice VIX short-term, et moins utilisé comme indice de référence, il n'a pas été pris en compte dans le cadre de cette note. Le ratio entre les volatilités réalisées 10 jours de ces deux indices est en moyenne de 2,75 (entre 1,5 et 5,5) sur les 5 dernières années.
[2] La maturité constante de 30 jours est obtenue en interpolant les mesures faites sur les maturités encadrant cette maturité fixe.
[3] Andersen, T. G. and O. Bondarenko (2007). "Construction and interpretation of model free implied volatility", NBER Working Paper No. W13449.

Graphique 1 : Évolution de l'indice VIX et de l'indice S&P 500 depuis mars 2004 (début des dérivés sur VIX)



Source : Thomson-Reuters

Jusqu'à la création de dérivés sur VIX, les investisseurs ne pouvaient pas acheter ou vendre le VIX eux-mêmes. **Le VIX a cependant été utilisé comme un indicateur du prix du risque global**, ou comme un proxy de l'aversion au risque des investisseurs de manière plus générale (Adrian et al. 2016)[4]. La littérature empirique met également en avant que l'indice a de fortes corrélations avec des évolutions macroéconomiques :

- Rey (2015)[5] montre que les flux de capitaux mondiaux, la croissance mondiale du crédit et les prix des actifs mondiaux évoluent étroitement avec le VIX.
- Longstaff, Pan, Pedersen et Singleton (2011)[6] estiment que le prix du risque souverain est fortement corrélé au VIX.
- Adrian, Crump et Vogt (2015)[7] montrent qu'une fonction non linéaire du VIX peut prévoir les rendements boursiers et obligataires.
- Enfin, l'orientation de la politique monétaire et la tarification du risque réagit également aux mouvements du VIX (Bekaert, Hoerova et Duca (2013))[8].

On peut toutefois noter que, pour les économistes empiriques, si une basse volatilité pendant une longue période peut être un indicateur de prise de risque accrue (et donc un indicateur avancé de crise financière), ce n'est pas le niveau de volatilité qui peut servir d'indicateur, mais davantage l'occurrence non attendue d'un haut ou bas niveau de volatilité[9].

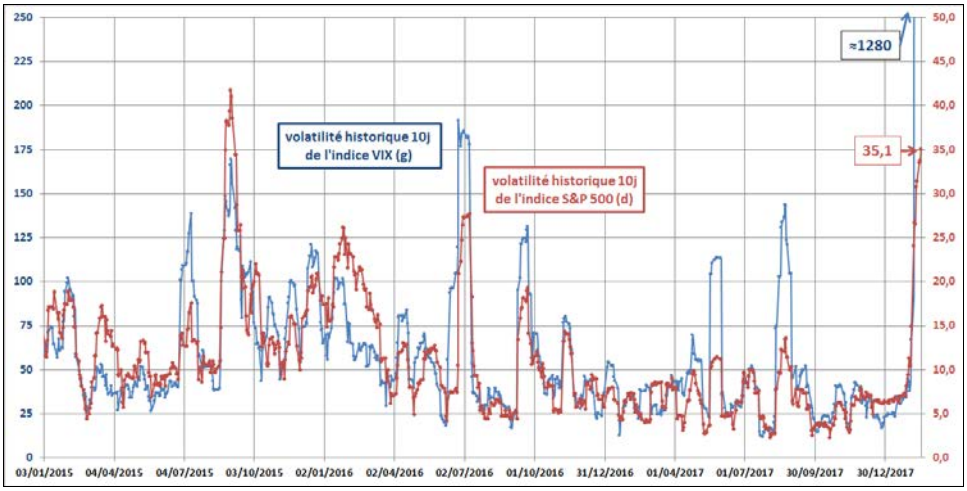
[4] Adrian T., D. Stackman et E. Vogt (2016), "Global Price of Risk and Stabilization Policies", August 2016 Number 786.
[5] Rey, H. (2015): "Dilemma not trilemma: the global financial cycle and monetary policy independence", Discussion paper, National Bureau of Economic Research.
[6] Longstaff, F. A., J. Pan, L. H. Pedersen, et K. J. Singleton (2011): "How Sovereign Is Sovereign Credit Risk?," American Economic Journal: Macroeconomics, 3(2), 75–103.
[7] Adrian, T., R. Crump, and E. Vogt (2015), "Nonlinearity and flight to safety in the risk-return trade-off for stocks and bonds," Federal Reserve Bank of New York Staff Report, 723.
[8] Bekaert, G., M. Hoerova, and M. L. Duca (2013): "Risk, uncertainty and monetary policy", Journal of Monetary Economics, 60(7), 771–788.
[9] Voir Danielsson, J, M Valenzuela, and I Zer (2015), "Learning from History: Volatility and Financial Crises", SSRN, une analyse empirique effectuée sur données de marché de 1800 à 2010 et couvrant 60 pays. Elle vient confirmer les propos de Minsky (1977) : "stability is destabilizing".

1.2. LES DÉRIVÉS LISTÉS LIÉS A L'INDICE VIX ET LEUR POPULARITÉ

Le *future* ayant comme sous-jacent l'indice VIX (« future VIX ») est listé sur le CBOE depuis 2004 et est coté à raison de 1 000 $ par point d'indice. Les options ont été introduites en 2006 et cotent 100 $ par point d'indice. Le cours de compensation quotidien du *future* est le dernier cours coté à 16h15 (heure de New York, soit 15 minutes après la fermeture des marchés cash et options américains).

La volatilité de l'indice VIX, qui est donc une mesure de « volatilité de volatilité », est en moyenne 10 fois supérieure à celle de l'indice sous-jacent. **Si l'on admet que le risque d'un instrument financier se mesure à sa volatilité, alors tout produit dérivé de sous-jacent l'indice VIX est par construction extrêmement risqué.**

Graphique 2 : Volatilité de l'indice VIX *short-term* comparée à celle de l'indice S&P 500



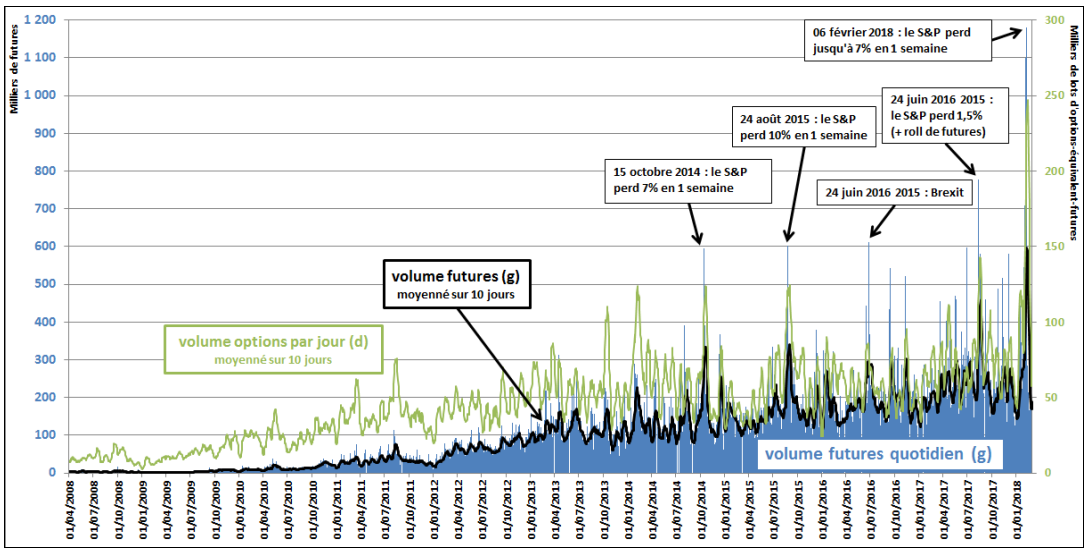
Source : Thomson-Reuters

Les volumes négociés sur les dérivés de sous-jacent l'indice VIX sont restés négligeables jusque fin 2009 avant de gagner progressivement en popularité, atteignant 260 000 contrats traités quotidiennement en moyenne sur janvier 2018. **On observe des pics de volume dont les montants vont croissants, coïncidant avec des journées de hausse de la volatilité présentées dans le graphique 3** (par exemple, pour les *futures*, les pics de volume sont passés de 100 000 en 2011 à 800 000 en 2017 et 1,2M début février 2018).

L'une des principales raisons de l'intérêt croissant pour ces produits est que les positions sur les dérivés VIX peuvent être utilisées pour fournir une protection contre la volatilité de l'indice S&P500, en particulier en période de ralentissement économique. Les dérivés sur VIX permettent aux investisseurs d'obtenir une exposition à la volatilité du S&P500 à un coût moindre qu'en utilisant des dérivés traditionnels sur l'indice boursier[10].

[10] Rhoads (2011) montre qu'il est souvent moins cher d'être long avec des calls sur VIX hors de la monnaie que d'acheter des puts hors de la monnaie sur le S&P500. Voir Rhoads, R. (2011), "Trading VIX derivatives: trading and hedging strategies using VIX *futures*, options and exchange traded notes". New York: John Wiley and Sons.

Graphique 3 : Volumes négociés sur le *future* VIX (1ère et 2e maturités) et sur les options[11]



Source : Thomson-Reuters.

1.3. UN ACTIF DEVENU ACCESSIBLE AU GRAND PUBLIC VIA LES FONDS INDEXES

Parallèlement à la hausse des volumes sur les dérivés listés, des **Exchange-Traded Products (ETP) indexés sur le *future* VIX[12] de type Exchange-Traded Fund (ETF) / Exchange-Traded Note (ETN) et donc accessibles au grand public, ont été introduits sur les marchés américains** (et marginalement en Europe et en Asie). La différence fondamentale entre un ETF et un ETN est que l'ETF détient les produits sous-jacents (ou le *swap* qui réplique la performance des actifs, dans le cas d'un ETF à réplication synthétique). L'ETN est quant à lui **un produit de dette dont la performance est définie par une formule garantie par l'émetteur. L'ETN ne détient donc pas les actifs dont la performance est répliquée,** mais suit un indice de référence. En pratique cependant, le fournisseur d'ETN couvre sa position en fin de journée, et l'on peut s'attendre à ce que sa couverture soit semblable à la détention de *futures* par un ETF sur VIX (cette couverture étant ici détenue en compte propre, à la différence de l'ETF).

Les produits « *longs* » profitent d'une hausse de la volatilité, typiquement en cas de stress sur les marchés. Avec la baisse continue de la volatilité depuis le Brexit, ces fonds ont très largement sous-performé et ne représentaient donc que de faibles encours à fin janvier 2018. Par exemple l'ETN *long* VIX (VXX) émis par Barclays a perdu 87% de sa valeur en deux ans, malgré un doublement de sa valorisation entre le 1er et le 8 février 2018 (graphique 4).

