

# Solvabilité Basée sur les Risques (SBR), Application de calcul des Provisions Prudentielles et du Capital de Solvabilité Requis en assurance vie et non-vie

**Auteurs :** DIAKITÉ Abdoul Oudouss et ETTADLAOUI Othmane

**Encadrants :**

Pr. AKDIM Khadija

Pr. BELFADLI Rachid

M. KHIRAOUI Abdelkrim (ARM CONSULTANTS)

**Filière :** Ingénieur en Finance et Actuariat

**Faculté des Sciences et Techniques**

*Université Cadi Ayyad*

5 juillet 2023

- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitatives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

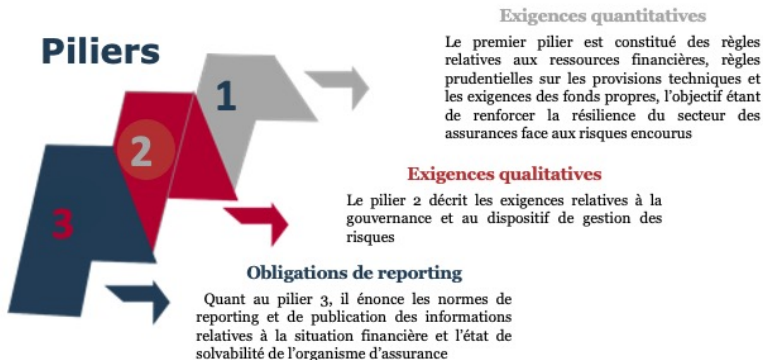
- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitaives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

Le risque est au centre de toutes les opérations d'assurance. Sa prévention nécessite une mobilisation de moyens techniques particuliers en fonction de sa gravité en cas de survenance. Par ailleurs, dans chaque pays, une autorité est chargée de la réglementation du secteur d'assurance afin d'harmoniser les méthodologies de quantification liées à la couverture de ces risques.

l'Autorité de Contrôle des Assurances et de la Prévoyance Sociale (**ACAPS**) a publié une nouvelle réforme de la Solvabilité Basée sur les Risques (**SBR**) qui repose sur trois piliers :

- **Pilier 1** : exigence quantitatives,
- **Pilier 2** : exigence qualitatives,
- **Pilier 3** : obligations de reporting.

Figure – Les trois piliers de la SBR



- 1 Introduction
- 2 Contextualisation**
- 3 Pilier I : Exigences quantitaives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

La Solvabilité Basée sur les Risques (SBR) est une réforme en cours d'élaboration qui est inspirée de la directive européenne Solvabilité II.

*Notre projet vient dans ce contexte pour :*

- **Anticiper** l'élaboration d'un outil de calcul de Capital de Solvabilité Requis,
- **Faciliter** la transition vers la nouvelle norme *SBR*,
- **Automatiser** le processus de calcul des exigences quantitatives.

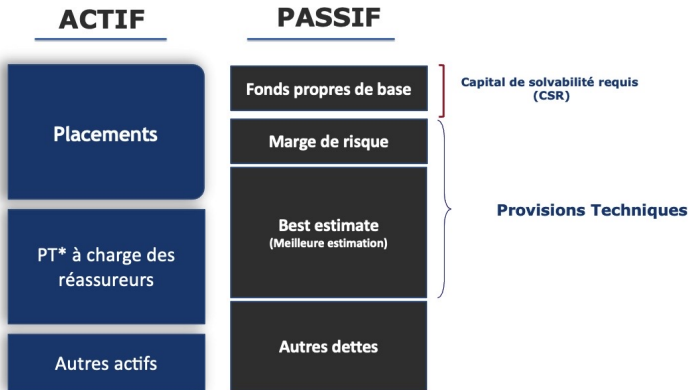


- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitatives**
- 4 Construction de la Courbe zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

## Bilan Prudentiel :

- Basé sur une valorisation économique.
- Évaluation en valeur de marché des actifs
- évaluation du Best Estimate des Provisions Techniques brutes et cédées et d'une marge de risque explicite

## Bilan



\*Provisions Techniques

## Fonds propres :

- **Catégorie 1** : Capital social, Primes d'émission etc.
- **Catégorie 2** : Capitaux appelés non versés, Réserve de réconciliation (si positive), etc.

## Note

La seule exigence de capital de la norme **SBR** est le Capital de Solvabilité Requis (**CSR**). Une section entière est dédiée à cette dernière dans la suite de cette présentation.

- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitaives
- 4 Construction de la Courbe zéro-coupon**
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

## Étape 1 : Transformation des taux monétaires en taux actuariels

$$T_a = \left(1 + \frac{n}{365} * T_m\right)^{\frac{365}{n}} - 1,$$

- $T_a$  : Le taux actuariel
- $T_m$  : Le taux monétaire
- $n$  : Le nombre de jours entre la date de valeur et la date d'échéance
- $\frac{365}{n}$  : La maturité

## Étape 2 : Interpolation linéaire

$$t_j = t_i + \frac{t_{i+1} - t_i}{n_{i+1} - n_i} \times (j - n_i)$$

- $t_j$  : Taux actuariels de maturité pleine  $j$  compris entre les maturités  $n_i$  et  $n_{(i+1)}$
- $t_i$  : Taux actuariels de maturités  $n_i$



## Étape 3 : Calcul des taux zéro coupons

Nous avons comme hypothèse que le prix théorique d'une obligation correspond à la somme de ses flux futures actualisés aux taux zéro-coupon de l'échéance de chaque flux

$$R_n = \sqrt[n]{\frac{1 + t_n}{1 - t_n \times \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{(1+R_i)^i}}} - 1$$

- $P$  : Prix d'émission du bon de trésor
- $N$  : Valeur Nominale du bon de trésor

# Onglet Courbe des taux zéro-coupon

http://127.0.0.1:6751 Open in Browser Publish

SBR App

Taux de référence des bons du Trésor

Veillez choisir une date pour télécharger les données du site de Bank Al-Maghrib

**Date de la valeur**

2022-12-30

Télécharger

Copy CSV Excel PDF Print

	Date d'échéance	Transaction	Taux moyen pondéré	Taux moyen pondéré (%)	Date de la valeur
1	13/01/2023	322,40	0.02948	2,948 %	30/12/2022
2	23/01/2023	120,47	0.0293	2,930 %	30/12/2022
3	06/03/2023	30,15	0.02942	2,942 %	30/12/2022
4	22/05/2023	168,01	0.03172	3,172 %	30/12/2022

Showing 1 to 29 of 29 entries

Taux actuariel Maturités disponibles Maturités pleines

Copy CSV Excel PDF Print

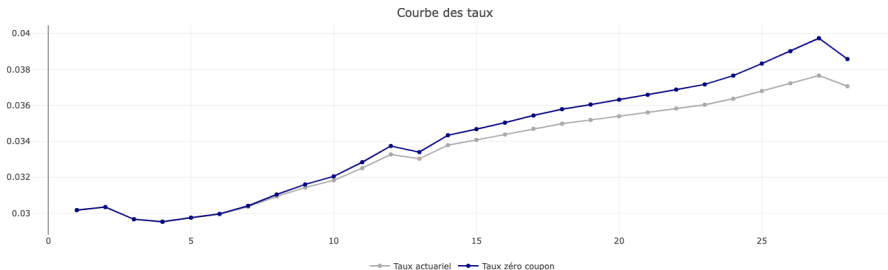
	Maturité	Taux actuariel	Taux actuariel (%)
1	0.039	0.03032	3,032%
2	0.067	0.03012	3,012%
3	0.183	0.0302	3,02%
4	0.397	0.03248	3,248%

Showing 1 to 29 of 29 entries

Graphique

Courbe des taux

Figure – Courbe des taux zéro-coupon à la date du 30-12-2022 par la méthode Bootstrap



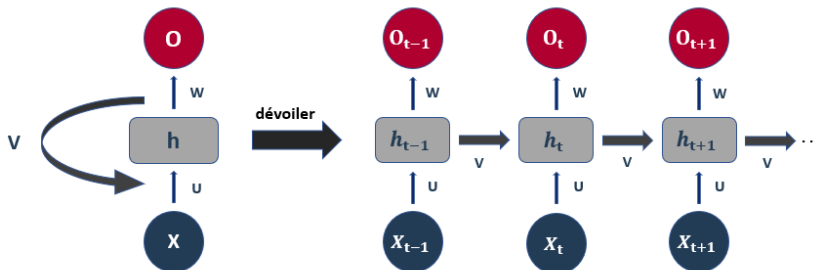
- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitaives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif**
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

# Valorisation de l'actif

Actif	Valorisation
Actions cotées à la bourse	Dernier cours coté
Titres OPCVM et OPCI	Dernière valeur liquidative
Titres OPCC et FPCT	Dernière valeur connue
Titres de créances négociables , obligations et bons	Valeur de marché
Immobilisations corporelles	Valeur comptable
Autres créances	Valeur comptable
Immobilisations en non-valeur	Valeur nulle
Immobilisations incorporelles	Valeur nulle
Actifs immobiliers hors OPCI	Valeur de transaction ( sinon valeur comptable )
Autres actifs	Valeur d'expert (sinon valeur comptable )

