Préparé par : Nataliya VEZHNYAEVA
Formation : Actuaire de l'Université Paris-Dauphine
Fonction actuelle : Consultante à Deloitte
Adresse : 30, rue Félicien David, 75016 Paris
Mail: veznat@yahoo.fr

Comment choisir la méthode de rémunération complémentaire la plus « efficace » ?

Colloque de l'Association Actuarielle Internationale à OSLO

RESUMEf

Les formes de rémunération sont multiples : salaire de base, bonus à court et à long terme, rémunération en action, plans de retraite, avantages en nature, etc. Devant ce panel de choix, les employeurs et les employés doivent être capables de comparer différentes formes de rémunération, afin de sélectionner les plus avantageuses. L'objectif de cette étude est de construire un outil, qui aidera les différentes parties prenantes à faciliter leur prise de décision sur le choix à retenir en fonction de leur souhait/contrainte/besoin.

L'outil construit peut se définir comme un « ratio d'efficacité ». Il représente en effet le rapport entre la valeur finale (i.e. corrigée de toutes les charges et impôts) perçue par le salarié grâce au type de rémunération choisi et le montant investi par l'employeur pour verser cette rémunération. A titre illustratif, nous retiendrons le scénario suivant : l'employeur dispose de 100 000 €, qu'il veut investir dans la rémunération la plus « efficace » parmi les cinq suivantes : bonus à court terme, stock-options, actions de performance, retraite à cotisations définies ou retraite à prestations définies.

Pour cette enveloppe disponible de 100 000 €, nous allons déterminer lequel parmi ces cinq types de rémunération garantit au salarié le montant finalement perçu le plus élevé. Afin de calculer le ratio d'efficacité, nous avons construit des modèles actuariels (calcul de valeur présente relative aux engagements de retraite) et financiers (modèles de Black & Scholes, Cox, Ross, Rubinstein, Monte Carlo) ainsi qu'un outil qui calcule les charges et les impôts pour chaque type de rémunération. Par souci de cohérence et afin de définir les hypothèses de calcul, nous nous sommes basés sur les recommandations fournies par la norme IFRS. Enfin, cette étude présente l'impact de différentes sensibilités sur le ratio d'efficacité : variation de salaire brut de l'employé, de son âge, ainsi que le versement de dividendes dans le cas des actions de performance et des stock-options.

Sommaire

1. Introduction 3

2. Sujet et objet de l'étude 4

3. La rémunération 5
- Bonus 5
- Stock-Options 5
- Action de performance 6
- Régime à cotisations définies 7
- Régime à préstations définies 7

4. Comparaison de différents systèmes de rémunération 8
- Salaire et bonus 8
- Stock-Options 8
- Actions de performance 15
- Retraite à cotisations définies 19
- Retraite à prestations définies 22

5. Grille d'ordre à la décision 24
- Sensibilité au salaire 24
- Sensibilité à l'âge 25
- Sensibilité à l'âge et au salaire 25
- Sensibilité aux dividendes 26

6. Conclusion 27

Remerciements 28

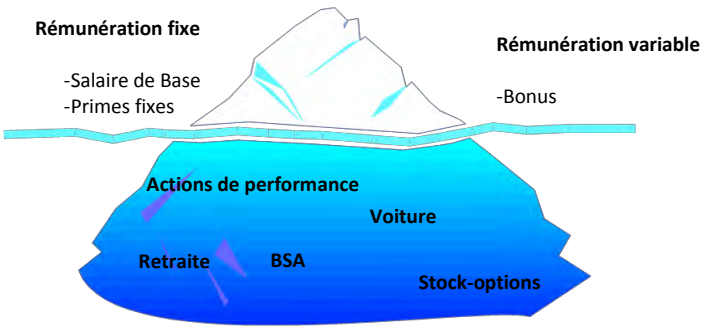
Bibliographie 29

Annexe 30

1. Introduction

La rémunération représente un élément important dans la **gestion de l'entreprise**. Pour augmenter la performance, l'entreprise utilise la rémunération pour attirer et garder des talents. Elle motive les employés à développer leurs capacités, récompense les meilleurs et les fidélise. Les enjeux liés à la rémunération sont donc majeurs et doivent appréhender de manière large (retraite, prévoyance, santé ou tout autre avantage social).
La rémunération évolue avec le temps. Si avant elle a été constituée uniquement de salaire de base, aujourd'hui la rémunération est devenue plus complexe. Le salaire de base, les «short term incentives » (ou la rémunération à court terme), les « long term incentives » (ou la rémunération à longue terme), la retraite, la prévoyance, les avantages en natures - tout cela représente la rémunération d'aujourd'hui. Nous remarquons également une tendance de la rémunération d'évoluer vers les « cafeteria plans » ou la rémunération à la carte. Cette dernière est déjà présente dans certains pays. Elle permet aux employés de choisir le type de rémunération qui leur convient au mieux.
Nous pouvons représenter cette diversité de types de rémunération sous la forme d'un iceberg (voir figure 1.1 ci-après). La partie visible de cet iceberg qui se situe au-dessus de l'eau représente la perception habituelle de la rémunération (salaire de base et bonus) tandis que la partie immergée, qui est invisible mais beaucoup plus large représente les formes de rémunération plus complexes mais qui peuvent rapporter beaucoup plus à l'employé (rémunération en actions, retraite, avantage en nature etc.).

Figure 1.1



Dans le cadre de cette étude nous allons nous intéresser aux différentes formes de rémunération pour trouver la meilleure d'entre elles, en quantifiant la valeur qu'elles représentent pour le salarié. Nous avons choisi cinq types de rémunération complémentaires classiques: **bonus à court terme, stock-options, actions de performance, retraite à prestations définies et retraite à cotisations définies**. L'indicateur principal de cette comparaison est *le ratio d'efficacité* qui est le rapport entre le montant corrigé des charges perçu par le salarié et le montant investi par l'employeur, charges patronales incluses. Nous allons supposer que l'employeur investit un montant identique pour chaque plan égal à 100 000 €. L'employeur souhaite déterminer **le type de rémunération le plus avantageux** pour son salarié parmi les cinq proposés.
Pour effectuer les calculs des ratios d'efficacité, nous avons besoin de calculer le montant final que percevra le salarié, pour le comparer avec le montant investi égal à 100 000 €. Nous utilisons les règles de la fiscalité française, dont l'application varie selon le type de rémunération étudié. Nous procéderons à l'analyse de l'efficacité de chaque type de rémunération et effectuons un classement de chacun. Par ailleurs, nous produirons l'analyse de sensibilité de facteurs sur chacun.

2. Sujet et objet de l'étude

Le sujet de cette étude est la comparaison de cinq types de rémunération complémentaire définis dans les paragraphes précédents. Nous allons également comparer ces formes de rémunération avec le salaire de base.

Le salaire de base représente la perception habituelle de la rémunération. Il servira uniquement comme référence qui nous permet à nous positionner au mieux dans cette comparaison.

L'objectif de cette étude comme nous avons déjà défini est de déterminer le type de rémunération le plus avantageux. Pour cela, nous allons utiliser un outil que nous appelons un ratio d'efficacité, défini par la formule suivante :

$$Ratio\ d'efficacité = \frac{Montant\ final\ percu\ par\ le\ salarié}{Cout\ emloyeur} \qquad \textbf{(2.1)}$$

A titre d'illustration le coût employeur est égale 100 000 € pour chaque plan.

L'objectif est donc de déterminer le montant final perçu par le salarié.

Pour comprendre ce que représente ce montant, nous devons distinguer quatre termes suivants :

- **Valeur brute :** le montant perçu par le salarié sans application des taxes salariales et impôts sur revenu.
- **Valeur nette:** le montant perçu par le salarié en appliquant les taxes salariales.
- **Net imposable:** montant utilisé pour calculer l'impôt sur le revenu (ne prend en compte que les charges déductibles d'impôts).
- **Valeur nette nette:** le montant perçu par le salarié en appliquant les taxes salariales et l'impôt sur le revenu.

Ainsi, le montant final perçu par le salarié est égale à la valeur nette nette. Afin de déterminer cette dernière nous devons nous renseigner sur l'employé et l'employeur et en fonction de cela poser les hypothèses. Ensuite nous devons choisir un outil qui permet de calculer le gain de l'employé ou la valeur brute, calculer la valeur nette et net imposable en fonction de la fiscalité de chaque rémunération et déterminer enfin la valeur nette nette recherchée.

Une fois le résultat obtenu nous allons faire varier certaines hypothèses pour montrer leur influence sur le ratio.

3. La rémunération

Dans cette partie nous allons définir les cinq types de rémunération complémentaire étudiés ainsi que le sujet et les objectifs de cette étude.

- **Bonus**

Nous nous intéressons dans cette étude au bonus au court terme versé au salarié en une seule fois.

- **Stock-Options**

Une Stock Option est un contrat offrant la possibilité à un employé et non l'obligation d'acheter un certain nombre d'actions de son entreprise. Généralement, il s'agit d'un droit d'acheter **une action** à un prix prédéterminé appelé *le prix d'exercice*, à partir d'un certain moment appelé *date d'acquisition* et durant une période limitée et spécifiée, appelé *la période d'exercice.*

La période d'exercice précède *la période d'acquisition* ou *la période d'indisponibilité,* qui représente une condition de présence préalable à l'exercice des Stock Option. Cette période est aussi appelé *l'indisponibilité fiscale*.

Lorsqu'un employé ***lève*** sa Stock Option, autrement dit lorsqu'il décide d'exercer son droit d'achat, il acquiert l'action à un prix d'exercice. Au moment de l'exercice de l'option, le bénéficiaire verse à la société le prix d'exercice et reçoit en échange une action de la société. Par la suite il peut la revendre et réaliser une plus-value. Il s'agit donc ni plus ni moins que de l'attribution gratuite au salarié d'un call américain, l'exercice pouvant s'effectuer pendant toute la durée de validité de l'option. Pendant cette période d'exercice le cours de sous-jacent a des fortes probabilités d'évoluer significativement à la hausse comme à la baisse.

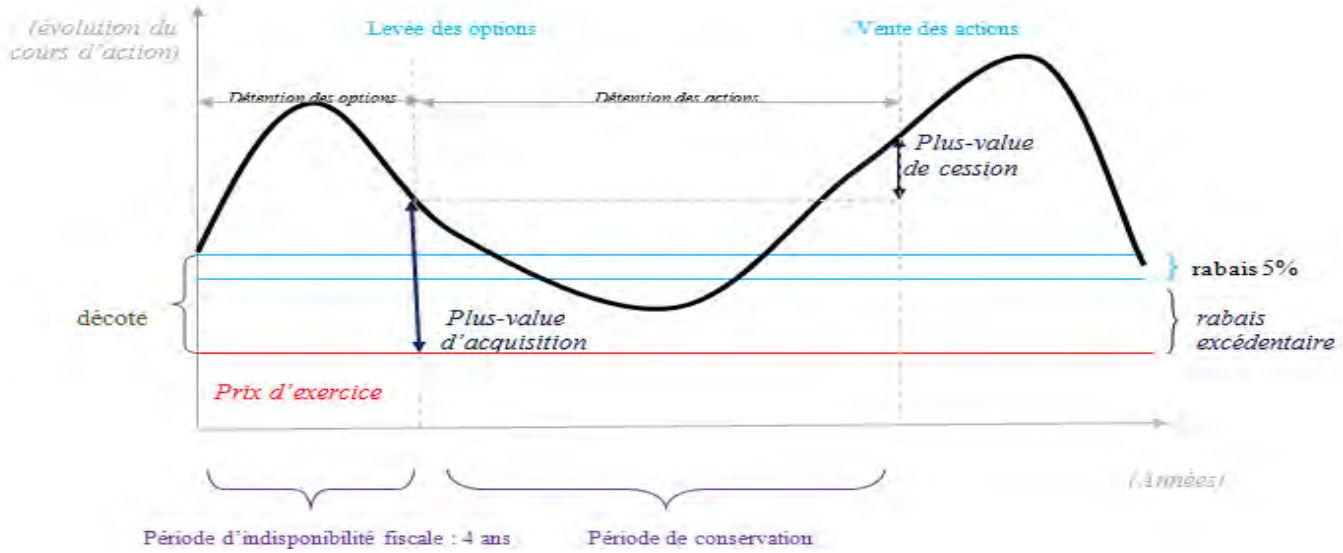
Lorsque nous parlons des stock-options, nous dévons définir également la notion de décote. La décote est une différence entre la valeur du titre au moment où l'option est accordée et le prix d'exercice. Lorsque la décote excède 5%, elle est qualifiée de *rabais excédentaire*. Un rabais excédentaire est imposable comme une rémunération.

