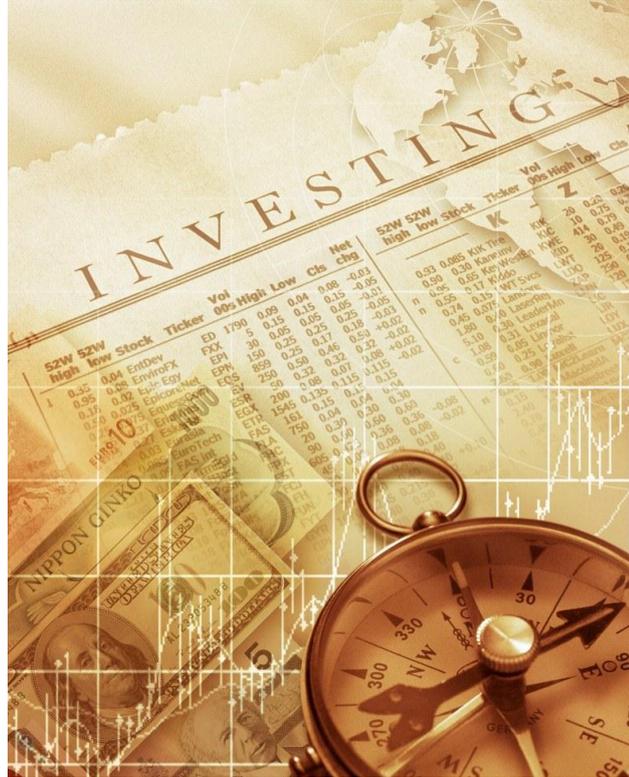


# Produits Structurés

## Construction & Gestion du risque



**Travail de Bachelor réalisé en vue de l'obtention du Bachelor HES**

par :

**Olivier BOUZO**

Conseiller au travail de Bachelor :

**Jean-Michel SAHUT, Professeur HEG**

**Genève, le 17 août 2012**

**Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE)**

**Filière Économie d'entreprise**

## Déclaration

Ce travail de Bachelor est réalisé dans le cadre de l'examen final de la Haute École de Gestion de Genève, en vue de l'obtention du titre du Bachelor HES. L'étudiant accepte, le cas échéant, la clause de confidentialité. L'utilisation des conclusions et recommandations formulées dans le travail de Bachelor, sans préjuger de leur valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur, ni celle du conseiller au travail de Bachelor, du juré et de la HEG.

« J'atteste avoir réalisé seul le présent travail, sans avoir utilisé des sources autres que celles citées dans la bibliographie. »

Fait à Genève, le 17 août 2012

Olivier BOUZO

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier M. Jean-Michel Sahut, conseiller attitré de ce mémoire, qui a su me guider tout au long de l'élaboration de mon travail. Ses critiques ainsi que ses conseils m'ont permis d'avancer efficacement afin d'aboutir à l'étude de la problématique.

J'aimerais également remercier M. Laurent Samsam Bakhtiari et M. Adrien Chardon d'avoir apporté un regard professionnel à mon étude. De même, je suis reconnaissant à M. Damien Ackerer et à M. David Morton de la Chapelle pour leur support dans le domaine de la gestion du risque, et notamment pour leurs conseils lors de l'implémentation des simulations de Monte-Carlo.

Je souhaite également exprimer une profonde gratitude à l'ensemble du corps professoral de la Haute École de Gestion de Genève. En effet, sans ces quatre années de formation, cet ouvrage n'aurait pu voir le jour et je n'aurais pu prétendre aboutir à l'élaboration d'une telle étude.

Finalement, un grand merci à tous mes proches et plus particulièrement à mon amie et mes parents, qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus académique.

# Sommaire

Les produits structurés se sont énormément développés au cours des dix dernières années. Toutefois, hormis leur potentiel de rendement plutôt élevé, ils sont souvent méconnus du grand public et associés à de purs produits spéculatifs. De ce fait, ils véhiculent une mauvaise image auprès des investisseurs. Or, nous verrons que les produits structurés englobent une quantité importante d'actifs, dont des produits purement spéculatifs, mais qu'il existe également des produits destinés à des investisseurs désirant préserver leur capital.

Ces produits, rentables pour les banques, comportent des risques importants et non négligeables qui ne sont pas toujours clairement expliqués aux investisseurs. Ceci provient du fait que, dans certains cas, même le gestionnaire qui les vend ne comprend pas le contenu du produit. L'objectif de ce travail est donc de comprendre la composition ainsi que la construction des produits structurés et plus particulièrement des produits d'optimisation de la performance.

Nous commencerons notre étude par une présentation globale des produits structurés. Ceci permettra de les placer dans leur contexte et de présenter les principales caractéristiques de ce type d'actif. Dans un second temps, nous nous pencherons plus en détail sur les Reverses Convertibles. Nous tâcherons d'examiner le profil de paiement à l'échéance, puis la partie dérivée ainsi que la partie titre du produit. Ensuite, nous nous consacrerons aux méthodes d'évaluation financières et de gestion du risque. Le chapitre 2 sera consacré à la présentation des deux principales méthodes d'évaluation d'options financières, le modèle binomial et le modèle de Black, Scholes & Merton. Puis, les chapitres 3 et 4 parcourront les risques liés à la finance ainsi que les outils de gestion du risque. Ces quelques notions nous seront indispensables afin d'effectuer la suite de notre étude.

La dernière partie sera consacrée à la mise en pratique des théories parcourues précédemment. Le but sera donc de reconstruire une Reverse Convertible et calculer le prix théorique de celle-ci, ainsi que la VaR à maturité. Ceci nous permettra d'analyser nos données avec celles du marché pour comprendre comment les banques attribuent un prix à ses produits. Finalement, le calcul de la Value-at-Risk nous permettra de prendre conscience du risque encouru par les investisseurs en fonction des situations de marché à l'échéance du produit.

# Table des matières

Déclaration.....	i
Remerciements .....	ii
Sommaire.....	iii
Table des matières.....	iv
Liste des Tableaux .....	vi
Liste des Figures.....	vii
Introduction .....	1
<b>1. Les produits structurés.....</b>	<b>2</b>
1.1 Qu'est-ce qu'un produit structuré ? .....	2
1.2 Les principaux avantages .....	3
1.3 La classification des produits structurés .....	5
1.4 Les produits d'optimisation de la performance.....	6
1.5 Les Reverses Convertibles .....	6
1.5.1 La partie titre du produit .....	8
1.5.2 La partie dérivé du produit .....	9
<b>2. Méthodes d'évaluation des options financières .....</b>	<b>10</b>
2.1 Les déterminants de la valeur d'une option .....	10
2.1.1 La valeur intrinsèque (VI).....	10
2.1.2 La valeur temps (VT) .....	11
2.1.3 Synthèse des facteurs déterminants la valeur des primes.....	11
2.2 Les modèles d'évaluation .....	12
2.2.1 Black, Scholes & Merton (1973).....	12
2.2.2 Cox, Ross & Rubinstein (1979).....	14
<b>3. Le risque.....</b>	<b>16</b>
3.1 Processus de gestion du risque.....	16
3.2 Risque de marché.....	17
3.3 Risque de crédit.....	17
3.4 Risque de liquidité.....	18
3.5 Risque de change .....	19

3.6	Risque de contrepartie .....	19
3.7	Risque de modèle .....	19
3.8	Risque opérationnel .....	20
<b>4.</b>	<b>Les outils de mesure du risque .....</b>	<b>21</b>
4.1	La volatilité.....	21
4.2	Les Grecques .....	22
4.3	La Value-at-Risk.....	23
4.3.1	<i>Définition de la VaR</i> .....	23
4.3.2	<i>La VaR historique</i> .....	24
4.3.3	<i>La VaR par simulation de Monte–Carlo</i> .....	25
4.3.4	<i>La VaR Paramétrique</i> .....	25
4.3.5	<i>VaR absolue vs relative</i> .....	26
4.3.6	<i>La VaR Conditionnelle (C-VaR ou Expected Shortfall)</i> .....	27
4.3.7	<i>L'incrémental VaR</i> .....	27
4.3.8	<i>Analyse de scénarios (Stress Test)</i> .....	28
<b>5.</b>	<b>Analyse d'une Reverse Convertible .....</b>	<b>29</b>
5.1	Etape 1 : Récolte des données .....	29
5.2	Etape 2 : Volatilités historiques du sous-jacent .....	32
5.3	Etape 3 : Construction de la Reverse Convertible.....	33
5.4	Etape 4 : Prix théorique et VaR du produit .....	39
<b>6.</b>	<b>Présentations des résultats obtenus et recommandations .....</b>	<b>42</b>
6.1	Présentation et analyse des résultats .....	42
6.2	Recommandations personnelles .....	46
	<b>Conclusion.....</b>	<b>47</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>48</b>
	<b>Annexe 1 Détail du produit.....</b>	<b>50</b>
	<b>Annexe 2 Taux d'intérêt à court terme suisse .....</b>	<b>53</b>
	<b>Annexe 3 Tutoriels fichiers MS Office Excel.....</b>	<b>54</b>
	<b>Annexe 4 Matrice des émetteurs de produits structurés .....</b>	<b>58</b>
	<b>Annexe 5 Matrice des sous-jacents.....</b>	<b>58</b>

## Liste des Tableaux

Tableau 1	Prix Spot vs Prix d'exercice.....	10
Tableau 2	Facteurs influençant le prix des options .....	11
Tableau 3	Volatilités historiques .....	30
Tableau 4	Volatilités historiques calculées .....	30
Tableau 5	Arbre du sous-jacent.....	34
Tableau 6	Arbre de l'option Put .....	35
Tableau 7	Évaluation de l'option en temps discret.....	36
Tableau 8	Évaluation de l'option en temps continu .....	37
Tableau 9	Prime de l'option Put.....	42
Tableau 10	Prix & VaR Monte-Carlo I.....	43
Tableau 11	Prix & VaR Monte-Carlo II.....	43

## Liste des Figures

Figure 1	Évolution des produits structurés entre 1995 et 2011.....	2
Figure 2	Grille directionnelle des perspectives de marché.....	4
Figure 3	Profil de paiement à maturité d'une Reverse Convertible.....	7
Figure 4	Construction d'une Reverse Convertible.....	8
Figure 5	Arbre de l'action à deux périodes.....	14
Figure 6	Arbre de l'option à deux périodes.....	15
Figure 7	Illustration graphique de la VaR.....	24
Figure 8	Illustration graphique de la VaR absolue vs relative.....	26
Figure 9	Illustration graphique de la C-VaR.....	27
Figure 10	Taux d'intérêt à court terme (LIBOR 3 mois).....	31
Figure 11	Cours Adecco 15.01.1990 – 27.07.2012.....	32
Figure 12	Profil de paiement de la Reverse Convertible.....	38
Figure 13	Simulation prix du sous-jacent.....	40

# Introduction

La finance traverse actuellement une des plus grandes crises de son histoire, qui a commencé par la crise des « suprimés » en 2008 et qui ne cesse de continuer sur toute la zone euro avec la crise de la dette souveraine. Malgré tout cela, les institutions financières continuent d'émettre une quantité astronomique de produits tels que les produits structurés dont le contenu n'est à ce jour pas exactement connu de tous les investisseurs.

Tout d'abord, le terme de produits structurés est très vaste et peut englober une quantité énorme de produits financiers. La première question à développer de connaître la manière dont ces produits sont catégorisés. Nous verrons que la classification de ceux-ci est récente et en constante évolution. Dans un deuxième temps, il est intéressant de se pencher sur la construction de ses produits. Afin de comprendre le fonctionnement du produit, cette étape est indispensable pour déterminer à quel risque il est lié et de quoi il est composé.

Finalement, nous nous intéresserons au prix ainsi qu'au risque lié à ce type de produit. Nous tâcherons donc d'évaluer un produit commercialisé afin de pouvoir le comparer au prix du marché et ainsi comprendre la manière dont les émetteurs calculent le prix d'émission de celui-ci. Par ailleurs, la gestion du risque des produits structurés est relativement récente bien que les actifs et options qui les composent existent depuis de nombreuses années. Comment évaluer et gérer le risque des produits structurés ? Nous parcourons quelques méthodes de gestion et de mesure du risque en finance, puis nous verrons comment les implémenter aux produits structurés.

Au vu de la diversité des produits structurés sur le marché, nous avons été contraints, dans le cadre de cet ouvrage, de nous concentrer uniquement sur une catégorie de produit. Nous présenterons donc brièvement les produits structurés (en général), puis nous tâcherons d'analyser plus en détails les produits d'optimisation de la performance et plus précisément, la construction ainsi que la gestion du risque d'une Reverse Convertible.

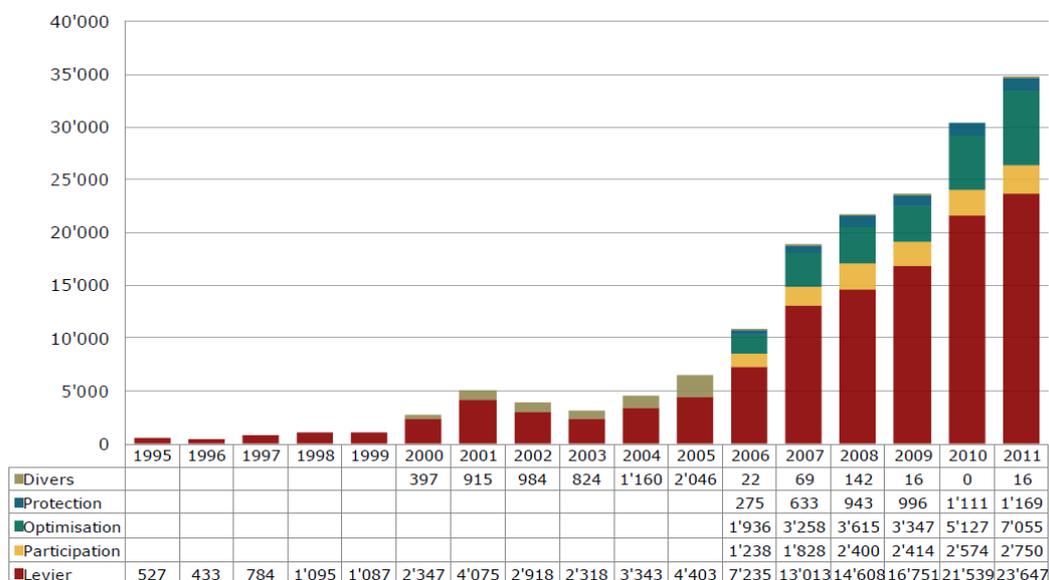
En effet, toutes les catégories de produits sont si différentes de par leurs stratégies et des actifs qui les composent que nous ne pourrions-nous pencher sur le fonctionnement de la totalité d'entre elles. C'est la raison pour laquelle nous présenterons le fonctionnement d'une catégorie uniquement.

# 1. Les produits structurés

Ces dix dernières années, les produits structurés ont connu une croissance tellement spectaculaire que, depuis 2008, la banque nationale suisse collecte des données détaillées sur ceux-ci, afin d'entre autre, établir des statistiques. Leur succès provient du fait qu'ils constituent une bonne alternative aux autres produits (actions et obligations traditionnels), qui de nos jours, sont devenus plus risqués et peu rémunérateurs. De plus, les produits structurés sont construits de façon à obtenir le rapport rendement/risque désiré par l'investisseur.

Figure 1

## Évolution des produits structurés entre 1995 et 2011



Source : SIX Swiss Exchange, Derivative Partners Research AG

### 1.1 Qu'est-ce qu'un produit structuré ?

« Les produits structurés sont des instruments d'investissement proposés sur le marché public par un émetteur (de titres) et dont la valeur de remboursement dépend de l'évolution d'un ou plusieurs sous-jacents. Les produits structurés peuvent par exemple reposer sur des actions, des intérêts, des devises ou encore des matières premières telles que l'or, le pétrole brut, le cuivre ou le sucre.»<sup>1</sup>. L'investissement financier peut être composé d'une action, d'une obligation ou d'une devise à laquelle

<sup>1</sup> Association Suisse des Produits Structurés (ASPS), *Investir avec succès dans les produits structurés*, Brochure d'informations, p.3

nous attachons un produit dérivé. Le produit dérivé utilisé sera soit une option classique de 1ère génération (généralement lorsque le produit porte sur un seul sous-jacent) ou une option de 2<sup>ème</sup> génération, dite « exotique » (généralement lorsque le produit est composé d'un panier de sous-jacent ou qu'il possède une barrière). Il est toutefois important de relever que certain type de produits tels que les produits à levier peuvent être composés d'une combinaison d'option.

La Banque Cantonale Vaudoise définit les profils de rendements des produits selon les deux catégories suivantes. Nous parlons de profil de rendements symétrique ou linéaire lorsque la partie dérivée du produit reproduit le profil de rendement du titre sous-jacent et de profil de rendements asymétriques ou non-linéaires lorsque nous combinons plusieurs instruments dérivés.

Les produits structurés sont des papiers-valeurs titrisés qui possèdent un numéro de valeur et qui sont émis et négociés sur les marchés financiers. Cela signifie donc que l'acheteur de ce type de produits est exposé au risque de contrepartie en cas de défaut de l'émetteur.

En se référant à l'article 5 de Loi fédérale sur les placements collectifs de capitaux (LPCC), les produits structurés peuvent être offerts au public en Suisse ou à partir de la Suisse, à conditions qu'ils soient émis par une banque, une assurance ou un négociant en valeurs mobilières. Par ailleurs, l'émetteur doit fournir un prospectus simplifié qui décrit brièvement le produit en mentionnant, entre autre, les risques de pertes supportées par l'investisseur. Le prospectus doit être rédigé de manière compréhensible pour l'investisseur moyen et mentionner qu'il n'est pas soumis à l'autorisation de la FINMA.

## **1.2 Les principaux avantages**

Grâce à la multitude de stratégie qui est proposée, les produits structurés permettent de placer de l'argent, quelle que soit la vision du marché des investisseurs. Les actifs financiers classiques permettent de générer des rendements positifs uniquement en cas de hausse du prix, alors que les produits structurés offrent des rémunérations intéressantes bien que le marché soit stable ou en baisse.