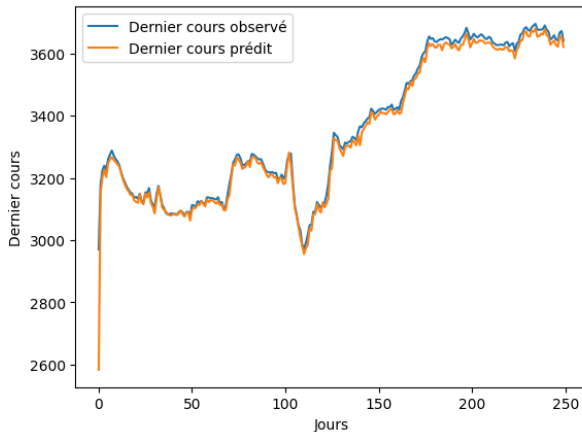
# Modélisation du prix des actions (RNN)

Figure – Schéma du modèle RNN pour recurrent neural network en anglais



# Modélisation du prix des actions (RNN)

Figure – Courbe de cours prédit par le modèle LSTM et de cours observé de l'indice MASI



# Contents

- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitaives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion



## Valorisation

$$PT = BE_{eng} + BEFG + MR,$$

- $PT$  : la provision technique.
- $BE_{eng} = BE_{sinistres} + BE_{primes}$  : La meilleure estimation des engagements non-vie
- $BEFG = \sum_t \frac{FG}{(1+r_t)^t}$  : La meilleure estimation des frais de gestion non-vie.

## Valorisation

$$BEP = \sum_{t \geq 1} \frac{\overline{FRFP}_t}{(1 + r_t)^t} - PFPA \quad ,$$

- $PFPA$  : Le montant des primes futures probabilisé et actualisé,
- $PFP$  : Le montant des primes futures probabilisé.
- $\overline{FRFP}_t$  : La somme actualisée des flux de règlements futurs probabilisés nets.

## Valorisation

$$BES = \sum_{t \geq 1} \frac{FRFP_t}{(1 + r_t)^t}$$

$FRFP_t$  : les flux de règlements futurs probabilisés nets de recours relatifs aux sinistres survenus.

Figure – Forme d'un triangle de règlements cumulés

Survenance	Années de développement										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2012	3 504,00	17 838,65	29 762,13	37 354,13	48 113,13	54 288,92	60 990,92	64 953,92	67 075,06	67 961,14	69 073,14
2013	4 774,24	14 225,85	24 891,85	38 451,85	45 605,98	54 219,98	57 611,98	61 752,56	62 906,74	64 306,33	
2014	3 821,92	12 489,92	28 284,92	39 782,63	46 485,63	51 429,63	53 462,05	54 797,99	55 771,01		
2015	4 074,00	19 021,00	35 729,00	50 865,00	58 417,00	62 138,27	63 510,56	64 673,57			
2016	5 070,00	19 512,00	41 560,00	51 917,00	59 168,44	66 278,59	69 647,56				
2017	3 817,00	17 940,00	27 339,00	33 666,67	37 893,96	41 649,41					
2018	7 838,00	23 756,00	34 489,85	42 665,27	51 181,77						
2019	7 690,00	29 440,55	43 027,97	56 870,69							
2020	8 935,00	27 985,56	42 675,50								
2021	4 979,97	21 154,81									
2022	5 818,64										

# Étape 1 : Vérification des hypothèses

- I. Hypothèse N°1 : Indépendance,
- II. Hypothèse N°2 : Linéarité.

# Etape 2 : Calcul des règlements cumulés futurs

Survenance	Années de développement										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2012	3504	17839	29762	37354	48113	54289	60991	64954	67075	67961	69073
2013	4774	14226	24892	38452	45606	54220	57612	61753	62907	64306	65359
2014	3822	12490	28285	39783	46486	51430	53462	54798	55771	56752	57680
2015	4074	19021	$\hat{f}_j = \frac{\sum_{i=0}^{n-j+1} C_{i,j+1}}{\sum_{i=0}^{n-j+1} C_{i,j}}$		58417	62138	63511	64674	66187	67351	68453
2016	5070	19512			59168	66279	69648	72782	74486	75796	77036
2017	3817	17940	27339	33667	37894	41649	44086	46070	47148	47977	48762
2018	7838	23756	34490	42665	51182	57123	60464	63185	64664	65801	66878
2019	7690	29441	43028	56871	66937	74707	79077	82636	84570	86057	87465
2020	8935	27986	42675	56599	66617	74350	78699	82241	84166	85646	87047
2021	4980	21155	35731	47389	55778	62252	65893	68859	70471	71710	72883
2022	5819	21710	36670	48634	57242	63887	67624	70667	72321	73593	74797

