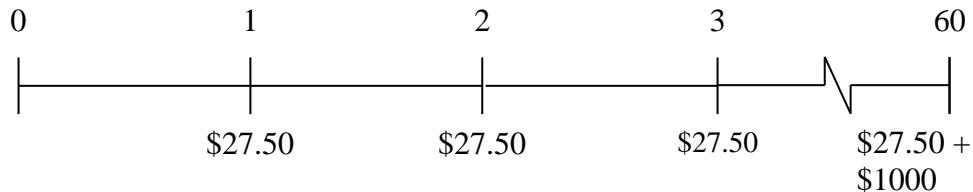


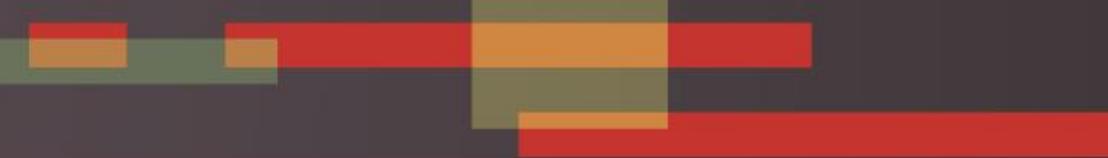


- 
- Une obligation d'échéance 30 ans et de valeur nominale 1 000 € détache un coupon semestriel égal à 5,5 % de la valeur nominale. Quel est le coupon ? Quel est l'échéancier des flux ?


$$\frac{0.055 \times \$1000}{2} = \$27.50.$$



$$P = 100/(1.055)^2 = \$89.85$$



# Rentabilité à l'échéance d'obligations de maturité identique

- On connaît la rentabilité à l'échéance des obligations zéro-coupon suivantes :

Maturité	1 an	2 ans	3 ans	4 ans
TRE d'une obligation zéro-coupon	3,50 %	4,00 %	4,50 %	4,75 %

- Quelle est la rentabilité à l'échéance d'une obligation zéro-coupon d'échéance trois ans ? D'une obligation de taux de coupon annuel 4 % et d'échéance trois ans ? D'une obligation de taux de coupon annuel 10 % et d'échéance trois ans ?
- Ces obligations sont sans risque.





# Solution

---

- La rentabilité à l'échéance d'une obligation zéro-coupon d'échéance trois ans est donnée dans le tableau (4,50%).
- Pour calculer la rentabilité à l'échéance de l'obligation couponnée, il faut d'abord calculer son prix :

$$P = \frac{40}{1,035} + \frac{40}{1,04^2} + \frac{40+1000}{1,045^3} = 986,98$$

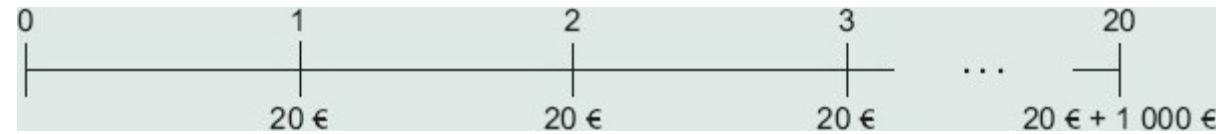
- Sa rentabilité à l'échéance est solution de l'équation suivante :

$$986,98 = \frac{40}{(1 + TRE)} + \frac{40}{(1 + TRE)^2} + \frac{40+1000}{(1 + TRE)^3}$$

- À l'aide d'un tableur ou par interpolation linéaire, on trouve  $TRE = 4,47\%$ . (Pour taux nominal 10%:  $TRE = 4,44\%$ )



- 
- Une obligation détache un coupon semestriel. Ses flux sont :



- Quelle est la maturité de l'obligation ? Quel est son taux de coupon ? Quelle est sa valeur nominale ?



- 
- 10 ans.
  - $(20/1000) \times 2 = 4\%$
  - Nominal = \$1000.



- 
- Le tableau ci-dessous fournit le prix de plusieurs obligations zéro-coupon de valeur nominale 100 € sans risque de défaut :

Maturité (années)	1	2	3	4	5
Prix	95,51 €	91,05 €	86,38 €	81,65 €	76,51 €



- Quelle est la rentabilité à l'échéance de chaque obligation ?  
Quelle est la courbe des taux zéro-coupon ? Quelle est la forme de la courbe des taux ?