[11] Les contrats *futures* cotant 1000 $ / point d'indice et les contrats d'options 100 $, les volumes affichés pour ces derniers ont été divisés par 10.
[12] L'indice n'étant pas négociable et ne pouvant pas être répliqué aisément, ce sont bien les *futures* VIX qui servent systématiquement de référence pour ces fonds.

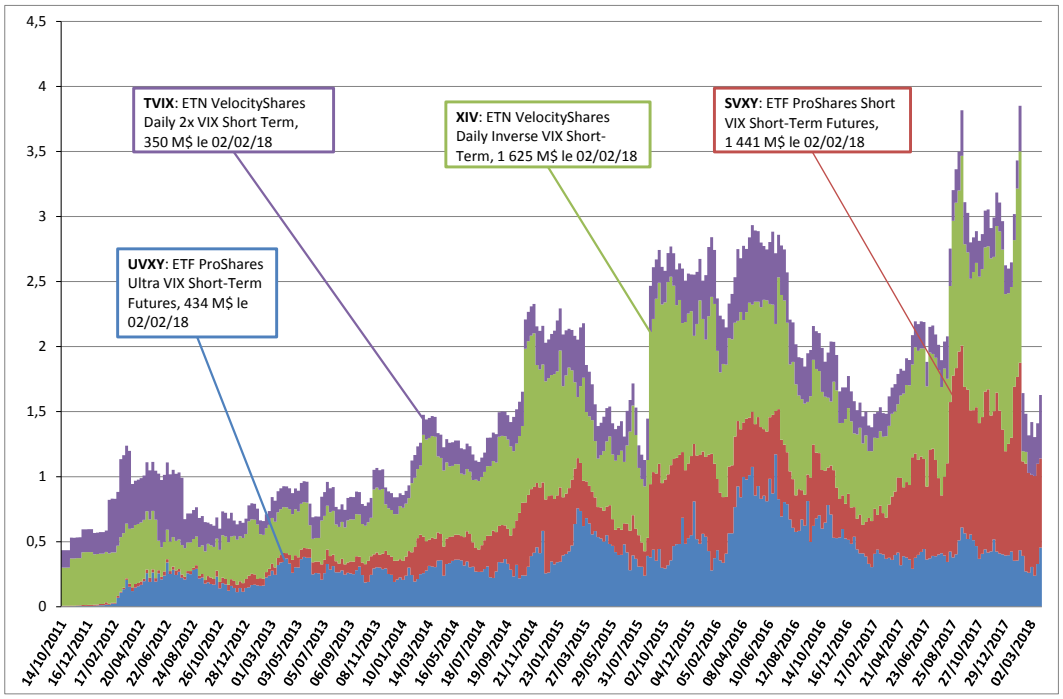
Graphique 4 : Exemple de performance d'un ETN long VIX court-terme (VXX)

Source : Thomson-Reuters.

À l'inverse, les produits « *shorts* », qui parient sur la baisse de la volatilité, ont bénéficié de cette volatilité tendanciellement baissière. Les encours des fonds « short VIX » représentaient 3,7 Mds $ d'encours fin janvier 2018 (dont la moitié pour le fonds XIV, cf graphique 5). Ce montant a été ramené à 936 M$ au 13 février 2018, suite à l'épisode de stress sur les marchés.

Au total, en 2013, Alexandre et Korovilas (2013) recensaient une cinquantaine d'ETN sur VIX pour un encours de 3 Mds $, avec des pics de volumes négociés quotidiens à 5 Mds pour certains produits[13]. Fin 2017, les encours des 4 plus gros ETN et ETF *short* sur VIX représentaient 2,6 Mds $, ce qui demeure relativement faible au regard du marché des ETP.

Graphique 5 : Évolution des encours des 4 principaux produits sur volatilité (en Mds de dollars)



Source : Bloomberg, dernier point le 23/03/2018.

[13] Alexander, C. and D. Korovilas (2013). "Volatility exchange-traded notes: curse or cure?", The Journal of Alternative Investments 16, 52–70.

1.4. PLUS LARGEMENT, UNE TRÈS FORTE AUGMENTATION DES STRATÉGIES PARIANT SUR LA VOLATILITÉ

Si les encours des ETF / ETN sur VIX semblent ainsi plutôt limités, l'univers des produits utilisant la volatilité dans leur stratégie est suffisamment large pour s'inquiéter d'effets de bord de tout mouvement de volatilité. Le FMI estime cet univers à 500 Mds $[14]. On peut évaluer cet univers des stratégies implicitement liées à la volatilité à plus de 1 000 Mds $, en prenant en compte les fonds *risk-parity* (des fonds où chaque classe d'actifs contribue au risque du portefeuille de manière équivalente, avec un niveau de volatilité ciblé, estimés entre 400 et 600 Mds d'encours en 2016[15]) ; les fonds ciblant la volatilité (*volatility targeting funds* , estimés à 500 mds d'encours[16] ; et les *Commodity Trading Advisors* (CTA), des fonds alternatifs traitant des *futures* à l'aide de décisions algorithmiques incorporant les mouvements de volatilité dans leurs choix de positions (250 Mds d'encours[17]). En Europe, les fonds les plus populaires qui ciblent la volatilité sont les fonds *minimum volatility* [18]. Morningstar recense, début 2018, 106 produits de ce type en Europe, dont 47 ETF et 59 fonds ouverts traditionnels, avec presque 200 Mds € d'encours.

Selon des participants de marché, ces estimations seraient conservatrices car elles ne prendraient pas en compte tous les produits visant implicitement ou explicitement la volatilité. Artemis Capital, par exemple, estime ces stratégies à 2 000 Mds $, en y ajoutant notamment les *overwriting pension funds* (des fonds de retraite qui complètent une stratégie classique par des ventes d'options de manière spéculative – estimés en 2012 par Deutsche Bank à 32 Mds $), et les fonds *risk premia* (des fonds qui, comme les *hedge funds*, visent les rendements absolus par le biais de positions acheteur-vendeur sur diverses catégories d'actifs – estimés en 2016 par the Economist Intelligence Unit à 300 Mds $). Ces deux stratégies s'apparentent à des positions optionnelles *shorts*, dans le sens où leurs performances sont optimales lorsque la volatilité est basse mais qui peuvent être sujettes à des pertes non linéaires en cas de retournement des marchés[19].
L'ampleur des encours des produits ayant recours à la volatilité est notable : cela signifie que la volatilité elle-même est un facteur pour la prise de risque et la source de rendements supplémentaires. Cela peut faire craindre une boucle de rétroaction entre la volatilité des actifs et les produits financiers qui répartissent le risque en fonction de cette volatilité.

2. DESCRIPTION DES PERFORMANCES DES PRODUITS VIX DEBUT FÉVRIER 2018 ET IMPACTS FRANÇAIS / EUROPÉENS

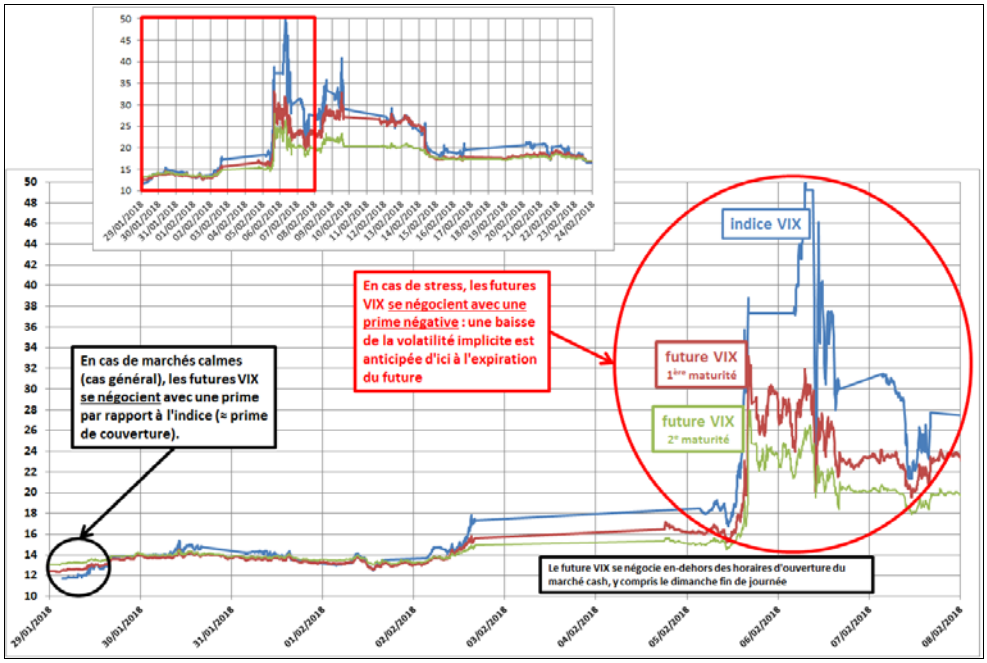
Lundi 5 février, le S&P a chuté de 4,2% tandis que l'indice VIX a augmenté de 20 points, l'ampleur de l'envolée du VIX dépassant ce que l'on aurait pu attendre sur la base de sa relation historique avec l'indice S&P 500. Les pertes importantes des ETP *shorts* sur VIX ne semblent pas avoir échaudé les investisseurs. Néanmoins, l'exposition des investisseurs français et européens à ces risques demeure limitée.

[14] M. Johnson (2017), « IMF warns volatility products loom as next big market shock », Financial Times, octobre.
[15] R. Wigglesworth (2016), "Little-known trading strategy exacerbates market turmoil", Financial Times, octobre.
[16] S. Verma (2018), "Volatility-Targeting Funds Could Sell $225 Billion of Stocks", Bloomberg, février.
[17] D. Burger (2018), "Map to the Underworld: $2 Trillion of Volatility Trades Here", Bloomberg, février.
[18] Ces fonds sélectionnent et pondèrent des titres sur la base de leur volatilité historique et du niveau de corrélation entre titres au sein de l'indice répliqué. Morningstar met en avant que ces fonds, malgré le fait qu'ils aient réussi en moyenne à obtenir une volatilité plus faible que la moyenne de leur catégorie, ne sont pas dénués de risques : ils remplacent généralement le risque de marché par l'exposition à d'autres facteurs de risque potentiellement indésirables. Voir V. Baselli (2018), "« Low Volatility » : efficace, mais il faut être patient", analyse Morningstar de février et Morningstar (2017), « Low volatility: searching for a durable edge », mai.
[19] Artemis Capital Management (2017), « Volatility and the alchemy of risk ».

Point d'attention : la différence de dynamique entre l'indice VIX et les *futures* sur VIX

Si l'indice VIX est souvent cité comme référence par les économistes ou les journalistes, les participants de marché ne peuvent négocier que les *futures* VIX. Or, ces derniers ont une dynamique différente de l'indice lui-même : lorsque les marchés sont calmes, les *futures* cotent au-dessus de l'indice (prime de risque), tandis qu'en cas de forte volatilité, les *futures* montent moins vite que l'indice car, en moyenne, les opérateurs s'attendent à ce que le choc soit ponctuel et que la volatilité implicite des options sur lesquelles est adossé le *future* VIX rebaisse d'ici à l'expiration des *futures*[20].