Le bénéficiaire peut faire des gains à **plusieurs niveaux** :

• **La plus-value d'acquisition** : il s'agit de la différence entre le cours du titre lors de la levée de l'option et le prix d'exercice de l'option.

• **La plus-value de cession** : il s'agit de la différence entre le prix de cession et le cours du titre au moment de la levée de l'option.

Graphe 2.1 Le schéma explicatif de Stock Option



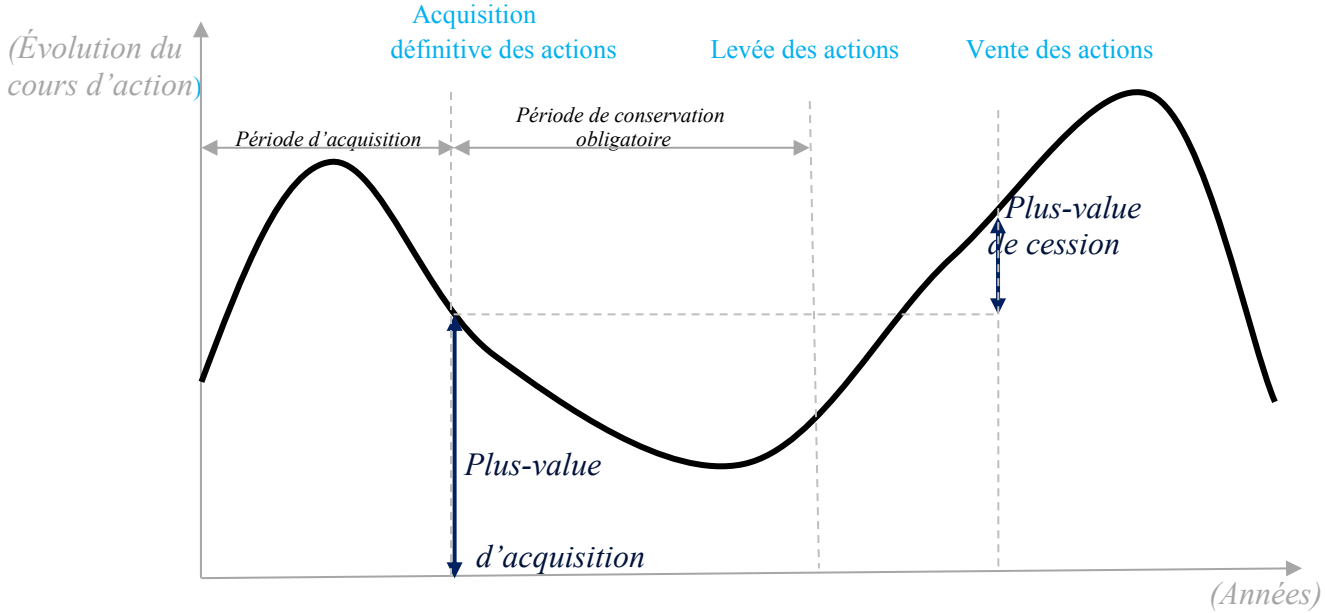
- ## Action de performance

Le mécanisme de l'attribution des actions de performance est très semblable à celui des Stock-Options, à la grande différence que les actions sont octroyées gratuitement et non à un prix d'exercice déterminé préalablement. Après l'attribution des actions de performance le bénéficiaire doit respecter le délai d'au **minimum 2 ans**, ce qu'on appelle *la période d'acquisition* ou *une période d'indisponibilité*. A la fin de cette période le salarié devient le propriétaire de ces actions, à condition qu'il soit toujours présent dans l'entreprise.

La période d'indisponibilité précède *une période de conservation* ou *d'incessibilité* durant laquelle les actions de performance sont incessibles. En 2014, cette période dure au **minimum 2 ans** à compter de la date de l'acquisition. Cependant, elle peut être inférieure ou nul si la période d'acquisition de la totalité ou d'une partie des actions attribuées n'est au moins de 4 ans.

Certaines <u>conditions de performance</u> peuvent être exigées : l'acquisition définitive au bout de la période de 2 ans peut être conditionnée à la réalisation de conditions librement fixées par l'entreprise.

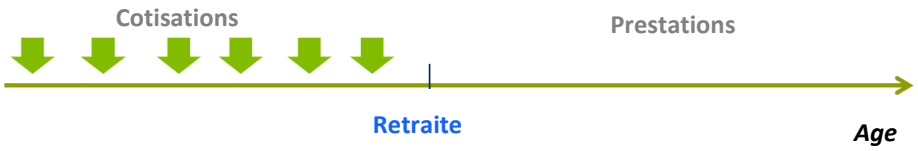
Graphe 2.2 Le schéma explicatif des Actions de performance



- ## Régime à cotisations définies

Le régime à cotisations définies ou « article 83 » est représenté sous la forme des versements fixés par l'entreprise à une entité directe (fonds de pension, compagnie d'assurance, etc.). Ces versements sont effectués pendant l'activité professionnelle de l'employé et le niveau de prestations versées durant la retraite dépendra de l'évolution de marché. Les cotisations peuvent être financées soit à 100% par l'employeur soit réparties entre employeur et employé. Le risque est totalement porté par l'employé.

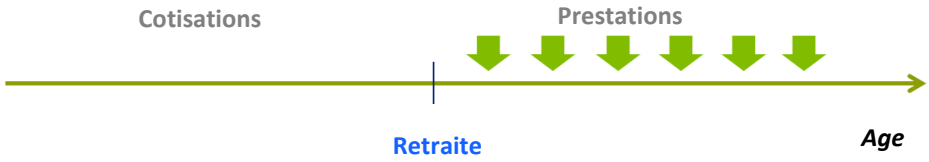
Graphe 2.3 Le schéma explicatif de Retraite à cotisations définies



- ## Régime à préstations définies

Le régime à prestations définies ou « article 39 » est un régime dans lequel les prestations sont versées uniquement au départ en retraite du salarié, sans nécessairement effectuer des versements durant l'activité professionnelle de l'employé. Dans ce cas, le risque est porté par l'employeur.

Graphe 2.4 Le schéma explicatif de Retraite à prestations définies



4. Comparaison de différents systèmes de rémunération

- **Salaire et bonus**

Pour déterminer la valeur nette nette de salaire de base et de bonus nous avons besoin uniquement de l'outil pour calculer la fiscalité.

Ainsi, en investissant 100 000 € en bonus pour un salarié cadre qui est célibataire et qui gagne 100 000 € brut par an le ratio d'efficacité s'élève à 32,9%, tandis que le ratio d'efficacité de son salaire est de 41,3% (voir le tableau 4.1).

Tableau 4.1 Ratio d'efficacité du bonus

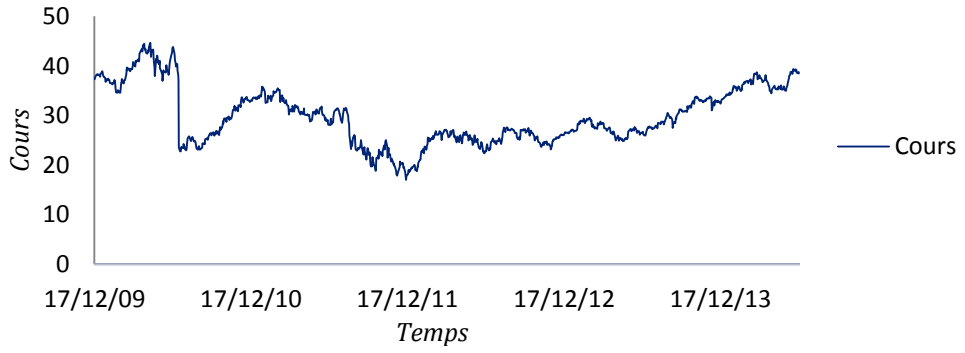
Rémunération	Salaire	Salaire + Bonus	Bonus
Coût pour l'employeur	142 523 €	242 523 €	**100 000 €**
Brut salarial	100 000 €	172 288 €	72 288 €
Net salarial	79 016 €	136 226 €	57 210 €
Net Net salarial	58 916 €	91 820 €	32 905 €
Ratio d'efficacité	41,3%	37,9%	**32,9%**

- **Stock-Options**

Maintenant nous allons déterminer le ratio d'efficacité pour les stock-options. Voici les **données** récupérées :

Données	
Information sur l'entreprise	X, entreprise française, qui est cotée
Information sur le salarié	Cadre
Date d'octroi des stock-options	18.06.2014
Période d'acquisition	4 ans
Période d'exercice	1 an
Dividendes	Une fois par an
Salaire de base de l'employé	100 000 €
Plafond de la sécurité sociale	37 548 €

- *Le cours de l'action de l'entreprise X :*



Hypothèses	
Taux de sortie:	Selon l'historique le salarié cadre a une probabilité de sortie de **2% par an**
Taux d'augmentation du salaire	Selon l'historique et la politique de l'entreprise le taux d'augmentation de salaire a été retenu égal à **3% par an**
Taux de revalorisation du plafond de la sécurité sociale	2,40%
Date de vente des actions:	**Scenario 1**: L'employé vend les actions **deux ans** après leur achat puisqu'il aura un abattement de 50% sur l'impôt sur le revenu. **Scenario 2**: pour pouvoir acheter des actions le salarié, en règle générale, emprunte une somme d'argent égale au prix d'exercice. Cela rend la détention des actions assez risquée et assez cher c'est pour cela que dans la pratique le salarié essayera de vendre les actions **à la date de leur achat.**
Taux de dividende	Pour les dividendes nous prenons la dernière estimation sur Boursorama et nous divisons par le cours de l'entreprise à la date d'octroi, nous obtenons ainsi : **2,47%**.
Volatilité	28,47%
Maturité attendue	4,5 ans

Les hypothèses présentées ci-dessus sont déterminées grâce aux normes IFRS 2, puisque nous utilisons les normes IFRS 2 comme référentiel. Décrivons la méthodologie du choix pour les hypothèses suivantes:

- *Taux de revalorisation de plafond de la sécurité sociale*

Nous nous sommes procurés l'historique des plafonds et de l'inflation réelle puis nous avons calculé la moyenne de différence entre le plafond de l'année n et l'inflation de l'année précédente.