# Solution (YTM = « yield to maturity » = rentabilité à l'échéance)

$$1 + YTM_n = \left( \frac{FV_n}{P} \right)^{1/n}$$

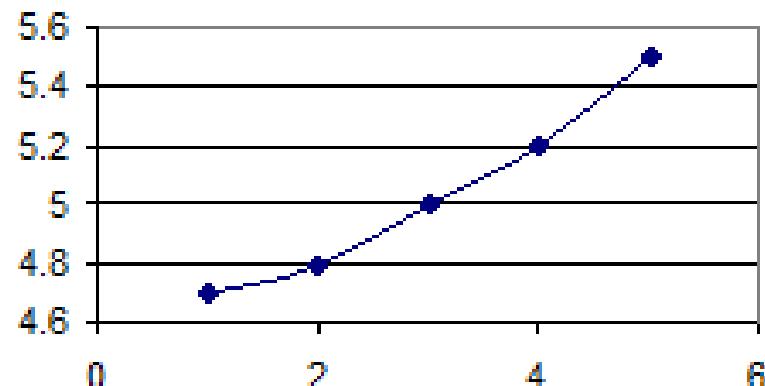
$$1 + YTM_1 = \left( \frac{100}{95.51} \right)^{1/1} \Rightarrow YTM_1 = 4.70\%$$

$$1 + YTM_1 = \left( \frac{100}{91.05} \right)^{1/2} \Rightarrow YTM_1 = 4.80\%$$

$$1 + YTM_3 = \left( \frac{100}{86.38} \right)^{1/3} \Rightarrow YTM_3 = 5.00\%$$

$$1 + YTM_4 = \left( \frac{100}{81.65} \right)^{1/4} \Rightarrow YTM_4 = 5.20\%$$

$$1 + YTM_5 = \left( \frac{100}{76.51} \right)^{1/5} \Rightarrow YTM_5 = 5.50\%$$





- 
- La courbe des taux zéro-coupon sans risque indique :

Maturité (années)	1	2	3	4	5
TRE	5,00 %	5,50 %	5,75 %	5,95 %	6,05 %

- Quel est le prix d'une obligation zéro-coupon de valeur nominale 100 € sans risque et d'échéance deux ans ? Et si l'échéance est de quatre ans ? Quel est le taux d'intérêt sans risque à cinq ans ?



# Solution

---

- a.  $P = 100(1.055)^2 = \$89.85$
- b.  $P = 100/(1.0595)^4 = \$79.36$
- c. 6.05%





- Une obligation d'échéance 10 ans et de valeur nominale 1 000 € offre un taux de coupon de 8 % et des coupons semestriels. Cette obligation s'échange actuellement au prix de 1 034,74 €.
- Quelle est la rentabilité à l'échéance de l'obligation (en taux annuel proportionnel) ?
- La rentabilité à l'échéance de l'obligation passe brutalement à 9 %. Quel est le nouveau prix de l'obligation ?



$$\$1,034.74 = \frac{40}{(1+\frac{YTM}{2})} + \frac{40}{(1+\frac{YTM}{2})^2} + \dots + \frac{40+1000}{(1+\frac{YTM}{2})^{20}} \Rightarrow YTM = 7.5\%$$

$$PV = \frac{40}{\left(1+\frac{0.09}{2}\right)} + \frac{40}{\left(1+\frac{0.09}{2}\right)^2} + \dots + \frac{40+1000}{\left(1+\frac{0.09}{2}\right)^{20}} = \$934.96.$$

$$900 = \frac{C}{(1+0.06)} + \frac{C}{(1+0.06)^2} + \dots + \frac{C+1000}{(1+0.06)^5} \Rightarrow C = \$36.26, \text{ so the coupon rate is } 3.626\%.$$

- 
- Une obligation d'échéance cinq ans et de valeur nominale 1 000 € détache un coupon annuel. Cette obligation s'échange actuellement au prix de 900 €. Sa rentabilité à l'échéance est de 6 %. Quel est son taux de coupon ?

$$900 = \frac{C}{(1+0.06)} + \frac{C}{(1+0.06)^2} + \dots + \frac{C+1000}{(1+0.06)^5} \Rightarrow C = \$36.26$$

Le taux de coupon est donc de 3,626%



# Des zéro-coupon échangés au-dessus du pair

- Le 9 décembre 2008, la rentabilité à l'échéance des T-bills est passée en dessous de zéro.
- Pour investir 1 million de dollars en bons du Trésor à 3 mois, il fallait payer : 1 000 025,56 \$  
=> taux = -0,01%
- Pourquoi une telle opportunité d'arbitrage ?