Graphique 6 : Évolution entre le 29/01 et le 07/02/2018 de l'indice VIX *vs.* les *futures* VIX des deux premières maturités



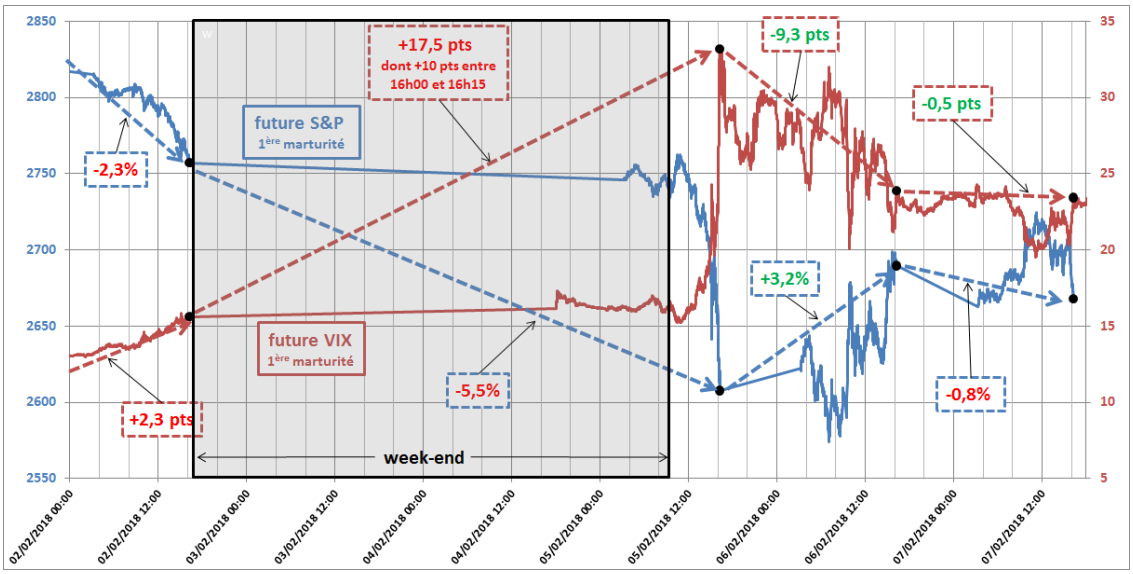
Source : Thomson-Reuters

2.1. CONTEXTE DES MARCHÉS ACTIONS DU 5 FÉVRIER 2018 ET EXEMPLE DE L'ETN « XIV »

Le vendredi 2 février, une statistique mensuelle de l'emploi aux États-Unis montre une croissance des salaires d'une ampleur sans précédent depuis 2009, laissant craindre une hausse des taux d'intérêts. L'indice S&P entame alors une baisse, qui est poursuivie de manière très marquée le jour de bourse suivant (5 février). **Sur l'ensemble de la séance, l'indice S&P 500 a perdu 4,2 %** et subit même deux mini flash-crashes en fin de journée (*cf. infra*).

[20] Le *future* VIX permet de négocier un niveau de volatilité implicite des options S&P à une date future (à l'expiration du *future*) tandis que l'indice VIX reflète la valorisation d'une position optionnelle de maturité 30 jours. Or, les profits ou pertes qui seront générés par une position optionnelle dépend de la volatilité qui sera réalisée par l'indice S&P sur les 30 prochains jours.

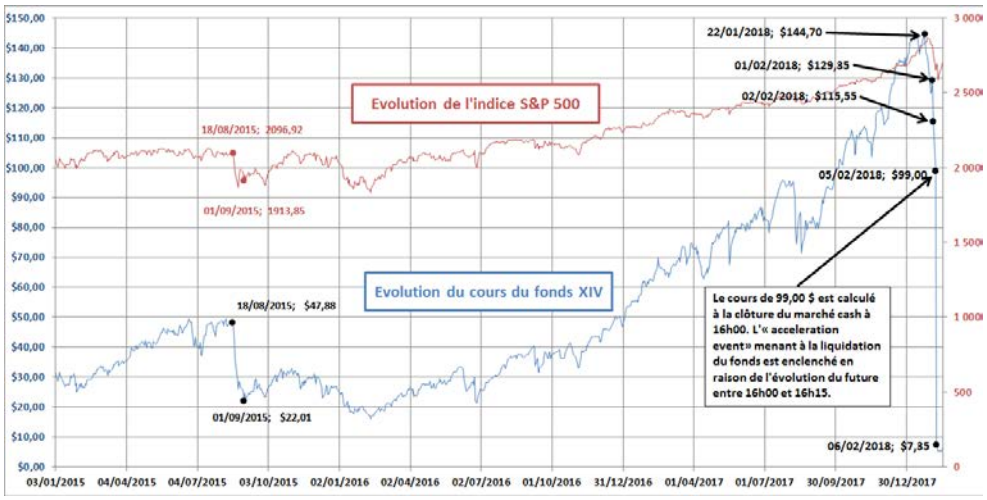
Graphique 7 : Évolution des *futures* VIX et S&P sur les journées du 2, 5, 6 et 7 février[21]



Source : Thomson-Reuters

L'ETN « XIV » émis par Credit Suisse (nom complet : « *Inverse Vix Short Term ETN* ») paraît emblématique des mouvements de la journée du 5 février, étant le plus gros ETN indexé sur la performance quotidienne inverse du VIX[22] (encours d'1,9 Md de dollars au 1er février 2018). Cet encours, important pour un produit aussi risqué, s'explique notamment par sa performance entre le Brexit le 24 juin 2016 et le 1er février 2018 (+487%). Pourtant, le fonds a perdu 94% de sa valeur en trois séances début février (96% en 5 jours) et l'émetteur a depuis clôturé le fonds.

Graphique 8 : Évolution comparée du cours du S&P 500 et du XIV entre le 1er janvier 2015 et le 14 février 2018



Source : Thomson-Reuters.

[21] Le cours du future S&P correspond au cours du E- mini S&P 500. Le cours du future VIX correspond au cours du future VIX première maturité (code Thomson Reuters : VXc1).

[22] Plus précisément de la réplication de ces indices à travers les *futures* VIX (*cf. infra*). Crédit Suisse émet depuis le 2 décembre 2010 plusieurs produits « short », dont l'ETN « XIV » (nom complet : « Inverse Vix Short Term ETN ») qui réplique la performance quotidienne du panier des deux *futures* VIX front-month (« VXc1 » et « VXc2 ») dont les poids sont ajustés pour répliquer au mieux l'indice VIX.

En effet, les détenteurs de parts ne peuvent pas perdre plus que leur capital investi ; or, le fonds étant investi en position *short*, les pertes potentielles sont théoriquement illimitées et garanties en dernier ressort par l'émetteur. C'est pourquoi le prospectus prévoit que si la valeur de l'ETN venait à perdre en cours de journée plus de 80% de sa valeur par rapport à la veille, alors un « *acceleration event* » est enclenché et le fonds est liquidé. Les investisseurs sont alors remboursés à la NAV calculée à une date ultérieure (le 15 février ici).

Trois jours après l'annonce de la liquidation du fonds XIV, l'ETF concurrent SVXY[23] a enregistré un afflux record de capitaux : 300 M $ en une seule journée. Malgré une performance logiquement similaire à celle du XIV au cours du début du mois de février, cet ETF n'a pas eu à être liquidé[24], ce qui lui a donc permis d'attirer de nouveaux investissements. Les encours des trois principaux produits s'établit à 1,6 Md $ le 23 mars 2018.

Le retour massif des investisseurs dans ce type de fonds est notamment lié à la hausse de la volatilité implicite suite à cet épisode, qui offre un niveau d'entrée très intéressant au regard de la performance passée lorsque la volatilité était nettement plus basse. Ceci montre que les investisseurs semblent avoir considéré la hausse de la volatilité comme un phénomène relativement ponctuel, amené à se corriger sous brève échéance. Ce pari a été le bon puisque depuis le VIX est retombé et évoluait le 12 mars 2018 autour des 15 points.

2.2. QUEL A ÉTÉ L'IMPACT DE CES MOUVEMENTS DE MARCHÉ SUR LES INVESTISSEURS EUROPÉENS / FRANÇAIS ?

Les fonds pariant sur la volatilité semblent très marginaux en Europe : seuls 11 produits, dont 2 encore en vie sont recensés sur Lipper[25]. En France, on dénombrait très peu de fonds OPCVM qui pariaient explicitement sur la volatilité[26], et tous ont été dissous depuis 2016. Deux fonds irlandais, aujourd'hui dissous, étaient également commercialisés sous le passeport OPCVM[27]. Actuellement, seuls 2 produits demeurent en Europe : un ETP irlandais (5 M€ d'encours fin 2017) et un ETF luxembourgeois (28 M€ d'encours) [28], qui ne sont pas commercialisés en France.

Cependant, il est admis que d'autres fonds, dont la stratégie n'est pas centrée sur la volatilité, puissent avoir recours à des dérivés sur options VIX. Afin d'observer les fonds qui auraient pu pâtir de ces détentions, une analyse des décotes des valeurs liquidatives du 1er février au 9 février a été effectuée. Une quarantaine de parts de fonds ont vu leur VL baisser de plus de 10% sur la période. Les explications peuvent être classées en trois catégories :

[23] Le nom complet est « ProShares Short VIX Short-Term Futures ETF »

[24] Le fonds a également perdu 95% de sa valeur entre le 2 et le 5 février, néanmoins à la différence de l'ETN XIV qui annonçait dans son prospectus la possibilité d'« acceleration event », le gérant d'ETF SVXY a plus de flexibilité pour gérer dynamiquement son fonds en cas d'absolu nécessité, et a annoncé le 6 février que la performance du fonds « était conforme à son objectif d'investissement et reflétait les évolutions de l'indice sous-jacent ».

[25] Extraction au 12/03/2018 sur tous les ETF dont l'indice sous-jacent est le VIXX ou le VSTOXX. Elle est néanmoins par nature non exhaustive en raison de la non-complétude de cette base de données reposant sur les déclarations des fonds.

[26] Lyxor UCITS ETF UNLEVERAGED S&P 500 VIX FUTURES ENHANCED ROLL, agréé en janvier 2013, dissous en novembre 2016, actif net de 8,6 M€ ; LYXOR ETF S&P 500 VIX FUTURES ENHANCED ROLL, agréé en avril 2011, a fusionné avec un autre ETF en 2013, actif net de 46,6 M€ ; THEAM QUANT VOLTIMUM, agréé en juin 2007, dissous en octobre 2013, actif net de 348 000€.