De plus, les produits structurés s'adaptent également à tous les profils de risque. L'investisseur a le choix de protéger son capital de manière totale, partielle ou de ne pas le protéger.

Les spéculateurs s'intéressent davantage aux produits à levier alors que les investisseurs plus prudents se concentrent sur des produits de protection du capital, qualifiés comme moins risqués. Les investisseurs désirant un rendement légèrement supérieur au marché avec une prise de risque limitée optent pour un produit de participation ou d'optimisation du capital. Ci-dessous, vous trouverez une grille directionnelle des catégories de produits en fonction des perspectives de marché de l'investisseur établie par la Banque Cantonale Vaudoise :

**Figure 2**

**Grille directionnelle des perspectives de marché**

Marché	Baissier	Légèrement baissier	Stable	Légèrement haussier	Haussier	Incertitudes
<b>Les produits de protection du capital</b>						
Protection du capital sans plafond à la hausse						
Protection du capital sans plafond à la baisse						
Protection du capital avec plafond à la hausse						
Protection du capital avec plafond à la baisse						
Protection du capital avec coupon <i>Magnet</i>						
Protection du capital avec coupon <i>Binaire</i>						
Protection du capital avec <i>Knock-Out à la hausse</i>						
Protection du capital avec <i>Knock-Out à la baisse</i>						
Protection du capital avec coupon <i>Range</i>						
<b>Les produits d'optimisation de la performance</b>						
Certificats <i>Discount</i>						
Reverse Convertibles						
Barrier Reverse Convertibles à <i>barrière Continue</i>						
Barrier Reverse Convertibles à <i>barrière In Fine</i>						
Barrier Reverse Convertibles <i>Protec</i>						
Barrier Reverse Convertibles <i>Callable</i>						
Certificats <i>Capped-Outperformance</i>						
Certificats <i>Express Trigger</i>						
Certificats <i>Express Autocall</i>						
Certificats <i>Capped Bonus</i>						
<b>Les produits de participation</b>						
Certificats <i>Tracker</i>						
Certificats <i>Tracker Momentum</i>						
Certificats <i>Bonus</i>						
Certificats <i>Twin-Win</i>						
<b>Les produits avec effet de levier</b>						
Warrants <i>Call</i>						
Warrants <i>Put</i>						

Source : [www.bcv.ch](http://www.bcv.ch)

Finalement, le marché des produits structurés offre à un certain nombre d'investisseur la possibilité de traiter des produits auxquels ils n'ont pas accès directement. Les marchés d'actions exotiques (pays émergents), les revenus fixes, certaines catégories de fonds alternatifs (Hedge funds) et les matières premières sont toutes des catégories d'investissement dont l'accès est souvent restreint à des investisseurs qualifiés. Ces derniers bénéficient donc d'un outil supplémentaire qui leur permet de diversifier davantage leur portefeuille et de s'exposer à de nouveaux marchés tout en conservant des positions très liquides.

### **1.3 La classification des produits structurés**

Afin de déterminer et de clarifier quelles sont les catégories et sous catégories des produits structurés, l'Association Suisse des Produits Structurés a établi en 2006 une liste qui vous est présentée ci-dessous.

#### **Produit d'investissement**

##### **11. Protection du capital**

(1100) Certificat de protection du capital avec participation

(1110) Certificat de conversion

(1130) Certificat de protection du capital avec barrière

(1140) Certificat de protection du capital avec coupon

##### **12. Optimisation de la performance**

(1200) Certificat Discount

(1210) Certificat Discount avec barrière

(1220) Reverse Convertible

(1230) Barrier Reverse Convertible

(1260) Certificat Express

##### **13. Participation**

(1300) Certificat Tracker

(1310) Certificat Outperformance

(1320) Certificat Bonus

(1330) Certificat Outperformance Bonus

(1340) Certificat Twin-Win

##### **14. Produits d'investissement avec débiteur de référence**

(1410) Certificat de débiteur de réf. avec protection conditionnelle du capital

(1420) Certificat de débiteur de réf. avec optimisation de la performance

(1430) Certificat de débiteur de réf. avec participation

#### **Produit à levier**

##### **21. Levier sans Knock-out**

(2100) Warrant

(2110) Spread Warrant

##### **22. Levier avec Knock-out**

(2200) Warrant avec knock-Out

(2210) Mini-Future

## **1.4 Les produits d'optimisation de la performance**

Les produits d'optimisation de la performance sont principalement destinés aux investisseurs qui anticipent une stagnation, voire une légère baisse des marchés durant la vie du produit. En effet, l'investisseur participe à l'évolution du support jusqu'à un certain point appelé le « cap ». Le produit offre un coupon ou un escompte sur le support qui permet de compenser la non-participation à la totalité de l'évolution du sous-jacent. Le coupon est payé indépendamment du prix du sous-jacent et peut être plus élevé si le produit porte sur plusieurs sous-jacents car le risque devient plus accru.

Certains produits ont également des barrières (européennes ou américaines) que le ou les supports ne doivent pas dépasser. Les barrières européennes ne doivent être dépassées qu'à l'échéance du produit contrairement aux barrières américaines qui ne peuvent être dépassées à aucun moment de la durée de vie du produit.

Si le prix du sous-jacent devient inférieur au prix d'exercice ou à la barrière, la perte pour l'investisseur sera équivalente à un investissement direct dans le sous-jacent car il sera remboursé par le versement du sous-jacent ou un montant cash équivalent.

L'Association Suisse des Produits Structurés définit cinq sous-catégories de produits d'optimisation de la performance ; les Certificats Discount avec ou sans barrière (1200 & 1210), les Reverses Convertibles avec ou sans barrière (1220 & 1230), et les Certificats Express (1260). Ces cinq sous-catégories divergent peu en termes de prévisions et caractéristiques. Les différences se situent aux niveaux des conditions de remboursement à l'échéance et de l'aversion aux risques des investisseurs.

Les caractéristiques principales sont que les possibilités de gains sont limitées et que le risque de perte est toujours inférieur à un investissement direct dans le sous-jacent.

## **1.5 Les Reverses Convertibles**

Les Reverses Convertibles bénéficient d'un fort succès auprès des investisseurs. Ce succès provient du fait que la majorité de ces produits proposent un coupon élevé qui attire les investisseurs. Ce coupon est composé de la prime de l'option et de l'intérêt pur. Toutefois, en finance, tout rendement élevé est lié à un risque de même nature. Ces produits sont certes très rémunérateurs, mais peuvent parfois engendrer d'importantes pertes en capital.

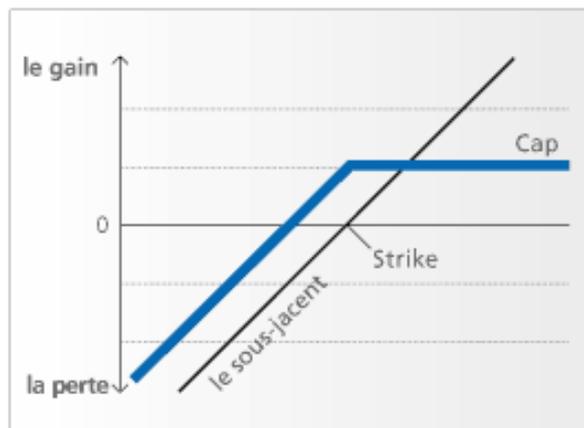
Le coupon est garanti et versé à l'échéance. Le capital investi est remboursé pour autant que le cours du support soit supérieur au prix d'exercice à la date du fixing final. Dans le cas contraire, l'investisseur reçoit les titres sous-jacents en fonction du ratio du

produit. En procédant ainsi l'investisseur profite de la volatilité implicite du sous-jacent mais le désavantage est le risque que le remboursement soit sous forme de titre.

La stratégie d'un investissement est similaire à celle de la vente d'une option Put. D'ailleurs comme nous pouvons le constater sur l'image ci-dessous, le profil de paiement à l'échéance est identique.

**Figure 3**

**Profil de paiement à maturité d'une Reverse Convertible**



Source : <http://www.svsp-verband.ch>

Comme mentionné précédemment, ces produits sont principalement destinés à des investisseurs qui anticipent une stagnation ou légère baisse du marché. Cependant, les Reverses Convertibles peuvent, de par leur stratégie d'investissement, intéresser des investisseurs qui estiment que le prix du sous-jacent est sous-évalué et que, au vu du potentiel d'évolution du titre support, le prix d'exercice est un prix d'achat cohérent avec la valeur de l'entreprise.

Les Reverses Convertibles ont une échéance variant généralement de 1 à 3 ans maximum. Au vu de la diversité des sous-jacent dans les produits (actions, obligations, panier d'actions, taux de change, devises, etc.), il faut être particulièrement attentif à la composition de celui-ci afin de cibler les principaux risques auxquels le détenteur est exposés.

La construction d'une Reverse Convertible s'effectue telle que présenté dans la figure 4 à la page suivante :

**Figure 4**

**Construction d'une Reverse Convertible**



*Source : Image original*

Comme mentionné dans l'introduction, les Reverses Convertibles feront l'objet d'une analyse détaillée. Pour ce faire, nous allons reproduire la construction d'une Reverse Convertible commercialisée sur le marché suisse. Cette dernière a été émise fin mai 2012, en CHF, par la Banque Cantonale Vaudoise avec une échéance à fin janvier 2013 et dont le sous-jacent est la société Adecco. Une fois la construction terminée, nous calculerons la VaR, à maturité du produit afin d'estimer le risque de celui-ci.

### *1.5.1 La partie titre du produit*

Cette partie correspond au sous-jacent de l'option qui est utilisée pour la construction du produit. Sa nature joue un rôle fondamental dans la méthode d'évaluation et la gestion du risque de notre Reverse Convertible. Comme mentionné précédemment, les rendements potentiels ainsi que les risques auxquels les détenteurs s'exposent peuvent être totalement différents, en fonction du type de sous-jacent. En effet, si le sous-jacent est une action, une attention particulière sera portée au risque de marché et le secteur d'activité dans lequel elle évolue sera surveillé. Dans le cas où le sous-jacent est une obligation, notre attention se tournera plutôt vers le risque de crédit et le risque de taux. Enfin, lorsque le sous-jacent est une devise il faudra considérer les décisions politiques comme des facteurs de risque et surveiller la courbe des taux de chaque devise. Ces quelques exemples nous démontrent bien que chaque produit structuré doit être traité de manière appropriée afin d'avoir une bonne visibilité de sa valeur, ainsi que des pertes qu'il peut occasionner. Le sous-jacent conditionne le profil de paiement du produit.

Cet ouvrage, de par la nature du produit qui sera détaillée, se concentrera sur les risques inhérents au marché des actions. Les Reverses Convertibles ont des profils de rendements linéaires et leurs prix disposent d'une forte corrélation avec leurs sous-jacents. C'est la raison pour laquelle il est important d'avoir une bonne estimation du sous-jacent et ainsi obtenir une évaluation satisfaisante de la Reverse Convertible. La référence en matière de mesure du risque des actions est la volatilité, celle-ci sera brièvement présentée au chapitre 4.

### 1.5.2 La partie dérivé du produit

Cette partie permet de résumer brièvement les différents types d'options utilisées dans la construction des Reverses Convertibles. Pour rappel, une option est un contrat qui donne à son détenteur le droit d'acheter ou de vendre une quantité déterminée d'un actif à un prix fixé à l'avance et jusqu'à sa date d'échéance. Les options contenues dans les Reverses Convertibles peuvent autant être des dérivés dites de 1<sup>ère</sup> génération, appelées également « plain-vanilla », que des dérivés de 2<sup>ème</sup> génération, appelées également options exotiques.

En règle générale, si le produit porte sur un seul sous-jacent, l'option utilisée aura tendance à être de 1<sup>ère</sup> génération. Elle correspond à une option classique portant sur une action individuelle. Ces produits ont été les premiers à être commercialisés avant que les émetteurs commencent à développer des produits composés d'options exotiques. En effet, à la suite du marché baissier en 2002, les investisseurs ont ressenti le besoin d'une protection supplémentaire et les émetteurs ont introduit des produits avec barrières.

Ces produits ont été dans les premiers à être construits avec des options exotiques. Ensuite, l'innovation et le développement ont fait que les émetteurs ont commencé à créer des produits portant sur un panier de sous-jacent avec un type d'option appelé « Worst-of », ou encore sur des devises avec des options dites « quanto ». Aujourd'hui, il existe un nombre considérable de combinaison possible pour la construction d'une Reverse Convertible.

Finalement, en pratique, l'évaluation des options financières se fait, soit par le modèle binomial de Cox, Ross et Rubinstein, soit par le modèle de Black, Scholes & Merton. La gestion du risque est, quant à elle, gérée par les « grecques ». Ces concepts seront détaillés dans la suite de l'étude.

## 2. Méthodes d'évaluation des options financières

Ce chapitre est consacré aux méthodes d'évaluation des options financières. Tout d'abord, nous allons présenter les composantes de la valeur d'une option, puis nous présenterons deux modèles d'évaluation (temps discret/continu).

### 2.1 Les déterminants de la valeur d'une option

Comme mentionné précédemment, une option est un contrat qui donne le droit à l'acquéreur d'acheter (Call) ou de vendre (Put) une quantité déterminée d'un actif (Sous-jacent) à un prix fixé à l'avance (Prix d'exercice). L'option dite « américaine » permet au détenteur d'exercer son droit jusqu'à l'échéance de l'option, contrairement à l'option dite « européenne » qui permet au détenteur d'exercer son droit uniquement à la date d'échéance. L'acheteur peut acquérir une option en payant une prime qui est fixée entre les deux parties au moment de la transaction. La valeur de cette prime, qui correspond au prix de l'option, dépend de deux éléments; la valeur intrinsèque et la valeur du temps.

#### 2.1.1 La valeur intrinsèque (VI)

La valeur intrinsèque est la valeur que le détenteur de l'option pourrait gagner s'il exerçait son droit le jour de l'achat de l'option. En supposant que le prix du sous-jacent soit de CHF 1'200.- et le prix d'exercice de CHF 1'100.-, la valeur intrinsèque d'une option Call serait de CHF 100.- et de CHF 0.- pour une option Put. Nous constatons que la valeur intrinsèque diminue lorsque le prix d'exercice devient proche du prix du sous-jacent. Voici un tableau présentant les différentes situations en fonction de la valeur intrinsèque des options :

Tableau 1

#### Prix Spot vs Prix d'exercice

	Call	Put
Prix Spot > Strike	VI > 0 → In the money	VI = 0 → Out of the money
Prix Spot = Strike	VI = 0 → At the money	VI = 0 → At the money
Prix Spot < Strike	VI = 0 → Out of the money	VI > 0 → In the money

Source : O. Levyne & J-M. Sahut, *Options réelles. Intégrer risque et flexibilité dans les choix d'investissement*, DUNOD, Paris 2009

### 2.1.2 La valeur temps (VT)

La valeur temps se calcule en soustrayant la valeur intrinsèque à la valeur de l'option. Cette valeur représente le « prix de l'incertitude ». En effet, même si une option est « Out of the money » aujourd'hui, sa valeur restera positive étant donné qu'elle peut encore passer « In the money » avant son échéance.

Par ailleurs, la valeur temps d'une option est positive de par le fait qu'elle permet à l'investisseur de profiter d'une hausse ou d'une baisse du sous-jacent tout en limitant la perte à la prime payée. De plus, le Call présente un avantage en terme de trésorerie également puisqu'il permet d'économiser un investissement direct dans le sous-jacent.

Il est important de noter que la valeur temps du Put peut être nulle si l'investisseur a avantage à vendre directement le sous-jacent plutôt que d'attendre la date d'exercice.

### 2.1.3 Synthèse des facteurs déterminants la valeur des primes

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des facteurs qui influencent la valeur temporelle et intrinsèque d'une option, tout en indiquant si l'accroissement d'un facteur augmente ou diminue la prime sachant que les autres facteurs restent inchangés.

**Tableau 2**  
**Facteurs influençant le prix des options**

Facteurs	Call	Put
1. Cours du sous-jacent	+	-
2. Strike	-	+
3. Durée de vie de l'option	+	+
4. Volatilité du sous-jacent	+	+
5. Taux d'intérêt sans risque annuel	+	-
6. Dividende prévu durant la vie de l'option	-	+

Source : O. Levyne & J-M. Sahut, *Options réelles. Intégrer risque et flexibilité dans les choix d'investissement*, DUNOD, Paris 2009

Le cours du sous-jacent ainsi que le prix d'exercice sont des facteurs qui influencent directement la valeur intrinsèque de l'option. Si le cours du sous-jacent augmente et que le prix d'exercice reste inchangé, la prime du Call va augmenter car le « payoff »,

en cas d'exercice du droit d'achat, augmente. Dans le cas du Put c'est l'inverse, si le cours tend à augmenter, la prime diminue.

La durée de vie de l'option influence la prime de façon logique. En considérant que deux options sont identiques et ne diffèrent que par leur date d'échéance, les détenteurs de l'option à durée de vie plus longue, bénéficient des mêmes opportunités d'exercice que les détenteurs d'options à durée de vie plus courte en y ajoutant les opportunités jusqu'à l'échéance plus longue. Le prix de l'option à durée de vie la plus courte sera donc moins chère.

La volatilité du sous-jacent aura, quant à elle, une influence sur la valeur temps de l'option. On peut imaginer que les détenteurs d'option, dont la volatilité du support est plus élevée, auront d'avantage de chance de pouvoir exercer leur droit que les détenteurs d'option à volatilité moins élevée. Ceci nous conduit à une augmentation de la valeur du droit que l'on achète et donc à une augmentation de la prime.