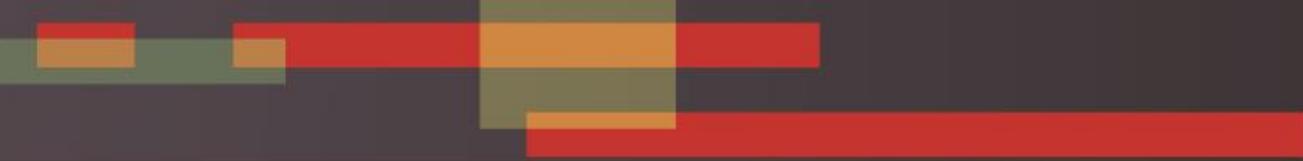




- 
- Le 9 décembre 2008, pour la première fois depuis la Grande Dépression, la rentabilité à l'échéance des bons du Trésor américains à trois mois – les fameux T-bills – est passée en-dessous de zéro. Autrement dit ces bons du Trésor, qui sont des zéro-coupons sans risque, ont été cotés au-dessus du pair : un investisseur souhaitant investir 1 million de dollars devait payer 1 000 025,56 \$ (le taux était de – 0,01 %). La rentabilité à l'échéance étant négative, il existait une opportunité d'arbitrage sur le marché : en vendant des T-bills pour une valeur nominale de 1 million de dollars, on s'assurait un profit sans risque de 25,56 \$ dans trois mois. De fait, la rentabilité à l'échéance n'est pas restée longtemps négative, car des ventes massives de T-bills ont fait baisser les prix des obligations. Pourtant, l'opération n'était pas tout à fait sans risque : lorsqu'un investisseur vend pour 1 million de dollars de T-bills, il doit bien placer cette somme quelque part. En temps normal, c'est sur un compte bancaire. Décembre 2008 n'était cependant pas un mois comme les autres : la défiance vis-à-vis des banques était à son paroxysme. De nombreux investisseurs n'ont donc pas osé réaliser cet arbitrage, de crainte de ne pas pouvoir récupérer leurs fonds en cas de faillite bancaire. Les 25,56 \$ pouvaient à cet égard s'interpréter comme le montant que ces investisseurs étaient prêts à payer pour confier leur argent au Trésor américain plutôt qu'à une banque commerciale.



- 
- Le même phénomène a eu lieu en Europe à partir de l'été 2012. Au départ, les craintes de voir la Grèce sortir de l'euro et des doutes sur la solidité de certaines banques européennes ont incité les investisseurs à se reporter vers des obligations d'État allemandes, françaises ou suisses pour se protéger contre une possible crise. Face à une demande en forte hausse, les rentabilités à l'échéance de ces titres ont baissé jusqu'à devenir négatives. Mais contrairement au cas américain, depuis lors, les rentabilités à l'échéance ont continué à baisser : en 2019, toutes les obligations d'état françaises de maturité inférieure à sept ans affichent ainsi des rentabilités à l'échéance négatives, jusqu'à – 0,5 % !



- 
- On estime que 15 000 milliards d'euros sont aujourd'hui investis dans des obligations qui offrent des rentabilités négatives. L'ampleur et la persistance de ce phénomène sont difficiles à expliquer, mais le déséquilibre constaté en Europe entre un taux d'épargne élevé et un niveau d'investissement faible constitue un premier élément de réponse. L'action de la Banque centrale européenne, qui maintient volontairement son taux directeur à 0 % pour stimuler l'activité économique, en est un autre. Enfin, la plupart des détenteurs de ces titres sont des compagnies d'assurance ou des fonds de pension, à qui la réglementation impose de détenir des quantités importantes d'actifs peu risqués. Ils pourraient détenir à la place de l'argent liquide, qui leur offrirait une rentabilité nulle, mais ils préfèrent visiblement supporter une rentabilité à l'échéance légèrement négative pour s'éviter le coût et le risque de devoir gérer d'importantes quantités d'argent liquide...



- Pourquoi la rentabilité d'une obligation échangée en-dessous du pair est-elle supérieure à son taux de coupon ?
- **Réponse:** Les obligations négociées avec une décote génèrent un rendement à la fois en recevant les coupons et en recevant une valeur nominale supérieure au prix payé pour l'obligation. Par conséquent, le rendement à l'échéance des obligations à décote est supérieur au taux du coupon.