[27] SOURCE S&P 500 VIX FUTURES UCITS ETF, dissous en novembre 2017 et ETFX BOFAML IVSTOXX ETF, dissous en juin 2015.

[28] ETP irlandais, Boost S&P500 VIX ST Futures 2.25x Leverage Daily ETP et ETF luxembourgeois, Lyxor S&P 500 VIX Futures Enhanced Roll UCITS ETF C-E.

- les fonds d'épargne salariale dont la performance est liée à celle d'une société qui a subi une décote dans la période (en raison de la baisse du CAC ou de l'Eurostoxx[29]) : c'est le cas de 21 fonds représentant 2,4 Mds€ d'actifs nets début février ;
- les fonds à levier qui visent à répliquer plusieurs fois la performance quotidienne de l'indice sous-jacent (souvent le CAC40 ou l'Eurostoxx), et qui ont donc subi des décotes plus importantes que les indices dans la période : 11 fonds représentant 868 M€ d'actifs nets début février ;
- des fonds dédiés dont la stratégie permet un recours important au levier et qui investissent largement dans des dérivés : c'est le cas de 10 fonds représentant 625 M€ d'actifs nets début février. Afin d'améliorer notre compréhension des stratégies utilisées, une analyse approfondie des portefeuilles de ces fonds est en cours.

Au regard de l'analyse menée par l'AMF, les investisseurs des placements collectifs français n'ont pas été exposés de manière significative à des stratégies sur le VIX. Néanmoins, d'autres produits utilisant la volatilité peuvent être vendus, ce qui doit constituer un point d'attention**.**

3. APPRÉCIATION DU RISQUE DE TRANSMISSION DES PRODUITS SUR VOLATILITÉ SUR LE NIVEAU DE VOLATILITÉ ET SUR LE S&P : UN EFFET CLAIR SUR LE VIX, INDIRECT ET FAIBLE SUR LE S&P

L'effet des ETP sur VIX sur la flambée de volatilité qu'ont connu les marchés le 5 février semble clé. Selon la BRI[30], « l'évolution des marchés le 5 février a constitué une nouvelle illustration de la manière dont des structures synthétiques à effet de levier peuvent créer et amplifier des variations brutales sur les marchés, même si les intervenants principaux sont de taille relativement modeste. Du côté des investisseurs, cette journée a constitué un rappel cinglant des risques disproportionnés que font courir les stratégies spéculatives recourant à des dérivés complexes ».

Cette appréciation pointe du doigt l'emprise de tels produits, qui malgré la faiblesse de leurs encours, ont eu un impact sur le VIX et auraient pu pousser à des mouvements brusques de marché. **Les mécanismes vraisemblablement à l'œuvre ici sont : (i) le mécanisme de rééquilibrage des ETP, qui a créé une boucle de rétroaction avec l'indice lui-même ; (ii) le rôle d'autres intervenants qui ont fait monter les prix des contrats à terme sur le VIX, en anticipation de (i).**

Si l'impact des ETP *short* VIX sur l'évolution du *future* VIX semble clair, l'analyse des corrélations entre le *future* VIX et le *future* S&P met en avant qu'une transmission de l'évolution entre les *futures* VIX et S&P est très probable. En effet, si en conditions normales de marché, compte tenu des montants échangés sur le S&P, cette transmission semble plutôt se faire du *future* S&P vers le *future* VIX , cette relation semble s'être inversée en toute fin de journée le 5 février.

Pour les autres produits sur volatilité (options sur *future* VIX et sur S&P), il est impossible d'étudier leur éventuel rôle amplificateur en fin de journée en raison de la non-disponibilité des positions ouvertes sur les dérivés de

[29] Si les mouvements du CAC40 (-1,48%) et de l'EuroSTOXX50 (-1,58%) le 5 février paraissent limités en comparaison des mouvements du S&P, la baisse de certains titres a été importante (Air France, Fiat, Wells Fargo, Bonduelle, etc.).
[30] Banque des Règlements internationaux, (2018), « Volatility is back », Quarterly Review, March 2018.

sous-jacent VIX ayant expiré ainsi que de la répartition des positions ouvertes entre les acteurs qui couvrent ou non leur delta en fin de journée[31].

3.1. MÉCANISME DE RÉÉQUILIBRAGE DES ETP : BOUCLE DE RÉTROACTION

Les ETP inverses sur la volatilité (*short* VIX) prennent des positions courtes sur les contrats à terme sur le VIX pour permettre aux investisseurs de parier sur une baisse de la volatilité avec des pertes maximales limitées à l'investissement initial. Afin de conserver leur exposition cible, ces émetteurs d'ETP à effet de levier et d'ETP inverses sur *futures* VIX rééquilibrent leur portefeuille chaque jour, en négociant des dérivés liés au VIX, habituellement en toute fin de séance. **Leur couverture des risques est par nature pro-cyclique : si le *future* VIX est en hausse, alors le rebalancement de leur couverture en fin de journée nécessite d'acheter des *futures* sur le cours de clôture,** et inversement si le *future* baisse (*cf.* focus *infra*).

Bien que les positions agrégées sur ces instruments soient relativement petites, même une faible variation du prix du *future* peut avoir un *market impact* important, en raison des achats nécessaires de *futures* VIX par ces ETP pour conserver leur levier cible, pouvant amplifier la tendance observée.

Illustration de l'impact pro-cyclique de la couverture de l'ETN XIV[32] le 2 février

L'ETN avait 1,9 Md $ d'actifs sous gestion au 1er février 2018. Pour répliquer la performance inverse du panier de *futures* VIX, Crédit Suisse doit détenir une position *short* 1,9 Md $ de notionnel des *futures*.

Au 1er février 2018, le *future* VIX[33] vaut 13,75. Crédit Suisse, pour répliquer la performance attendue de l'ETN, doit avoir une position short 1,9 Md $ et donc vendre (13,75 points * 1000 $ / point) = 137 681 *futures*[34]. Le 2 février, le *future* VIX gagne 13% à 15,6. À nombre de parts égales, les encours du fonds diminuent alors à 1,652 Md $. Or, pour répliquer la performance quotidienne du *future* VIX le lendemain, l'émetteur doit ramener sa position en fin de journée à : 1,652 Md $ / (15,6 * 1000) = 105 909 *futures*. Crédit Suisse doit donc racheter 31 772 *futures*, en théorie exactement au cours de clôture de 16h15.

Le graphique ci-dessous généralise ce résultat en représentant le nombre de *futures* qui auraient dû être exécutés le 2 février en fonction du niveau atteint par ce dernier en clôture. Une explication du phénomène d'amplification des tendances liée au marché de la volatilité est également proposée en annexe 2.

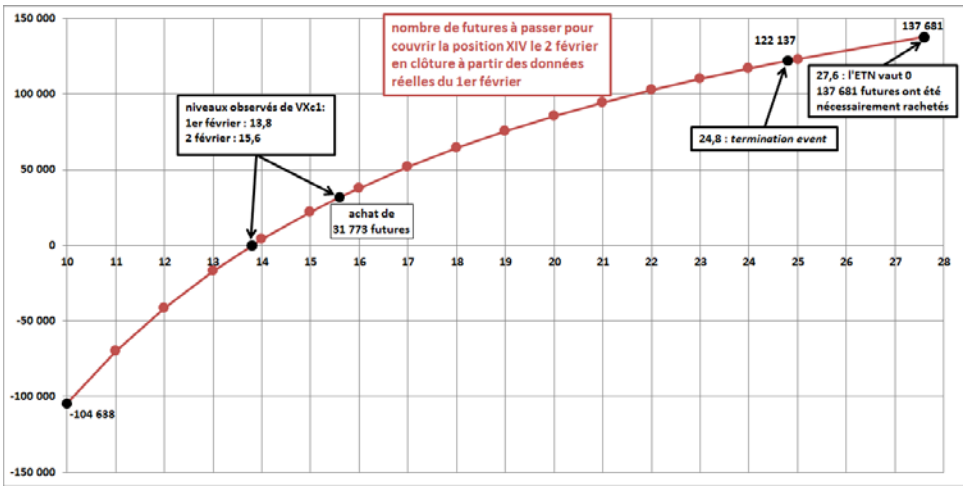
[31] Voir également l'annexe 2. Les clients finaux auraient tout aussi bien pu chercher à encaisser les primes d'options VIX (*overwriting*) pour jouer une volatilité implicite qui resterait basse (dans ce cas les contreparties volatilistes seraient « long gamma »), ou bien acheter des options dans le but de couvrir une position structurellement *short* VIX.

[32] Les chiffres indiqués dans cet exemple peuvent être multipliés par deux pour avoir une estimation de l'impact de l'ensemble des produits indexés short VIX.

[33] Le cours du *future* VIX correspond à celui du VXc1 (le contrat *future* d'échéance la plus courte).

[34] Par approximation, le raisonnement est tenu sur le *future* VXc1.

Graphique 9 : Nombre de *futures* devant être exécutés par l'émetteur de l'ETN XIV en fin de journée en fonction du cours de clôture qu'aurait atteint le VIX le 2 février



Certains acteurs peuvent chercher à tirer profit des flux liés à ces rebalancements en anticipant[35] ces flux en amont de la clôture : plus une tendance est prononcée en fin de journée, plus les flux sur le *future* VIX liés aux rebalancements des ETP *shorts*, dont les encours sont publics, seront importants et plus leur impact pourra être fort. **De plus, la clôture du *future* VIX a lieu 15 minutes après la clôture du marché actions à New York, c'est à dire à un moment où le marché est globalement moins liquide.** La journée du 5 février présentait une configuration de marché favorable à une accélération de tendance en fin de journée, avec un marché tendanciellement baissier pour des raisons fondamentales.

Il est intéressant de noter que tout émetteur d'ETN *short* VIX, aurait été particulièrement bien placé pour tirer profit du rebalancement de la couverture de son ETN. En effet, pour rappel, dans le cadre d'un ETN, les opérations de couverture sont négociées pour le compte propre de l'émetteur car un ETN ne porte intrinsèquement pas d'actifs[36].

Ainsi, en fractionnant ses achats de *futures* VIX sur les minutes précédant la clôture, il aurait à la fois pu :

(i) **agir dans l'intérêt de ses clients** : en achetant une partie des contrats nécessaires à sa couverture en amont de la clôture, il limite son impact sur le cours de clôture de 16h15 et évite ainsi de grever la performance de l'ETN (calculée à partir de ce prix de clôture).

(ii) mais également **en tirer profit** : en achetant en amont de la clôture des *futures* dont le prix est supposé augmenter d'ici la clôture, et puisque ces contrats sont achetés sur son compte propre, l'émetteur peut s'assurer un profit en « vendant théoriquement » ces *futures* à son ETN au cours de clôture et tirer profit de la différence. Ainsi, en conservant un nombre suffisant de contrats à exécuter à la clôture afin d'assurer un impact sur le cours, il peut s'assurer ainsi un profit. Néanmoins, cet impact doit rester inférieur à celui qu'il aurait généré en achetant la totalité de sa couverture à la clôture, afin de pouvoir afficher une meilleure performance comme expliqué en (i).