Année n	PASS n	Revalorisation	Inflation réelle n	PASS n – Inflation réelle n-1
2010	34 620	0,9%	1,5%	0,8%
2011	35 352	2,1%	2,1%	0,6%
2012	36 372	2,9%	2,0%	0,8%
2013	37 032	1,8%	0,9%	-0,2%
2014	37 548	1,4%		0,5%
Moyenne				**0,5%**

Sur la plateforme Bloomberg nous avons récupéré le taux d'inflation *(Europe, données 2014)* qui est de 1,90% pour 20 ans. Ainsi nous prenons le taux de revalorisation égal à **2,40%.**

- *Maturité attendue*

$$\frac{\textit{Maturité contractuelle} - \textit{Periode d'acquisition}}{2} + \textbf{Période d'acquisition} = \frac{5-4}{2} + 4 = 4,5 \qquad (4.1)$$

Avec

Maturité contractuelle – est une maturité de l'option prévue dans le contrat

- *Volatilité*

Nous avons choisi de déterminer **la volatilité historique** à la date d'octroi sur un historique égal à la maturité attendue. Pour réaliser le calcul de la volatilité historique **σ** nous avons utilisé la formule suivante :

$$\boldsymbol{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\mathbf{r}_{\mathbf{t}_i} - \bar{r})^2}{n-1}}\sqrt{\frac{n}{T}} \qquad \textbf{(4.2)}$$

Avec

$\mathbf{r}_{\mathbf{t}_i}$ rendement à la date $\mathbf{t}_i$

n nombre de jours de cotations observées

T durée d'observation en années, égal à la maturité attendue

$\bar{r} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\mathbf{r}_{\mathbf{t}_i}$ moyenne de rendements

Dans notre cas **n = 1153**, **T= 4,5.**

Pour retrouver $\mathbf{r}_{\mathbf{t}_i}$ et $\bar{r}$ nous avons récupéré l'historique du cours de l'action de l'entreprise X sur 4,5 ans via Bloomberg (de **18 décembre 2009** et jusqu'à **18 juin 2014**).

Puis nous avons calculé les rendements du cours pour chaque période avec lesquels nous avons déterminé la volatilité. En retenant la méthode « lognormale » pour calculer le rendement $\mathbf{r}_{\mathbf{t}_i}$ à la date $\mathbf{t}_i$, suivant la formule suivante :

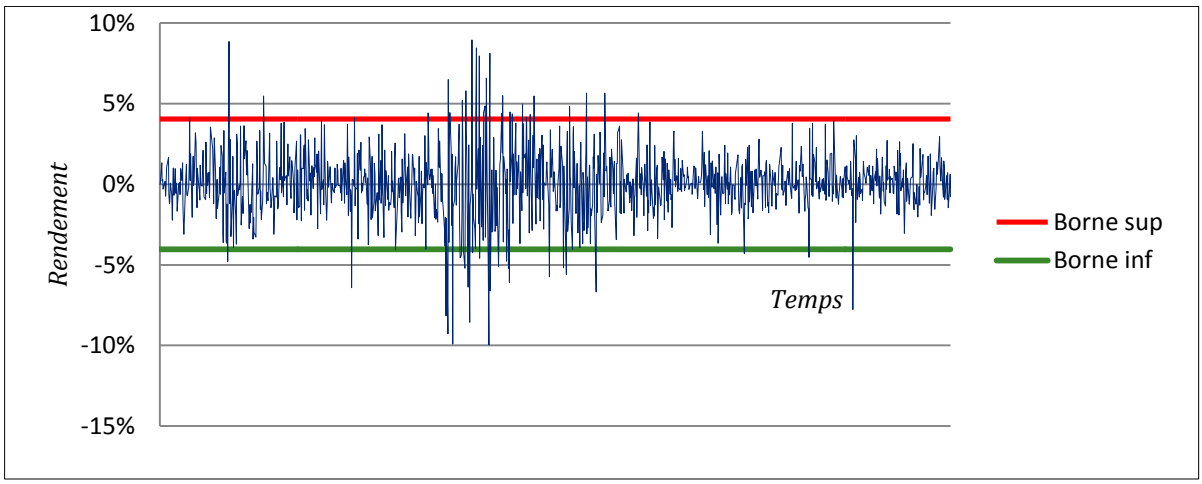
$$\mathbf{r}_{\mathbf{t}_i} = ln\frac{\mathbf{S}_{\mathbf{t}_{i+1}}}{\mathbf{S}_{\mathbf{t}_i}} \qquad \textbf{(4.3)}$$

Avec

$\mathbf{S}_{\mathbf{t}_i}$ cours d'action à la date $\mathbf{t}_i$

Nous avons écrêté les **5%** de valeurs extrêmes (selon les pratiques du marché). Ainsi, nous avons classé des rendements et enlevé **2,5%** des rendements les plus **faibles** et **2,5%** des rendements les plus **élevés.** Autrement dit, nous avons calculé la volatilité sur 95% des données.

Graphe 4.1. Les rendements



Nous obtenons une volatilité historique de **28,47%.**

- *Taux sans risque :*

Pour trouver le taux sans risque nous avons récupéré les taux OAT France sur Bloomberg :

Maturité	Spot
1 an	0,09%
2 ans	0,13%
3 ans	0,24%
4 ans	0,43%
5 ans	0,66%
6 ans	1,02%
7 ans	1,17%

Pour avoir le taux sans risque à la maturité attendue, pour chaque pas de temps entre les deux années, nous avons interpolé l'allure de la courbe de taux. Nous avons choisi de réaliser cette interpolation avec un polynôme de degré 3 et pour vérifier la cohérence de notre décision nous calculons la variance expliquée.

Nous avons retrouvé les coefficients du polynôme grâce à la régression du model suivant :

$$Y = \beta_3\tilde{X}^3 + \beta_2\tilde{X}^2 + \beta_1\tilde{X} + \varepsilon \qquad \textbf{(4.4)}$$

Avec

$Y = (y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7)^T$ - ***représentant ici la valeur des <u>taux sans risques</u>***

$\tilde{X}^i = (x_0{}^i, x_1{}^i, x_2{}^i, x_3{}^i, x_4{}^i, x_5{}^i, x_6{}^i, x_7{}^i)^T$ - ***représentant ici les <u>années</u>***

$X = (\tilde{X}^3, \tilde{X}^2, \tilde{X})$

ε = erreur de prévisions qu'on minimise

Nous cherchons les coefficients $\widehat{\beta} = argmin_\beta \|Y - \beta X\|^2$. **(4.5)**

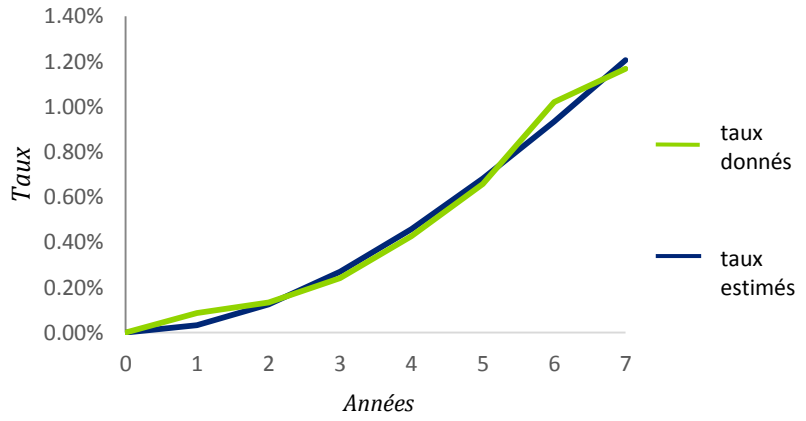
Avec

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_3 \\ \beta_2 \\ \beta_1 \end{pmatrix}$$

En passant par l'estimateur de moindre carré ou $\widehat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$, nous obtenons l'équation suivante :

$$\mathbf{y_i = -1,30334E-05\, x_i{}^3 + 0,000337\, x_i{}^2 + 6,02637E-06\, x_i} \qquad \textbf{(4.6)}$$

Nous obtenons que $R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2} = 0{,}989661$ ce qui indique que l'erreur constaté est acceptable. Voici la courbe de taux réelle et la courbe de taux estimée :



Après avoir récupéré les données et poser les hypothèses nécessaires, nous pouvons procéder au calcul de la valeur nette nette des stock-options.
Premièrement, il faut définir ce que représentent les 100 000 € investis dans les stock-options. C'est la juste valeur de la totalité des stock-options ou leur prix, avec les charges patronales appliquées. Les charges patronales s'élève ici à 30% de la juste valeur de stock-option. La formule suivante résume la notion du coût employeur dans le cas de stock-options :

$$n * JV + 30\% * n * JV = 100\,000 \quad \textbf{(4.7)}$$

Avec,
n – le nombre d'options attribuées
JV – la juste valeur

Ainsi notre objectif se restreint à la détermination de la juste valeur et le nombre des stock-options.
Pour déterminer la **juste valeur** nous utilisons deux méthodes : Black&Scholes et Cox, Ross, Rubinstein.
En utilisant la méthode 1 *: Black&Scholes* nous nous plaçons sous les hypothèses suivantes :

- *les marchés financiers sont parfaits et continus : absence d'opportunité d'arbitrage, complétude,*
- *univers risque neutre,*
- *l'option à évaluer est européenne : l'option n'est exerçable qu'à la date de* ***maturité*** *(dans notre cas = maturité attendue).*
- *les dividendes sont* ***discrets****, versés chaque année à la fin de l'année.*

Ainsi, nous obtenons une juste valeur égale à **6,73 € :**

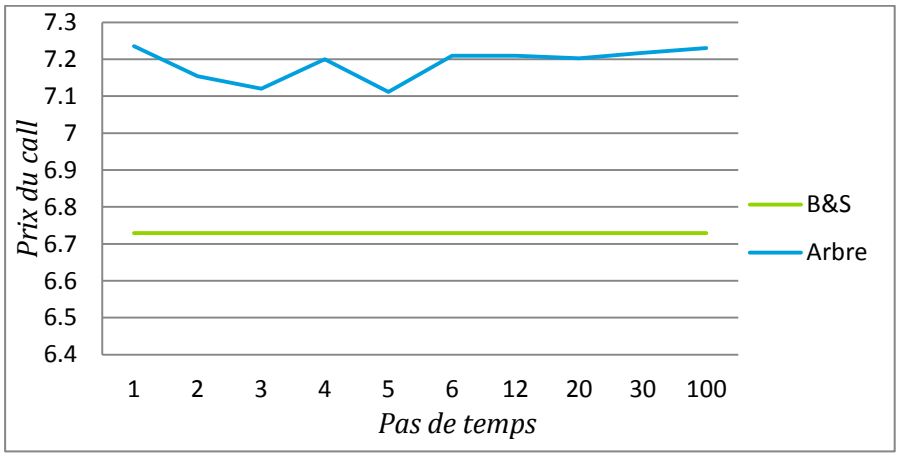
En utilisant la méthode 2 *Cox, Ross et Rubinstein - Arbres binomiaux,* nous nous plaçons sous les hypothèses suivantes :

- *Les marchés financiers sont parfaits et continus : absence d'opportunité d'arbitrage, complétude*
- *La période entre la date d'évaluation et la date de maturité peut être décomposée en Z périodes de longueur dt (appelés pas de temps); les transactions ne sont possibles qu'aux dates* $t_i = i * dt$ *; i=0,..., Z*
- *Le taux d'intérêt sans risque est supposé constant*
- *A chaque période, le prix du sous-jacent évolue soit à la hausse (état « up ») soit à la baisse (état « down »)*
- *Nous procédons à une évaluation risque-neutre : la rentabilité espérée de tout actif échangé sur le marché est le taux d'intérêt sans risque, ce qui implique que tout flux futur peut être évalué en actualisant sa valeur espérée au taux d'intérêt sans risque*

Ainsi nous obtenons que la juste valeur converge vers **7,21 €.**

Les deux méthodes appliquées aux calculs de la juste valeur des Stock-options sont expliquées plus en détail dans l'annexe.