Le taux d'intérêt possède un lien moins évident avec la valeur de la prime. Toutefois, ce facteur influence la valeur temps de l'option, car si les taux sans risque tendent à augmenter, l'espérance de rendement des investisseurs sur le sous-jacent aura tendance à augmenter, mais la valeur actuelle des flux de trésorerie espérés diminuera. Les deux effets combinés entraînent une baisse des options de vente et une augmentation des options d'achat.

Finalement, le dividende influence la prime étant donné que le cours des actions sous-jacentes diminue lors du paiement de celui-ci. Les options d'achat auront tendance à diminuer tandis que les options de vente prendront de la valeur.

## **2.2 Les modèles d'évaluation**

Les modèles d'évaluation des options financières sont établis selon deux approches principales ; les évaluations en temps discret et les évaluations en temps continu.

### *2.2.1 Black, Scholes & Merton (1973)*

Le modèle d'évaluation en temps continu le plus utilisé pour évaluer les options européennes est celui de Black, Scholes et Merton (1973). Les travaux de recherche qu'ils ont effectués ont d'ailleurs constitués le point de départ du développement de l'ingénierie financière et ont permis à Scholes et Merton d'obtenir le prix Nobel en 1997.

Tout d'abord, Black & Scholes ont utilisé la méthode du MEDAF afin de déterminer la juste valeur d'une option. Ensuite, Merton a proposé une nouvelle approche plus simple. Cette dernière consiste à construire un portefeuille avec une option et l'action sous-jacente, en sachant que la rentabilité du portefeuille doit être égale au taux sans risque.

Ce modèle a révolutionné le monde de la finance et marque le développement pharaonique qu'ont connu les instruments financiers de type dérivés, depuis les années 1980.

Le modèle se base sur les hypothèses suivantes :

- Le cours de l'action suit un mouvement brownien géométrique à volatilité et moyenne constante
- Pas de restriction sur les ventes à découverts
- Pas d'opportunité d'arbitrage
- Pas de frais de transactions
- Pas de versement de dividende pendant la durée de vie du produit
- Tous les actifs sont parfaitement divisibles
- Le marché fonctionne en temps continu
- Le taux sans risque est connu à l'avance et fixe

La formule se définit comme suit :

$$Call = S \cdot N(d_1) - K \cdot \exp(-r \cdot T) \cdot N(d_2)$$

$$Put = K \cdot \exp(-r \cdot T) \cdot N(-d_2) - S \cdot N(-d_1)$$

Avec :

$$d_1 = \left\{ \ln(S/K) + \left( r + \frac{1}{2} \cdot \sigma^2 \right) \cdot T \right\} / \sigma \sqrt{T}$$

Où :

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

$S$  : Prix du sous-jacent

$K$  : Prix d'exercice

$r$  : Taux sans risque continu et annuel

$T$  : Durée jusqu'à l'expiration de l'option

$\sigma$  : Volatilité du sous-jacent

$N(..)$  : Fonction de répartition de la loi-normale

Source : [http://campus.hesge.ch/risk\\_management/2011-2012.asp](http://campus.hesge.ch/risk_management/2011-2012.asp)

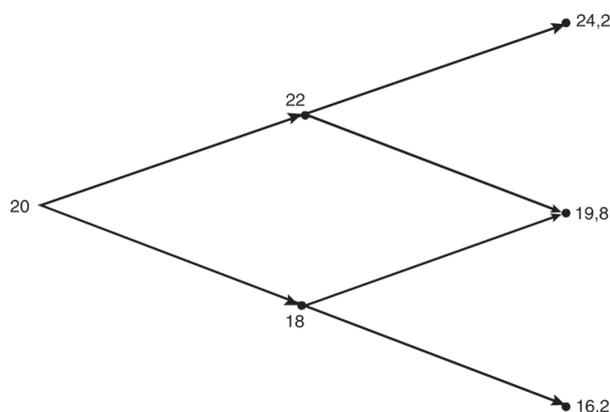
### 2.2.2 Cox, Ross & Rubinstein (1979)

Le modèle d'évaluation en temps discret, le plus utilisé pour évaluer les options américaine, est la méthode binomiale qui a été établie en 1979 par Cox, Ross et Rubinstein. Ce modèle part du principe que le cours de l'action est défini en fonction d'un facteur spécifique représenté, soit par un mouvement à la hausse (*up*) avec une probabilité  $p$ , soit par un mouvement à la baisse (*down*) avec une probabilité  $1-p$ .

Nous commençons donc par calculer les facteurs *up* et *down* ainsi que les probabilités de hausse et de baisse (le calcul de ces variables sera détaillé au chapitre 5.41). Puis, nous effectuons un premier arbre qui définit la valeur du support à chaque période, en fonction des probabilités d'évolution calculées. Nous supposons que, à chaque période, le cours du titre a une probabilité donnée de varier d'un mouvement à la hausse ou à la baisse. Le nombre de période est défini au préalable. En pratique, un minimum de 100 périodes est requis pour obtenir des résultats fiables. Ci-dessous un exemple d'arbre représentant la valeur d'une action sur deux périodes :

Figure 5

#### Arbre de l'action à deux périodes



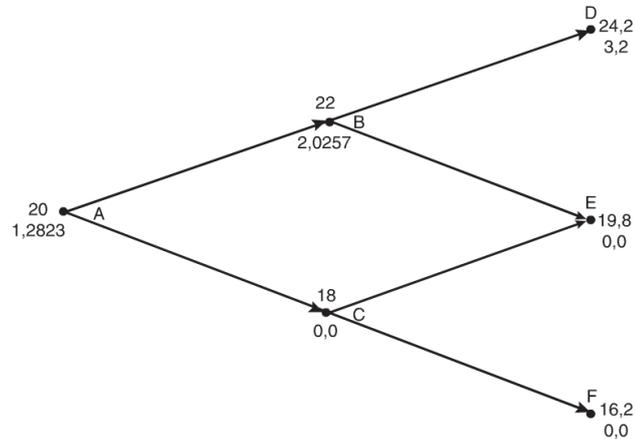
Source : J. Hull, P. Roger, *Options, futures et autres actifs dérivés*, Paris, Éd. Pearson Education, 8<sup>e</sup> éd., 2011

Ensuite, on effectue un deuxième arbre qui calcule la valeur de l'option à chaque période également, afin d'obtenir la prime à payer le jour de la transaction. Le modèle suppose que la prime de l'option évolue dans le même sens que celle du sous-jacent. Ce deuxième arbre s'effectue dans le sens inverse (en débutant par les derniers nœuds de l'arbre jusqu'au premier), car la prime d'une option aujourd'hui est définie par la valeur du sous-jacent demain. En d'autre terme la valeur de l'option est égale au prix calculé sur le premier nœud de l'arbre (point A, figure 6).

Ci-dessous, un exemple d'arbre représentant la valeur d'une option (en bas) par rapport à la valeur du sous-jacent (en haut) :

**Figure 6**

**Arbre de l'option à deux périodes**



Source : J. Hull, P. Roger, *Options, futures et autres actifs dérivés*, Paris, Éd. Pearson Education, 8<sup>e</sup> éd., 2011

Par ailleurs, une des hypothèses du modèle est de considérer l'évaluation dans un univers risque-neutre. Cela signifie que nous considérons que les investisseurs sont indifférents par rapport au risque et donc, qu'ils n'exigeront pas une meilleure rentabilité pour compenser un risque accru. Cet univers présente deux principales caractéristiques qui permettent d'évaluer plus simplement les produits dérivés. La rentabilité espérée des investisseurs et le taux d'actualisation utilisé pour les cashflows sont égaux au taux sans risque.

Bien que cet univers ne reflète pas correctement la réalité et qu'il paraît étrange de ne pas considérer l'aversion aux risques des investisseurs dans le calcul de la prime, il donne une bonne évaluation de la prime de l'option dans tous les univers. En effet, le degré d'aversion au risque des investisseurs est déjà pris en compte si le prix du sous-jacent est à l'équilibre. De plus, dans l'univers réel, il aurait fallu choisir le taux d'actualisation à appliquer étant donné que la position dans une option est plus risquée que dans une action. Or, ce problème est résolu dans l'univers risque-neutre, puisque le taux d'actualisation est égal au taux sans risque.

Il s'agissait ici de fournir une brève explication du modèle. L'implémentation de celui-ci ainsi que le détail des calculs vous seront présentés au chapitre 5.

### 3. Le risque

Ce chapitre est consacré à la gestion du risque en finance. Dans un premier temps, nous allons rapidement décrire le processus général de gestion, puis nous aborderons les principaux risques liés à la finance et notamment aux produits structurés. Ceci nous donnera un bon aperçu de l'univers des risques que les investisseurs doivent prendre en compte.

#### 3.1 Processus de gestion du risque

Le processus de gestion du risque s'établit selon les trois étapes suivantes :

##### *Identifier les risques*

Les risques liés aux produits structurés sont ceux relatifs aux sous-jacents ainsi qu'aux produits dérivés qui les constituent. Voici une énumération des principaux risques ; risque de marché, risque de crédit, risque de liquidité, risque de contrepartie, risque de modèle, risque de change et risque opérationnel.

##### *Mesurer les risques (sur un horizon temporel défini)*

Une institution financière doit mesurer son risque quotidiennement car il n'est pas stable dans le temps et peut observer de fortes variations en un temps très restreint. De même que les investisseurs monitor également leur portefeuille, de façon à gérer leur exposition au risque. Les différentes mesures des risques se font, d'une part, à l'aide d'instruments mathématiques tels que la VaR, les « grecques », et bien d'autres, mais également à l'aide des agences de notation qui s'occupent d'analyser la santé d'un grand nombre d'entreprises.

##### *Gérer les risques (prévoir des plans d'actions)*

Il s'agit ici de limiter l'exposition de l'institution à certain risque et établir des systèmes de contrôles internes afin de minimiser la probabilité d'une erreur interne. Par ailleurs, les institutions financières effectuent des « stress test » qui permettent notamment de prévoir des plans d'actions afin de réagir rapidement, en cas de situation extrême. Finalement, le comité de Bâle définit et établit des règles de gestion du risque pour toutes les institutions financières.

### 3.2 Risque de marché

Le risque de marché représente la variation de valeurs d'un actif financier. Ce risque concerne pratiquement tous les titres traités sur les marchés financiers. Il correspond au risque de perte de valeur d'un actif. Le prix des produits financiers évolue en fonction du développement économique, des décisions politiques et des investisseurs qui vont déterminer l'offre et la demande. La principale mesure de ce risque est la volatilité.

Le risque de marché peut se diviser en deux catégories.

La première est le risque spécifique. Elle représente l'incertitude de l'évolution du prix d'un actif en particulier. Il s'agit donc de la partie du risque qui est propre à chaque entreprise. L'action d'une société peut observer une perte de valeurs conséquente pour cause d'une mauvaise gestion de la direction, de la perte d'un homme clé, ou simplement d'une baisse du chiffre d'affaires. Ce type de risque est propre à la société car il n'affecte généralement pas le prix des autres actifs sur le marché. Selon la théorie moderne du portefeuille de Markowitz (1952), le risque spécifique d'un titre peut être éliminé en diversifiant son portefeuille de manière optimale.

La deuxième catégorie est le risque systématique ou systémique. Cette catégorie représente la partie du risque de marché qui ne peut être éliminée par la diversification. Elle constitue le risque de marché réel dû à la détention de titres sur un certain marché. En se basant sur le modèle du CAPM<sup>2</sup>, il s'agit de la partie du risque pour laquelle l'investisseur est rémunéré.

La crise des « supprime » en 2008 est un bon exemple de risque systémique qui a même failli causer l'effondrement total du système financier.

### 3.3 Risque de crédit

Le risque de crédit, également appelé risque de défaut, représente la probabilité qu'une contrepartie tombe en faillite. Ce risque est généralement associé à la gestion obligataire. Toutefois, les produits structurés contiennent souvent des obligations comme sous-jacent donc l'institution qui les commercialise doit également gérer ce risque. De plus, il ne faut pas oublier que les détenteurs d'actions supportent aussi le risque de crédit car en cas de faillite de la société, ils se retrouvent en dernière position de la liste des créanciers.

---

<sup>2</sup> Capital Assets Pricing Model, Sharpe (1964), Lintner (1965) et Mossin (1966)

Par ailleurs, les autorités de contrôle, tel que le comité de Bâle, exigent que les capitaux requis pour la gestion du risque de crédit s'ajoutent à ceux de la gestion du risque de marché. Les institutions financières vont donc calculer des probabilités de défaut selon différentes approches et en fonction de leurs objectifs. Les principaux acteurs de la gestion du risque de crédit sont les agences de notation. Celles-ci ont pour but d'attribuer une note en fonction de certains critères, afin d'estimer la santé financière d'une société.

Il existe deux approches principales pour définir le risque de défaut d'une contrepartie. La première se base sur le prix des obligations et la deuxième sur la proportion de défauts observée sur des données historiques.

#### *Prix des obligations*

L'hypothèse établie dans cette méthode est que la seule raison que le prix d'une obligation d'entreprise soit moins élevé qu'une obligation étatique est liée au risque de défaut de l'entreprise. Il s'agit donc de comparer les taux actuariels des deux types d'obligations. En pratique, les banques utilisent souvent des cotations de swap d'actifs (asset swap spread) afin d'extraire du prix de l'obligation les probabilités de défaut. Ce type d'estimation est fréquemment utilisé pour l'évaluation des dérivés de crédit.

#### *Proportions observées sur des données historiques*

Cette méthode consiste à prendre les probabilités de défauts historiques par rapport au rating de l'obligation. L'entreprise de rating effectue un tableau avec toutes les probabilités de défaut en fonction des notes et des maturités. Cette méthode se pratique dans l'univers réel et donne souvent des estimations plus basses que celles observées par la méthode précédente. En pratique, cette méthode est utilisée pour l'analyse de scénario et le calcul de la VaR de crédit.

### **3.4 Risque de liquidité**

Le risque de liquidité représente le risque qu'une société ne puisse plus faire face à ces obligations. En effet, la banque peut, par exemple, simplement se retrouver avec un décalage entre les prêts octroyés et les montants disponibles en dépôt. Cette situation anodine au départ peut entraîner de grosses difficultés. Au niveau des actifs, le risque de liquidité est perçu un peu différemment. Un actif liquide est un actif qui peut se vendre aisément sur le marché. En d'autres termes, cela veut dire qu'il est très facile de trouver une contrepartie prête à racheter l'actif en question. Un actif liquide est caractérisé par un volume de transactions important, mais également par la rapidité

à laquelle l'opération se dénoue. La banque doit pouvoir récupérer les fonds rapidement et à un prix correct.

Une fois de plus, comme nous avons pu le constater lors de la crise des suprimés en 2008, le risque de liquidité se doit d'être géré de manière très rigoureuse. En effet, un grand nombre des faillites bancaires se sont produites pour cause de manque de liquidité des institutions. La perte de confiance a été si brutale que certaines institutions ont subi un « Bank Run » et n'ont pu faire face à leurs obligations.

### **3.5 Risque de change**

Le risque de change représente l'incertitude des investisseurs ou des institutions financières quant à la fluctuation d'une devise par rapport à la devise de référence de l'investisseur.

### **3.6 Risque de contrepartie**

Le risque de contrepartie est le risque qu'une contrepartie ne remplisse pas ses obligations à l'échéance d'une transaction financière. Il peut, par exemple, représenter la probabilité de défaillance d'un emprunteur. C'est-à-dire le risque que l'emprunteur ne soit plus en mesure de rembourser son prêt. Ceci se traduira donc par une perte sèche pour le prêteur ou au minimum par un manque à gagner tant que la contrepartie ne peut reprendre le remboursement des annuités. Ce risque est plus important dans les opérations de gré-à-gré que dans les opérations sur les marchés organisés car ceux-ci ne bénéficient pas de chambres de compensation.

### **3.7 Risque de modèle**

Le risque de modèle en finance est représenté par le modèle mathématique qui est choisi pour évaluer, soit le prix, soit le risque de l'actif. En effet, si le modèle utilisé ne donne pas une évaluation correcte, la banque pourrait vendre un actif à un prix sous-évalué ou acheter un prix surévalué. De plus, le mauvais choix du modèle conduira également à un mauvais calcul des « grecques » et donc à une mauvaise couverture du risque. Afin de limiter ce risque, la seule solution est de tester les modèles pour déterminer lequel est plus adéquat à l'actif étudié.

Le choix du modèle est donc très important. Il doit à la fois prendre en compte toutes les caractéristiques qui influencent le prix et être facilement applicable.

### 3.8 Risque opérationnel

Le comité de Bâle définit le risque opérationnel comme : « Le risque de perte résultant de carence ou de défauts attribuable à des procédures, personnels et système interne ou à des évènements extérieur ». Il s'agit donc de la perte causée par une erreur humaine ou une erreur de gestion à l'interne de la société. Les banques prévoient donc des systèmes de contrôle internes qui permettent de minimiser le risque d'une erreur humaine.

Toutefois, le risque d'évènements extérieurs tels que les incendies ou catastrophes naturelles subsiste et est difficilement contrôlable. Les institutions doivent donc prévoir des sauvegardes de leurs données à des positions géographiques différentes afin de pouvoir les récupérer rapidement en cas de problème sur un des sites de sauvegardes.

Le risque opérationnel reste néanmoins très présent dans le monde de la finance car un grand nombre d'opérations, telles que les opérations sur titres, sont encore effectuées par des interventions humaines. Bien que les opérations soient généralement validées ou contrôlées, il reste un risque d'erreurs. La perte due à une opération sur titres correspond généralement à la variation de prix de l'actif entre la date d'exécution de l'opération et la date de l'extourne de celle-ci.

## 4. Les outils de mesure du risque

Dans le cadre de ce chapitre, nous allons parcourir trois outils de gestion du risque en finance, la volatilité, les « grecques » ainsi que la Value-at-Risk. De nos jours, ces trois outils sont indispensables en matière de gestion des risques. Dans un premier temps, nous allons survoler rapidement la volatilité ainsi que les « grecques », puis nous tâcherons de détailler un peu plus la partie consacrée à la Value-at-Risk car c'est l'outil qui nous permettra de définir le risque de notre Reverse Convertible.