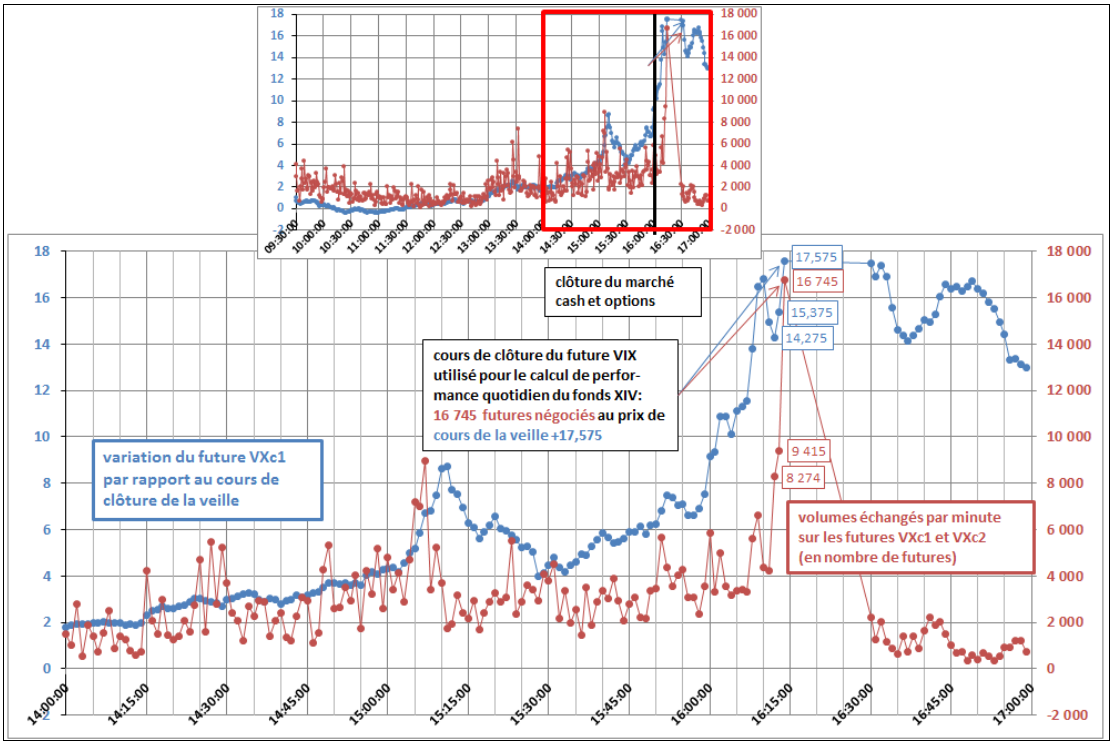
[35] Ce terme n'est pas à comprendre comme un éventuel abus de marché.

[36] Un raisonnement proche pourrait s'appliquer pour un émetteur d'ETF, qui pourrait répliquer cette stratégie en anticipation des flux de fin de journée, mais qui devrait les revendre à son fonds à la clôture.

Dans le cas de l'ETF XIV, si l'ensemble des volumes constatés pendant les trois dernières minutes de la séance du 5 février avaient été réalisés pour le compte de Crédit Suisse à l'achat, alors ses profits se seraient alors élevés à environ 48 M$[37].

Le graphique ci-dessous affiche l'évolution du *future* VIX et les volumes négociés au cours de la journée du 5 février : on y observe que suite à la fermeture des marchés cash et options à 16h15, le cours du *future* croît sur des volumes de plus en plus importants : au cours des 3 dernières minutes, les volumes négociés sont les plus importants de la journée.

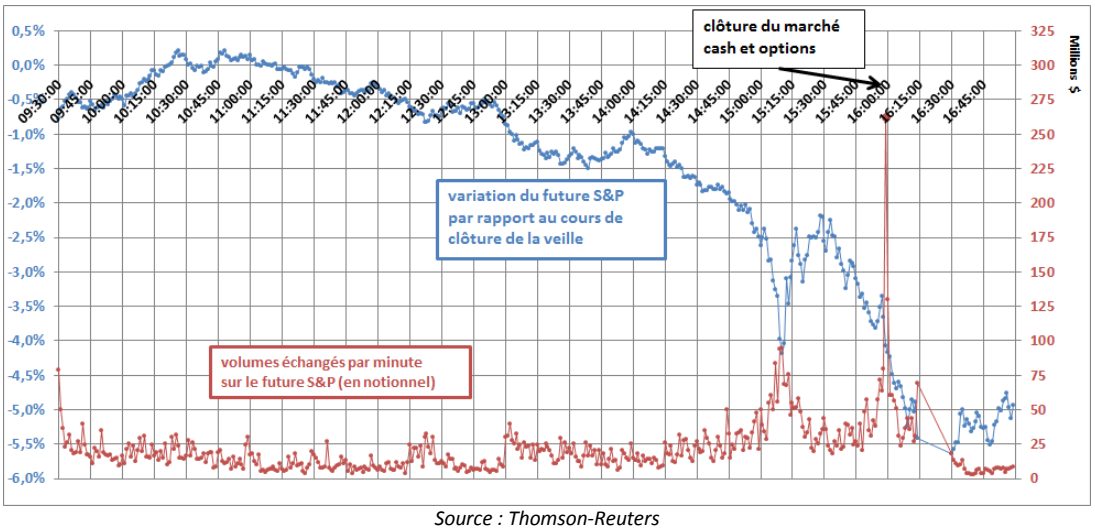
Graphique 10 : Évolution du *future* VIX et des volumes échangés (en nombre de contrats) le 5 février 2018



Source : Thomson-Reuters

[37] Détail du calcul : 1 000 $ * [8 274 * (17,575 – 14,275) + 9 415 * (17,575-15,375)].

Graphique 11 : Évolution du *future* mini S&P et des volumes échangés par minute (en notionnel) le 5 février 2018



Source : Thomson-Reuters

3.2. LA CONTAGION DES *FUTURES* VIX VERS LES *FUTURES* S&P N'EST QUE TRÈS MARGINALE

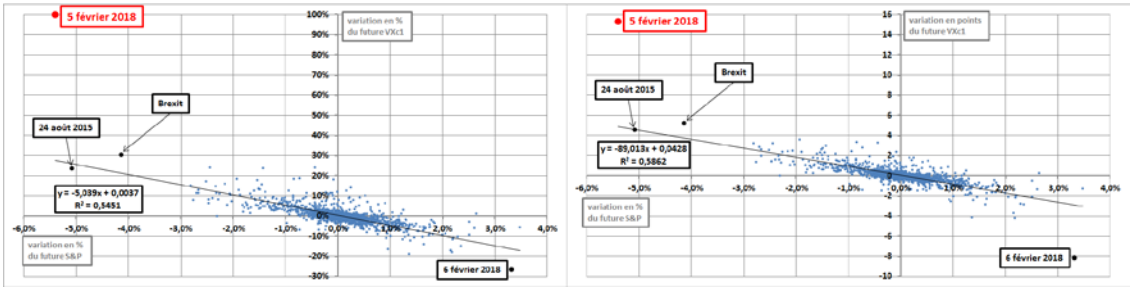
Le coefficient de corrélation entre les indices VIX et S&P calculé sur les 5 dernières années est de -0,85 avec un coefficient de détermination (R^2) de 0,72[38]. Étant donné les volumes négociés sur leurs contrats dérivés respectifs[39], il est généralement admis que l'indice VIX suit les variations du S&P. Toutefois, les flux de fin de journée ayant affecté le *future* VIX le 5 février auraient pu renverser ponctuellement cette relation après la fermeture des marchés cash et options, avec un cours du *future* S&P qui se trouverait impacté par les variations observées sur le *future* VIX.

La transmission d'impact de marché d'un instrument vers un autre est nécessairement liée à une activité d'arbitrage statistique[40] par les acteurs de marchés. Dans le cas étudié, il s'agit d'un arbitrage de type *pair trading* entre ces deux actifs. En effet, cette stratégie consiste à jouer sur l'écart entre deux actifs qui évoluent en principe de façon similaire et à exploiter toute augmentation de cet écart de prix.
Or, l'analyse des variations de cours des *futures* S&P et VIX montre bien que sur longue période[41], la variation du *future* VIX est linéairement liée à celle du *future* S&P, que l'on exprime la variation du VIX en points d'indice (« approche en points », dans le graphique 12) ou en pourcentage (« approche en pourcentage »)[42].

[38] Source : Bloomberg.
[39] Il s'échange en moyenne 100 fois plus de contrats *futures* S&P que de *futures* VIX sur un mois.
[40] Stratégie d'arbitrage qui est gagnante « en moyenne », par opposition à un arbitrage systématique de type inter-places.
[41] Note méthodologique : les indices VIX et S&P n'étant pas négociables, il est nécessaire d'utiliser les prix des *futures* pour coller au mieux avec le marché. La réplication du VIX nécessitant d'utiliser les deux premières maturités du *future* VIX, on utilise la moyenne des deux *futures*. Cette méthode a pour avantage également de lisser les sauts de valorisation de VXc1 lorsque ce dernier arrive à expiration et est rollé sur la deuxième maturité.
[42] La variation du *future* VIX s'exprime généralement en points, contrairement au S&P dont la variation s'exprime en pourcentage. Les deux approches sont ici proposées afin de nous assurer qu'utiliser l'une ou l'autre de ces approches n'affecte pas les résultats. Compte tenu de la neutralité de l'approche retenue sur les résultats obtenus, le reste de l'analyse se basera sur « l'approche en points ».

Graphique 12 : Variation du *future* VIX *vs.* variation du *future* S&P (mars 2013 – mars 2018).

« approche en points » **« approche en pourcentage »**



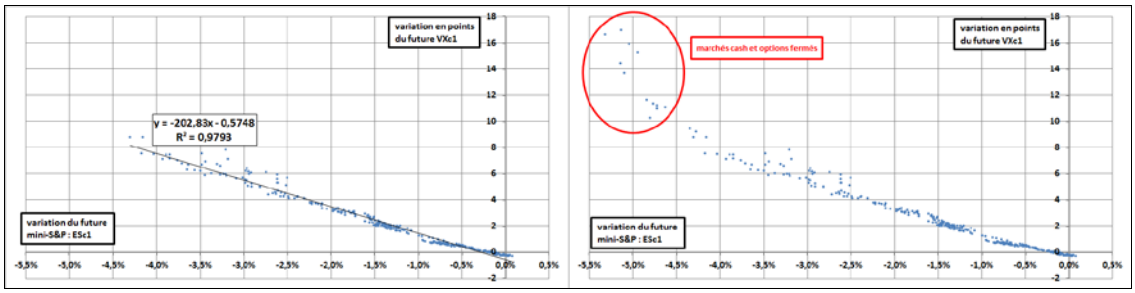
Source : Thomson-Reuters

Nous retrouvons par ailleurs bien la corrélation négative entre les *futures* S&P et VIX.
Sur longue période (5 ans), cette relation linéaire présente un R² inférieure à celui obtenu lorsque l'on considère les indices sous-jacent. Elle s'accentue toutefois lorsque nous considérons les variations de cours *intraday* des variations en particulier le 5 février 2018[43].