- Sitex émet aujourd’hui des obligations de maturité 10 ans, de valeur nominale 1 000 € et de coupon annuel 7 %. La rentabilité à l’échéance de ces titres est de 6 %.
- Quel est le prix d’une obligation à l’émission ?
- Si la rentabilité à l’échéance reste constante, quel sera le prix de l’obligation juste avant le versement du premier coupon ?
- Et juste après ?



---

$$P = \frac{70}{(1+0.06)} + \dots + \frac{70+1,000}{(1+0.06)^{10}} = \$1,073.60.$$

$$P = 70 + \frac{70}{(1+0.06)} + \dots + \frac{70+1,000}{(1+0.06)^9} = \$1,138.02.$$

$$P = \frac{70}{(1+0.06)} + \dots + \frac{70+1,000}{(1+0.06)^9} = \$1,068.02.$$



- 
- Un investisseur a acheté il y a 10 ans une obligation émise par l'état d'échéance 30 ans de coupon annuel 5 %, émise au pair. La rentabilité à l'échéance des obligations sans risque est actuellement de 7 % (TAE, taux annuel effectif).
  - S'il décide de revendre l'obligation aujourd'hui, quel sera le TRI de son investissement ?
  - Et s'il décide de conserver l'obligation jusqu'à l'échéance ?
  - La comparaison des deux TRI peut-elle aider à faire le bon choix (vendre ou conserver l'obligation) ?



- 
- Le prix de l'obligation, 78,81, est la valeur actuelle des flux futurs actualisés à 7%. L'obligation a été achetée il y a dix ans et a procuré des coupons de 5. Si elle est vendue tout de suite après l'obtention du coupon de 5 la dixième année, c'est-à-dire à  $83,81=78,81+5$ , le taux de rentabilité obtenu (TRI) s'établit à 3.17%. Il s'agit du taux actuariel, qui annule la somme des flux (signés). Il peut s'obtenir en utilisant la fonction TRI d'Excel
  - 5%
  - Nous ne pouvons pas nous contenter de comparer les TRI. En ne vendant pas l'obligation à son prix actuel de 78,81 \$, nous obtiendrons le rendement actuel du marché de 7 % sur ce montant à l'avenir.

		3.17%
5		-100
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
5		5
105		
78.81 €		



- Pour les obligations zéro-coupon sans risque, la rentabilité à l'échéance est donnée ci-dessous :

Maturité (années)	1	2	3	4	5
TRE	4,00 %	4,30 %	4,50 %	4,70 %	4,80 %

- Quel est le prix d'une obligation d'échéance deux ans, de valeur nominale 1 000 €, sans risque de défaut et de taux de coupon annuel 6 % ? Cette obligation est-elle échangée au pair, au-dessus ou au-dessous du pair ?

- **Solution**

$$\frac{60}{(1+.04)} + \frac{60+1000}{(1+.04)^2} = \$1032.09$$

Cette obligation se négocie avec une prime. Le coupon de l'obligation est supérieur à chacun des rendements des obligations à coupon zéro, de sorte que le coupon sera également supérieur au rendement à l'échéance de cette obligation. Par conséquent, l'obligation se négocie avec une prime.



- 
- Pour les obligations zéro-coupon sans risque, la rentabilité à l'échéance est donnée ci-dessous :

Maturité (années)	1	2	3	4	5
TRE	4,00 %	4,30 %	4,50 %	4,70 %	4,80 %

- Quel est le prix d'une obligation d'échéance trois ans, sans risque de défaut, de valeur nominale 1 000 € et de taux de coupon annuel 4 % ? Quelle est la rentabilité à l'échéance (« Yield to Maturity », YTM) de cette obligation ?

## Solution

$$\frac{40}{(1+.04)} + \frac{40}{(1+.043)^2} + \frac{40+1000}{(1+.045)^3} = \$986.58.$$

$$\$986.58 = \frac{40}{(1+YTM)} + \frac{40}{(1+YTM)^2} + \frac{40+1000}{(1+YTM)^3} \Rightarrow YTM = 4.488\%$$



- Pour les obligations zéro-coupon sans risque, la rentabilité à l'échéance est donnée ci-dessous :

Maturité (années)	1	2	3	4	5
TRE	4,00 %	4,30 %	4,50 %	4,70 %	4,80 %

- Une obligation d'échéance quatre ans, sans risque de défaut, dont les coupons sont annuels et dont la valeur nominale est de 1 000 €, est échangée au pair. Quel est le taux de coupon de cette obligation ?