### 4.1 La volatilité

La volatilité est une mesure de dispersion des rendements d'un actif autour de sa moyenne. Pour les actions, cette mesure correspond plus au moins au risque de marché du titre. Malgré toutes les critiques que nous pourrions lui apporter, la volatilité reste la référence pour l'estimation du risque d'un actif financier. Pratiquement toutes les méthodes d'évaluation et de gestion du risque se basent sur ce paramètre.

On peut la calculer de différentes manières. La première méthode est la volatilité historique. Elle consiste à prendre l'écart-type des rendements historiques d'un actif financier sur une certaine période puis de l'annualiser.

Toutefois, les investisseurs calculent également la volatilité implicite des titres. Celle-ci provient de la valeur des produits dérivés émis sur le titre et correspond à une anticipation du marché de la volatilité future de ce titre. Elle s'obtient avec la formule de Black, Sholes & Merton que nous avons vu au chapitre 2. La différence est que nous allons remplacer la prime de l'option (inconnue) par la prime donnée par le marché et résoudre l'équation de manière à isoler la volatilité qui devient alors la valeur inconnue que l'on cherche. Cette valeur correspondra à la volatilité implicite.

Finalement, il reste la volatilité future de GARCH. Celle-ci, au même titre que la volatilité implicite, correspond à la volatilité future d'un titre. Cette mesure, certes très employée dans l'évaluation d'option, émane de modèles mathématiques très complexes.

Dans le cadre de ce document, nous n'utiliserons que les volatilités historiques du sous-jacent pour évaluer la Reverse Convertible.

## 4.2 Les Grecques

Les lettres grecques permettent aux traders de gérer la presque totalité des propriétés qui influencent le prix d'une option que celle-ci soit évaluée en temps discret ou stochastique. Nous allons brièvement passer en revue les principales lettres que les traders utilisent dans la pratique.

Le **delta** ( $\Delta$ ) représente le nombre d'unités d'action à détenir pour chaque option vendue afin de créer un portefeuille sans risque. On peut donc l'interpréter comme la variation de la valeur de l'option pour une variation de valeur de 1 du titre. Le delta est une des mesures que les traders utilisent afin de couvrir le risque d'un portefeuille de dérivés. Il représente mathématiquement la pente de la courbe entre la valeur de l'option par rapport à la valeur d'un sous-jacent.

Le **thêta** ( $\Theta$ ) représente, lui, le taux de variation de la valeur du portefeuille par rapport à la durée de vie de l'option. Présenté généralement avec le jour comme unité de temps, il permet aux traders de connaître la variation de valeur du portefeuille à la fin de la journée, considérant que les autres paramètres restent inchangés.

Le **gamma** ( $\Gamma$ ) représente le taux de variation du delta du portefeuille par rapport à la variation de valeur de l'actif sous-jacent. Mathématiquement, il s'agit de la seconde dérivée de la valeur du portefeuille par rapport au cours de l'actif sous-jacent. Si le gamma est grand, cela signifie que la valeur du portefeuille de dérivés de la banque est très sensible aux variations de prix de l'actif sous-jacent.

Le **vega** ( $v$ ) représente le taux de variation du portefeuille en fonction d'une variation de la volatilité du sous-jacent. Si vega est grand en valeur absolue, cela signifie que la valeur du portefeuille est très sensible au changement de volatilité de l'actif sous-jacent.

Le **rhô** ( $\rho$ ) représente le taux de variation de la valeur du portefeuille en fonction du taux d'intérêt.

Dans un monde idéal, les traders devraient réajuster le portefeuille afin de maintenir un delta-, gamma-, vega-, et rho-neutre. Toutefois, en pratique le gamma-, et vega-neutre sont moins faciles à gérer. Cependant, les traders tâchent de maintenir le delta-neutre au moins une fois par jour.

### 4.3 La Value-at-Risk

Le calcul de la VaR est une mesure du risque instaurée par J.P. Morgan dans les années '90 suite au mécontentement du PDG de l'époque, Mr. Dennis Weatherstone, qui était exaspéré de recevoir des rapports de risque trop volumineux, trop détaillés et qui ne comportaient pas d'analyse globale du risque du portefeuille. Comme vu précédemment, le calcul des « grecques » donne de nombreux détails sur les différentes expositions à des risques spécifiques mais aucun sur l'exposition globale du portefeuille. Elles sont donc très utiles aux traders mais le sont moins pour la direction générale, qui veut une information plus synthétique donnant une vue globale. Le comité de Bâle utilise également cette mesure depuis 2004 pour calculer les montants de capitaux propres exigibles aux banques pour compenser les risques de crédit. Le comité distingue la composante marché (trading book) et la composante bancaire classique (banking book). Le banking book est composé des prêts accordés par les établissements bancaires et le trading book contient tous les instruments financiers traités par les institutions financières, telles qu'actions, obligations, swap, forward, futures, options, etc. La différence entre les deux est que le trading book doit être évalué tous les jours. En finance, la VaR est généralement destinée à mesurer les risques de crédit ou les risques de marchés. Les méthodes de calcul les plus couramment utilisées de nos jours sont la VaR historique, VaR par simulation de Monte-Carlo ainsi que la VaR Paramétrique.

#### 4.3.1 Définition de la VaR

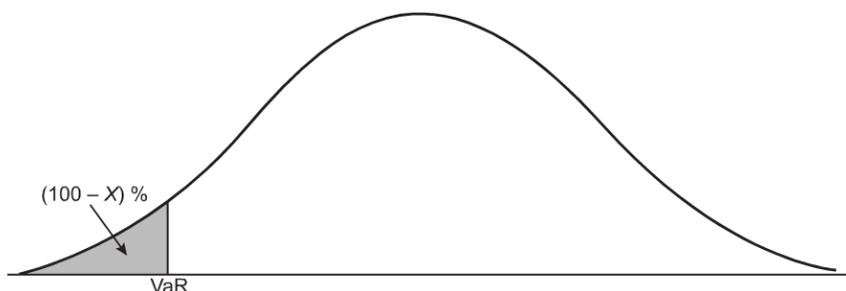
La Value at Risk représente la perte maximale d'un actif ou d'un portefeuille d'actifs, sur horizon donné, qui ne devrait être dépassée qu'avec une probabilité donnée. L'investisseur qui calcule une VaR cherche à déterminer quelle sera la perte maximale dans les  $n$  prochains jours, avec une probabilité donnée. En d'autres termes, les gérants de portefeuille cherchent à dire ; « Nous perdrons moins de V CHF dans les  $n$  prochains jours (horizon de temps) avec une probabilité X (seuil de confiance) ».

La VaR peut être présentée sous forme de pourcentage ou de numéraire. Les seuils de confiance les plus couramment utilisés en pratique sont 95% et 99%. Les gérants s'intéressent à la perte potentielle qui a une probabilité d'être dépassée de 1% à 5%. Mathématiquement, cela consiste à prendre le 1<sup>er</sup> et le 5<sup>ème</sup> centile de la distribution des pertes ordonnées par ordre décroissant. La zone grise, dans la figure ci-dessous (Figure 7) représente tous les rendements négatifs qui ont une probabilité X (entre 1% et 5%) de réellement survenir. Le but de la VaR est donc de dire que la perte

potentielle maximale du portefeuille ne sera supérieure à la perte, située au début de la zone grise, qu'avec une probabilité très faible.

**Figure 7**

### Illustration graphique de la VaR



Source : J. Hull, P. Roger, *Options, futures et autres actifs dérivés*, Paris, Éd. Pearson Education, 8<sup>e</sup> éd., 2011

Les limites de la VaR sont qu'elles ne possèdent pas la propriété de sous-additivité et ne modélisent pas correctement les événements extrêmes. Si nous considérons deux portefeuilles A et B qui ont respectivement 5% et 10% de risque, le risque total du portefeuille AB devrait se situer entre 0% et 15%, suivant la corrélation entre A et B. Or, la VaR ne tient pas compte de cette propriété et pourrait aboutir à une VaR du portefeuille AB de plus de 15%.

#### 4.3.2 La VaR historique

La VaR historique consiste à prendre les performances historiques d'un portefeuille ou d'un titre et les ordonner de la plus mauvaise à la meilleure. Puis, on extrait le centile désiré en fonction du seuil de confiance déterminé au préalable. Par exemple, pour un seuil de confiance à 99%, la VaR correspondra au 1<sup>er</sup> centile de la distribution.

L'avantage de cette méthode, tout comme celle de Monte-Carlo, est qu'elle est facilement adaptable à tout type de produits financiers. Les désavantages sont qu'il est difficile de déterminer le nombre d'observation à prendre en compte pour obtenir un résultat fiable et qu'elle ne permet pas de faire varier la structure des volatilités. De plus, cette méthode se base sur des données historiques et nous sommes conscients que les performances du passé ne reflètent pas obligatoirement les performances futures.

### 4.3.3 La VaR par simulation de Monte–Carlo

La VaR par simulation de Monte–Carlo consiste à simuler des nombreuses fois les fluctuations de valeurs d'un actif, en fonction de divers facteurs de risque comme la volatilité. La simulation, dite de Monte-Carlo, se base sur l'intuition que la moyenne empirique d'une multitude de valeurs attribuées à un titre tend vers la valeur réelle du titre. Cette théorie nous vient de la loi des grands nombres de Jacob Bernoulli en 1690. Elle permet d'effectuer une simulation aléatoire qui suit des paramètres de risque définit et ainsi générer un grand nombre de valeurs potentielles du titre. Cette méthode permet également de contourner l'hypothèse de normalité de la VaR paramétrique. Une fois que l'échantillon de valeur est constitué, il suffit d'ordonner la distribution des pertes & profits, afin d'obtenir la perte maximale pour le seuil de confiance désiré.

Il est important de noter qu'il faut un échantillon d'environ 15'000 à 20'000 données minimum pour aboutir à des résultats fiables. En dessous de 10'000 données les estimations deviennent moins significatives. Ce qui nous amène à son premier désavantage. La VaR par simulation de Monte-Carlo nécessite un temps de calcul considérable et de nombreuses ressources informatiques. En revanche, le principal avantage de cette méthode est qu'elle s'applique facilement à tous les instruments financiers dont les produits structurés, qui sont relativement complexes.

Dans la pratique, les banques utilisent la méthode des simulations de Monte-Carlo au carré. Toutefois, au vu de la complexité de l'implémentation de ce modèle dans un fichier MS Office Excel, nous avons finalement choisi d'appliquer les simulations de Monte-Carlo, simple pour l'évaluation de notre Reverse Convertible.

### 4.3.4 La VaR Paramétrique

La VaR paramétrique, appelée également méthode delta-normale ou variance-covariance, est entièrement déterminée par la volatilité. Elle est calculée avec la méthode des matrices de variances-covariances élaborée par Markowitz en 1952.

La détermination de cette VaR est basée sur les hypothèses suivantes :

- Les variations des facteurs de risque suivent une loi normale
- Le profil de risque des instruments financiers est linéaire

Pour l'obtenir, il faut calculer la volatilité du portefeuille sur l'horizon de temps souhaité. Pour ceci, il suffit de diviser la racine du nombre de jours souhaité pour l'horizon de temps par la racine de 252 et multiplier le tout par la volatilité annualisée. Ensuite, il ne

reste plus qu'à multiplier cette volatilité par le seuil de confiance et la valeur du portefeuille actualisée afin d'obtenir la VaR paramétrique.

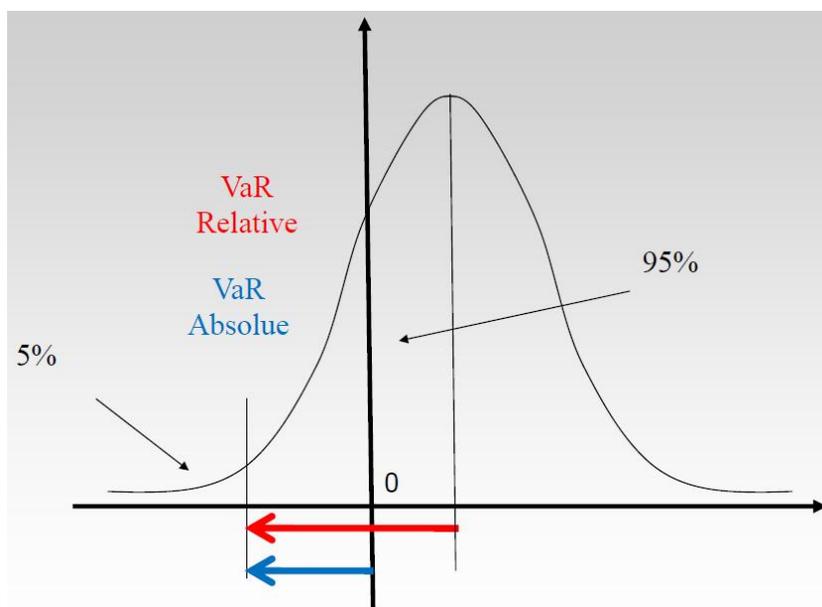
L'avantage de cette méthode est qu'elle est rapide à implémenter et permet de varier la structure des volatilités. Le désavantage est l'hypothèse de normalité et de linéarité car les variations journalières des variables de marché ne suivent pas toujours une loi normale. D'autre part, cette méthode ne donne pas des résultats fiables pour des portefeuilles à faible delta ou constitués d'instruments dérivés. Néanmoins, il est important de noter qu'il est possible d'ajouter un terme quadratique et obtenir la delta-gamma VaR. Cette modification permet d'apporter un peu de non-linéarité à la VaR delta-normale et ainsi obtenir une évaluation plus juste pour les portefeuilles contenant des dérivés.

#### 4.3.5 VaR absolue vs relative

Quand la VaR est présentée de manière relative, cela signifie qu'elle est calculée en fonction de l'espérance/moyenne de gain. Dans le cas contraire, il s'agit d'une VaR absolue et est calculée à partir de zéro.

**Figure 8**

#### **Illustration graphique de la VaR absolue vs relative**



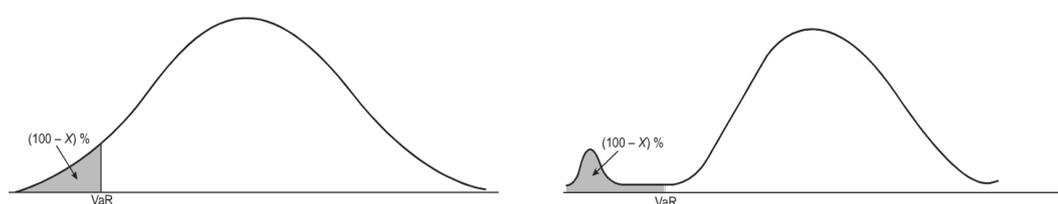
Source : [http://campus.hesge.ch/risk\\_management/doc/SupportsdeCours2011-2012/1.2.1a-VaR.pdf](http://campus.hesge.ch/risk_management/doc/SupportsdeCours2011-2012/1.2.1a-VaR.pdf)

#### 4.3.6 La VaR Conditionnelle (C-VaR ou Expected Shortfall)

Également connue sous le nom de Expected shortfall ou Expected tail loss, la C-VaR signifie VaR conditionnelle. Contrairement à la VaR traditionnelle qui répond à la question ; quelle est la valeur ou le pourcentage que mon produit peut perdre au maximum dans une période donnée avec une certaine probabilité de la dépasser ? La VaR conditionnelle va, quant à elle, répondre à la question suivante ; si la situation se dégrade vraiment, quelle sera la perte moyenne durant la période donnée en supposant qu'on se retrouve dans le cas le plus défavorable ?

Figure 9

#### Illustration graphique de la C-VaR



Source : J. Hull, P. Roger, *Options, futures et autres actifs dérivés*, Paris, Éd. Pearson Education, 8<sup>e</sup> éd., 2011

Comme nous pouvons le remarquer, le graphique de droite présente des pertes potentielles, plus importantes que celles du graphique de gauche. Pourtant, la VaR obtenue de manière traditionnelle est la même pour les deux distributions. C'est pourquoi, la VaR conditionnelle va calculer la perte moyenne dans le cas où nous nous retrouverions dans les zones en gris pendant une période donnée.

Cette mesure de risque nous donne l'étendue sous l'alpha. Pour se faire, elle va calculer la moyenne de tout ce qui est inférieur à la borne et ainsi permettre de savoir quelle est « la taille de la queue inférieure » (zone grise).

#### 4.3.7 L'incrémental VaR

L'« *Incremental VaR* », souvent confondue avec la Marginal VaR, permet de connaître la différence de risque d'un portefeuille lorsqu'on ajoute ou enlève un titre dans celui-ci. Elle va donc nous permettre de comprendre la dynamique entre les différentes positions de notre portefeuille. Cette mesure de risque permet d'identifier les sources de risque que l'investisseur doit prendre en compte et gère les positions prises sur chaque actif. D'autre part, elle permet d'avoir plus d'informations pour déterminer l'impact des décisions d'achat et de vente d'un actif sur la VaR du portefeuille et ajuster le couple rendement/risque du portefeuille.

Le calcul de l'*I-VaR* est simple. Il suffit de calculer la VaR traditionnelle du portefeuille avec l'actif concerné et soustraire la VaR traditionnelle du portefeuille sans celui-ci. La différence entre les deux est donc l'« Incremental VaR ».

$$\mathbf{IvaR = VaR\ de\ P\ avec\ l'actif\ X - VaR\ de\ P\ sans\ l'actif\ X}$$

Cependant, comme nous pouvons l'imaginer, calculer l'*I-VaR* pour chaque instrument unique dans un vaste portefeuille requiert beaucoup de temps et exigerait beaucoup de ressources informatiques. C'est la raison pour laquelle des sociétés comme RiskMetrics vendent des packages qui gèrent cette tâche efficacement.

De nos jours, cette mesure est très utilisée pour évaluer les instruments qui fourniront la couverture la plus optimale au portefeuille.