Graphe 4.2 Prix de Stock-Option avec q=2,47%, T=4,5 ans en fonction du nombre de pas



La juste valeur trouvée à l'aide de l'arbre binomial est plus élevée que celle trouvée par la méthode Black&Scholes, car nous supposons que l'employé peut exercer à chaque instant après la date de levée de ses options, ce qui est plus proche à la définition de stock-option. Nous retiendrons ainsi **une juste valeur** égale à **7,21 €** par action.

Déterminons maintenant le **nombre d'instruments** qu'il pourra émettre en respectant cette contrainte

$$\mathbf{n * JV + 30\% * n * JV = 100\,000} \qquad \textbf{(4.8)}$$

$$\mathrm{n} = \frac{100\,000}{\mathrm{JV} + 30\% * \mathrm{JV}} = \mathbf{10\,670}$$

Avec,
n – le nombre d'options attribuées
JV – la juste valeur

Nous obtenons que l'employeur attribue **10 670** options.

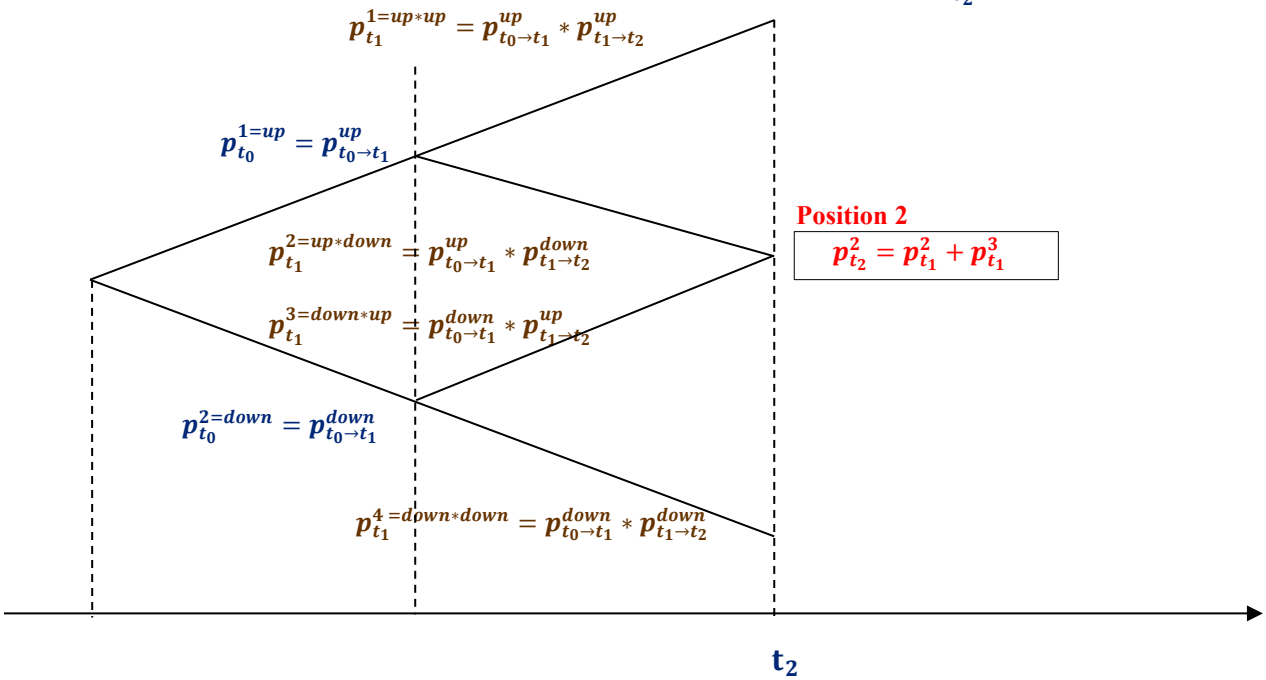
Pour calculer les **plus-values**, nous allons calculer l'espérance de gain à la date de levée de l'action et à la date de la vente.

En utilisant de nouveau les arbres binomiaux nous calculons la plus-value probable à chaque position sur l'arbre de chaque date t_N et ensuite nous calculons son espérance.

$$Plus - value_{t_N} = E[(S_{t_N} - K)_+] = E\left[(S_{t_N} - K)1_{S_{t_N} > K}\right] \qquad \textbf{(4.9)}$$
$$= \sum_{i=1}^{N+1}(S^i{}_{t_N} - K) * p^i_{t_N} = (\sum_{i=1}^{N+1} S^i{}_{t_N} * p^i_{t_N} - K \sum_{i=1}^{N+1} p^i_{t_N})$$

Avec
$\boldsymbol{S^i{}_{t_N}}$ = cours d'action à la date $\boldsymbol{t_N}$ à la position **i**
$\boldsymbol{K}$ = prix d'exercice
$\boldsymbol{p^i_{t_N}}$ = somme de produits de probabilités pour arriver à la position **i**

Figure 4.1. Exemple de calcul de la probabilité $p^2_{t_2}$



Nous avons effectué la programmation afin de calculer les $\boldsymbol{p^{up}}_{\mathbf{t}_{N-1}\to \mathbf{t}_N}$ pour chaque date en prenant avec un pas de temps **0,5 ans**.

Tableau 4.2 Plus-values par scénario

Scénarios	Plus-value d'acquisition	Plus-value de cession
Scénario 1	81 048 €	15 102 €
Scénario 2	81 048 €	0€

Avant de céder ses actions l'employé percevra des **dividendes** deux fois lorsque nous nous positionnons dans le cas du Scénario 1.

Pour calculer les dividendes nous avons besoin de connaitre les cours des actions dans 5 ans et dans 6 ans, car sous les hypothèses du Scénario 1 l'employé exercera les options dans 4 ans et demi après l'attribution et les vendra dans 6 ans et demi après l'attribution. Les dividendes se calculent à l'aide de la formule suivante :

$$\boldsymbol{Dividendes = q * \frac{S}{1-q} * n} \quad \textbf{(4.10)}$$

Avec :

q : valeur actuelle des dividendes payés au cours de la période T dans le cas discret

S : cours d'action après avoir payé les dividendes

n : nombre d'actions

Nous procédons de la même manière que dans le cas de calcul des plus-values. Autrement dit nous calculons l'espérance:

$$E[(S_{t_N})] = \sum_{i=1}^{N+1} S^i{}_{t_N} * p^i_{t_N} \quad \textbf{(4.11)}$$

Avec

$\boldsymbol{S^i{}_{t_N}}$ = cours d'action à la date $\boldsymbol{t_N}$ à la position **i**

$\boldsymbol{p^i_{t_N}}$ = somme de produits de probabilités pour arriver à la position **i**

Ainsi, nous trouvons que le cours d'une action 5 ans après l'attribution est en moyenne égal à 35,12 € après avoir payé les dividendes et dans 6 il est à 35,01 € après avoir payé les dividendes. Les dividendes perçus dans 4 ans sont donc de **9 490 €** et ceux dans 6 ans sont de **9 461 €.** Au total le gain dû aux dividendes s'élève à **18 952 €.** Ainsi, la somme des plus-values et les dividendes perçus constituent la valeur brute de l'employé, résumée dans le tableau 3.4

Tableau 4.3 Brut employé

Scénarios	Valeur brute
Scénario 1	115 102 €
Scénario 2	81 048 €

En appliquant la **fiscalité** française sur les valeurs mobilières, présentée dans le tableau suivante :

Tableau 4.4 Fiscalité des valeurs mobilières

Taxe	Plus-value d'acquisition	Plus-value de cession
Contribution salariale spécifique	10%	Non Applicable
Impôt sur le revenu	Barème progressif	Barème progressif : + Abattement par année de détention : 50% entre 2 et 4 ans ;
Prélèvements sociaux	8% dont 5,1% de CSG déductible	15,5% dont 5,1% de CSG déductible

Les nettes nettes des plus-values et des dividendes qui sont taxées comme le salaire et bonus, sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau 4.5 Fiscalité appliquée à la plus-value d'acquisition et la plus-value de cession (Scénario 1)

Plus-Value d'acquisition	**81 048 €**
Contribution spéciale	*(8 105 €)*
CSG déductibles	*(4 133 €)*
CSG non-déductibles	*(2 350 €)*
Net salarial	66 459 €
Net imposable	68 809 €
Impôt sur revenu	28 603 €
Net Net Plus-Value d'acquisition	**37 856 €**

Plus-Value de cession	**15 102 €**
CSG déductibles	*(770 €)*
CSG non déductibles	*(1 571 €)*
Net salarial	12 762 €
Net imposable	14 332 €
Net imposable après abattement	6 781 €
Impôt sur le revenu	2 780 €
Net Net Plus-Value cession	**9 981 €**

Tableau 4.6 Fiscalité appliquée aux dividendes

Brut salarial	**18 952 €**
Net salarial	15 149 €
Net imposable	15 689 €
Impôt sur le revenu	6 433 €
Net Net salarial	**8 717 €**

Maintenant nous allons **actualiser** le net net des plus-values calculées pour ramener nos résultats à la date d'aujourd'hui.

Nous prenons **le taux sans risque à la date 4 ans et demi** qui est égale à **0,55%,** et **le taux sans risque pour 6 ans et demi** à **1,07%,** grâce à la méthode présente pour le choix d'hypothèse taux sans.