## Solution

$$1000 = CPN \left( \frac{1}{(1+.04)} + \frac{1}{(1+.043)^2} + \frac{1}{(1+.045)^3} + \frac{1}{(1+.047)^4} \right) + \frac{1000}{(1+.047)^4}$$

$$CPN = \$46.76.$$

Le taux de coupon est 4,676%



- 
- Pour les obligations zéro-coupon sans risque, la rentabilité à l'échéance est donnée ci-dessous :

Maturité (années)	1	2	3	4	5
TRE	4,00 %	4,30 %	4,50 %	4,70 %	4,80 %

- Une obligation d'échéance cinq ans, sans risque de défaut et de coupon annuel 5 % a une valeur nominale de 1 000 €.
  - a) Sans faire de calculs, déterminez si cette obligation s'échange au-dessus ou au-dessous du pair.
  - b) Quelle est la rentabilité à l'échéance de cette obligation ?
  - c) La rentabilité à l'échéance de cette obligation augmente à 5,2 % : quel est son nouveau prix ?



# Solution

---

- a) L'obligation se négocie avec une prime parce que son rendement à l'échéance est une moyenne pondérée des rendements des obligations à coupon zéro. Cela signifie que son rendement est inférieur à 5 %, le taux du coupon.
- b) Avant tout, il faut calculer le prix

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{CPN}{1+YTM_1} + \frac{CPN}{(1+YTM_2)^2} + \dots + \frac{CPN+FV}{(1+YTM_N)^N} \\
 &= \frac{50}{(1+.04)} + \frac{50}{(1+.043)^2} + \frac{50}{(1+.045)^3} + \frac{50}{(1+.047)^4} + \frac{50+1000}{(1+.048)^5} = \$1010.05
 \end{aligned}$$

Le taux de rendement à échéance est

$$1010.05 = \frac{50}{(1+YTM)} + \dots + \frac{50+1000}{(1+YTM)^N} \Rightarrow YTM = 4.77\%.$$



- 
- Les prix d'obligations zéro-coupon, sans risque de défaut et de valeur nominale 1 000 €, sont résumés dans le tableau :

Maturité (années)	1	2	3
Prix	970,87 €	938,95 €	904,46 €

- Une obligation d'échéance trois ans, sans risque de défaut, de taux de coupon annuel 10 % et de valeur nominale 1 000 €, s'échange actuellement au prix de 1 183,50 €. Y a-t-il une opportunité d'arbitrage ?
- Si oui, comment en profiter ? Sinon, pourquoi ?



# Solution

---

$$970.87 = \frac{1000}{(1+YTM_1)} \rightarrow YTM_1 = 3.0\%$$

$$938.95 = \frac{1000}{(1+YTM_2)^2} \rightarrow YTM_2 = 3.2\%$$

$$904.56 = \frac{1000}{(1+YTM_3)^3} \rightarrow YTM_3 = 3.4\%$$

$$\frac{100}{(1+.03)} + \frac{100}{(1+.032)^2} + \frac{100+1000}{(1+.034)^3} = \$1186.00.$$

	Today	1 Year	2 Years	3 Years
Acheter 10 Oblig. Couponnées	-11835.00	+1000	+1000	+11,000
Vente à déc. 1 One-Year Zero	+970.87	-1000		
Vente à déc. 1 Two-Year Zero	+938.95		-1000	
Vente à déc. 11 Three-Year Zero	+9950.16			-11,000
Flux net	+24.98	0	0	0

Il y a une opportunité d'arbitrage, qui permet de gagner 24,98 sans risque et sans investissement initial.



- Les prix et les flux futurs de quatre obligations sans risque de défaut sont :

(En euros)		Flux futurs		
Obligation	Prix (aujourd'hui)	Année 1	Année 2	Année 3
A	934,58	1 000	0	0
B	881,66	0	1 000	0
C	1 118,21	100	100	1 100
D	839,62	0	0	1 000

- Y a-t-il des opportunités d'arbitrage ? Si oui, comment en profiter ?