En effet, sur la journée du 5 février 2018, la relation linéaire entre les *futures* VIX et S&P est particulièrement nette quand les marchés cash et options sont ouverts (cf. figure de gauche ci-dessous) : à une variation de -1% du *future* S&P (par rapport au cours de clôture de la veille) correspond une variation de 2,02 points du future VIX. Le R² atteint alors 0,98. En terme d'arbitrage, cela signifie que, en moyenne sur cette journée, face à la vente de 1 *future* VIX, un arbitrageur vendra pour 202 k$ de *futures* S&P (ou un produit équivalent)[44].
Or, les flux naturels affectant le *future* VIX sur la journée du 5 février 2018 étaient acheteurs et les quantités en jeu étaient telles que, les opérations d'arbitrage consécutives décrites, auraient pu impacter le cours du *future* S&P ponctuellement. D'ailleurs si l'on étend les observations au-delà des horaires d'ouverture des marchés cash et option jusqu'à la clôture du *future* VIX (entre 16h et 16h15), des points « aberrants » apparaissent qui sont autant de points reflétant de potentielles variations consécutives à ce mécanisme d'arbitrage.

Graphique 13 : Variation du *future* VIX en points (abscisse) en fonction du *future* S&P le 5 février 2018

Marchés cash et options ouverts **Ouverture des marchés + 15 minutes**



Source : Thomson-Reuters

Les graphiques suivants semblent confirmer ces observations. Le graphique 15 représente, minute par minute, le ratio entre le notionnel négocié sur le *future* S&P rapporté au nombre de *futures* VIX et le graphique 16, les volumes échangés respectivement sur ces deux contrats.

---

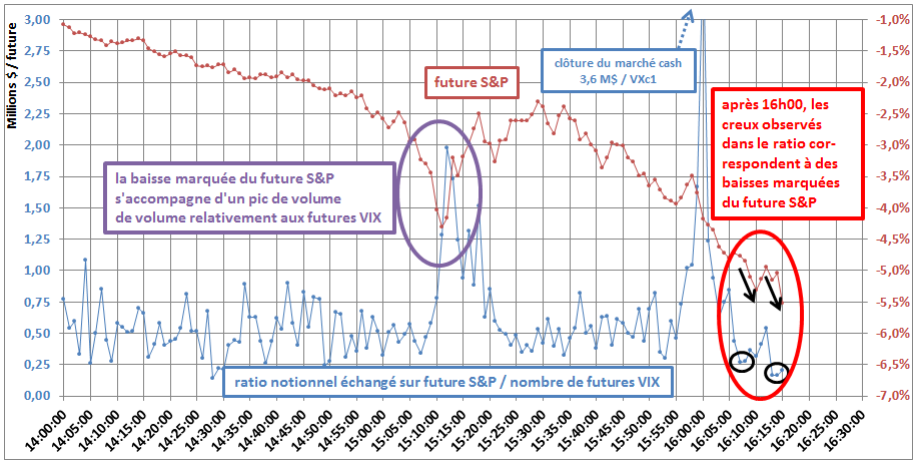
[43] Cette relation linéaire a en effet également observé sur d'autres journées ; toutefois, lorsque la volatilité est moindre un ajustement *intraday* est nécessaire : toutes choses égales par ailleurs, le *future* VIX semble décroître en cours de journée (cf. annexe 3 pour des explications détaillées).

[44] Les futures VIX et S&P se négocient dans le même sens en raison de leur corrélation négative.

Il ressort que :

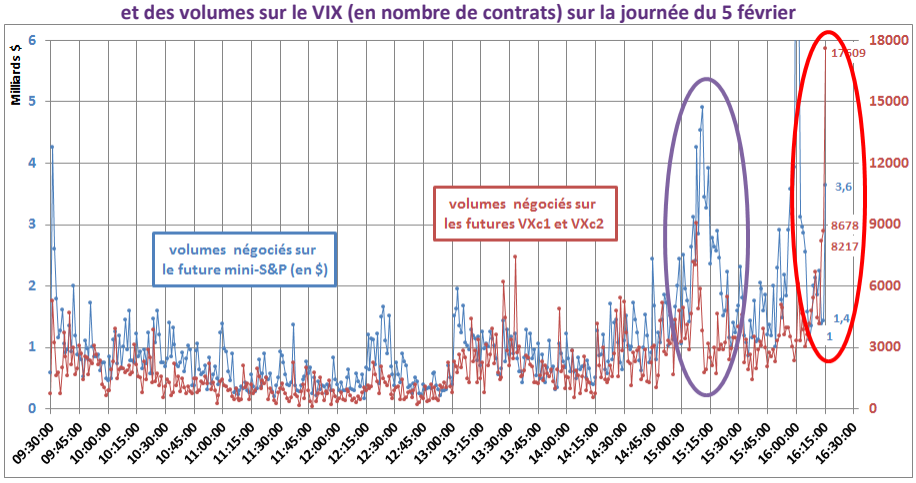
- Un premier mini-flash-crash est observé entre 15h00 et 15h15. Le ratio augmente alors fortement pour atteindre 2 M$/Future VIX. Cette hausse s'explique par un pic de volume sur le *future* S&P qui est en proportion plus important que celui observé sur le future VIX. **La baisse observée sur le cours du *future* S&P 500 à ce moment est donc principalement causée par l'activité sur le *future* S&P tandis que le VIX suit la tendance**.
- Le ratio évolue ensuite peu jusqu'à la clôture du marché cash et options à 16h00 où un pic est observé, à nouveau tiré par les volumes sur le *future S&P.*
- Sur les trois dernières minutes précédant la clôture du *future* VIX, le ratio s'effondre à nouveau et atteint son point bas de la journée (sous le niveau de 202 k$ par *future* VIX). Une analyse des volumes montre que dans ce cas, cette hausse est générée par une augmentation très forte des volumes sur le future VIX avec près de 35 000 contrats échangés sur ces trois minutes). Dans le même temps, le *future* S&P perd encore 0,7% : **la relation entre cours du *future* VIX et celui du *future* S&P semble s'être inversée sur ces quelques minutes. Et malgré le caractère bref de cette inversion, compte tenu de l'importance des volumes, l'impact sur le *future* S&P semble avoir été significatif.**

Graphique 14 : Évolution du ratio notionnel échangé sur le *future* S&P par *futures* VIX négociés
Le 5 février entre 14h00 et 16h15



Source : Thomson-Reuters

Graphique 15 : Évolution des volumes échangés sur le future S&P (en notionnel)
et des volumes sur le VIX (en nombre de contrats) sur la journée du 5 février



Source : Thomson-Reuters

En conclusion, les volumes négociés sur le *future* VIX ne semblent pas avoir été en mesure d'avoir un impact significatif sur l'évolution du *future* S&P pendant l'essentiel de la journée du 5 février en-dehors des trois dernières minutes de cotation du *future* VIX (i.e. entre 16h12 et 16h15) où la relation a pu s'inverser ; sur cette période, le *future* S&P a perdu 0,7% (sur une baisse de 5,5% sur l'ensemble de la journée).

3.3. IMPACT DES AUTRES PRODUITS SUR VOLATILITÉ : UN RISQUE À CE STADE NON RÉALISÉ

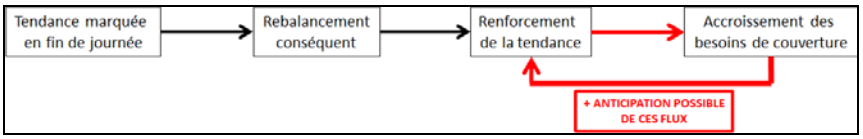
Lors de la journée du 5 février, il n'apparaît pas que les autres produits utilisant la volatilité dans leur stratégie décrits plus hauts aient joué un rôle. On peut noter que les stratégies d'investissement misant implicitement sur la volatilité, à la différence des ETP sur VIX, ont des stratégies diverses, et qu'ainsi elles ne peuvent conduire à des réallocations au même rythme (en particulier, pas quotidiennement). Néanmoins, la plupart de ces fonds, par exemple les fonds *risk parity*, sont par nature procyclique, car leur stratégie consiste à vendre leurs actifs risqués quand la volatilité s'accroît.

À la différence des ETP VIX, l'impact des autres produits ciblant la volatilité dans les mouvements du VIX et du S&P semble difficilement quantifiable à ce stade. Cependant, l'ampleur des encours de tous les produits utilisant dans leur stratégie des cibles de volatilité ou des produits sur volatilité doit être un point d'attention pour le futur. **Leur procyclicité signifie que de nouvelles turbulences sur la volatilité peuvent entraîner des mouvements de rebalancement d'une ampleur importante.**

Au final, cet événement met en évidence les risques que font porter les stratégies *short* volatilité, qui recouvrent non seulement des stratégies purement optionnelles (type options vanilles ou produits structurés), mais également des produits « inverse » comme l'ETN XIV. En effet, **en cas de retournement brutal des marchés, de telles stratégies peuvent amplifier les mouvements de cours déjà existants selon un processus auto-réalisateur** :

- les flux de couverture sont croissants avec la tendance, augmentant ainsi leur taux d'emprise sur le marché du sous-jacent (annexe 2) ;
- certains acteurs peuvent chercher à tirer profit de ces flux de couverture, en intervenant en amont de la clôture dans le sens de la tendance pour les revendre ensuite aux acheteurs naturels. Ils exacerbent de cette manière la tendance et accroissent les volumes devant être exécutés par les produits à stratégie *short* volatilité.

Graphique 16 : Boucle de rétroaction négative observée sur le VIX sur la journée du 5 février



Ce type d'événement de marché ne contribue *in fine* pas au processus de formation des prix, car ces mouvements de cours sont davantage liés à des effets mécaniques qu'à des décisions motivées par les fondamentaux et **peuvent donc nuire bon fonctionnement des marchés**.

Ainsi, l'augmentation des encours des stratégies *short* volatilité appelle à une certaine vigilance, et attire l'attention sur **l'utilité de mécanismes de protection contre les variations des cours les plus aberrantes de type coupe-circuits.**

4. DES SOUPÇONS DE MANIPULATION DE MARCHÉ SUR LE *FUTURE* VIX LIÉE À SA MÉTHODOLOGIE DE CALCUL

Suite à la chute brutale du titre XIV, un lanceur d'alerte, qui aurait occupé « *une position senior au sein de l'une des plus grandes entreprises d'investissement internationales* », se serait manifesté auprès du régulateur américain pour dénoncer des manipulations de cours récurrentes sur le *future* VIX. Ces manipulations auraient pour objet d'influencer le cours de compensation du *future* à son expiration. Elles auraient permis de générer des centaines de millions de dollars de profits, et donc autant de pertes pour les contreparties.