Nous utilisons la formule suivante :

$$Net\ Net\ PV_{t,actualisée} = Net\ Net\ PV_t * e^{-r_t * t} \quad \textbf{(4.12)}$$

Avec,

$\boldsymbol{Net\ Net\ PV_t}$ = le net net de la plus-value à la date t

$\boldsymbol{Net\ Net\ PV_{t,actualisée}}$ = le net net de la plus-value à la date t actualisé

$\boldsymbol{r_t}$ = taux sans risque à la date t

Nous obtenons enfin notre **ratio d'efficacité** :

Tableau 4.7. Ratio d'efficacité des Stock-Options

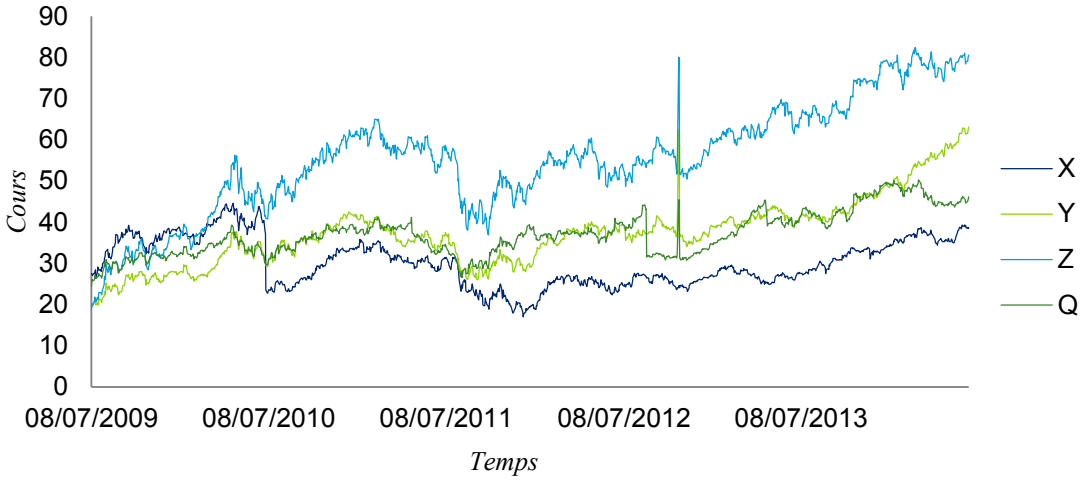
	Scenario 1	**Scenario 2**
Coût pour l'employeur	100 000 €	100 000 €
Brut salarial	110 782 €	79 011 €
Net salarial	96 560 €	64 789 €
Net Net salarial	54 349 €	36 905 €
Ratio d'efficacité	**54%**	**36,9%**

- ## Actions de performance

Pour ce plan de rémunération nous allons comparer la performance de l'entreprise X avec celle des trois autres entreprises de même secteur : Y, Z et Q. Par analogie avec les stock-options, nous présentons d'abord les données :

Données	
Information sur les entreprises	X, Y, Z, Q ; entreprises europeennes, cotées
Information sur le salarié	Cadre
Date d'octroi des actions de performance	18.06.2014
Période d'acquisition	2 ans
Période d'acquisition	2 ans
Dividendes	Une fois par an
Salaire de base de l'employé	100 000 €
Plafond de la sécurité sociale	37 548 €

- *Nous avons récupéré les cours de 4 actions : X, Y, Z, Q sur la plateforme Bloomberg :*



- *L'acquisition de ces actions de performance est soumise à* ***un critère de performance*** *basé sur le positionnement du* ***Total Shareholder Return (TSR)*** *de l'action de l'entreprise X comparativement aux 3 entreprises concurrentes :* ***Y, Z, Q****. Le TSR représente le gain d'un actionnaire sur une période donnée.*

  Définition de TSR :

$$TSR = \frac{Cours\ de\ Reference\ Final - Cours\ de\ Reference\ Initial + Dividendes\ payes\ réinvestis}{Cours\ de\ Reference\ Initial} \quad (4.13)$$

Soit dans notre cas :

Cours de Reference Final *= le cours de clôture à la date de fin de la période d'acquisition*

Cours de Reference Initial *= le cours de clôture à la date de début de la période d'acquisition*

Dividendes payes réinvestis *= dividendes payés pendant la période de mesure réinvestit en action de la société en question le jour de paiement*

Etant donné que la période d'acquisition dure 2 ans, les entreprises verseront ***2 fois des dividendes****, que l'on suppose versés à la date du* ***31/12/2014*** *et à la date du* ***31/12/2015****. On suppose que ces dividendes seront réinvestis jusqu'à la date d'acquisition.*

A chaque classement de l'entreprise X correspond un pourcentage d'acquisition des actions par année.

Tableau 4.8. Classement de l'entreprise X et le taux d'acquisition correspondant

Classement de l'entreprise X	Taux d'acquisition
1	100%
2	60%
3	30%
4	20%

Hypothèses	
Les dividendes sont versés au	31 décembre
Le salaire brut de l'employé s'élève à	100 000 €
Le plafond de la sécurité sociale 2014 est à	37 548 €
Catégorie socio-professionnelle	Cadres
La période d'incessibilité	2 ans
Taux de dividende anticipé	**Entreprises** / **Taux de dividendes** **X** 2,47% **Y** 2,00% **Z** 4,00% **Q** 1,20%
Volatilité:	**Entreprises** / **Taux de dividendes** **X** 20,69% **Y** 18,42% **Z** 21,29% **Q** 15,93%
Taux de sortie	2% par an
Taux d'augmentation de salaire	3% par an
Taux de revalorisation da PASS	2,40%
Taux d'emprunt	Dans notre cas la période d'incessibilité dure 2 ans. Nous prenons un taux « forward » entre la date d'acquisition t_1 et la fin de la période d'incessibilité $\mathbf{r_{t_1 \to t_2}}^{\mathbf{f}} = \mathbf{0,72\%}$ et nous ajoutons **un spread** à **2%.**
La date de vente des actions:	**Scenario 1**: l'employé vend ses actions dans **deux ans** à la fin de période d'incessibilité (Il perçoit **4 fois** des dividendes) **Scenario 2**: l'employé vend ses actions **immédiatement** à la fin de la période d'incessibilité (Il perçoit **2 fois** des dividendes)

Les hypothèses choisies pour ce plan suivent la même méthodologie que dans le cas de stock-options.

Nous déterminerons la **juste valeur** des actions à l'aide de la méthode de *Monte Carlo*, en tenant compte des conditions de performance. Par conséquent, nous obtiendrons le nombre des actions que l'employeur attribuera à ce salarié.

La méthode de Monte Carlo consiste à simuler 10 000 fois la formule de Black&Scholes :

$$\boldsymbol{S^i_{t_n} = S^i_{t_{n-1}} exp\left(\left(r^{f,i}_{t_{n-1}\to t_n} - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t_n - t_{n-1}) + \sigma\left(W^i_{t_n} - W^i_{t_{n-1}}\right)\right)(1-q)^{n(t_n)-n(t_{n-1})}} \quad \textbf{(4.14)}$$

Avec :

$\boldsymbol{S^i_{t_n}}$ = cours de l'action de l'entreprise i à la date t_n

$\boldsymbol{r^{f,i}_{t_{n-1}\to t_n}}$ = taux forward de l'entreprise i entre les dates t_{n-1} et t_n

$\boldsymbol{W^i_{t_n}}$ = mouvement Brownien correspondant au cours de l'action de l'entreprise i

$\boldsymbol{n(t_n)}$= nombre de dividendes payés à la date t_n

$\boldsymbol{q}$ = montant de dividendes

Les deux formules suivantes décrivent la juste valeur:

*Juste valeur = Cour d'actions à la date d'acquisition*Taux d'acquisition* **(4.15)**

*Juste valeur ajustée = (Juste valeur – Coût d'incessibilité)*Taux d'acquisition*

Avec

$$Coût\ d'incessibilité = S_0(e^{(i - r_{t_1\to t_2}{}^f)(t_2 - t_1)} - 1) \quad \textbf{(4.16)}$$

Où :

$\boldsymbol{S_0}$ = le cours d'action à la date d'octroi **(** $\boldsymbol{ici\ S_0 = 38,47}$ **)**

$\boldsymbol{i}$ = taux d'emprunt

$\boldsymbol{r_{t_1\to t_2}{}^f}$ = taux forward **(** $\boldsymbol{ci\ t_1 = 2\ et\ t_2 = 2\ et\ donc\ r_{t_1\to t_2}{}^f = 0,72\%}$ **)**

On pose ici $i = spread + \boldsymbol{r_{t_1 \to t_2}}^{f}$

Les **dividendes** reçus seront investis jusqu'à la date d'acquisition. Ainsi on trouve que pour l'entreprise i les dividendes payés sont égaux à:

$$Dividendes\ payés = q * S^{i}_{31/12/2014} * (1 + r^{f,i}_{31/12/2014 \to 18/06/2016}) + q * S^{i}_{31/12/2015} * (1 + r^{f,i}_{31/12/2015 \to 18/06/2016}) \quad \textbf{(4.17)}$$

Ainsi nous obtenons que la juste valeur est égale à **22,51 € et en appliquant les conditions de présence à 21,62€.**

Le calcul des nombres d'actions nécessite de calcul de la juste valeur sans les conditions de performance. Nous obtenons que cette dernière soit égale à 33,61 €, d'où le nombre d'actions accordées s'élève à 2 289. En appliquant la condition de performance en moyen (33,61/21,62 ≈ 60%) nous obtenons que l'employé perçoive **1 373** actions.

En suivant la même logique que dans le cas de stock-options nous retrouvons :

1) Plus-values :

Tableau 4.9 Plus-values par scénario

Scénarios	Plus-value d'acquisition	Plus-value de cession
Scénario 1	50 303 €	2 898 €
Scénario 2	50 303 €	987 €

2) Dividendes :

   Scénario 1: **5 043 €**

   Scénario 2: **2 524 €**

3) La valeur brute :

Tableau 4.10 Brut employé

Scénarios	Valeur brute
Scénario 1	58 244 €
Scénario 2	53 814 €

En appliquant la fiscalité nous obtenons:

Tableau 4.11 Fiscalité appliquée à la plus-value d'acquisition et de cession

Plus-Value d'acquisition	**50 303 €**
Contribution spéciale	*(5 030 €)*
CSG déductible	*(2 565 €)*
CSG non-déductible	*(1 459 €)*
Net salarial	41 249 €
Net imposable	42 708 €
Impôt sur revenu	17 510 €
Net Net PluV d'acquisition	**23 739 €**

Scénarios	**Scénario 1**	**Scénario 2**
Plus-Value de cession	**2 898 €**	**987 €**
CSG déductible	*(148 €)*	*(50 €)*
CSG non déductible	*(301 €)*	*(103 €)*
Net salarial	2 448 €	834 €
Net imposable	2 750 €	936 €
Net imposable après abattement	1 301 €	443 €
Impôt sur le revenu	533 €	182 €
Net Net Plus-Value de cession	**1 915 €**	**652 €**

Tableau 4.12 Fiscalité appliquée aux dividendes

Scénarios	**Scénario 1**	**Scénario 2**
Brut salarial	**5 043 €**	**2 524 €**
Net salarial	4 031 €	2 018 €
Net imposable	4 175 €	2 090 €
Impôt sur le revenu	1 712 €	857 €
Net Net salarial	**2 319 €**	**1 161 €**

En actualisant nous retrouvons la valeur nette nette de ce type de rémunération. Le tableau suivant représente les ratios d'efficacité recherchés:

Tableau 4.13 Ratios d'efficacité

	Scenario 1	**Scenario 2**
Coût pour l'employeur	100 000 €	100 000 €
Brut salarial	57 685 €	53 613 €
Net salarial	47 272 €	45 408 €
Net Net salarial	27 683 €	25 463 €
Ratio d'efficacité	**27,7 %**	**25,5 %**

- ## Retraite à cotisations définies

L'employeur investit cette fois-ci **100 000 €** dans une retraite à cotisations définies, versée le jour de départ à la retraite en capital. Ce régime est financé à 100% par l'employeur. Il cotise chaque année un certain pourcentage ($C\%$) du salaire de l'employé, qu'il investit auprès d'organisme gestionnaire. La somme que recevra le salarié dépend du marché. Le salarié est éligible d'un régime seulement s'il reste à l'entreprise jusqu'au jour de son départ à la retraite.