# Etape 3 : Triangle des règlements décumulés

Survenance	Années de développement										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2012	3504	14335	11923	7592	10759	6176	6702	3963	2121	886	1112
2013	4774	9452	10666	13560	7154	8614	3392	4141	1154	1400	1052
2014	3822	8668	15795	11498	6703	4944	2032	1336	973	981	929
2015	3070	14442	16708	15136	7552	3721	1372	1163	1514	1164	1102
2016	3070	14442	22048	10357	7251	7110	3369	3135	1704	1310	1240
2017	3817	14123	9399	6328	4227	3755	2436	1984	1078	829	785
2018	7838	15918	10734	8175	8517	5941	3341	2721	1479	1137	1077
2019	7690	21751	13587	13843	10066	7770	4370	3559	1934	1487	1408
2020	8935	19051	14690	13924	10018	7732	4349	3542	1925	1480	1401
2021	4980	16175	14577	11658	8388	6474	3641	2966	1612	1239	1173
2022	5819	15892	14959	11964	8608	6644	3737	3044	1654	1272	1204

Décumuler

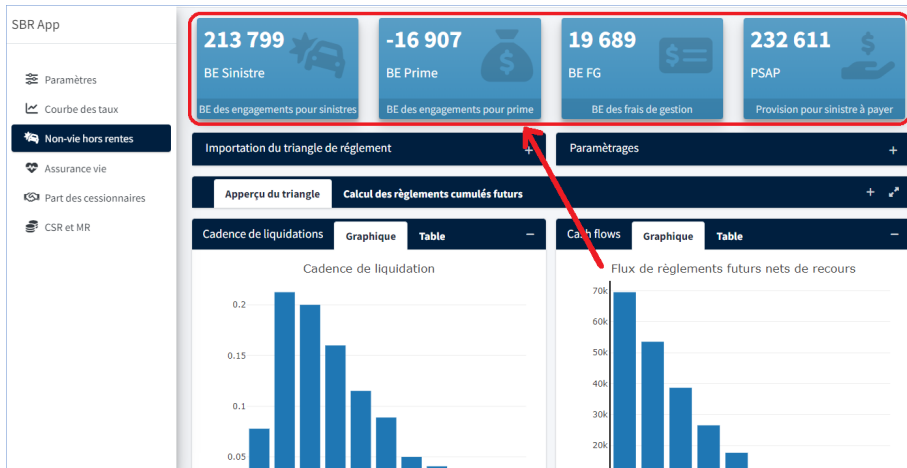
# Etape 4 : Calcul des flux de règlements futurs

Survenance	Années de développement										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2012	3504	14335	11923	7592	10759	6176	6702	3963	2121	886	1112
2013	4774	9452	10666	13560	7154	8614	3392	4141	1154	1400	1052
2014	3822	8668	1579			4944	2032	1336	973	981	<b>929</b>
2015	4074	14947	167			3721	1372	1163	1514	<b>1164</b>	1102
2016	5070	14442	22048	10357	7251	7110	3369	3135	<b>1704</b>	1310	1240
2017	3817	14123	9399	6328	4227	2755	2436	<b>1984</b>	1078	829	785
2018	7838	15918	10734	8175	8517	5941	<b>3341</b>	2721	1479	1137	1077
2019	7690	21751	13587	13843	10066	<b>7770</b>	4370	3559	1934	1487	1408
2020	8935	19051	14690	13924	<b>10018</b>	7732	4349	3542	1925	1480	1401
2021	4980	16175	14577	<b>11658</b>	8388	6474	3641	2966	1612	1239	1173
2022	5819	15892	<b>14959</b>	11964	8608	6644	3737	3044	1654	1272	1204

Flux futurs



# Meilleur estimation des engagements non-vie



- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitaives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

## Valorisation

$$PT = BE_{eng} + BEFG + MR,$$

- $PT$  : la provision technique.
- $BE_{eng} = BEGP + BDF$  : La meilleure estimation des engagements vie.
- $BEFG = \sum_{t=1}^N \frac{FG_t}{(1+r_t)^t}$  : La meilleure estimation des frais de gestion vie.