# Solution

---

- Pour déterminer si ces obligations présentent une opportunité d'arbitrage, il faudra vérifier si l'évaluation est cohérente. On peut calculer les taux au comptant des obligations A, B et D (les obligations à coupon zéro) et les utiliser pour vérifier si l'obligation C est correctement évaluée. (On peut également calculer les taux au comptant des obligations A, B et C et vérifier si l'obligation D est correctement évaluée, ou toute autre combinaison.)

# Solution

---

$$934.58 = \frac{1000}{(1+YTM_1)} \Rightarrow YTM_1 = 7.0\%$$

$$881.66 = \frac{1000}{(1+YTM_2)^2} \Rightarrow YTM_2 = 6.5\%$$

$$839.62 = \frac{1000}{(1+YTM_3)^3} \Rightarrow YTM_3 = 6.0\%$$

Étant donné les taux au comptant implicites des obligations A, B et D, le prix de l'obligation C devrait être de 1 105,21 \$. Son prix réel est de 1 118,21 \$, ce qui signifie qu'elle est surévaluée de 13 \$ par obligation. Oui, il y a une opportunité d'arbitrage.

# Solution

- Pour profiter de cette opportunité, on peut vendre (à découvert) l'obligation C (puisque elle est surévaluée). Pour égaliser les flux de trésorerie futurs, une stratégie consiste à vendre 10 obligations C (ce n'est pas la seule stratégie efficace ; tout multiple de cette stratégie est également un arbitrage). Cette stratégie est résumée dans le tableau ci-dessous.

	Aujourd'hui	Première année	Deuxième année	Troisième année
Vendre Oblig. C	11,182.10	-1,000	-1,000	-11,000
Acheter Oblig. A	-934.58	1,000	0	0
Acheter Oblig B	-881.66	0	1,000	0
Acheter 11 oblig. D	-9,235.82	0	0	11,000
Flux de trésorerie net	130.04	0	0	0



- 
- Pourquoi la rentabilité espérée d'une obligation risquée n'est-elle pas égale à sa rentabilité à l'échéance ?
  - **Réponse:** Le rendement à l'échéance d'une obligation d'entreprise est basé sur les paiements promis de l'obligation. Mais il existe un risque que la société fasse défaut et paie moins. Ainsi, le rendement attendu de l'obligation est généralement inférieur à son YTM.  
Les obligations d'entreprise présentent un risque de crédit, c'est-à-dire le risque que l'emprunteur fasse défaut et n'effectue pas tous les paiements prévus. Par conséquent, les investisseurs paient moins pour les obligations présentant un risque de crédit qu'ils ne le feraient pour une obligation identique sans défaut. Étant donné que le YTM d'une obligation est calculé à partir des flux de trésorerie promis, les rendements des obligations présentant un risque de crédit seront plus élevés que ceux d'obligations sans défaut identiques par ailleurs. Cependant, le YTM d'une obligation à risque de défaut est toujours plus élevé que le rendement attendu d'un investissement dans l'obligation, car il est calculé à partir des flux de trésorerie promis plutôt que des flux de trésorerie attendus.



- 
- L'entreprise Grumon vient d'émettre des obligations zéro-coupon de maturité cinq ans. Les analystes estiment que la probabilité de défaut est de 20 % et, en cas de défaut, l'entreprise ne sera en mesure de rembourser que la moitié de ce qu'elle doit. Les investisseurs exigent une rentabilité de 6 % pour ce type d'actif. Quel est le prix et la rentabilité à l'échéance de l'obligation ?





---

$$=(100*0.8+50*0.2)/1.06^5=67,25$$

$$\left(\frac{100}{67,25}\right)^{1/5} - 1 = 8.26\%$$



- Le tableau détaille les rentabilités à l'échéance d'obligations zéro-coupon d'échéance un an :

Obligation	Rentabilité à l'échéance (%)
Obligation souveraine AAA	3,1
Obligation <i>corporate</i> AAA	3,2
Obligation <i>corporate</i> BBB	4,2
Obligation <i>corporate</i> B	4,9

- Quel est le prix (en pourcentage de la valeur nominale) d'une obligation *corporate* AAA ?
- Quel est le spread de taux de ces obligations ?
- Et pour les obligations B ?
- Comment varie le spread de taux avec la notation ? Pourquoi ?



# Solution

---

- a. Le prix de cette obligation sera de  $P = \frac{100}{1+0.032} = 96.899$ .
- b. Le spread sur les obligations d'entreprises notées AAA est de  $0,032 - 0,031 = 0,1\%$ .
- c. Le spread de taux de obligations notées est  $0.049 - 0.031 = 1.8\%$ .
- d. Le spread de taux augmente à mesure que la notation de l'obligation diminue, car les obligations moins bien notées sont plus risquées.