Voici les données récupérées :

Données	
Salaire de base de l'employé	100 000€
Information sur le salarié	Cadre, de sexe masculin
Plafond de la sécurité sociale	37 548 €
Age actuel	45 ans
Age de début de carrière	22 ans
Age de départ à la retraite	65 ans
Table de mortalité	TGH 05

Hypothèses	
Taux de sortie:	2% par an
Taux d'augmentation du salaire	3% par an
Taux de revalorisation du plafond de la sécurité sociale	2,40%
Taux d'évolution de la valeur des points ARRCO-AGIRC:	Le taux d'inflation estimé sur 20 ans est égal selon Bloomberg à 1 ,90%. Nous supposons que le point ARRCO-AGIRC évolue à 50 bps de moins. Il en découle un taux d'évolution de la valeur des points ARRCO-AGIRC de **1,40%**.
Taux d'évolution du salaire de référence:	Le salaire de référence doit évoluer plus que les valeurs de points. Nous ajoutons à l'inflation 100 bps et nous obtenons **2,90%**.
Taux de revalorisation des pensions:	Selon l'historique les taux évoluent à **1,50%**.
Taux d'actualisation, taux technique:	2,50%
Taux de rendement de support	Nous consultons l'historique des taux de rendement d'actif général. Selon cet historique, nous faisons l'hypothèse d'un taux à **3%**.
Salaire de début de carrière:	130% du PASS de l'année de début de carrière

Dans le cas de plan de retraite les 100 000 € investis représentent la valeur actuelle probable des cotisations futures avec les charges patronales appliquées. La valeur actuelle probable est une somme des flux (C_k pour l'année k) représentés par la formule suivante :

$$C_k = \frac{Min(Salaire;5PFSS)*(1+taux\ d'augmentation\ du\ salaire)^k}{(1+i)^k} * \frac{l_{x+k}}{l_x} * P_{presence} \quad \textbf{(4.18)}$$

Avec,

i = taux d'actualisation

$\boldsymbol{l_x}$ = nombre de survivant à l'âge x dans la table de mortalité TGH05

$\boldsymbol{P_{presence}}$ = probabilité de présence (du fait du turn over uniquement)

Le salarié partira à la retraite dans **20 ans**. La somme de ces flux doit représenter le coût pour l'employeur:

$$100\,000 = \left(Min(C\%;5\%) * (1 + charges\ "forfait\ social") + Max(C\% - 5\%;0)\right) * \sum_{k=1}^{20} C_k \quad \textbf{(4.19)}$$

En appliquant les hypothèses et les données intrinsèques définies précédemment, nous trouvons $\boldsymbol{C = 4{,}9\%}$**.**

Montant disponible à la retraite **B** est le suivant :

$$B = \sum_{k=0}^{n-1} C\% * Salaire * (1 + taux\ d'augmentation\ du\ salaire)^k * (1+t)^{n-1-k} \quad \textbf{(4.20)}$$

Numériquement **B = <u>170 620 €.</u>**

Pour appliquer les charges sociales nous devons estimer également **la retraite de base** et la **retraite complémentaire** de l'employé, en reconstituant le salaire de la carrière entière. Au total la retraite de base annuelle sera égale à **78 032€.**

Nous appliquons la fiscalité pour les retraites, représentée par le tableau suivant :

Tableau 4.14 Fiscalité du régime à cotisations définies

Charges	Retraite de base	Pendant la période de cotisations	Pendant la période de prestations
CSG	**6,6%** dont 4,2% sont déduits	**7,5%** dont 5,1% sont déduit d'impôt	**6,6%** dont 4,2% sont déduits
CRDS	**0,5%**	**0,5%**	**0,5%**
CASA	**0,3%**	-	**0,3%**
Charges **sociales**	**1%**	-	**1%**
IR	(abattement **10%**) avec le max	si la cotisation > **8%** de Salaire	(abattement **10%**) avec le max

Nous actualisons le résultat obtenu afin d'obtenir le ratio d'efficacité.

Tableau 4.15 Fiscalité du régime à cotisations définies et retraite de base

Retraite de base	**78 032 €**
CSG total	*(5 150 €)*
CSG non déductible	*(1 873 €)*
CRDS non déductible	*(390 €)*
Cotisation maladie	*(495 €)*
CASA	*(234 €)*
Net salarial	71 763 €
Abattement	*(3 689 €)*
Net imposable	70 336 €
Impôt sur le revenu	15 490 €
Net Net Retraite de base	**56 272 €**

Retraite de base + retraite à cotisations définies	**248 652 €**
CSG total	*(16 411 €)*
CSG non déductible	*(5 968 €)*
CRDS non déductible	*(1 243 €)*
Cotisation maladie	*(2 201 €)*
CASA	*(746 €)*
Net salarial	228 051 €
Impôt dus aux cotisations	10 458 €
Abattement	*(3 689 €)*
Net imposable	231 572 €
Impôt sur le revenu	84 695 €
Net Net	**132 897 €**

Ainsi nous obtenons la valeur nette nette de la retraite à cotisations définies et le ratio d'efficacité grâce aux tableaux suivants :

Tableau 4.16 Fiscalité du régime à cotisations définies et son ratio d'efficacité

Retraite	**170 620 €**
CSG total	*(11 261 €)*
CSG non déductible	*(4 095 €)*
CRDS non déductibles	*(853 €)*
Cotisation maladie	*(1 706 €)*
CASA	*(512 €)*
Net salarial	156 288 €
Net imposable	161 236 €
Impôt sur le revenu	69 205 €
Net Net	**76 625 €**

Coût pour l'employeur	**100 000 €**
Brut salarial	104 124 €
Net salarial	95 378 €
Net Net salarial	46 762 €
Ratio d'efficacité	**46,8%**

- ## Retraite à prestations définies

Supposons que l'employeur souhaite provisionner 100 000 € pour accorder à son salarié une retraite à prestations définies. La retraite sera versée annuellement. Nous allons calculer le montant potentiel que pourra percevoir ce salarié. Nous supposons également que le montant de toutes les prestations accordées au titre de ce régime de retraite supplémentaire sera revalorisé chaque année dans les mêmes conditions et proportions que la retraite de base.
Nous reprenons les mêmes données sur l'entreprise et le salarié et nous utilisons les mêmes hypothèses que pour la retraite à cotisation définies.
Nous calculons ici la **valeur actuelle probable des prestations futures** où, en enlevant les contributions patronales (32%), elle devient :

$$\boldsymbol{VAPF_{corrige\ des\ charges}} = \frac{\mathbf{100\,000}}{(\mathbf{1} + \boldsymbol{charges}\%)} = \mathbf{75\,758}\ €\,.$$

Or, la valeur actuelle probable se calcule de la manière suivante :

$$\boldsymbol{VAPF_{corrigé\ des\ charges}} = \mathcal{P}\, a_x * \frac{1}{(1+i)^{DR}} * P_{versement} \qquad \textbf{(4.21)}$$

Avec,

$\mathcal{P}$ = prestation annuelle

$\boldsymbol{DR}$ = durée résiduelle = age de départ à la rétraite – age actuel

$\boldsymbol{P_{versement}}$ = probabilité de versement
= probabilité de présence due au turn over * probabilité de survie entre l'age actuel et l'age de depart en retraite

i = taux d'actualisation

$\boldsymbol{a_x} = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{l_{x+k}}{l_x} * \frac{(1+w)^k}{(1+\tau)^k}$ annuité avec :

- **x** = age de départ en retraite
- $\boldsymbol{\tau}$ = taux technique
- $\boldsymbol{l_x}$= nombre de survivants à l'age x
- $\boldsymbol{w}$ **=** taux de revalorisation des pensions
- $\boldsymbol{x}$ **=** age de depart à la retraite

$\mathcal{p}$ = **8 533 €**. Autrement dit, le salarié recevra **8 533 €** par an, ou $\mathcal{p} * a_{65}$ = **193 304 €** au total.

Appliquons la fiscalité présentée dans le tableau suivant :

Tableau 4.17. Tranches à terme pour les rentes annuelles

Tranches pour les rentes annuelles	Taux applicables
≤ 7 713 €	0%
Entre 7 713 € et 11 782 €	7%
>11 782 €	14%

Nous obtenons ainsi le ratio d'efficacité pour le plan à prestations définies.

Tableau 4.18. Calcul de fiscalité pour la retraite de base avec la retraite à prestations définies pour un an

Retraite	**193 304 €**
CSG total	*(12 758 €)*
CSG non déductible	*(4 639 €)*
CRDS non déductibles	*(967 €)*
Cotisation maladie	*(1 933 €)*
CASA	*(580 €)*
Contributions sociales	*(1 098 €)*
Net salarial	175 969 €
Net imposable	181 575 €
Impôt sur le revenu	71 759 €
Net Net	**104 210 €**

Coût pour l'employeur	**100 000 €**
Brut salarial	75 758 €
Net salarial	68 885 €
Net Net salarial	40 777 €
Ratio d'efficacité	**40,8%**

5. Grille d'ordre à la décision

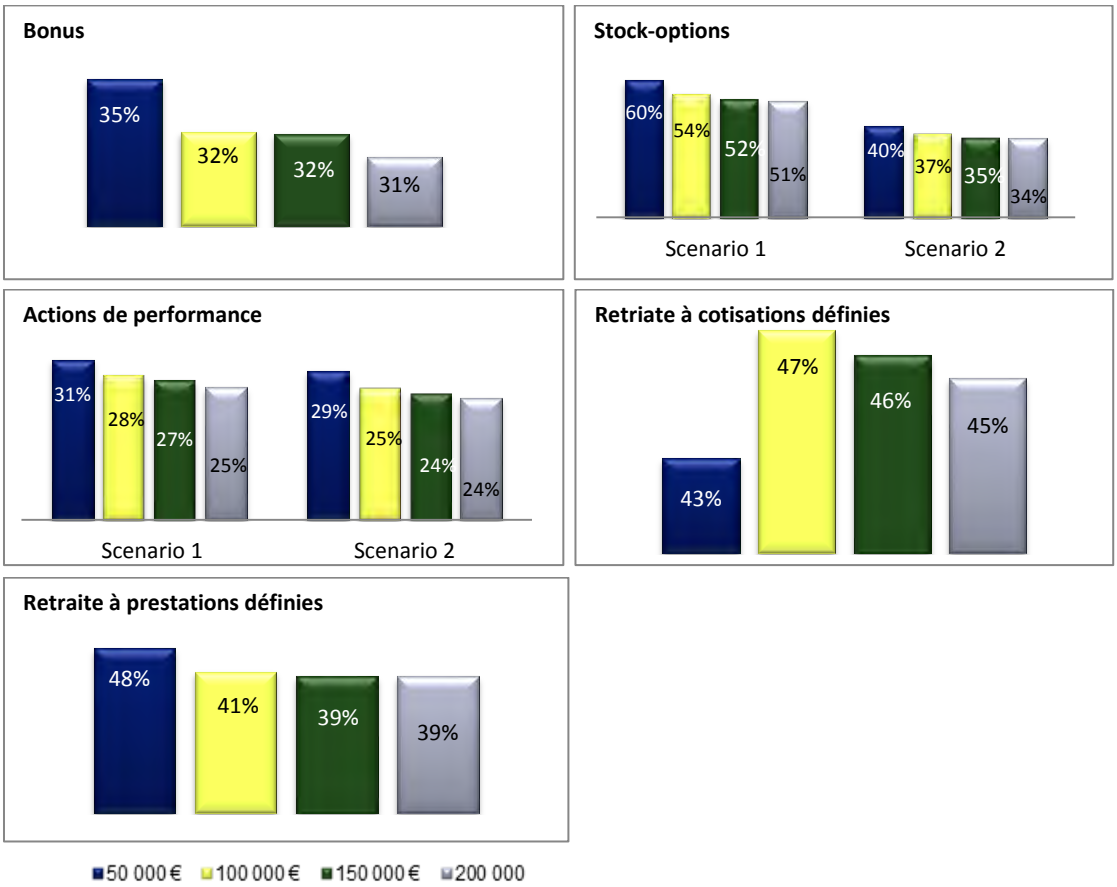
Résumons les résultats obtenus dans les paragraphes précédents :