## Valorisation

$$BEGP = \sum_{t=0}^{t=N} \frac{(Dec_t - Enc_t)}{(1 + r_t)^t} ,$$

- $Enc_t$  : Les encaissements à la date  $t$ .
- $Dec_t$  : Les décaissements à la date  $t$ .

## Valorisation

$$BDF = PPB + \overline{TPB} \times (ST + SF) \times 1_{(ST+SF)>0} \quad ,$$

- $PPB$  : la provision pour participation aux bénéfices.
- $(ST + SF)$  : Somme des soldes techniques et financière.
- $\overline{TPB}$  : Le taux de participation au bénéfice moyen.

# Provisions vie : Tableau d'amortissement

Annee	CRP	Intérêts	Amortissement	Annuité
2017	2 625 000	105 000	88 152	193 152
2018	2 536 848	101 474	91 678	193 152
2019	2 445 170	97 807	95 345	193 152
2020	2 349 824	93 993	99 159	193 152
2021	2 250 665	90 027	103 125	193 152
2022	2 147 540	85 902	107 251	193 152
2023	2 040 289	81 612	111 541	193 152
2024	1 928 749	77 150	116 002	193 152
2025	1 812 747	72 510	120 642	193 152
2026	1 692 104	67 684	125 468	193 152
2027	1 566 637	62 665	130 487	193 152
2028	1 436 150	57 446	135 706	193 152
2029	1 300 444	52 018	141 134	193 152
2030	1 159 309	46 372	146 780	193 152
2031	1 012 530	40 501	152 651	193 152
2032	859 879	34 395	158 757	193 152
2033	701 122	28 045	165 107	193 152
2034	536 015	21 441	171 712	193 152
2035	364 303	14 572	178 580	193 152
2036	185 723	7 429	185 723	193 152
2037	0	0	0	0

Taux Intérêt (i)	4,00%
Annuité (A)	193 152
Maturité (n)	20

$$A = CRP_0 \times \frac{i}{(1 - (1 + i))^{-n}}$$

$$I_t = CRP_t \times i$$

$$Amortissement_t = A - I_t$$

$$CRP_t = CRP_{t-1} - Amortissement_{t-1}$$

# Provisions vie : Projection du capital

$$VPC_t = CRP_t \times t_{-1} p_x \times q_{x+t}$$

$$Dec_t = \sum_1^N VPC_t$$

ID	Age	Année d'effet	Année expiration	Durée de contrat	Nbr année restant	Prime	Capital décès initial	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	...
1400001	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	9 505	9 610	9 794	10 110	10 255	10 222	10 098	9 752	
1400002	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	5 644	5 886	6 012	6 127	6 253	6 442	6 734	6 934	
1400003	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	413	415	418	420	413	415	418	409	
1400004	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	9 505	9 610	9 794	10 110	10 255	10 222	10 098	9 752	
1400005	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	5 644	5 886	6 012	6 127	6 253	6 442	6 734	6 934	
1400006	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	413	415	418	420	413	415	418	409	
1400007	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	9 505	9 610	9 794	10 110	10 255	10 222	10 098	9 752	
1400008	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	5 644	5 886	6 012	6 127	6 253	6 442	6 734	6 934	
1400009	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	413	415	418	420	413	415	418	409	
1400010	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	9 505	9 610	9 794	10 110	10 255	10 222	10 098	9 752	
1400011	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	5 644	5 886	6 012	6 127	6 253	6 442	6 734	6 934	
1400012	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	413	415	418	420	413	415	418	409	
1400013	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	9 505	9 610	9 794	10 110	10 255	10 222	10 098	9 752	
1400014	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	5 644	5 886	6 012	6 127	6 253	6 442	6 734	6 934	
1400015	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	413	415	418	420	413	415	418	409	
1400016	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	9 505	9 610	9 794	10 110	10 255	10 222	10 098	9 752	
1400017	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	5 644	5 886	6 012	6 127	6 253	6 442	6 734	6 934	
1400018	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	413	415	418	420	413	415	418	409	
1400019	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	9 505	9 610	9 794	10 110	10 255	10 222	10 098	9 752	
1400020	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	5 644	5 886	6 012	6 127	6 253	6 442	6 734	6 934	
1400021	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	413	415	418	420	413	415	418	409	
1400022	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	9 505	9 610	9 794	10 110	10 255	10 222	10 098	9 752	
1400023	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	5 644	5 886	6 012	6 127	6 253	6 442	6 734	6 934	