La manipulation serait rendue possible grâce à la méthodologie utilisée par le CBOE pour ce calcul. Une telle manipulation semble peu probable sur l'indice français VCAC et sur l'indice pan-européen VSTOXX.

4.1. MODALITÉ DE CALCUL ET SCHÉMA MANIPULATOIRE SUPPOSÉ

Si l'indice VIX est calculé en continu en utilisant les cotations des options de sous-jacent l'indice S&P 500, le cours de compensation final du *future* VIX est quant à lui calculé à partir du prix des transactions négociées à l'ouverture du marché des options (**« opening prices »**) le jour de l'expiration (le calcul est donc effectué à partir d'un unique point dans le temps). Cet *opening price* est calculé via une procédure spéciale mise en place précisément à cette occasion : l'« Hybrid Opening System ».

Les règles relatives à cette procédure sont les suivantes:

- Les options prises en compte dans le calcul de la valeur de *settlement* du *future* sont celles négociées sur le CBOE uniquement.
- Ce sont les prix de transaction à l'ouverture (opening prices) qui sont pris en compte dans le calcul de la valeur de settlement du *future*.
- Si aucune transaction n'est négociée, c'est le premier *mid-quote* diffusé immédiatement après l'ouverture qui est utilisé.
- Les cotations des markets-makers flaggées « OPG » (i.e. ordres qui ne sont valides que pendant la phase d'ouverture) sont automatiquement annulées en cas de non-négociation. C'est pourquoi les règles du CBOE précisent que « les cotations diffusées par le CBOE immédiatement après la fin de cette procédure peuvent différer de celles diffusées lors de la procédure Hybrid Opening System. ».

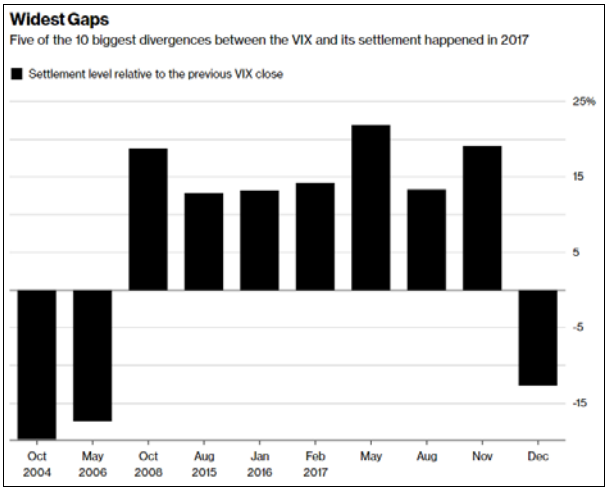
Plusieurs études[45] et articles auraient déjà mis en évidence par le passé le comportement suspect du *future* VIX le jour de l'expiration (cf. graphiques 17 et 18 ci-dessous). Selon le lanceur d'alerte, la manipulation serait d'autant plus facile et peu risquée qu'elle n'implique pas nécessairement de traiter effectivement des options, mais simplement de placer des ordres pour réussir à manipuler le marché (cf. ci-dessus).

[45] Voir Griffin J., A. Shams (2017), « Manipulation in the VIX ? », The Review of Financial Studies, Volume 31, Issue 4, 1 April 2018, Pages 1377–1417.

Graphique 17 : illustration d'une manipulation supposée du *future* VIX sur une expiration

Source : Bloomberg

Graphique 18 : illustration de la récurrence supposée des manipulations de cours du *future* VIX sur plusieurs expirations



Source : Bloomberg

4.2. CE SCHÉMA MANIPULATOIRE EST-IL POSSIBLE EN FRANCE OU EN EUROPE ?

Concernant la France, Euronext diffuse un indice tout à fait similaire au VIX, le VCAC, dont la méthodologie de calcul est identique à celle utilisée pour le VIX[46]. Le VCAC n'étant toutefois pas le sous-jacent de contrats dérivés listés, **un schéma manipulatoire de l'indice VCAC similaire à celui supposé pour le VIX est donc exclu.** Plus généralement, aucun produit n'est indexé à cet indice[47], **ce qui écarte a priori toute possibilité de tirer profit d'une éventuelle manipulation de l'indice.**

En Europe, l'indice de référence de mesure de volatilité implicite est l'indice VSTOXX (« EURO STOXX 50 Volatility Index ») qui est basé sur les cotations des options de sous-jacent l'indice Eurostoxx 50 et a également pour

[46] https://www.euronext.com/fr/content/indices-de-volatilit%C3%A9 : « Les indices AEX® Volatility, BEL 20® Volatility et CAC 40® Volatility seront calculés à partir de la méthodologie VIX®, un indicateur financier pour le marché américain basé sur les prix des options sur l'indice S&P500 cotées sur le CBOE. Cette méthodologie est utilisée aujourd'hui comme une référence pour de nombreux indices de volatilité et est devenu un standard dans le monde. »

[47] Vérification faite à partir des référentiels de l'AMF, notamment FIRDS à partir de janvier 2018.

maturité 30 jours glissants. Bien que théoriquement « co-développé par Deutsche Börse et Goldman Sachs », l'indice VSTOXX semble reprendre précisément la méthodologie du VIX.

L'indice VSTOXX est quant à lui le sous-jacent de produits dérivés listés liquides (options et *futures*) qui sont cotés sur l'Eurex. En 2017, 13,4 M de contrats *futures* VSTOXX ont été négociés sur l'Eurex (soit un notionnel de 22,8 Mds €) ainsi que 8 M de contrats optionnels (16,5 Mds €).

Le cours de compensation final du ***future* VSTOXX** est calculé à partir de la moyenne des cours de l'indice VSTOXX constatés entre 11h30 et 12h00. **L'indice étant calculé toutes les 15 secondes, ce sont 61 points qui sont utilisés pour le calcul de prix de settlement final du *future* (contrairement à un point unique pour le VIX).** Étant donné la liquidité des options sur Eurostoxx 50 sur cette période de la journée, **il apparaît donc beaucoup plus difficile et coûteux de manipuler le *future* VSTOXX.**

ANNEXE 1 : FORMULE DE CALCUL DU VIX

L'indice VIX est une mesure instantanée du risque de marché qui est implicitement perçu par les investisseurs. Pour une maturité donnée, il est calculé sur la base des cotations de l'ensemble des options de cette maturité et synthétise l'ensemble de l'information en une unique valeur. L'indice VIX étant de maturité glissante 30 jours, le calcul est effectué en interpolant les deux maturités listées encadrant cette maturité théorique.

Formule de calcul de l'indice VIX pour une maturité donnée

$$\sigma^2 = \frac{2}{T}\sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT} Q(K_i) - \frac{1}{T}\left[\frac{F}{K_0} - 1\right]^2$$

σ : valeur de l'indice VIX
T : durée jusqu'à l'expiration (en jours calendaires)
F : prix Forward de l'indice calculé à partir des prix d'options (formule de la parité call-put)
R : taux d'intérêt sans risque
K_0 : Premier prix d'exercice sous le prix Forward
K_i : $i^{ème}$ prix d'exercice sous le prix Forward (options en dehors-de la monnaie seulement)
$Q(K_i)$: *mid-price* de l'option

ANNEXE 2 : MÉCANISME DE TRANSMISSION MARCHÉ DERIVÉS - MARCHÉ CASH

Les produits dérivés sont souvent présentés comme des instruments de couverture mis à la disposition des investisseurs, mais en réalité ces risques sont transférés ou externalisés à d'autres contreparties, qui accumuleront donc une position de type « short volatilité », qu'elles couvrent dynamiquement (généralement quotidiennement).

Cette annexe vise à expliciter par quel mécanisme ce transfert de risques peut se traduire, en cas de retournement des marchés, en boucles de rétroactions négatives.

1. MARCHÉ DE LA VOLATILITÉ IMPLICITE

La volatilité financière mesure la dispersion ou la variabilité du prix ou rendement d'un actif dans le temps. En pratique, on la calcule en analysant la volatilité historique (écart-type des rendements d'un actif sur un intervalle de temps donné) pour obtenir la volatilité effective ou passée, ou en calculant la volatilité implicite à partir du prix des options, qui permet d'observer les anticipations de volatilité d'un actif.

Les méthodes de calculs de prix d'options les plus utilisées (de type Black and Scholes) reposent en partie sur une volatilité implicite[48] : les intervenants de marché doivent en effet prévoir la volatilité future des actifs sous-jacents, tout en se couvrant contre les variations de prix.
La volatilité implicite se retrouve donc dans les tous les instruments de type options « vanilles » (call et put) ainsi que sur tous produits plus complexes, dits « exotiques »[49], qui se retrouvent par exemple dans les fonds à formule[50].

Cela signifie que de très nombreux participants de marché « vendent » ou « achètent » de la volatilité sans utiliser un indice de volatilité comme le VIX. De plus, de nombreux intervenants de marché ont des positions short volatilité en ayant des positions complexes de volatilité, comme les fonds *risk-parity* ou ciblant la volatilité décrits dans le 1.4.

[48] La « volatilité implicite » est un paramètre de tout produit dérivé qui ne varie pas linéairement avec le cours de son sous-jacent : il sert à modéliser l'ensemble des trajectoires possibles que peut suivre le sous-jacent jusqu'à son expiration. Cette trajectoire est souvent représentée sous forme d'arbre binomial (ou un modèle équivalent plus sophistiqué).
[49] Seules les options listées vanilles sont discutées ci-dessous.
[50] Pour ces derniers, la volatilité implicite ne s'exprime généralement pas avec une volatilité unique mais avec une fonction décrivant une « nappe de volatilité ». Les fonds indexés à capital garanti font partie de cette catégorie.

2. LES PARTICIPANTS DE MARCHÉ

Les participants qui interviennent sur le marché des options peuvent être classés en deux grandes catégories :

- **Les clients finaux** sont typiquement des gérants de fonds, qui raisonnent en termes de « prime » d'options, et non de volatilité. Ils utilisent les options, par exemple, à des fins de :
  - **couverture des risques**[51] en achetant des options puts[52] (options de vente) pour se protéger contre une décote du sous-jacent ;
  - **d'amélioration de la performance.** Une stratégie dite d' « *overwriting* » consiste à vendre des options pour encaisser la prime. Ce terme est souvent associé à la vente de calls court-termes (1 à 3 mois) et légèrement *upsides* (102 à 105% selon la maturité) face à une position existante sur le sous-jacent ou sur un indice reflétant une exposition globale sur un marché ; dans ce cas, sa performance est limitée. La vente de *calls upside* sert parfois à financer l'achat d'une couverture en *puts*.
  - **d'investissement avec un fort effet levier en limitant le risque à la prime investie.**

- **Les teneurs de marché** (ou « volatilistes »), qui gèrent leur position optionnelle en termes de « grecs » (delta, gamma, véga, thêta et rho). Ils sont détaillés ci-dessous.