Tableau 5.1. Bilan

Rémunération	Ratio d'efficacité	Rang
Stock-options : *Scenario 1*	**54%**	1
Retraite à cotisations définies	**49%**	2
Retraite à prestations définies	**41%**	3
Stock-option : *Scenario 2*	37%	4
Bonus	33%	5
Action de performance : Scenario *1*	28%	6
Action de performance : Scenario *2*	25%	7

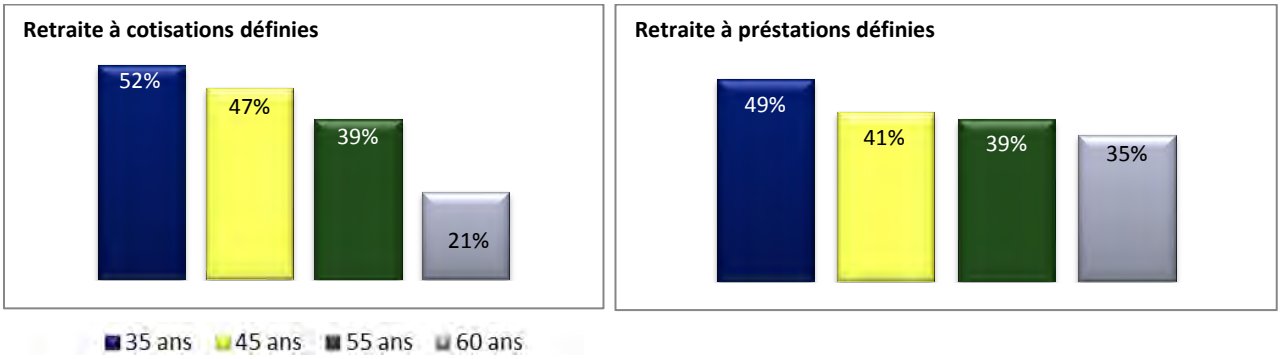
- **Sensibilité au salaire**

En faisant **la sensibilité au salaire**, nous obtenons que pour tous les types de rémunération les ratios d'efficacité diminuent avec le salaire, excepté le scénario à 50 000 € de retraite à cotisations définies. Dans ce scénario la cotisation du salarié dépasse le seul fiscal fixé à 8% du salaire, ce que diminue fortement le capital constitutif du salarié et rend son ratio d'efficacité le plus faible de tous.



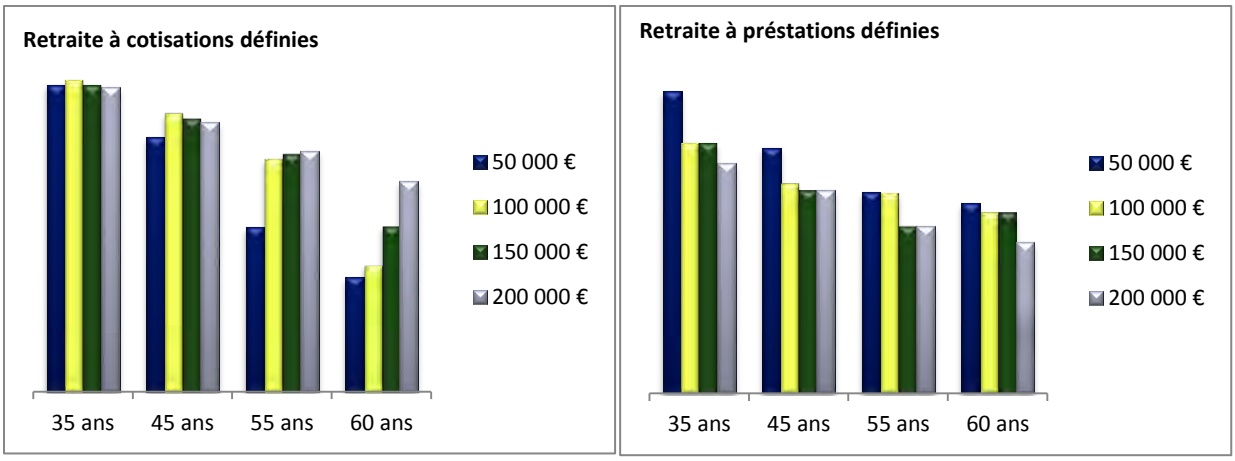
- **Sensibilité à l'âge**

En faisant **la sensibilité à l'âge**, nous obtenons que les ratios d'efficacité diminuent avec l'âge pour les plans de retraite. Cela peut être expliqué par le fait que le capital constitutif (dans le cas de retraite à cotisations définies) ou la prestation annuelle (dans le cas de retraite à prestations définies) et la retraite de base diminuent avec l'âge.



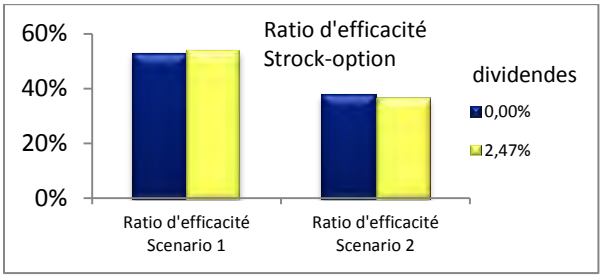
- **Sensibilité à l'âge et au salaire**

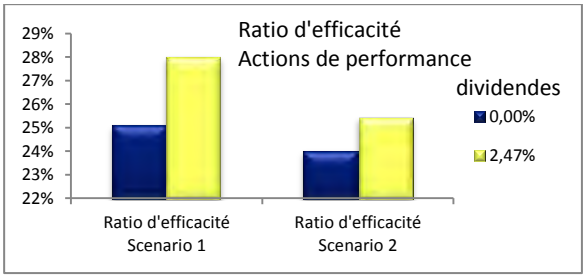
En faisant **la sensibilité à l'âge et au salaire mutuellement**, nous remarquons qu'au niveau de l'âge le ratio d'efficacité a gardé la même tendance décroissante pour tous les scénarios des deux plans de retraite. Au niveau de salaire, le ratio d'efficacité diminue pour tous les âges pour le régime à prestations définies, car plus le salaire augmente plus les prestations augmentent et plus les charges augmentent. Ce qui concerne le plan à cotisations définies, nous obtenons que pour les 2 tranches d'âge 35 et 45 ans il existe un scénario critique à 50 000 € qui est le plus faible de tous. Les cotisations pour ces deux scénarios dépassent le seuil fiscal et diminuent fortement le ratio. Toute fois la tendance pour ces tranches reste décroissante. Cependant pour les âges assez proches à l'âge de départ à la retraite, le capital constitutif augmente avec l'âge, ce qu'explique la tendance croissante pour ces âges.



- **Sensibilité aux dividendes**

En faisant **la sensibilité aux dividendes**, nous remarquons que dans le cas de stocks options et actions de performance le nombre d'actions/options accordé à l'employé est plus élevé dans le cas de dividendes non-nuls. Ainsi le montant de dividendes versés lors du scenario 1est plus important que la différence entre les plus-values de scenarios sans les dividendes versés et avec les dividendes pour la rémunération en action étudié. D'où un ratio d'efficacité plus important pour le scenario avec les dividendes. Dans le cas de scenario 2 en cas de stock-options l'employé vend des actions le jour de leur achat. Il ne perçoit donc aucun dividende, le scénario avec les dividendes à 0 % admet donc un ratio d'efficacité le plus élevé. Lors du scenario 2 en cas d'actions de performance l'employé perçoit quand même des dividendes pendant la période d'incessibilité ce qui augmente son revenu brut par rapport au scenario sans dividende et rend la tendance croissante de ratio d'efficacité.





6. Conclusion

Tableau 6.1. Ordres des ratios d'efficacité en fonction de sensibilités réalisés

Type \ Salaire / Age	50 000 €				100 000 €				150 000 €				200 000 €			
	45	55	60	35	45	55	60	35	45	55	60	35	45	55	60	35
Stock-Option Scenario 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2
Retraite à cotisations définies	3	7	7	3	2	3	7	2	2	2	5	1	2	2	2	1
Retraite à prestations définies	2	3	3	2	3	2	3	3	3	5	2	3	3	4	5	3
Stock-Options Scenario 2	4	2	2	4	4	4	2	4	4	3	3	4	4	3	3	4
Bonus	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5
Actions de performance Scenario 1	6	5	5	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Actions de performance Scenario 2	7	6	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7

De nos études ressort que la rémunération la plus optimale est l'avantage produit par des stock-options. Il est à noter que dans les hypothèses prises en compte, nous n'avons pas considéré les coûts indirects liés aux provisionnements potentiels de certaines formes de rémunération. En effet, les rémunérations différées obligent l'employeur à passer des provisions. Ces provisions moyen et long terme impactent le bilan de l'entreprise et peuvent donc détériorer *le rating* de l'employeur. L'accès au crédit peut ainsi devenir plus coûteux. S'il est difficile de mesurer ces coûts indirects et de les intégrer dans le calcul du ratio d'efficacité, il convient cependant de les identifier. Un second point à noter est relatif aux particularités individuelles de chaque salarié qui ne sont pas prises en compte par le ratio d'efficacité. Ainsi, le degré d'aversion au risque d'un salarié l'orientera vers une forme de rémunération plutôt qu'une autre. De même, certains éléments irrationnels comme la confiance en l'économie ou le prestige perçu lié à telle ou telle forme de rémunération ont un réel impact sur les préférences des salariés. Si là encore il est difficile de mesurer ces éléments, il convient de les appréhender au mieux. C'est en identifiant et en comprenant ces limites que l'employeur sera en situation de proposer à ses salariés, la forme de rémunération la plus efficace certes (sur la base du ratio présenté), mais surtout la forme de rémunération la plus optimale pour chacun d'entre eux.

En conclusion soulignons donc que le ratio d'efficacité présenté dans cette étude est un outil de mesure et d'analyse puissant, qui permet de piloter la politique de rémunération sur la base de critères objectifs et factuels. L'actuaire est un acteur légitime et reconnu pour mettre en place un tel outil et classer les formes de rémunération tel que nous l'avons fait. Mais ce classement doit être analysé à la lumière de la politique de rémunération choisie par l'entreprise. L'actuaire peut et doit participer à la définition de cette politique et se positionner ainsi comme un acteur clef de l'entreprise.

Remerciements

Je remercie Philippe Burger, Fabien Richard et Franck Chéron de m'avoir accueillie au sein de l'équipe *Total Rewards&Benefits* de Deloitte.

Je remercie également François Bartholin pour m'avoir guidée dans mes modélisations et partager ses larges connaissances. Je remercie Denis Lesigne pour ses conseils.

Je tiens à dire un grand merci à Yves-Emmanuel Prigent pour sa disponibilité, sa pédagogie et ses remarques pertinentes.

Je remercie Yann Delvigne pour ses corrections et idées infinies.

Je remercie également Laetitia, Julie, Clarisse, Babacar, Milan, Jérémie, Anaïs, Michel ainsi que chaque personne de l'équipe pour leurs conseils.

Je remercie Marc Hoffmann de m'avoir acceptée en Master 2 Actuariat, et l'Université Paris-Dauphine pour les trois ans d'études.