# Provisions vie : Projection du nombre de contrats

$$FG_t = NbC_t \times \overline{FGU}_t$$

$$NbP_t = NbP_{t-1} \times P_{x+t-1}$$

$$NbC_t = \sum_1^N NbP_t$$

ID	Age	Année d'effet	Année expiration	Durée de contrat	Nbr année restant	Prime	Capital décès initial	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	...
1400001	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	1	0,9953	0,9904	0,9850	0,9790	0,9724	0,9653	0,9576	0,9491	
1400002	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	1	0,9962	0,9922	0,9878	0,9832	0,9783	0,9730	0,9671	0,9606	
1400003	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	1	0,9979	0,9957	0,9933	0,9908	0,9882	0,9854	0,9823	0,9790	
1400004	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	1	0,9953	0,9904	0,9850	0,9790	0,9724	0,9653	0,9576	0,9491	
1400005	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	1	0,9962	0,9922	0,9878	0,9832	0,9783	0,9730	0,9671	0,9606	
1400006	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	1	0,9979	0,9957	0,9933	0,9908	0,9882	0,9854	0,9823	0,9790	
1400007	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	1	0,9953	0,9904	0,9850	0,9790	0,9724	0,9653	0,9576	0,9491	
1400008	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	1	0,9962	0,9922	0,9878	0,9832	0,9783	0,9730	0,9671	0,9606	
1400009	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	1	0,9979	0,9957	0,9933	0,9908	0,9882	0,9854	0,9823	0,9790	
1400010	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	1	0,9953	0,9904	0,9850	0,9790	0,9724	0,9653	0,9576	0,9491	
1400011	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	1	0,9962	0,9922	0,9878	0,9832	0,9783	0,9730	0,9671	0,9606	
1400012	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	1	0,9979	0,9957	0,9933	0,9908	0,9882	0,9854	0,9823	0,9790	
1400013	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	1	0,9953	0,9904	0,9850	0,9790	0,9724	0,9653	0,9576	0,9491	
1400014	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	1	0,9962	0,9922	0,9878	0,9832	0,9783	0,9730	0,9671	0,9606	
1400015	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	1	0,9979	0,9957	0,9933	0,9908	0,9882	0,9854	0,9823	0,9790	
1400016	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	1	0,9953	0,9904	0,9850	0,9790	0,9724	0,9653	0,9576	0,9491	
1400017	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	1	0,9962	0,9922	0,9878	0,9832	0,9783	0,9730	0,9671	0,9606	
1400018	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	1	0,9979	0,9957	0,9933	0,9908	0,9882	0,9854	0,9823	0,9790	
1400019	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	1	0,9953	0,9904	0,9850	0,9790	0,9724	0,9653	0,9576	0,9491	
1400020	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	1	0,9962	0,9922	0,9878	0,9832	0,9783	0,9730	0,9671	0,9606	
1400021	35	2014	2039	25	17	4 113	262 500	1	0,9979	0,9957	0,9933	0,9908	0,9882	0,9854	0,9823	0,9790	
1400022	46	2017	2037	20	15	55 624	2 625 000	1	0,9953	0,9904	0,9850	0,9790	0,9724	0,9653	0,9576	0,9491	
1400023	43	2017	2042	25	20	94 684	1 785 000	1	0,9962	0,9922	0,9878	0,9832	0,9783	0,9730	0,9671	0,9606	



# Meilleur estimation des engagements vie

183 895 103

BEGP

BE des garanties probabilisées

3 725 418

BEFG

BE des frais de gestions

Importation des données

Veuillez importer les données de l'opération d'assurance décès avec capital dégressif

Choisir la base de données

Parcourir...

deces\_deg\_unique.xlsx

Upload complete

Separator

☒ Comma

☐ Semicolon

☐ Tab

Quote

☐ None

☒ Double Quote

☐ Single Quote

Confirmer la lecture des données

Paramètrages

Après avoir confirmé la lecture des données, vous devez sélectionner les colonnes dont aura besoin dans le calcul.