- 
- Une entreprise envisage d'émettre une obligation d'échéance 30 ans, offrant un coupon annuel de 7 % et de valeur nominale 1 000 €. L'entreprise estime pouvoir obtenir la note A de la part de Standard & Poor's. Néanmoins, de récents problèmes financiers rencontrés par l'entreprise conduisent Standard & Poor's à avertir celle-ci d'une possible dégradation de sa note à BBB. La rentabilité à l'échéance des obligations notées A est de 6,5 % et celle des obligations BBB de 6,9 %.
    - a) Quel est le prix de l'obligation si l'entreprise demeure notée A ?
    - b) Et si elle est dégradée ?



# Solution

---

a) Lors de l'émission initiale, le prix de l'obligation s'élevait à

$$P = \frac{70}{(1+0.065)} + \dots + \frac{70+1000}{(1+0.065)^{30}} = \$1,065.29.$$

b) Si l'obligation est déclassée, son prix chutera à

$$P = \frac{70}{(1+0.069)} + \dots + \frac{70+1000}{(1+0.069)^{30}} = \$1,012.53.$$



- 
- La rentabilité à l'échéance des obligations d'échéance cinq ans notées BBB est 8,2 % (TAP), tandis que celle des obligations sans risque de même échéance est de 6,5 %. Les obligations offrent des coupons semestriels, leur taux de coupon est de 7 %.
    - a) Quel est le prix de chaque obligation, en pourcentage de sa valeur nominale ?
    - b) Quel est le spread de taux pour les obligations BBB ?



# Solution

---

a) Le prix des obligations sans risque est

$$P = \frac{35}{(1+0.0325)} + \dots + \frac{35 + 1,000}{(1+0.0325)^{10}} = \$1,021.06 = 102.1\%$$

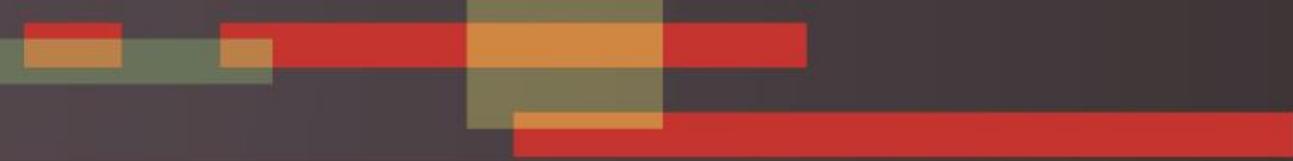
Ceux des obligations BBB est:

$$P = \frac{35}{(1+0.041)} + \dots + \frac{35 + 1,000}{(1+0.041)^{10}} = \$951.58 = 95.2\%$$

b) Le spread de taux est de 1,7%



- 
- La société Jeumout vient juste d'émettre des obligations zéro-coupon d'échéance cinq ans à un prix de 74 €. Vous avez acheté une obligation et envisagez de la détenir jusqu'à l'échéance, où elle sera remboursée au pair.
  - Quelle est la rentabilité à l'échéance de cette obligation ?
  - Quelle est la rentabilité espérée si la probabilité de défaut est nulle ?
  - Quelle est la rentabilité espérée si la probabilité de défaut est de 100 % et que vous êtes certain de recevoir 90 % de la valeur nominale de l'obligation ?
  - Quelle est la rentabilité espérée si la probabilité de défaut est de 50 %, qu'elle est plus élevée lorsque la conjoncture est mauvaise, et que vous recevrez 90 % de la valeur faciale de l'obligation en cas de défaut ?
  - Que peut-on dire à propos du taux sans risque à cinq ans dans chacun des cas ?



# Solution

---

a.  $\left(\frac{100}{74}\right)^{1/5} - 1 = 6.21\%$

b. Dans ce cas, la rentabilité espérée est égale au taux de rendement à échéance

c.  $\left(\frac{100 \times 0.9}{74}\right)^{1/5} - 1 = 3.99\%$

d.  $\left(\frac{100 \times 0.9 \times 0.5 + 100 \times 0.5}{74}\right)^{1/5} - 1 = 5.12\%$

e. Le taux sans risque est 6,21 % en b., 3,99% en c., et inférieur à 5,12% en d.