Je remercie mes amis Dan Wiss, Céline Crévoisier, Raphaël Marzuoli et Una Panting de m'aider dans la correction.
Grand merci à Mathieu Paugam pour son soutien.

Je remercie mes parents qui m'aident tout au long de ma vie et je remercie Kayla et Fabien pour tout.

Bibliographie

Livres :

Démonstration Black Scholes, calcul de la juste valeur des options américaines avec la méthode Cox Ross Rubistein, démonstration de la formule de la volatilité historique :

John Hull (2007) : *Options, futures et autres actifs dérivés*

Définitions de la rémunération, l'histoire de la rémunération :

De Boeck & Larcier (2001) : *Gestion de ressources humaines*

Sites :

Fiscalité : impot sur revenu, salaire de base, bonus:

Cleiss

Fiscalité des stock-options, actions de performance :

Société Général

Fiscalité de la retraite à prestations et à cotisations définies :

Generali

L'historique de taux de rendement de l'actif général :

Ag2 la Mondiale

Calculs de la juste valeur de stock-options :

Optimind Winter

Documents internes **Deloitte**

Formation IFRS2

Formation IAS19 R

Cette étude a été base sur mon mémoire de fin d'étude de Master 2 Actuariat de l'Université Paris-Dauphine : *Comparaison de différents types de rémunération.*

Annexe

Notations :

S_0: cours du sous-jacent à la date 0

K: prix d'exercice de l'option (Strike)

J: période d'acquisition

T: période en année séparant la date de maturité attendue et la date d'évaluation

T': période en année séparant la date de maturité et la date d'évaluation

r : taux d'intérêt sans risque à la maturité attendue

q : valeur actuelle des dividendes payés au cours de la période T dans le cas discret

p : probabilité de sortie au cours d'une année i pendant la période d'acquisition

$n(T)$: nombre de dividendes qui ont été payés au temps T

up : facteur multiplicatif en cas de hausse du cours de l'action

down : facteur multiplicatif en cas de baisse du cours de l'action

dt : un pas de temps

Méthode N°1 : Black Scholes

Nous nous positionnons sous les hypothèses Black Scholes décrites dans le paragraphe 4. La rentabilité du sous-jacent $\frac{dS_t}{S_t}$ est régie par un mouvement brownien

$$\frac{dS_t}{S_t} = r dt + \sigma d W_t$$

Avec,

r - le taux sans risque qui est supposé constant *(correspond à un taux sans risque à la maturité attendue)*

σ - volatilité de l'action qui est supposée constante dans le temps

W_t - est un mouvement brownien standard sous **la probabilité risque-neutre Q**

Le sous-jacent verse des dividendes dont le montant et les dates de paiements sont connus pendant la durée de vie de l'actif dérivé

La juste valeur **(JV)** recherchée est le prix de call européen **(C)** à la maturité attendue multiplié par la probabilité de présence à la fin de la période d'acquisition.

$$JV = C \prod_{i=1}^{J} (1-p)$$

On a :

$$C = (1-q)^{n(T)} \; S_0 \Phi(d_1) + K e^{-rT} \Phi(d_2)$$

Avec,

$$d_1 = \frac{1}{\sigma\sqrt{T}} \left[\ln\left(\frac{S_0 (1-q)^{n(T)}}{K} \right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2} \right) T \right]$$

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

$\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$ - fonction de répartition d'une loi normale standard

Nous avons supposé qu'on se situe dans le cas de dividendes **discrets**, versés chaque année à la fin de l'année. La formule de **Black Scholes** utilisée tient compte de dividendes **discrets**.

Nous obtenons une juste valeur égale à **6,73 €** :

d1	0,18
d2	-0,43
JV de Call	7,30
JV de S.O	**6,73**

<u>Méthode N°2</u>: Cox, Ross et Rubinstein - Arbres binomiaux

Nous nous positionnons sous les hypothèses décrites dans le paragraphe 4.

Nous pouvons voir les stock-options comme des calls américains à partir de la date de levé des options, car elles sont exerçables à n'importe quel moment jusqu'à la maturité.

Ainsi, pour pouvoir calculer la juste valeur des Stock-Options nous allons utiliser des arbres binomiaux scindés en deux patries. La première **partie (A)**, qui est entre la date d'attribution et la date d'acquisition, calcule les prix des options européennes à qui nous appliquons les conditions de performance. La deuxième **partie (B)**, qui est entre la date d'acquisition et la fin de la maturité de l'option, calcule les prix des options américaines.

Définissons les notations « up » et « down ».

$$\boldsymbol{up = e^{\sigma dt} \qquad down = e^{-\sigma dt}}$$

Pour actualiser à chaque pas de temps nous allons utiliser par exemple à la date $\mathbf{t_{N-1}}$ le taux forward $\boldsymbol{r^f}_{\mathbf{t_{N-1} \to t_N}}$.

Le taux « forward » $\boldsymbol{r^f}_{\mathbf{t_{N-1} \to t_N}}$ est un taux qui suit l'équation suivante :

$$e^{(r^{spot}{}_{t_N})\ t_N} = e^{(r^{spot}{}_{t_{N-1}})\ t_{N-1}} * e^{(r^f{}_{t_{N-1} \to t_N})(t_N - t_{N-1})}$$

D'ou

$$(r^{spot}{}_{t_N})\ t_N = (r^{spot}{}_{t_{N-1}})\ t_{N-1} * (r^f{}_{t_{N-1} \to t_N})(t_N - t_{N-1})$$

$$\boxed{r^f{}_{t_{N-1} \to t_N} = \frac{(r^{spot}{}_{t_N})\ t_N - (r^{spot}{}_{t_{N-1}})\ t_{N-1}}{(t_N - t_{N-1})}}$$

Pour le calcul de probabilité de montée,

$$\boxed{\boldsymbol{p^{up}}_{\mathbf{t_{N-1} \to t_N}} = \frac{\mathbf{exp}\left(\boldsymbol{r^f}_{\mathbf{t_{N-1} \to t_N}} * \boldsymbol{dt}\right) - \boldsymbol{down}}{\boldsymbol{up - down}}}$$

Le prix du call européen $\boldsymbol{f^*}_{\boldsymbol{N-1}}{}^{\boldsymbol{europeen}}$ se calcule de la manière suivante :

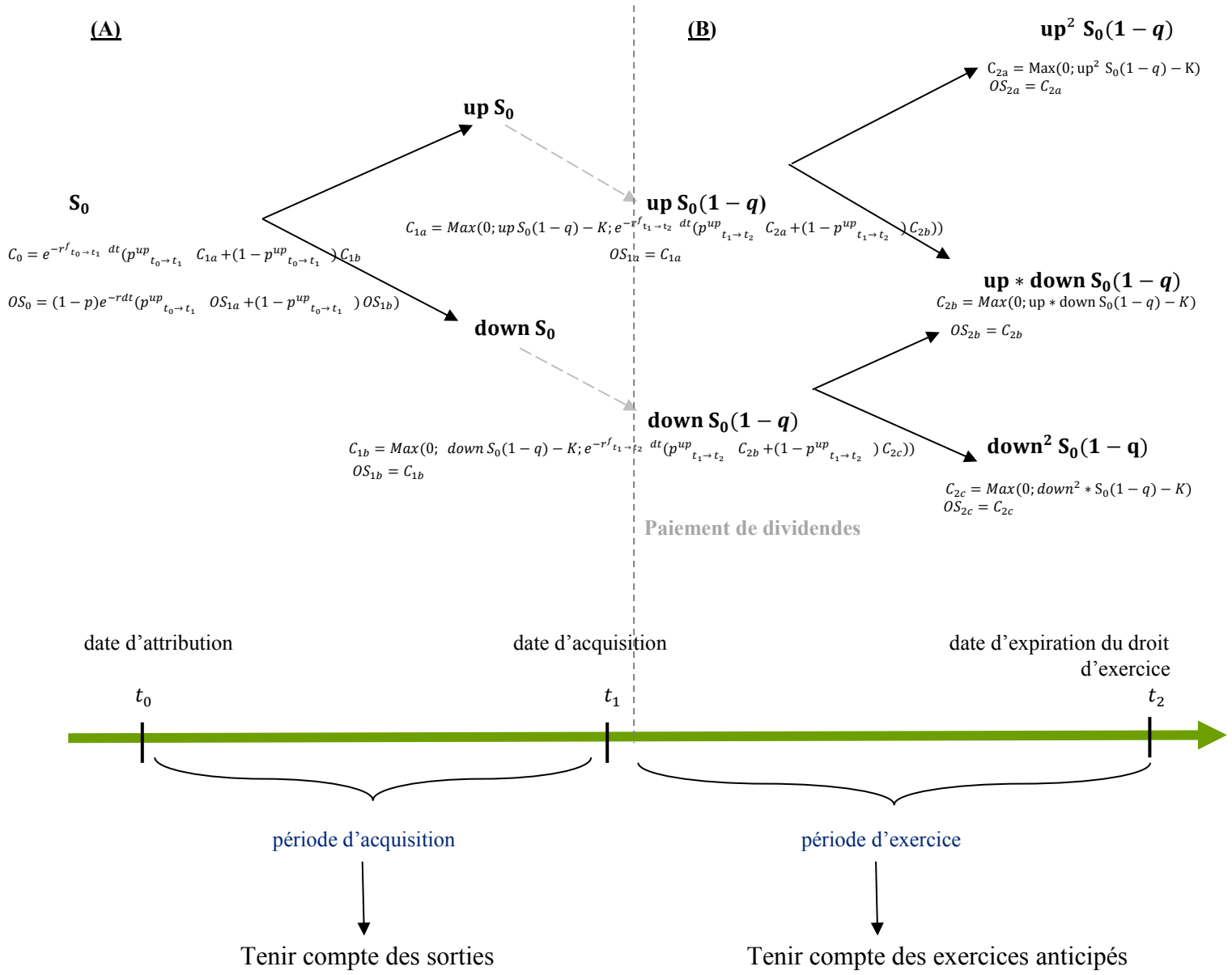
$$\boxed{\boldsymbol{f^*}_{\mathbf{t_{N-1}}}{}^{\boldsymbol{europeen}} = \boldsymbol{e}^{-\boldsymbol{r^f}_{\mathbf{t_{N-1} \to t_N}} * \boldsymbol{dt}}(\boldsymbol{f^{*\,up}}_{\mathbf{t_N}} * \boldsymbol{p^{up}}_{\mathbf{t_{N-1} \to t_N}} + \boldsymbol{f^{*\,down}}_{\mathbf{t_N}} * (\mathbf{1} - \boldsymbol{p^{up}}_{\mathbf{t_{N-1} \to t_N}}))}$$

Le prix du call américain est présenté de la manière suivante :

$$\boxed{\boldsymbol{f^{*américain}}_{\mathbf{t_{N-1}}} = \boldsymbol{max}(\boldsymbol{S^*}_{\mathbf{t_{N-1}}} - \mathbf{K};\ \boldsymbol{f^*}_{\mathbf{t_{N-1}}}{}^{\boldsymbol{europeen}})}$$

L'outil de programmation nous permet de construire des arbres binomiaux sans les dividendes, ensuite un arbre en tenant compte des dividendes versées une fois par année, puis nous calculons le call américain suivant la formule.

Figure : **Un exemple de calcul de prix de Stock-Option pour deux pas de temps**



Avec,

$\boldsymbol{C_{1a}}$ prix du call à la position 1a
$\mathbf{OS_{1a}}$ prix du stock-option à la position 1a