Age de l'assuré

Année d'effet

Age

Année d'effet

Durée du contrat

Durée restante

Dur\_e\_de\_contrat

Durre contrat restante

Capital initial

Frais de gestion unitaire moyen

Capital\_d\_c\_s\_initial

100

Confirmer la selection

- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitaives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque**
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

## Valorisation

$$MR = \alpha \times \sum_{i \geq 0} \frac{CSR_i}{(1 + r_{i+1})^{i+1}} \quad ,$$

- $\alpha$  : le taux du coût du capital.
- $CSR_i = \frac{BE_{eng_i}}{BE_{eng_0}} \times CSR_0$

- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitaives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

## Définition

La cession est une opération par laquelle un assureur transfère une partie de son risque à un réassureur en échange d'une partie de prime, pour réduire son exposition au risque.

$$PC = BEC - Adj$$

- $PC$  : Part des cessionnaires.
- $BEC$  : Meilleure estimation des engagements cédés.
- $Adj$  : Ajustement pour défaut de contrepartie.

## Opérations vie, décès ou capitalisation et rentes non-vie :

### Valorisation

$$BEC = TC \times BE_{eng}$$

- $BEC$  : Meilleure estimation des engagements cédés.
- $TC$  : Taux de cession.
- $BE_{eng}$  : Meilleure estimation des engagements vie.

## Opérations non-vie hors rentes :

### Valorisation

$$BEC = TCS \times BES + TCP \times BEP$$

- *BEC* : Meilleure estimation des engagements cédés.
- *TCS* : Taux de cession pour sinistres.
- *TCP* : Taux de cession pour primes.
- *BES* : meilleure estimation des engagements pour sinistres.
- *BEP* : Meilleure estimation des engagements pour primes.

## Valorisation

$$Adj = \sum_{i>0} \frac{Adj_i}{(1 + r_i)^i} \quad ,$$

avec :

$$Adj_i = \frac{1}{2} \times \max(BEC_i - DEV + SDR; 0) \times PD \times (1 - PD)^{i-1}$$

- $Adj$  : Ajustement pour défaut de contrepartie.
- $DEV$  : Dépôt en espèces et en valeurs.
- $SDR$  : Solde de réassurance.
- $PD$  : Probabilité de défaut de réassureur.



# Part des cessionnaires

SBR App

Paramètres

Courbe des taux

Non-vie hors rentes

Assurance vie

**Part des cessionnaires**

CSR et MR



**1 774 429**

Part des cessionnaires (Vie)



Part des cessionnaires dans les engagements vie

**5 467**

Part des cessionnaires (Non-Vie)



Part des cessionnaires dans les engagements non-vie

**1 838 951**

BEGP Cédés (Vie)



BEGP Cédés

**6 414**

BE Sinistres Cédés (Non-Vie)



BE des engagements pour sinistres cédés

**-845**

BE Primes Cédés (Non-Vie)



BE des engagements pour primes cédés

- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitaives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis**
- 11 Conclusion

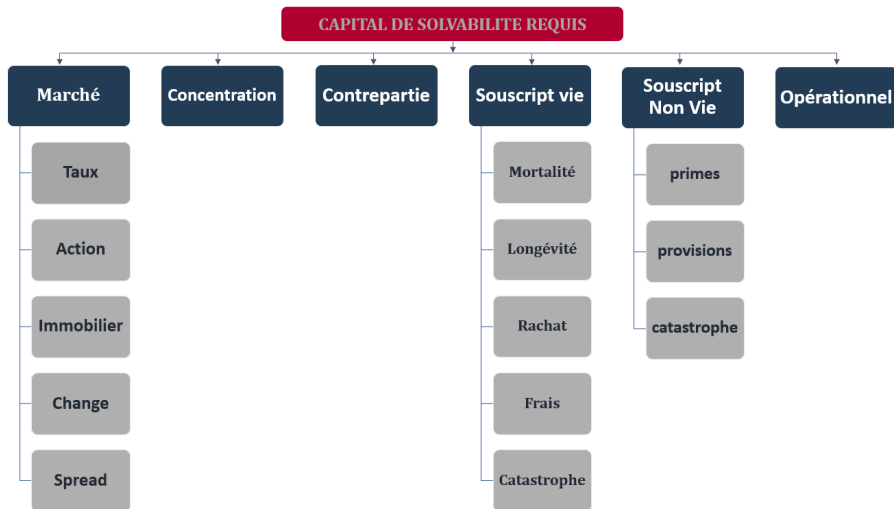
## Définition

le CSR correspond au capital dont a besoin une entreprise d'assurance ou de réassurance pour faire face à tous les risques qui peuvent survenir dans le futur et limiter la probabilité de ruine.

$$CSR = CSRB + CSRO + Adj_{As} + Adj_{ID}$$

- $CSRB$  : Capital de solvabilité requis de base.
- $CSRO$  : Exigence de capital relative au risque opérationnel.
- $Adj_{As}$  : Ajustement à tenir compte les pertes par les assurés.
- $Adj_{ID}$  : Ajustement à tenir compte les pertes par les impôts différés.