#### *4.3.8 Analyse de scénarios (Stress Test)*

Les analyses de scénario permettent de déterminer les pertes ou gains du portefeuille de la banque durant une certaine période, suite à une variété d'évènement qui déstabilisent fortement les marchés. Ces Stress tests sont importants car ils permettent de mettre en place des solutions de couverture, dans le cas où une des situations étudiées venait à réellement se produire.

Ces tests ont divers buts. Ils peuvent soit être d'évaluer les conséquences d'évènements extrêmes qui ne sont pas prises en compte dans les distributions utilisées pour la gestion du risque des actifs soit de tester la VaR, afin de voir dans quelle mesure celle-ci est dépassée ou non, et si oui combien de fois.

Selon les hypothèses de la loi normale, une variation de 5 écarts-types ne devrait, en moyenne, arriver qu'une fois tous les 7000 ans. Or, en réalité, elles sont beaucoup plus fréquentes puisque statistiquement, ces variations arrivent tous les 10 ans. Ce qui confirme le besoin d'effectuer des analyses de scénario.

Le défaut des « Stress Tests » est que les résultats sont facilement manipulables. Par conséquent, quand une institution financière ou même étatique effectue ce type test et publie les conclusions dans les médias, il faut les analyser minutieusement en prenant un peu de recul.

## 5. Analyse d'une Reverse Convertible

Dans ce chapitre, nous allons présenter le résultat de l'étude entreprise afin de répondre à la problématique de ce mémoire. Nous commencerons par évaluer le prix et calculer le risque d'une Reverse Convertible émise par la Banque Cantonale Vaudoise (Voir annexe 1). Ce produit a une durée de vie d'environ 8 mois et est étroitement lié à l'entreprise Adecco qui évolue sur le marché des actions suisses.

Dans un premier temps, la prime de l'option sera calculée à partir du modèle binomial de Cox, Ross, Rubinstein. Puis, nous vérifierons le prix trouvé en réitérant notre calcul par la méthode de Black, Scholes & Merton. Cette évaluation nous permettra d'obtenir la prime de l'option vendue dans le cadre de notre Reverse Convertible. Ensuite, nous allons construire notre Reverse Convertible afin d'aboutir à une vision graphique du produit et vérifier qu'il soit construit correctement. Finalement, nous calculerons le prix théorique ainsi que la VaR de notre produit par la méthode des simulations de Monte-Carlo.

### 5.1 Etape 1 : Récolte des données

La première étape consiste à choisir le produit qui va faire l'objet de l'évaluation. La Reverse Convertible, avec une seule action à titre de sous-jacent, semble être le produit idéal pour cela. Sa construction relativement simple en comparaison avec d'autres produits structurés nous permet de simplifier un peu les calculs.

Par ailleurs, les produits d'optimisation de la performance rencontrent un fort succès auprès des investisseurs. Après les produits à levier, ils font partie des produits les plus émis en 2011 (Voir annexes 4 & 5). Il semble donc intéressant de chercher à en connaître les détails et déterminer dans quelle mesure ces produits peuvent être rentables pour la banque et/ou pour les investisseurs.

Dans un second temps, il va falloir collecter les données qui serviront de base de calculs pour l'évaluation du produit. Certaines d'entre elles, tels que le prix d'émission, le prix d'exercice et la durée de vie de l'option sont directement disponibles sur le « Term Sheet » du produit. Cependant, d'autres variables comme la volatilité et le taux sans risque sont bien plus délicates à déterminer car elles influencent considérablement l'évaluation de l'option ainsi que celle du produit structuré lui-même.

## La volatilité

La volatilité employée dans les calculs est la volatilité historique d'Adecco. Nous avons d'abord consulté diverses sources, en tâchant de répertorier les volatilités historiques annualisées sur quatre horizons de temps différents, 1 mois, 3 mois, 6 mois et 1 an.

**Tableau 3**

### Volatilités historiques

	InvestValley	Postfinance	UBS	Bloomberg
<b>20 sessions (1 mois)</b>	37.22%	38.04%	-	34.06%
<b>60 sessions (3 mois)</b>	-	36.11%	-	33.94%
<b>125 sessions (6 mois)</b>	35.49%	34.92%	34.92%	35.77%
<b>250 sessions (1 an)</b>	54.56%	-	-	40.25%

Source : [www.investvalley.com](http://www.investvalley.com), [www.ubs.com](http://www.ubs.com), [www.postfinance.ch](http://www.postfinance.ch), Bloomberg

Ensuite, nous avons téléchargé les prix de clôtures historiques d'Adecco depuis le 15.01.1990 jusqu'au 27.07.2012. Ces données m'ont permis de calculer les volatilités historiques annualisées. Le détail des calculs sera présenté à l'étape 2.

**Tableau 4**

### Volatilités historiques calculées

<b>20 sessions (1 mois)</b>	37.00%
<b>60 sessions (3 mois)</b>	38.82%
<b>125 sessions (6 mois)</b>	39.70%
<b>250 sessions (1 an)</b>	40.36%

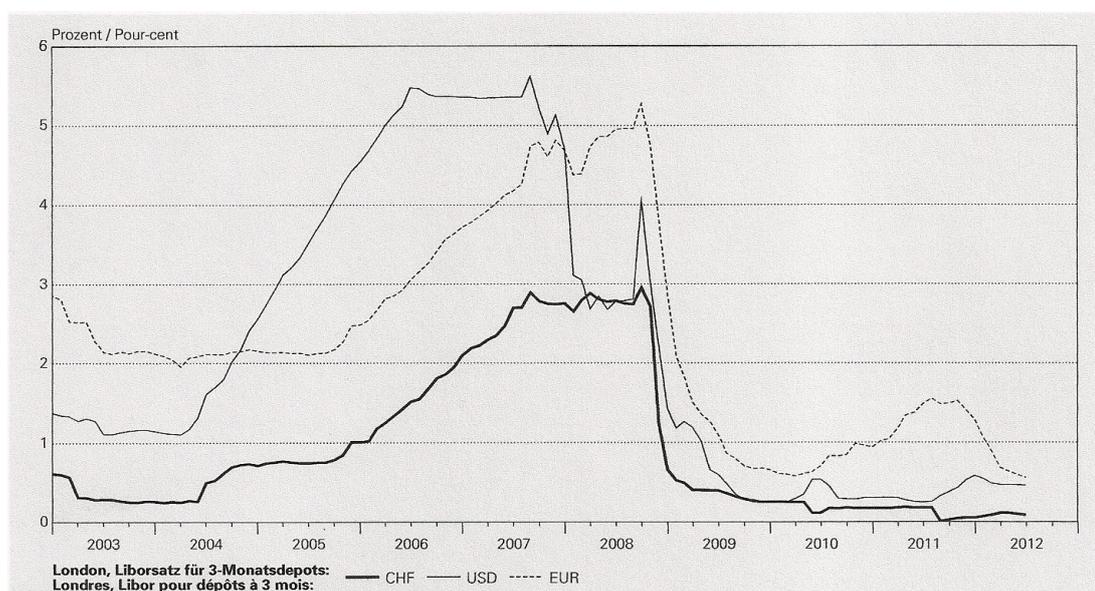
Source : Fichier MS Office Excel « RC – Construction »

## Le taux d'intérêt sans risque

Les taux sans risque proviennent des données publiées par la Banque Nationale Suisse dans son bulletin mensuel de statistiques économiques. Ils correspondent aux taux d'intérêts à court terme. Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi le LIBOR CHF à 12 mois. Celui-ci est relativement bas mais correspond à la réalité actuelle du marché, comme illustré dans le graphique ci-dessous.

**Figure 10**

### Taux d'intérêt à court terme (LIBOR 3 mois)



Source : <http://www.snb.ch>

## Sous-jacent : Adecco

Les données relatives à l'entreprise Adecco, notamment le prix Spot du sous-jacent (S) aux différentes dates, proviennent des prix de clôtures historiques d'Adecco. Ceux-ci ont été téléchargés directement depuis un terminal Bloomberg.

Une fois les variables répertoriées, nous sommes en mesure de commencer la partie calcul. Microsoft Office Excel paraît de toute évidence la meilleure solution pour effectuer ce type d'étude. En effet, ce logiciel, dont nous ne présentons plus les qualités, est quotidiennement employé dans la finance. De par ses nombreuses fonctions, il permet, entre autre, d'automatiser certains calculs sur des longues séries de données, ce qui facilite considérablement l'implémentation des modèles utilisés.

## 5.2 Etape 2 : Volatilités historiques du sous-jacent

Comme expliqué auparavant, la volatilité est une des variables clés dans le modèle binomial ainsi que de la VaR par simulation de Monte-Carlo que nous effectuerons à l'étape 4. Il semblait donc judicieux de la calculer afin de connaître la méthode utilisée ainsi que l'historique de données sur lequel nous nous basons. La volatilité est un calcul très facile à manipuler, et comme la plupart des statistiques, nous pouvons l'adapter afin d'obtenir le résultat désiré en fonction de la base de données que nous utilisons et de la méthode de calcul.

Dans un premier temps, les cours historiques d'Adecco entre le 15.01.1990 et le 27.07.2012 ont été répertoriés dans le fichier MS Office Excel « RC – Construction », sous l'onglet « Vol. Historique – Adecco ». Le graphique ci-dessous présente la courbe des prix d'Adecco sur la période de données téléchargées et permet déjà d'avoir un aperçu visuel de la volatilité du titre. Il est important de relever que la période de données considérée est d'environ 20 ans et contient d'importantes valeurs extrêmes au vu des différentes crises.

**Figure 11**

**Cours Adecco 15.01.1990 - 27.07.2012**



Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel « RC – Construction »

Fort d'un échantillon de 5'667 données historiques, nous sommes désormais en mesure d'estimer la volatilité historique aux quatre horizons de temps désiré.

Dans un second temps, une colonne est consacrée à calculer tous les rendements journaliers du titre depuis 1990 jusqu'à 2012. La formule appliquée est la suivante :

$$(S_t - S_{t-1}) / S_{t-1} = \text{Rendements au temps } t$$

Ensuite, quatre colonnes sont créées avec les calculs des volatilités, respectivement sur 20, 60, 125, 250 sessions de trading. Les calculs de volatilité s'effectuent à l'aide de la fonction Excel ECARTYPE.PEARSON et prennent en compte respectivement les 20, 60, 125, 250 dernières sessions de trading à chaque calcul jusqu'à la fin de la série de données.

Une fois les volatilités obtenues, en fonction des horizons temporels, il ne reste qu'à prendre la moyenne arithmétique de l'ensemble des données, puis de la multiplier par la racine de 252 afin d'obtenir des volatilités annualisées.

### 5.3 Etape 3 : Construction de la Reverse Convertible

La première opération a été de créer un tableau récapitulatif de toutes les variables nécessaires à la construction de l'arbre du sous-jacent et de l'arbre de l'option. Ensuite, nous avons défini à 250 le nombre de période pour l'élaboration des arbres. Le choix d'avoir un nombre bien plus grand que 100 périodes donne une évaluation non biaisée et permet d'obtenir un résultat qui converge parfaitement vers l'évaluation établie par le modèle de Black, Scholes & Merton.

La deuxième opération a été de calculer les variables qui déterminent la valeur du sous-jacent et la valeur de l'option à chaque nœud des arbres. Pour cela, il faut d'abord diviser la durée de vie de l'option en année par le nombre de période choisie, afin d'obtenir le  $t$ , qui nous permettra d'ajuster le taux sans risque et de calculer le  $up$  du sous-jacent.

La durée de vie de l'option en année est calculée sur une base de 250 jours ouvrables par année, selon la fonction de calcul Excel du nombre de jours ouvrés entre la date du fixing initial et la date du fixing final.

Le taux sans risque ajusté ( $Rh$ ) s'obtient de la manière suivante :

$$(1 + r)^t = Rh, \text{ où } r \text{ est le taux sans risque}$$

Cette variable permettra d'actualiser la valeur de l'option en fonction de sa valeur en  $t + 1$ .

Le  $up$  et le  $down$  représentent respectivement l'augmentation de valeur et la baisse de valeur potentielle du sous-jacent entre chaque nœud de l'arbre. Ces deux variables

sont déterminantes car elles vont définir l'évolution du prix du sous-jacent, tout au long de la vie de l'option. Sachant que la valeur de l'option est fortement liée à la valeur du sous-jacent, nous pouvons imaginer l'importance du calcul de celle-ci. De plus, ces deux variables dépendent de la volatilité du sous-jacent qui a été prise en compte.

Le *up* s'obtient de la manière suivante :

$$\text{Exp}(\sigma * t^{0.5}) = \text{up}, \text{ où } \sigma = \text{la volatilité}$$

Le *down* s'obtient de la manière suivante :

$$1 / \text{up} = \text{down}$$

Dès lors, nous pouvons procéder à la construction représentant l'évolution du prix du sous-jacent telle qu'elle est illustrée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 5**

**Arbre du sous-jacent**

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	38.15	38.91	39.68	40.46	41.27	42.09	42.92	43.77
1		37.41	38.15	38.91	39.68	40.46	41.27	42.09
2			36.68	37.41	38.15	38.91	39.68	40.46
3				35.97	36.68	37.41	38.15	38.91
4					35.27	35.97	36.68	37.41
5						34.58	35.27	35.97
6							33.91	34.58
7								33.25

Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel original « RC – Construction »

Le prix de la période 0, ligne 0 correspond au prix de clôture du titre Adecco (ADEN.VX) sur le marché suisse en date du 24 mai 2012.

Pour la période 1, ligne 0 : Prix Spot (CHF 38.15) \* *up*

Pour la période 1, ligne 1 : Prix Spot (CHF 38.15) \* *down*

L'arbre est prolongé en répétant la même opération jusqu'à la 250<sup>ème</sup> période. Finalement, le *Pu* et le *Pd* sont les dernières variables nécessaires à la construction de l'arbre de l'option. Celles-ci, avec le taux sans risque ajusté (*Rh*) vont permettre de calculer l'espérance actualisée des deux valeurs de l'option possible.

Le *Pu* s'obtient de la manière suivante :

$$Pu = (Rh - \text{down}) / (\text{up} - \text{down})$$

Le  $Pd$  s'obtient de la manière suivante :

$$Pd = 1 - Pu$$

L'arbre de l'option se construit dans le sens inverse, en remontant depuis le dernier nœud de l'arbre jusqu'au premier, qui correspond à la valeur de notre option. La valeur de l'option, à chaque nœud, est fonction de l'espérance actualisée des deux valeurs de l'option possible en  $t+1$ .

**Tableau 6**

**Arbre de l'option Put**

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	20.30	19.63	18.96	18.29	17.61	16.94	16.26	15.58
1		20.95	20.29	19.62	18.95	18.28	17.60	16.92
2			21.60	20.95	20.28	19.61	18.94	18.27
3				22.25	21.60	20.94	20.27	19.60
4					22.89	22.25	21.59	20.93
5						23.53	22.89	22.24
6							24.16	23.53
7								24.78

Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel original « RC – Construction »

Nous commençons donc l'arbre à la période 250, ligne 0 et nous définissons la valeur de l'option au temps  $t$  comme étant ;

$$\text{Max} [(K - S)^+, 0]$$

où  $K$  est le prix d'exercice de l'option et  $S$  le prix du sous-jacent à la période  $t$ . Nous répétons la formule sur toutes la période jusqu'à la 250<sup>ème</sup> ligne.

Une fois la valeur de l'option trouvée pour la dernière période, il faut remonter l'arbre avec la formule suivante :

$$(Pu * \text{Option up} + Pd * \text{Option down}) / Rh = \text{Valeur à chaque nœud}$$

Où : Option up = Valeur option dans les cas favorables ( $t+1$  du nœud calculé)

Option down = Valeur option dans les cas défavorables (idem)

*Exemple (Tableau 6)*

$$\text{Période 0, ligne 0} \rightarrow 20.30 = (Pu * 19.63) + (Pd * 20.95) / Rh$$

Une fois la prime de l'option calculée selon le modèle binomial, nous avons repris les mêmes variables afin de les implémenter dans le modèle de Black, Scholes & Merton.

Cette étape a pour but de vérifier qu'aucune erreur n'ait été commise durant l'implémentation de l'une ou l'autre des méthodes. En effet, si les résultats sont identiques ou presque, nous pouvons considérer que la valeur de l'option est correcte.

Sous l'onglet « Payoff à Maturité » du fichier MS Office Excel joint à l'ouvrage, vous trouverez trois tableaux. Le premier correspond au résumé des principales caractéristiques de la Reverse Convertible. Les informations contenues dans ce tableau proviennent toutes du « Term Sheet » du produit disponible en annexe 1. Le deuxième tableau contient toutes les informations relatives à l'évaluation de l'option selon le modèle binomiale.

**Tableau 7**

**Évaluation de l'option en temps discret**

<b>Pricing de l'option en temps discret Modèle Binomial de Cox, Ross et Rubinstein</b>	
Type d'option :	Put
Prix Spot du sous-jacent ( $S$ ) :	CHF 38.15
Prix d'exercice ( $K$ ) :	58
Durée de vie de l'option (en année) ( $T$ ) :	0.704
Volatilité du sous-jacent ( $\sigma$ ) :	37.00%
Taux sans risque ( $r$ ) :	0.382%
Nombre de période ( $Nb\_per$ ) :	250
Nb années/ Nb de périodes ( $t$ ) :	0.002816
Taux sans risque ajusté ( $Rh$ ) :	1.000010737
( $Up$ ) :	1.019828442
( $down$ ) :	0.980557081
Probabilité de hausse ( $Pu$ ) :	0.49536495
Probabilité de baisse ( $Pd$ ) :	0.50463505
<b>Prime de l'option :</b>	<b>20.2983</b>

Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel original « RC – Construction »

Le troisième tableau présente le calcul de la prime d'option calculée selon le modèle de Black, Scholes & Merton. Dans ce tableau, nous avons repris les mêmes variables et avons implémenté la formule présentée au point 2.2.1. Nous n'étudierons pas les différences entre l'évaluation en temps discret et en temps continu qui pourraient faire l'objet d'une étude complète à elles seules. Toutefois, nous pouvons constater que le modèle binomial a été implémenté correctement de par la similarité des résultats obtenus (Tableau 8).