3. RISQUES ASSOCIÉS À UNE POSITION OPTIONNELLE D'UN POINT DE VUE VOLATILISTE : LES « GRECS »

Un participant de marché est dit « volatiliste » s'il couvre sa position directionnelle (son delta) de manière régulière. Généralement, un teneur de marché couvre le delta de chacune de ses transactions individuellement, tandis que le delta lié à la position de la veille n'est couverte qu'une seule fois en fin de journée. Les risques associés à une position optionnelle ne s'exprime qu'indirectement par rapport au cours du sous-jacent à travers ses « grecs » :

- Le **delta** correspond à la variation de cours de l'option en fonction de la variation de cours du sous-jacent. Le delta d'une position optionnelle s'exprime généralement en nombre équivalent de titres sous-jacent (ou en euros en multipliant ce nombre par la valeur du titre sous-jacent). Pour une option individuelle, le delta s'exprime en pourcentage : entre 0 et 100% pour les calls et entre -100% et 0 pour les puts.
- Le **gamma** d'une position optionnelle correspond à la variation du delta de la position en fonction de la variation du cours du sous-jacent. Ce grec traduit le fait que lorsque le cours du sous-jacent varie, le delta de la position s'accroît, la rendant de plus en plus exposée à un risque directionnel. Le gamma d'une option, call ou put, est toujours positif. Il indique que la position est d'autant plus gagnante que le cours du sous-jacent est volatile ; la couverture d'une telle position est contra-cyclique (e.g. si le marché baisse, l'opérateur devra acheter des titres pour revenir à une position delta-neutre).
- Le **véga** correspond à la variation de la valorisation d'une position optionnelle lorsque la volatilité implicite augmente de 1 point.
- Le **thêta** correspond à la perte de valeur d'une option en une journée. Ce grec peut se traduire comme le coût de portage d'une position optionnelle longue gamma.
- Le **rho** correspondant à l'exposition de la position optionnelle à une variation des taux. Il est systématiquement couvert et ne représente généralement qu'un risque résiduel.

[51] « Transfert des risques » serait en fait plus approprié.
[52] Une position short du sous-jacent peut également se couvrir en achetant des calls.

4. IMPACT DES POSTIONS OPTIONNELLES SUR LE MARCHÉ DU TITRE SOUS-JACENT

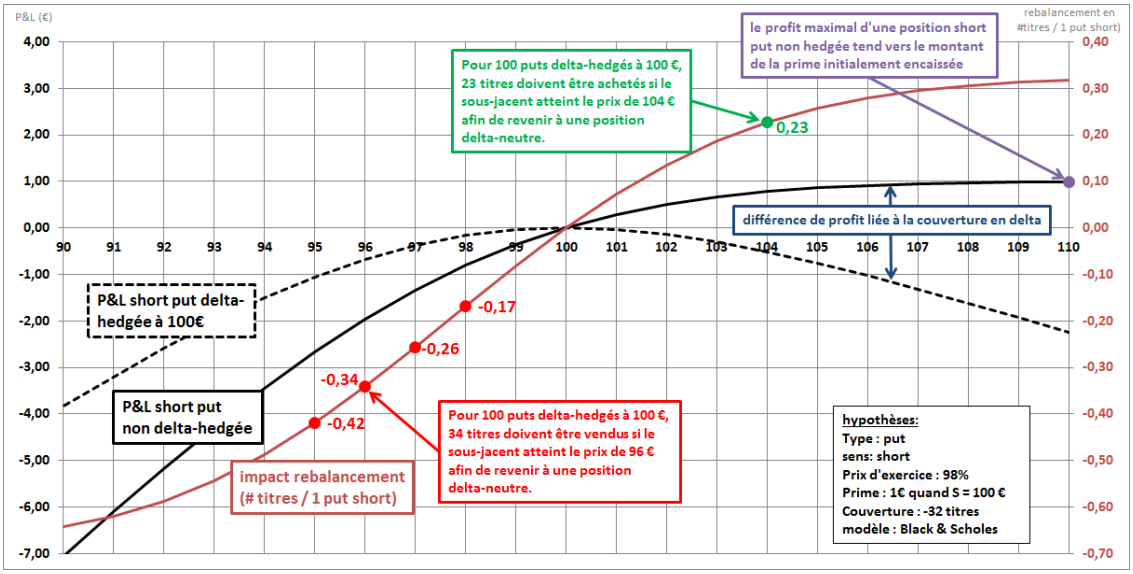
La différence fondamentale entre les clients dits « finaux » et les volatilistes / teneurs de marché est que ces derniers interviennent sur le marché du titre en fin de journée, tandis que les clients finaux ne le font pas ; autrement dit, la somme des couvertures en delta que passent les volatilistes en fin de journée n'est pas contrebalancée par leurs contreparties non volatilistes.

Un marché est dit « *short* volatilité » (ou « *short* gamma ») si la somme des risques en « gamma » de l'ensemble des volatilistes est globalement négative sur un instrument donné. Une telle configuration se reconnaît *ex-post* lorsqu'une tendance de marché se poursuit de manière prononcée sur les dernières minutes de la journée et au fixing de clôture, c'est à dire lorsque les volatilistes couvrent leurs positions. Plus la tendance de marché est nette en fin de journée, plus la couverture des teneurs de marché aura un impact significatif sur les cours en fin de journée (la tendance sera renforcée si le marché est short gamma, et atténuée dans le cas contraire).

Le graphique ci-dessous illustre la position d'un « volatiliste » *short* volatilité, qui a une position *short* d'un *put* de maturité 1 mois, de prix d'exercice égal à 98% du cours du sous-jacent et de volatilité implicite 16%. Ces conditions sont semblables à une position réelle sur l'indice S&P fin janvier 2018 (sur un put). Le graphique présente, toutes choses égales par ailleurs :

- La variation de la valorisation d'une position optionnelle, couverte et non-couverte en delta, en fonction de la variation de cours du sous-jacent (le thêta n'est pas représenté),
- La variation du delta de cette position en fonction de la variation du cours du sous-jacent ; cette courbe explicite ainsi le caractère pro-cyclique d'une position optionnelle qui ne serait couverte qu'en fin de journée, et dont l'impact marché est d'autant plus importante que la variation de cours est importante (le delta varie à peu près linéairement avec la variation du cours du sous-jacent entre -6% et +4%).

Graphique 19 : Variation du profit et de la couverture en delta d'une position optionnelle short 1 put de maturité 1 mois, de prix d'exercice 98% et de volatilité 16% en fonction de la variation du cours du sous-jacent et toutes choses égales par ailleurs.



Cet exemple illustre ainsi par quel mécanisme une couverture de position par un investisseur se traduit par une position « short gamma » du point de vue de sa contrepartie et peut donc avoir un effet accélérateur en cas de baisse des marchés non liée aux fondamentaux : alors que l'investissement initial du client final est de 100 € (pour l'achat de 100 options put), sa contrepartie « volatiliste » doit vendre 32 titres pour se couvrir (3 200 €, correspondant au delta de l'option, calculé à partir d'un modèle Back and Scholes). Puis, toutes choses égales par ailleurs, si le sous-jacent perd 4% sur la journée, alors la pression vendeuse issue de la couverture de sa contrepartie sera de 34 titres (3 264€).

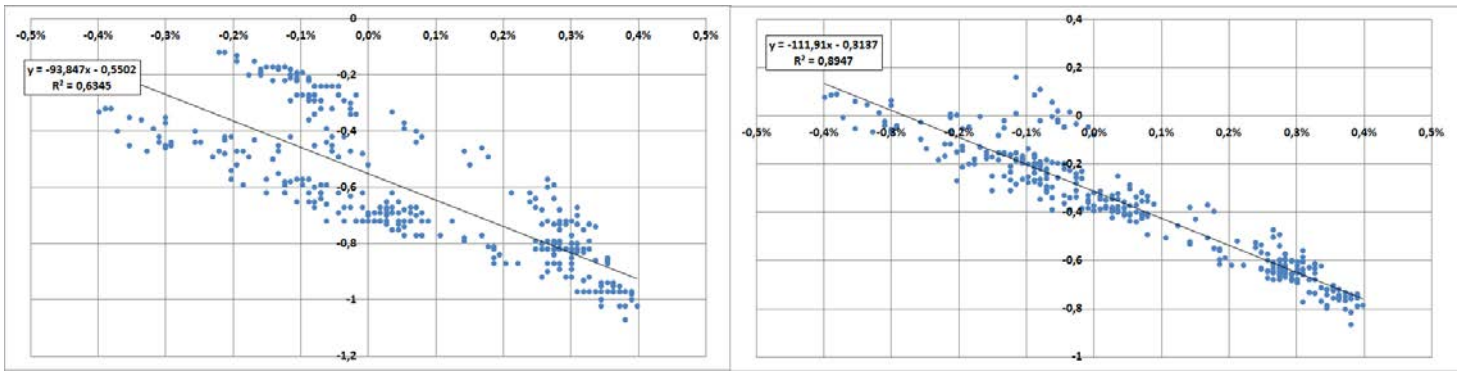
ANNEXE 3 : RELATION LINÉAIRE ENTRE LES VARIATIONS DU FUTURE S&P ET VIX

Nous introduisons dans le corps de la note qu'il existe une relation linéaire entre les futures VIX et S&P visible en cours de journée. Pour représenter cette relation linéaire, il est nécessaire de prendre en compte la baisse continue du future VIX en cours de journée. Cette diminution s'explique notamment par le fait que le niveau du future VIX converge nécessairement vers son indice sous-jacent, les deux devant être égaux à l'expiration du future. Ce mécanisme est analogue à la diminution de la valeur temps des options (le « thêta »).

Les graphiques ci-dessous mettent en évidence la décroissance *intraday* du future VIX, toutes choses égales par ailleurs : le graphique de gauche ci-dessous représente la variation du future VIX en nombre de points par rapport à la variation du future S&P sans prise en compte de ce « thêta » ; dans ce cas la relation linéaire entre les deux futures n'est pas évidente. Lorsqu'on prend en compte une diminution continue du future VIX en cours de journée (ici de 0,45 point), alors la relation linéaire semble bien mise en évidence[53].

Graphique 20 : Variation du future VIX en fonction de la variation du future S&P avec et sans prise en compte d'une décroissance linéaire du future VIX en cours de journée

Sans retraitement | **avec diminution linéaire de 0,45 pt sur la journée**



[53] Concernant la journée du 5 février, la non-prise en compte de ce phénomène ne modifie qu'à la marge les résultats obtenus.