# Capital de Solvabilité Requis

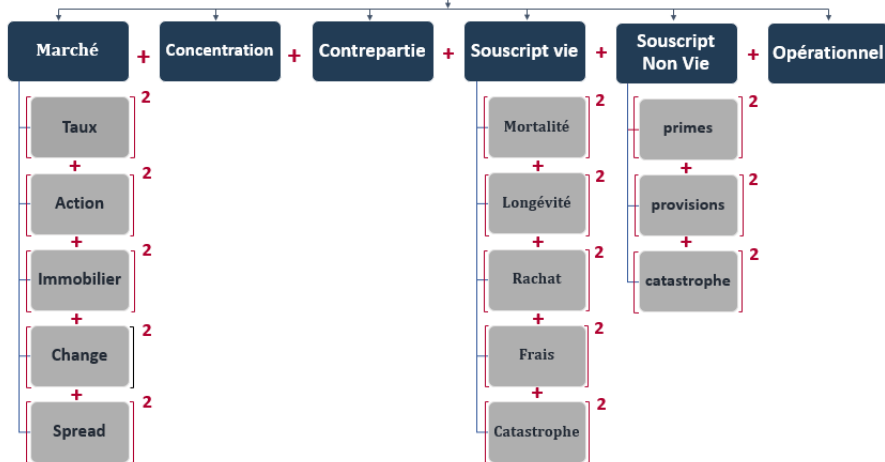


## Démarches

- Application d'un choc sur chaque composante de chaque risque.
- Réestimation des différentes meilleures estimations après choc.
- Le CSR correspond à la perte en meilleure estimation pour chaque risque.

# Capital de Solvabilité Requis

## CAPITAL DE SOLVABILITE REQUIS



# Les paramètres

SBR App

Paramètres

Courbe des taux

Non-vie hors rentes

Assurance vie

Part des cessionnaires

CSR et MR



## Paramètres généraux

Les paramètres devant provenir de la réglementation SBR.

Choc de mortalité

0,3

Choc catastrophe

0,002

Probabilité de défaut

0,012

Cession vie

0,01

Cession primes non-vie

0,05

Cession sinistres non-vie

0,03

Augmentation des FG

0,14

Majoration des FG

0,015

# CSR et Marge de risque

SBR App

- Paramètres
- Courbe des taux
- Non-vie hors rentes
- Assurance vie
- Part des cessionnaires
- CSR et MR**



**52 496 918**

CSR Souscription vie

Capital de Solvabilité Requis (Souscription vie)



**197 616**

CSR Souscription non-vie

Capital de Solvabilité Requis (Souscription non-vie)



**52 485 959**

CSR mortalité

Exigence de capital pour risque de mortalité



**353 884**

CSR catastrophe

Exigence de capital relative au risque de catastrophe vie



**1 012 563**

CSR frais

Exigence de capital relative au risque de frais



**9 338 130**

MR non-vie

Marge de risque non vie



**19 965 000**

MR vie

Marge de risque vie





- 1 Introduction
- 2 Contextualisation
- 3 Pilier I : Exigences quantitatives
- 4 Construction de la Courbe  
zéro-coupon
- 5 Valorisation de l'actif
- 6 Provisions non-vie hors rentes
- 7 Provisions vie, décès ou  
capitalisation
- 8 Marge de risque
- 9 Part des cessionnaires dans les  
provisions prudentielles
- 10 Capital de Solvabilité Requis
- 11 Conclusion

- Le secteur de l'assurance est très exposé aux risques. Dans ce contexte, l'ACAPS a adopté le projet SBR pour améliorer la réglementation prudentielle au Maroc.
- Application développée en R pour calculer le capital de solvabilité requis (SCR) selon la norme SBR.
- L'application formalise mathématiquement les directives de l'ACAPS et automatise le processus de calcul sans nécessiter de connaissance du langage R.

- L'application offre une interface visuelle moderne et intuitive, et prend en charge la construction des courbes des taux et les actualisations requises.
- L'application présente des limites comme la nécessité de manipulations préalables pour certains inputs, et des améliorations sont envisagées comme l'affichage des tableaux d'amortissement ou la possibilité de sauter des étapes.
- Le stage a permis de renforcer les connaissances en assurance et de se confronter à des problématiques réelles du marché grâce à l'encadrement du directeur du cabinet.

# Merci pour votre attention