Tableau 8

Évaluation de l'option en temps continu

Pricing de l'option en temps continu Modèle de Black, Scholes & Merton	
Type d'option :	Put
Prix Spot du sous-jacent (S) :	CHF 38.15
Prix d'exercice (K) :	58
Taux sans risque (r) :	0.382%
Durée de vie de l'option (en année) (T) :	0.7040000
Volatilité du sous-jacent ( $\sigma$ ) :	37.00%
d1 :	-1.185512104
d2 :	-1.495959523
N(-d1) :	0.882092484
N(-d2) :	0.932667898
Prime de l'option :	<b>20.2976</b>

Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel original « RC – Construction »

Finalement, nous avons créé un dernier tableau à deux colonnes. La première colonne contient des prix allant de CHF 1.00 à CHF 100.00. Ces prix correspondent aux prix futurs probables du sous-jacent à l'échéance de l'option, et permettent de déterminer la valeur de celle-ci. Le choix d'aller de CHF 1.00 à CHF 100.00 a été fait aléatoirement. Le but était uniquement d'obtenir une bonne représentation graphique du profil de paiement à l'échéance de notre produit.

La deuxième colonne contient la valeur de l'option à l'échéance. Il est important de rappeler que dans le cadre de la Reverse Convertible, nous sommes dans une stratégie « short Put ».

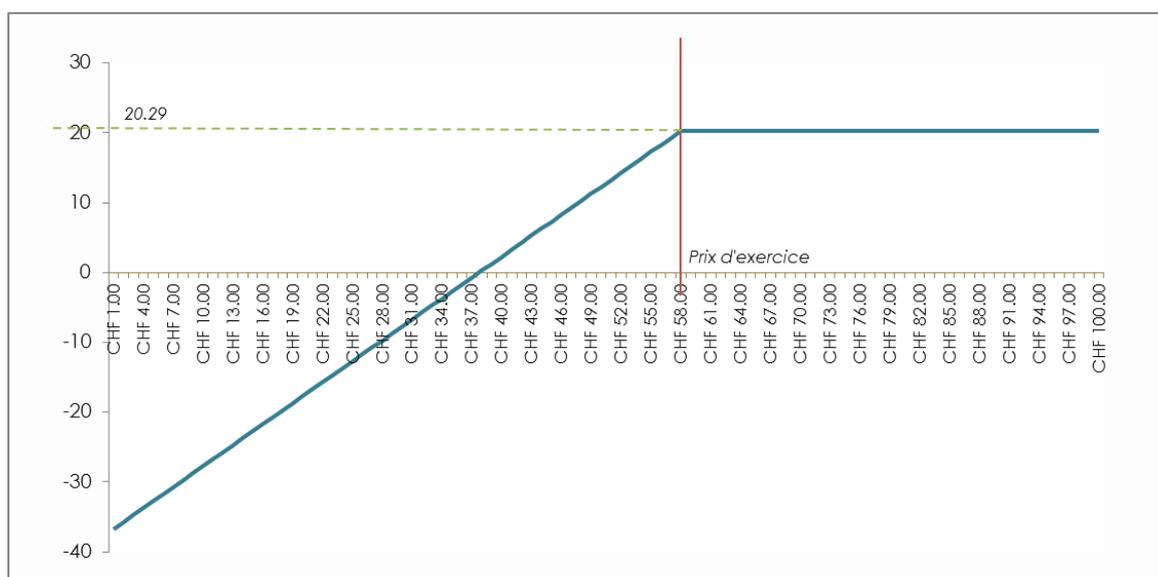
La valeur de celle-ci à l'échéance est donc égal à :

1. Si Prix sous-jacent < Prix d'exercice  
 → Valeur option = (Prix sous-jacent – Prix d'exercice) + Prime
2. Si Prix sous-jacent > Prix d'exercice  
 → Valeur option = Prime

Cette figure permet d'obtenir une illustration graphique du profil de paiement de la vente d'une option, tel qu'il est décrit dans le prospectus de l'association suisse des produits structurés mais appliqué à la Reverse Convertible qui fait l'objet de l'étude.

Figure 12

Profil de paiement de la Reverse Convertible



Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel original « RC – Construction »

L'axe horizontal correspond à la valeur du sous-jacent à un moment  $t$  et l'axe vertical à la perte/gain effectué sur la vente de l'option.

Comme nous pouvons le remarquer sur le graphique ci-dessus, le gain maximum correspond bien à la valeur de la prime que nous touchons lors de la vente de l'option et il intervient au moment où le sous-jacent passe au-dessus du prix d'exercice. Il est important de relever que le paiement du coupon lié au produit structuré n'est pas pris en compte dans la construction.

Désormais, nous avons reconstitué la construction d'une Reverse Convertible dont le sous-jacent est une action. La dernière étape sera de voir dans quelle mesure le produit que nous avons choisi peut ou ne peut pas être rentable pour les investisseurs et les banques qui le commercialisent. Pour finir, nous tâcherons de déterminer quel est le risque de perte maximale que devrait supporter un investisseur qui achète ce produit à l'émission et qui le conserve jusqu'à l'échéance.

## 5.4 Etape 4 : Prix théorique et VaR du produit

Cette dernière étape consiste à calculer le prix théorique de la Reverse Convertible ainsi que le VaR à maturité, selon la méthode des simulations de Monte-Carlo décrite au chapitre 4. Les calculs sont présentés sous l'onglet « VaR Monte-Carlo » dans le fichier MS Office Excel « RC – Risque – Scénario I & II ».

La première étape de travail est de calculer 15'000 trajectoires de prix qu'un actif, qui suit un mouvement brownien selon un processus de Wiener général, peut prendre dans un intervalle de temps prédéfini. Pour ce faire, nous allons représenter les valeurs dans un tableau, en plaçant en colonne les 15'000 trajectoires et en lignes le prix pour chaque jour jusqu'au 176<sup>ème</sup> jour (date d'échéance du produit).

En ce qui concerne le calcul du prix de l'actif, une série de données entrent dans l'équation. Tout d'abord, il faut situer les éléments de départ, c'est-à-dire le prix initial, le taux sans risque annualisé, l'écart type annualisé et l'horizon temps.

Ensuite, il faut intégrer la partie aléatoire à l'équation afin d'obtenir des trajectoires de prix différentes. Dans le cas présent, il s'agit d'utiliser une variable aléatoire suivant une loi normale  $N(0,1)$  selon la technique des fonctions inverses. La raison est qu'en utilisant l'inverse de la fonction, il est possible de générer une variable aléatoire, à partir d'une variable aléatoire uniforme entre 0 et 1. En ce qui concerne la probabilité, il suffit de prendre la fonction =ALEA() sur Excel qui nous génère un nombre compris entre 0 et 1. Ainsi, il est possible de simuler la distribution du phénomène souhaité.

La trajectoire du sous-jacent est donnée par le processus stochastique suivant :

$$P_t = P_{t-1} * e^{[(\mu - 0.5 \sigma^2) * t + \sigma Z \sqrt{t}]}$$

Où :

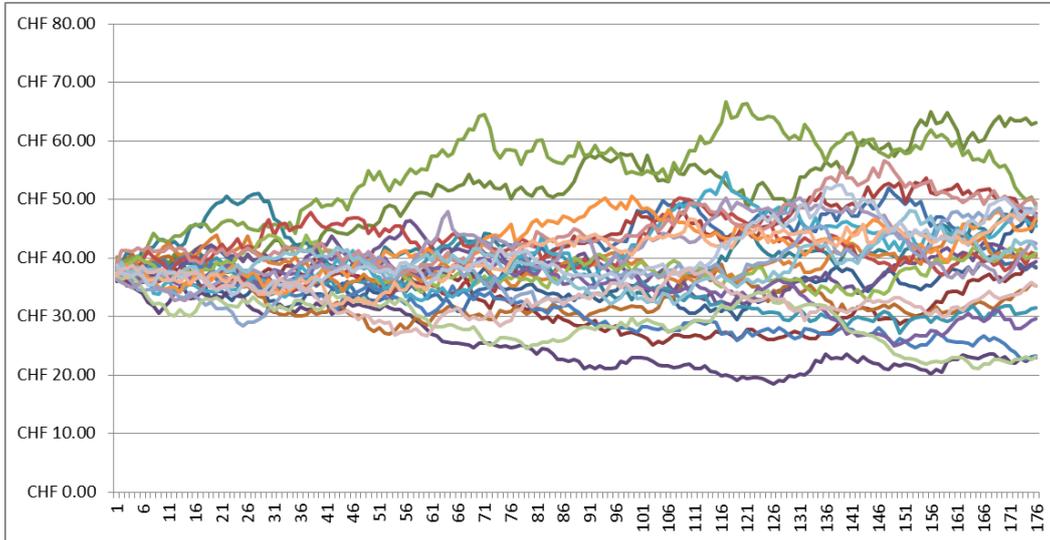
- $P_t$  : Prix du sous-jacent
- $\mu$  : Moyenne des rendements
- $P_{t-1}$  : Prix du sous-jacent le jour précédent
- $\sigma$  : Écart-Type annualisé
- $Z$  : Processus de Wiener
- $t$  : Temps

Source : [http://campus.hesge.ch/risk\\_management/doc/SupportsdeCours2011-2012/1.2.1a-VaR.pdf](http://campus.hesge.ch/risk_management/doc/SupportsdeCours2011-2012/1.2.1a-VaR.pdf)

L'implémentation nous permet d'obtenir les trajectoires suivantes :

**Figure 13**

**Simulation prix du sous-jacent**



Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel original « RC – Risque »

Ce graphique illustre le principe de la simulation de Monte-Carlo qui consiste à montrer que le moyenne des prix des 15'000 trajectoires à la 176<sup>ème</sup> période correspond au prix du sous-jacent à la date du fixing final. Après avoir estimé l'évolution du cours du sous-jacent, il reste à calculer le payoff qui déterminera le prix théorique ainsi que le rendement du produit qui lui déterminera la VaR à maturité.

Les payoffs à maturité s'obtiennent de la manière suivante :

**Coupon \* Nominal à 100%**

**+**

**Si Prix sous-jacent < Prix d'exercice → Ratio \* Valeur du sous-jacent**

**Si Prix sous-jacent > Prix d'exercice → Nominal à 100%**

Les rendements à maturité s'obtiennent de la manière suivante :

**{ [ Exp(-r \* t) \* Payoff ] / Faire Price } - 1**

Le prix théorique s'obtient par l'actualisation de la moyenne des cashflow obtenue par la simulation de Monte-Carlo, tel que présenté ci-dessous :

**Exp(-r \* t) \* moyenne des payoffs**

Finalement, il reste à extraire le 1<sup>er</sup> et 5<sup>ème</sup> centile de la distribution de rendements constituée afin d'obtenir la VaR à maturité de notre produit. Nous avons maintenant terminé l'implémentation des calculs et avons pu comprendre en détail le fonctionnement d'une Reverse Convertible. La prochaine étape sera d'analyser les résultats et formuler des recommandations personnelles quant à notre étude.

## 6. Présentations des résultats obtenus et recommandations

Après avoir décrit la méthodologie, nous allons au cours de ce chapitre, présenter les résultats obtenus afin de les analyser, puis les comparer. En effet, le choix d'étudier un produit qui est commercialisé, a permis de confronter les résultats aux données de marché. Nous clôturerons ce chapitre par quelques recommandations personnelles à titre indicatif uniquement.

### 6.1 Présentation et analyse des résultats

#### *Évaluation de l'option*

L'évaluation de l'option « short Put » constitue la base de la construction de notre produit. Celle-ci détermine en grande partie le montant du coupon qui sera payé à l'échéance.

**Tableau 9**

#### **Prime de l'option Put**

<b>Prime de l'option</b>	<b>20.30</b>
Valeur Intrinsèque :	19.85
Valeur Temps :	0.45

*Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel original « RC – Construction »*

Pour rappel, l'option que nous avons étudiée a une durée de vie de 176 jours avec un prix d'exercice de CHF 58.00, alors que le cours du sous-jacent (Adecco) était à la date du fixing initial de CHF 38.15.

Comme nous pouvons le remarquer sur le tableau ci-dessous, la valeur temps de l'option est relativement petite. Cette valeur peut sembler faible, au vu de la durée de vie de l'option, mais elle est tout à fait normale. En effet, au moment de la vente, l'option était « Deep-in-the-money » ce qui signifie que la valeur temps est au plus bas. Dans de rare cas, il peut même arriver que la valeur temps soit négative. En effet, elle est au plus haut lorsque l'option est proche du prix d'exercice et retombe progressivement au fur et à mesure que le prix du sous-jacent s'éloigne du prix d'exercice. Nous allons donc continuer notre analyse par la valorisation du produit ainsi que l'estimation du risque.

Le tableau 11 présente le prix théorique ainsi que la VaR. Il a été construit dans l'hypothèse que nous nous situons à la date du fixing initial (24.05.2012).

**Tableau 10**

**Prix & VaR Monte-Carlo I**

Données		Reverse Convertible	
Prix du sous-jacent ( $S$ ) :	CHF 38.15	Taille échantillon :	15'000
Temps (1 j./250j.) ( $t$ ) :	0.003968		
Volatilité ( $\sigma$ ) :	37.00%	Prix théorique :	CHF 3'446.92
Risk Free Rate ( $r$ ) :	0.382%	Rendement moyen :	-7.27%
Prix d'exercice ( $K$ ) :	58		
Prix d'émission (BCV) :	CHF 3'717	VaR Absolue 95% :	-42.02%
Nominal :	CHF 5'000	VaR Absolue 99% :	-50.21%
Coupon p.a. :	12.00%		
Ratio :	80.2069	VaR Relative 95% :	-34.76%
Temps jusqu'à l'éch. :	0.698412698	VaR Relative 99% :	-42.94%

Nominal :	CHF 5'000	100%
Prix marché :	CHF 3'717	74.34%
Prix Théorique :	CHF 3'446.92	68.94%
Diff. :	CHF 270.08	5.40%

Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel original « RC – Risque – Scénario I »

Le tableau 12 présente également les mêmes données mais dans l'hypothèse que nous nous situons deux mois et demi après l'émission (07.08.2012).

**Tableau 11**

**Prix & VaR Monte-Carlo II**

Données		Reverse Convertible	
Prix sous-jacent au 07/08 ( $S$ ) :	CHF 45.25	Taille échantillon :	15'000
Temps (1 j./250j.) ( $t$ ) :	0.003968		
Volatilité ( $\sigma$ ) :	37.00%	Prix théorique :	CHF 3'863.51
Risk Free Rate ( $r$ ) :	0.382%	Rendement moyen :	-8.60%
Prix d'exercice ( $K$ ) :	58		
Prix marché au 07/08 :	CHF 4'227	VaR Absolue 95% :	-39.29%
Nominal :	CHF 5'000	VaR Absolue 99% :	-47.68%
Coupon p.a. :	12.00%		
Ratio :	80.2069	VaR Relative 95% :	-30.69%
Temps jusqu'à l'éch. :	0.488095238	VaR Relative 99% :	-39.08%

Nominal :	CHF 5'000	100%
Prix marché :	CHF 4'227	84.54%
Prix Théorique :	CHF 3'863.51	77.27%
Diff. :	CHF 363.49	7.27%

Source : Illustration tirée du fichier MS Office Excel original « RC – Risque – Scénario II »

### *Prix théorique Monte-Carlo*

Le prix théorique obtenu par la méthode des simulations de Monte-Carlo présente un écart d'environ 5% à 7% avec le prix d'émission de la Banque Cantonale Vaudoise. Cette différence peut provenir de plusieurs paramètres liés à l'implémentation du modèle, mais également de la structure des frais du produit, comme les marges de la Banque qui émet l'actif.

Tout d'abord, la volatilité réelle sur les marchés est en constante évolution, or dans notre modèle, la volatilité est fixe et ne varie pas au cours du temps. Deuxièmement, il se peut que le taux sans risque, appliqué lors de l'implémentation du processus de Wiener, ne soit pas le plus approprié à ce type de produit.

Finalement, la différence entre notre prix théorique et celui du marché peut aussi être attribuée aux marges et commissions qui sont prises par les différentes contreparties. Par ailleurs, les produits sont souvent surévalués à l'émission, car les Brokers qui les vendent essayent d'en tirer de plus importantes commissions. Par exemple, si le prix théorique est de 100 %, ils tâcheront alors de vendre le produit à 102%, ou même plus si possible, car ils sont dans une position de vendeur.

Ensuite, plus le produit s'approche de l'échéance, et plus le Broker va descendre le prix, jusqu'à passer en dessous du prix théorique, lorsque l'échéance est proche. La raison est simple, le Broker, au début de la vie du produit, doit vendre un maximum, mais à la fin de la vie du produit, il se retrouve dans une position d'acheteur. Pour toucher une plus grande commission, ils doivent alors racheter le moins cher possible.

Par ailleurs, il est très difficile d'obtenir des informations en ce qui concerne les marges perçues par les banques émettrices sur ce type de produit. Au vu des calculs qui précèdent, il est envisageable que les marges soient plutôt confortables. Cependant, nous ne pouvons affirmer que celles-ci soit égales à la différence de valeur observée entre notre estimation et les prix du marchés.

### *VaR Monte-Carlo*

La VaR calculée selon la méthode des simulations de Monte-Carlo varie entre 35% et 48%, en fonction du seuil de confiance et du type (relative/absolue) choisit. Cette estimation est en accord avec la classification du risque établit par l'ASPS qui classe ce produit dans la catégorie 5 sur une échelle de 6. Ceci signifie que le risque est comparable à un investissement en actions sur les marchés émergents ou dans les actions faibles et « moyenne cap ».

Néanmoins, la VaR présentée sous cette forme a quelques désavantages non négligeables. Tout d'abord, elle est statique dans le temps. C'est-à-dire qu'elle donne uniquement la perte maximale potentielle jusqu'à l'échéance, mais ne prend pas en compte d'horizon de temps plus court. Or, il est intéressant de connaître également la perte maximale potentielle sur un horizon de temps, tels que 10 jours ou 1 mois.

Le produit, étant cotée et en principe assez liquide, permet à l'investisseur de se libérer de la position à tous moment. Mais le calcul de la VaR à des horizons de temps différents, aurait demandé d'implémenter des méthodes de calculs bien plus complexes comme les simulations de Monte-Carlo au carré. Cette méthode nécessite des ressources informatiques conséquentes et est difficile à implémenter sur MS Office Excel. C'est la raison pour laquelle, dans le cadre de cet ouvrage, nous nous sommes arrêtées au calcul de la VaR à maturité. L'ASPS, qui publie régulièrement des VaR sur les produits structurés établit par les sociétés Derivative Partners Research AG et RiskMetrics Group, propose la VaR 99% à 10 jours de cette Reverse Convertible à 16.94% (Date de calcul : 09.08.2012).

Le deuxième désavantage est que la VaR dans sa forme la plus simple sous-estime les évènements extrêmes du fait qu'elle se base sur les hypothèses que la distribution des rendements suit une loi normale standard. Les queues de distribution sont donc susceptibles d'être mal évaluées par rapport à la réalité.

Cette mesure de la VaR est donc à prendre avec un peu de recul malgré qu'elle donne une bonne estimation du risque encouru par les investisseurs.

Nous arrivons maintenant au terme de l'analyse des résultats. Cette étape, nous a permis de comprendre à quel point, tant la valeur que le risque des produits structurés, sont difficiles à estimer. Veuillez noter que vous avez la possibilité de consulter l'intégralité des calculs effectués dans les fichiers MS Office Excel joints au présent document.

## 6.2 Recommandations personnelles

Au vue des calculs présentés lors de cette étude ainsi que des divers documents consultés, il en ressort que les produits structurés sont particulièrement rentables pour les institutions qui les commercialisent. Leur contenu reste toutefois méconnu d'une grande partie des investisseurs, qui, de ce fait, ignorent les risques auxquels ils sont exposés.

Les Reverse Convertible sont des actifs moins risqués qu'un investissement direct dans le sous-jacent grâce au coupon qui est payé. Malgré cela, il est indispensable d'être bien renseigné sur le sous-jacent pour effectuer une gestion du risque efficace et se préparer aux éventuelles pertes.

Dans le cadre de notre étude, nous pouvons constater qu'il y a des différences entre les données calculées et les données du marché. Ceci est dû, entre autre, au choix et à l'implémentation du modèle. De ce fait, nous recommandons aux investisseurs de ne pas évaluer leur produit selon un seul et unique modèle, mais plutôt de les comparer entre eux, afin de déterminer lequel est le plus pertinent. En effet, une variable telle que la volatilité notamment, est déterministe dans les modèles présentés. Nous conseillons donc de tester les estimations avec des volatilités différentes comme la volatilité implicite ou les volatilités calculées à des horizons de temps différents. De plus, nous avons également relevé que la plupart des modèles se basent sur des hypothèses qui ne reflètent pas la réalité du marché, ce qui crée un biais dans nos estimations.

Finalement, nous avons pu constater que pour affiner le calcul de la VaR, nous aurions dû implémenter les simulations de Monte-Carlo au carré. En effet, cette évolution de la méthode simple permet d'évaluer la VaR d'un produit structuré sur horizon de temps définit. Etant donné que le produit est coté et liquide, nous recommandons aux investisseurs d'aborder le calcul de la VaR selon la méthode des simulations de Monte-Carlo au carré.

## Conclusion

L'étude proposée dans cet ouvrage ainsi que le fichier MS Office Excel joint, donne au lecteur une vision générale de la construction, de même que la gestion du risque liée aux produits structurés et plus particulièrement aux produits d'optimisation de la performance.

Dans un premier temps, nous avons décrit les produits structurés de manière générale. Ceci nous a permis de comprendre, que la première étape avant d'investir consiste à définir sa vision du marché. Ensuite, nous avons traité la composition du produit. Grâce à cela, nous avons pu réaliser l'importance de bien connaître l'évolution possible du sous-jacent, ainsi que les conséquences des différents scénarios de marché. Par ailleurs, nous avons également pu remarquer, au cours de notre étude, que la complexité de la composition du produit aboutissait à des difficultés considérables dans l'estimation du prix et dans la gestion du risque de celui-ci. Ceci profite largement aux institutions émettrices, qui de surcroît, ne sont pas transparentes sur la structure des frais et profitent de pratiquer des prix élevés afin d'obtenir des marges confortables.

En ce qui concerne la gestion du risque, nous nous sommes rendus compte que l'implémentation des modèles de gestion du risque est compliquée, dans le cas des produits structurés. Les calculs de VaR disponibles sur le marché pour ce type de produits sont complexes. En effet, il est plus ou moins facile de déterminer si nous possédons un produit très risqué ou non, mais il l'est plus difficile de déterminer qu'elle sera la perte maximale sur un horizon de temps donné. Il est donc fortement recommandé de se renseigner attentivement sur les conditions de protection du capital, avant de se lancer dans l'investissement. Cette analyse du risque nous aura tout de même permis d'apprendre que ce genre de Reverse Convertible est un produit très risqué pouvant occasionner une perte en capital importante.

En conclusion, les produits structurés sont encore très jeunes. Ces dernières années l'ASPS s'est concentrée sur les standardisations, l'explication des risques ainsi que les informations disponibles pour les investisseurs. Dernièrement, nous avons eu l'arrivée des plates-formes de trading, tels que Scoach SA, dédiées uniquement au traitement des produits structurés. Nous sommes donc prêts à passer à la prochaine étape qui sera certainement le traitement de l'offre et de la demande de prix directement par internet.

# Bibliographie

## Supports papiers

### Ouvrages

- HULL J., GODLEWSKI C., MERLI M., *Gestion des risques et institutions financières*, Paris, Éditions Pearson Education, 2<sup>e</sup> éd., 2010
- HULL J., ROGER P., *Options, futures et autres actifs dérivés*, Paris, Éditions Pearson Education, 8<sup>e</sup> éd., 2011
- LEVYNE Olivier & SAHUT Jean-Michel, *Options réelles, Intégrer risque et flexibilité dans les choix d'investissement*, DUNOD, Paris 2009

### Articles scientifiques

- BLACK, Fisher SCHOLLES, Myron. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of political economy*, 1973
- COX, Samuel H., FAIRCHILD, Joseph R., PEDERSEN, Hal W. Valuation of structured risk management products. *Insurance : Mathematics and Economics*, 2003
- LEVY-RUEFF, Guy, Portée et limites des VaR publiées par les grandes institutions financières, *Revue de la stabilité financière*, 2005, n°7
- STOIMENOV, Pavel A., WILKENS, Sascha. Are structured products « fairly » priced ? An analysis of the German market for equity-linked instruments. *Journal of Banking & Finance*, 2004

## Supports électroniques

- ASPS. *Site de l'Association Suisse des Produits Structurés* [en ligne]. [www.svsp-verband.ch/home/index.aspx?lang=fr](http://www.svsp-verband.ch/home/index.aspx?lang=fr) (Consulté le 13.05.2012)
- BANQUE CANTONALE VAUDOISE. *Site officiel de la banque* [en ligne]. <http://structures.bcv.ch/ps/ch/FR-CH/index.cfm> (Consulté le 13.05.2012)
- BASEL COMMITTEE. Working Paper on the Regulatory Treatment of Operational Risk [en ligne]. [http://www.bis.org/publ/bcbs\\_wp8.htm](http://www.bis.org/publ/bcbs_wp8.htm) (Consulté le 26.05.2012)
- BANK VONTOBEL. *Site officiel des produits structurés Vontobel* [en ligne]. <http://www.derinet.ch/Accueil-fr.html> (Consulté le 13.05.2012)
- CORBEL, Gilles. Bientôt un grand supermarché pour les structurés ?. *Le Temps* [en ligne]. 2011.  
[http://www.letemps.ch/Facet/print/Uuid/0778cbe8-8a32-11e0-a36f928cd3cf4f12/Bient%C3%B4t\\_un\\_grand\\_supermarch%C3%A9\\_pour\\_les\\_structur%C3%A9s](http://www.letemps.ch/Facet/print/Uuid/0778cbe8-8a32-11e0-a36f928cd3cf4f12/Bient%C3%B4t_un_grand_supermarch%C3%A9_pour_les_structur%C3%A9s) (Consulté le 05.02.2012)
- INVESTVALLEY. *Site d'information financière* [en ligne].  
<http://www.investvalley.com/> (Consulté le 13.07.2012)

- MORESINO, Francesco. La Value at Risk. In : *Campus HEG, Cours de Risk Management* du 24.02.2012 [en ligne]. [http://campus.hesge.ch/risk\\_management/2011-2012.asp](http://campus.hesge.ch/risk_management/2011-2012.asp) (Consulté le 07.06.2012)
- OSE, Akimou. Option et Produits Structurés. In : *Campus HEG, Cours de Risk Management* du 14.10.2011 [en ligne]. [http://campus.hesge.ch/risk\\_management/2011-2012.asp](http://campus.hesge.ch/risk_management/2011-2012.asp) (Consulté le 07.06.2012)
- PAYOFF, *Site d'information financière* [en ligne].  
<http://www.payoff.ch/> (Consulté le 25.02.2012)
- POSTFINANCE, *Site officiel de Postfinance pour l'E-Trading* [en ligne].  
<https://www.postfinance.ch/fr/priv/etrade/search.html/> (Consulté le 14.07.2012)
- Réseau social. In : Wikipédia [en ligne]. Dernière modification de cette page le 12 janvier 2012 à 21:52. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Mod%C3%A8le\\_binomial](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mod%C3%A8le_binomial) (Consulté le 07.06.2012)
- Réseau social. In : Wikipédia [en ligne]. Dernière modification de cette page le 24 juin 2012 à 16:05. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Value\\_at\\_risk](http://fr.wikipedia.org/wiki/Value_at_risk) (Consulté le 07.06.2012)
- Réseau social. In : Wikipédia [en ligne]. Dernière modification de cette page le 21 juin 2012 à 21:30. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Volatilit%C3%A9\\_\(finance\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Volatilit%C3%A9_(finance)) (Consulté le 07.06.2012)
- SCOACH SA. *Site officiel de Scoach SA*, [en ligne].  
<http://www.scoach.ch/fr/actualites/aperce-du-marche> (Consulté le 29.06.2012)
- SWISSQUOTE BANK SA. *Site officiel de la banque* [en ligne].  
<http://www.swissquote.ch/sqweb/index.jsp?l=f> (Consulté le 13.05.2012)
- SIX SWISS EXCHANGE, *Site officiel de la bourse suisse* [en ligne]. [http://www.six-swiss-exchange.com/index\\_fr.html](http://www.six-swiss-exchange.com/index_fr.html) (Consulté le 06.07.2012)
- UBS QUOTES, *Site d'informations financières de la banque UBS* [en ligne].  
[http://www.ubs.com/ch/fr/online\\_services/quotes.html](http://www.ubs.com/ch/fr/online_services/quotes.html) (Consulté le 14.07.2012)

# Annexe 1

## Détail du produit

ANNONCE DE COTATION		Reverse Convertible	
		Sous-jacent : Adecco	
		Coupon 8.00%	
		Maturité : 31.01.2013	
<p>Ce produit structuré n'est pas un placement collectif au sens de la loi fédérale sur les placements collectifs de capitaux (LPCC) et n'est donc soumis ni à autorisation ni à surveillance de l'Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers (FINMA). L'investisseur ne peut pas prétendre à la protection de la LPCC.</p>			
<b>DESCRIPTION DU PRODUIT</b>			
<b>Détails de l'émission</b>			
N° valeur / ISIN / Symbole	18 686 332 / ISIN CH0186863327 / BCV287		
Emetteur	Banque Cantonale Vaudoise, Lausanne Suisse (S&P AA/stable/A-1+, Moody's A1/P-1/stable) Voir implications fiscales en page 2.		
Lead manager, Agent de calcul, Agent payeur	Banque Cantonale Vaudoise, Lausanne		
Prix d'émission	74.34%		
Monnaie de référence	CHF		
Nominal	CHF 5 000		
Nombre de valeurs émises	400 Reverse Convertible (avec clause d'augmentation et de réouverture)		
Date de fixing initial	24.05.2012		
Date de paiement	31.05.2012		
Date de fixing final	24.01.2013 (cours de clôture officiel du (ou des) sous-jacent(s) à la bourse de référence)		
Date de remboursement	31.01.2013		
Définition	Les Reverse Convertible sont des instruments dérivés qui permettent aux investisseurs de profiter de la volatilité implicite actuelle dans le marché des actions. Ils se destinent à des investisseurs qui ont une vue neutre à légèrement haussière sur l'évolution du sous-jacent.		
Classification ASPS	Optimisation de la performance – Reverse convertible (1220) selon la Swiss Derivative Map disponible à l'adresse <a href="http://www.svsp-verband.ch">www.svsp-verband.ch</a>		
<b>Sous-Jacent</b>			
	Nom	Symbole Bloomberg	NV / ISIN
	Action nominative Adecco SA	ADEN VX EQUITY	1 213 860 / CH0012138605
			Bourse de référence SIX Swiss Ex
<b>Conditions du produit</b>			
Prix d'exercice	CHF 58.00		
Ratio	86.20690 sous-jacent(s) par Reverse Convertible		
Coupon	8.00% (12.00% p.a.) Le paiement aura lieu le 31.01.2013 (240 jours/360) et se compose de deux tranches : 0.16% (0.24% p.a.) composante d'intérêts purs 7.84% (11.76% p.a.) un gain en capital (prime d'option).		
<a href="http://www.bcv.ch/invest">www.bcv.ch/invest</a> 021 212 42 00			

Remboursement	<p>31.01.2013 :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>si le fixing final est supérieur au prix d'exercice de CHF 58.00, le montant remboursé par Reverse Convertible s'élèvera au <b>nominal à 100%</b>.</li> <li>si le fixing final est inférieur ou égal au prix d'exercice de CHF 58.00, l'investisseur devra prendre livraison de -86.20690- sous-jacent(s) par Reverse Convertible en s'acquittant du timbre fédéral. Les fractions seront remboursées en espèces.</li> </ol>
Cotation, segment de marché	Sera demandée au marché principal de SIX Swiss Exchange et maintenue jusqu'à la clôture de la date d'évaluation finale (actuellement 24.01.2013 à 17h15).
Marché secondaire	La fixation des prix sur le marché secondaire est "dirty", i.e. l'intérêt couru est inclus dans le prix. Reuters BCVINDEXT <BCVDERIVATIVES>, SIX Telekurs 18686332,BCV.
Clearing	SIX SIS SA
Matérialisation	La Valeur est constituée sous forme de droit-valeur inscrit dans le système de virement de SIX SIS SA. Elle n'est ainsi pas matérialisée et toute impression et livraison de titres individuels sont exclues.
	<b>Fiscalité</b>
Indications	Ces informations fiscales ne fournissent qu'un aperçu général sur les conséquences fiscales possibles liées à ce produit à la date de son émission. Les lois et les pratiques fiscales peuvent changer et avoir un effet rétroactif. Dans tous les cas, il appartient à l'investisseur de se renseigner auprès de son conseiller fiscal pour un examen spécifique de son profil préalablement à toute opération.
Suisse	Ce produit est à intérêt unique prédominant (IUP) et il est considéré comme transparent. <b>La composante d'intérêts est soumise à l'impôt anticipé et constitue un revenu imposable.</b> Les transactions sur le marché secondaire ne sont pas soumises au droit de timbre de négociation fédéral.
Fiscalité de l'épargne UE	Ce produit n'est pas soumis à la fiscalité de l'épargne dans l'UE pour les agents payeurs suisses (TK7).
	<b>Informations juridiques</b>
For, droit applicable	Lausanne, droit suisse
Prospectus	Ce document n'est pas un prospectus d'émission au sens des articles 652a et 1156 du Code suisse des obligations ni un prospectus simplifié au sens de l'art 5 al. 2 LPCC. Seul le prospectus de cotation, disponible auprès de la BCV en langue française, avec les autres documents exigés cas échéant par le Regulatory Board, est déterminant.
Surveillance prudentielle	La BCV Lausanne Suisse est soumise à une surveillance prudentielle de l'Autorité Fédérale de Surveillance des Marchés Financiers (FINMA).
	<b>PERSPECTIVES DE PROFITS ET DE PERTES</b>
Prévision de marché	Le produit s'adresse aux investisseurs partageant la vue de marché suivante : <ul style="list-style-type: none"> <li>Une stagnation ou une légère hausse du sous-jacent</li> <li>Que la valeur du sous-jacent, le jour du fixing final, ne sera pas inférieure ou égale au niveau du prix d'exercice</li> </ul>
Tolérance au risque	La valeur d'un Reverse Convertible à l'expiration peut être inférieure au prix d'achat. Les risques liés à certains placements, en particulier les dérivés, ne conviennent pas à tous les investisseurs. L'investisseur est notamment invité à procéder à un examen spécifique de son profil de risque et à se renseigner sur les risques inhérents, notamment en consultant la brochure SwissBanking «Risques particuliers dans le négoce de titres» (disponible dans les locaux de la BCV ou sur son site internet : <a href="http://www.bcv.ch/static/pdf/fr/risques_particuliers.pdf">www.bcv.ch/static/pdf/fr/risques_particuliers.pdf</a> ) avant toute opération.
Profit potentiel	Le profit potentiel est limité au paiement du coupon.
Perte potentielle	La perte potentielle est équivalente à un investissement direct sur le marché des actions.

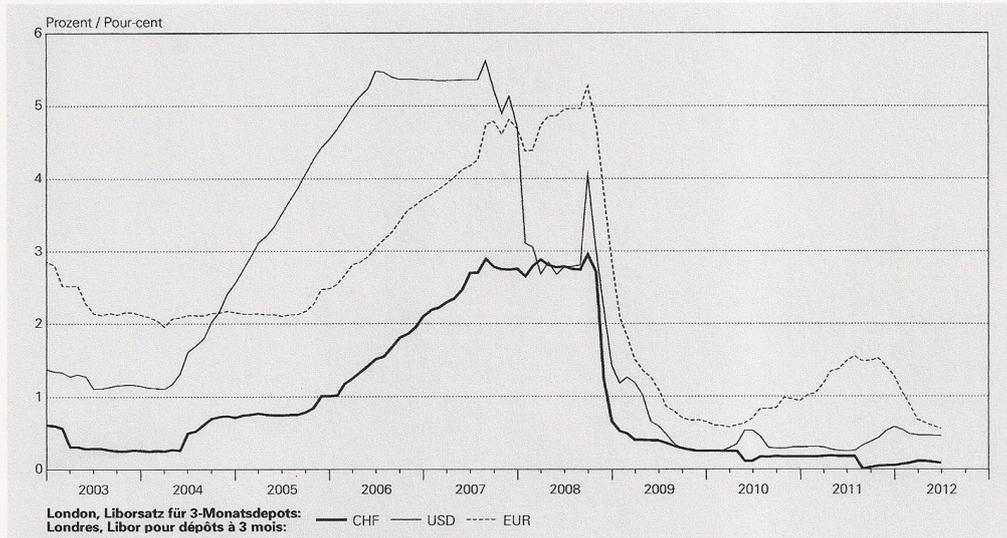
RISQUES SIGNIFICATIFS SUPPORTES PAR L'INVESTISSEUR	
Risque d'émetteur	<p>L'investisseur est exposé au risque d'insolvabilité de l'émetteur, qui peut entraîner une perte partielle voire totale du capital investi.</p> <p>La valeur des placements ne dépend pas uniquement de l'évolution du/des sous-jacent(s), mais également de la solvabilité de l'émetteur, laquelle peut changer pendant la durée du produit structuré.</p> <p>Le rating de l'émetteur indiqué dans ce document est conforme à la situation au moment de l'émission et peut changer en cours de vie du produit.</p>
Liquidité de marché	<p>Dans des conditions spéciales de marché, quand l'émetteur n'est pas en mesure de réaliser des transactions couvertes, ou quand ces transactions sont difficilement réalisables, la différence entre les cours acheteur et vendeur peut être temporairement augmentée, afin de limiter les risques économiques de l'émetteur.</p>
Risque de marché	<p>L'investisseur est exposé aux risques d'ajustement du sous-jacent, d'inconvertibilité, et de situations de marché extraordinaires ou d'urgence, telle que la suspension de la cotation du sous-jacent, une restriction du négoce, ou une autre mesure restreignant matériellement la négociabilité du sous-jacent. L'investisseur est soumis aux spécifications légales ou contractuelles des marchés sur lesquels le sous-jacent est traité ainsi que celles prévues par l'émetteur ou auxquelles celui-ci est soumis. La survenance de tels événements de marché peut affecter les dates et les autres conditions mentionnées dans ce document.</p>
Risque de change	<p>L'investisseur dont la devise de référence n'est pas la monnaie de base du produit doit être conscient des risques relatifs aux taux de change.</p>
Informations importantes	
Indications générales	<p>Les performances antérieures ne garantissent pas une évolution actuelle ou future.</p> <p>Ce document est informatif, il n'est pas une analyse financière au sens des « Directives visant à garantir l'indépendance de l'analyse financière » de l'Association Suisse des Banquiers, une offre, une invitation ou une recommandation personnalisée pour l'achat ou la vente de produits spécifiques.</p> <p>L'émetteur n'a, sauf mention contraire, pas l'obligation d'acquiescer ce(s) sous-jacent(s).</p> <p>Toutes modifications imprévues ou non convenues contractuellement par rapport aux conditions initiales du produit structuré seront publiées sur le site internet <a href="http://www.bcv.ch/invest">www.bcv.ch/invest</a></p>
Période de souscription	<p>Durant la période de souscription, les conditions sont indicatives et susceptibles d'être modifiées ; l'émetteur n'a aucune obligation d'émettre ce produit.</p>
Conflit d'intérêt	<p>La BCV ou une entité de son groupe (ci-après : le « Groupe BCV ») peut, dans le cadre de cette émission ou du produit, verser à des tiers ou percevoir de la part de tiers une rémunération unique ou récurrente. Le contenu de cette publication a pu être utilisé pour des transactions par le Groupe BCV avant sa communication. Le Groupe BCV peut détenir des intérêts ou des positions en rapport avec les composants de ce produit, respectivement en acquiescer ou en disposer.</p>
Restrictions de vente	<p>La diffusion de ce document et/ou la vente de ce produit peuvent être sujettes à des restrictions (par ex. US, US persons, UK, UE, Guernsey) ; elles ne sont autorisées que dans le respect de la législation applicable.</p>
Date de publication	<p>25.05.2012</p>
Contacts	
Equipe de vente	<p>Equipe de vente produits structurés / Division Asset Management et Trading BCV</p>
Téléphone	<p>021 212 42 00</p> <p>Nous attirons votre attention sur le fait que les communications sur ce numéro peuvent être enregistrées. Lorsque vous nous appelez, nous considérons que vous acceptez cette procédure</p>
Fax	<p>021 212 13 61</p>
Internet/mail	<p><a href="http://www.bcv.ch/invest">www.bcv.ch/invest</a> / <a href="mailto:structures@bcv.ch">structures@bcv.ch</a></p>
Courrier	<p>BCV / 276 - 1598 / CP 300 / 1001 Lausanne</p>
3/3	
	

Source : <http://structures.bcv.ch/ps/ch/FR-CH/index.cfm#asps:122000>

## Annexe 2

### Taux d'intérêt à court terme suisse

#### E1 Geldmarktsätze Taux d'intérêt à court terme



In Prozent / En pour-cent

Jahresende Monatsende	Schweiz Suisse		London, Libor <sup>2</sup> Londres, Libor <sup>2</sup>				USD	JPY	GBP	EUR	Schweiz Suisse
	CHF	1-Tages- Geld (Tomorrow next)	1 Monat	3 Monate	6 Monate	12 Monate					
Fin d'année Fin de mois	SARON <sup>1</sup>	Argent au jour le jour (Tomorrow next)	1 mois	3 mois	6 mois	12 mois	3 mois	3 mois	3 mois	3 mois	Eidg. Geld- markt- buchforde- rungen 3 Monate <sup>3</sup>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2002	0.399	0.440	0.607	0.617	0.638	0.685	1.380	0.065	4.023	2.861	0.276
2003	0.089	0.090	0.220	0.260	0.350	0.580	1.152	0.061	4.038	2.123	0.106
2004	0.466	0.550	0.660	0.717	0.800	0.990	2.564	0.053	4.885	2.154	0.634
2005	0.460	0.630	0.892	1.010	1.178	1.408	4.536	0.066	4.639	2.487	0.900
2006	1.922	1.940	2.046	2.103	2.200	2.390	5.360	0.568	5.320	3.723	1.880
2007	1.849	2.000	2.428	2.757	2.865	2.977	4.703	0.895	5.994	4.679	2.044
2008	0.015	0.010	0.340	0.662	0.810	1.095	1.425	0.833	2.770	2.894	0.000
2009	0.042	0.050	0.107	0.252	0.338	0.638	0.251	0.278	0.605	0.655	0.000
2010	0.060	0.040	0.143	0.170	0.238	0.517	0.303	0.188	0.758	0.939	0.040
2011	0.017	0.070	0.032	0.052	0.094	0.325	0.581	0.196	1.080	1.292	-0.470
2011 06	0.092	0.090	0.128	0.175	0.238	0.537	0.246	0.195	0.826	1.491	0.079
2011 07	0.070	0.050	0.126	0.175	0.242	0.529	0.256	0.195	0.833	1.557	0.000
2011 08	-0.011	-0.290	0.000	0.005	0.047	0.285	0.327	0.193	0.886	1.484	-0.750
2011 09	0.006	0.020	0.007	0.023	0.068	0.300	0.374	0.194	0.953	1.495	-0.652
2011 10	-0.004	0.050	0.023	0.043	0.089	0.308	0.429	0.195	0.987	1.527	-0.051
2011 11	0.020	0.050	0.032	0.052	0.099	0.325	0.529	0.198	1.038	1.407	-0.316
2011 12	0.017	0.070	0.032	0.052	0.094	0.325	0.581	0.196	1.080	1.292	-0.470
2012 01	-0.009	0.010	0.046	0.070	0.121	0.341	0.542	0.196	1.083	1.059	-0.051
2012 02	-0.001	0.030	0.061	0.087	0.143	0.363	0.484	0.196	1.060	0.896	-0.099
2012 03	0.012	0.050	0.077	0.110	0.182	0.392	0.468	0.196	1.027	0.681	-0.099
2012 04	-0.015	0.020	0.075	0.112	0.185	0.393	0.466	0.196	1.013	0.637	-0.158
2012 05	0.016	0.000	0.044	0.098	0.178	0.386	0.467	0.196	0.993	0.595	-0.620
2012 06	<b>0.028</b>	<b>0.000</b>	<b>0.038</b>	<b>0.087</b>	<b>0.178</b>	<b>0.382</b>	<b>0.461</b>	<b>0.196</b>	<b>0.895</b>	<b>0.556</b>	<b>-0.849</b>

Source : <http://www.snb.ch/>

## Annexe 3

### Tutoriels fichiers MS Office Excel

Ce tutoriel a simplement pour but de faciliter la lecture des fichiers MS Office Excel « RC – Construction » et « RC – Risque ». Il permet au lecteur d'avoir une vision rapide des calculs contenus dans les cellules et ainsi comprendre aisément la méthode implémentée.

#### ***RC - Construction***

##### ***Onglet : « Arbre du sous-jacent » & « Arbre du Put »***

Cellule D4 : Prix de clôture d'Adecco au 24.05.2012

*Source : Yahoo finance, UK (<http://uk.finance.yahoo.com/q/hp?s=ADEN.VX>)*

Cellule D5 : Prix d'exercice de la Reverse Convertible

*Source : Banque Cantonale Vaudoise, [www.bcv.ch](http://www.bcv.ch)*

Cellule D5 : Durée de vie de l'option (en année) (T)

$T = (\text{Fixing Final} - \text{Fixing Inital}) / \text{Nb. Jours ouvrés}$

176 jours / 250 jours  $\rightarrow$  0.704

Cellule D21 : Fonction Excel « nb.jours.ouvrés »

Cellule D7 : Volatilité historique du sous-jacent ( $\sigma$ )

*Source : Bloomberg, Volatilité calculé dans le cadre de l'étude*

Cellule D8 : Taux sans risque (r)

*Source : <http://www.snb.ch>*

Cellule D10 : Nombre d'années / Nombre de périodes ( $t$ )

0.704 / 250 = 0.002816

Cellule D11 : Taux sans risque ajusté ( $Rh$ )

$(1+0.382\%)^{0.002816} = 1.00001073668371$

Cellule D12 :  $Up = \text{Exp}(\sigma * t^{0.5})$

Augmentation de valeur du sous-jacent dans les cas favorables.

Cellule D13 :  $down = 1 / Up$

Perte de valeur du sous-jacent dans les cas défavorables.

Cellule D14 :  $Pu = (Rh - down) / (up - down)$

Cellule D15 :  $Pd = 1 - Pu$

Cellule G4 à IW254 :

Arbre du sous-jacent + Arbre du Put

### ***Onglet : Payoff à Maturité***

#### Cellule B6 à C18 :

Principales caractéristiques de la Reverse Convertible

#### Cellule B22 à C37 :

Évaluation de l'option par le modèle binomial

#### Cellule B42 à C56 :

Évaluation de l'option par le modèle de Black & Scholes. Implémentation de la formule présentée au chapitre 2.2 (page 13)

#### Cellule E7 à E106 :

Simulation du prix du sous-jacent de CHF 1.- à CHF 100.-

#### Cellule F7 à F106 :

Calcul du payoff de l'option Put vendue.

Si Prix d'exercice  $\geq$  Prix du sous-jacent ;

Payoff = (Prix sous-jacent – Prix d'exercice) + Prime

Si Prix d'exercice  $<$  Prix du sous-jacent ;

Payoff Put = Prime option

### ***Onglet : Vol. Historique – Adecco***

#### Colonne H (Rdt 1j.) :

$= (S_t - S_{t-1}) / S_{t-1}$  = Rendement journalier, S = cours du sous-jacent

#### Colonnes I, J, K, L (Vol. 30j., 90j., 125j., 250j.) :

= écart-type respectif des rendements des 30, 90, 125 et 250 dernières sessions de trading

#### Cellules O7 à O10 (Volatilités historiques annualisées) :

= moyenne des volatilités calculées précédemment multipliée par la racine carré de 252

#### Cellule O12 : Taille de l'échantillon de données

#### Cellule O16 à O38 (Rendement annuel moyen) :

= moyenne arithmétique des rendements journaliers sur un an

#### Graphique : Évolution des prix de clôture d'Adecco du 15.01.90 au 27.07.12

## **RC – Risque Scénario I & II**

### **Onglet ; VaR Monte-Carlo**

#### Colonnes L à VEI, Lignes 7 à 182/129 :

Simulation du cours du sous-jacent selon un processus de Wiener.  
Implémentation de la formule présentée au chapitre 5.4 (page 38)

#### Colonne K, Lignes 7 à 182/129 :

Nombre de jours jusqu'à l'échéance du produit

#### Lignes 184/131, Colonnes L à VEI :

→ Payoffs = [(Coupon p.a. \* (nb. Jours / 252)) \* 100% du Nominal] +  
Ratio \* Prix sous-jacent simulé (si prix < prix d'exercice)

ou

100% Nominal (si prix >= prix d'exercice)

#### Lignes 185/132, Colonnes L à VEI : Rendement à maturité de la reverse convertible

→ Payoffs actualisés / Prix d'émission de la BCV (H12) - 1

Cellule D7 : Prix du sous-jacent, Adecco. Scénario 1 au 24.05.12. Scénario 2 au 07.08.12.

Cellule D8 : Variable de  $t$  du processus de Wiener, pas de temps

Cellule D9 : Volatilité historique sur 30 jours de la société Adecco

Cellule D10 : Variable de  $t$  du processus de Wiener, pas de temps

Cellule D11 : Prix d'exercice du produit

Cellule D12 : Prix d'émission de la BCV, 74.34% du Nominal de CHF 5'000

Cellule D13 : 100% du Nominal

Cellule D14 : Coupon annualisé du produit

Cellule D15 : Ratio de conversion du produit

Cellule D16 : Temps en année jusqu'à l'échéance (nb. jours / 252)

#### Cellule D21, F21 :

Différence de valeur en CHF et % du Nominal entre prix du marché et prix théorique calculé

Cellule F7 : Nombre de simulations effectuées

Cellule F9 : Moyenne actualisée des payoffs à maturité (Lignes 184/131, Colonnes L à VEI)

Cellule F10 : Moyenne des rendements à maturité (Lignes 185/132, Colonnes L à VEI)

Cellules F12, F13 :

1<sup>er</sup> et 5<sup>ème</sup> centile des 15'000 rendements à maturité

Cellules F15, F16 :

1<sup>er</sup> et 5<sup>ème</sup> centile des 15'000 rendements à maturité moins le rendement moyen

Graphique : Échantillon de 50 trajectoires générées selon un processus de Wiener standard

## Annexe 4

### Matrice des émetteurs de produits structurés

Matrice émetteurs							
	Produits à levier	Produits de participation	Produits à rendement optimisé	Capital garanti	Certificats de débiteur référence	Divers	
Aargauische Kantonalbank		1					1
 Bank Julius Bär	1 190	158	497	7	5		1 857
 Bank Sarasin	137	53	94	2			286
 Bank Vontobel	9 430	409	1 936	122	237		12 134
 Banque Cantonale Vaudoise	2	35	179	10			226
 Barclays Bank	22	26	5	12			65
 Basler Kantonalbank	42	61	131	3			237
 BNP Paribas		2	4				6
 Commerzbank	327	307	9				643
 Credit Suisse	776	156	1 116	91	79		2 218
 Deutsche Bank	225	33	17				275
 DWS GO SA				1			1
 DZ Bank			1				1
 EFG Financial Products	33	259	1 993	228	16		2 529
 Exane	1	1					2
 Goldman Sachs	382	180	26	79			667
 HSBC Trinkaus	928	14	41	3			986
 JP Morgan	1	19	37	4			61
 Macquarie	1	2	11				14
 Merrill Lynch	1	43		8			52
 Migros Bank			1	1			2
 Morgan Stanley		8	1	1			10
 Rabobank		17	96	19			132
 Royal Bank of Scotland	1 102	460	15	90			1 667
 Société Générale		10	8	6			24
 UBS	7 022	439	835	390			8 686
 UniCredit Bank		20					20
 Zürcher Kantonalbank	4 167	270	485	81	5		5 008
	<b>25 789</b>	<b>2 983</b>	<b>7 538</b>	<b>1 158</b>	<b>342</b>	<b>0</b>	<b>37 810</b>

Source : <http://www.scoach.ch/fr/outils/matrice-emetteurs>

## Annexe 5

### Matrice des sous-jacents

Matrice sous-jacents							
	Produits à levier	Produits de participation	Produits à rendement optimisé	Capital garanti	Certificats de débiteur référence	Divers	
Actions	18 441	489	2 956	23	141	-	22 050
Titres d'emprunt / taux d'intérêts	156	31	1	474	119	-	781
Devises	1 945	5	2	15	2	-	1 969
Matières premières	2 392	186	127	38	4	-	2 747
Baskets	23	806	3 915	388	32	-	5 164
Divers	2 832	1 466	537	220	44	-	5 099
	<b>25 789</b>	<b>2 983</b>	<b>7 538</b>	<b>1 158</b>	<b>342</b>	<b>0</b>	<b>37 810</b>

Source : <http://www.scoach.ch/fr/outils/matrice+sous+jacents>