



Cours / TD sur les GSE Séance 1

Aurélien Couloumy

Head of Data Science chez Reacfin

Maitre de conference associé à l'ISFA

Aurelien.Couloumy@reacfin.com

January-2018, Brussels

Strictly Confidential

Séance 1 – Introduction aux GSE et Business cases

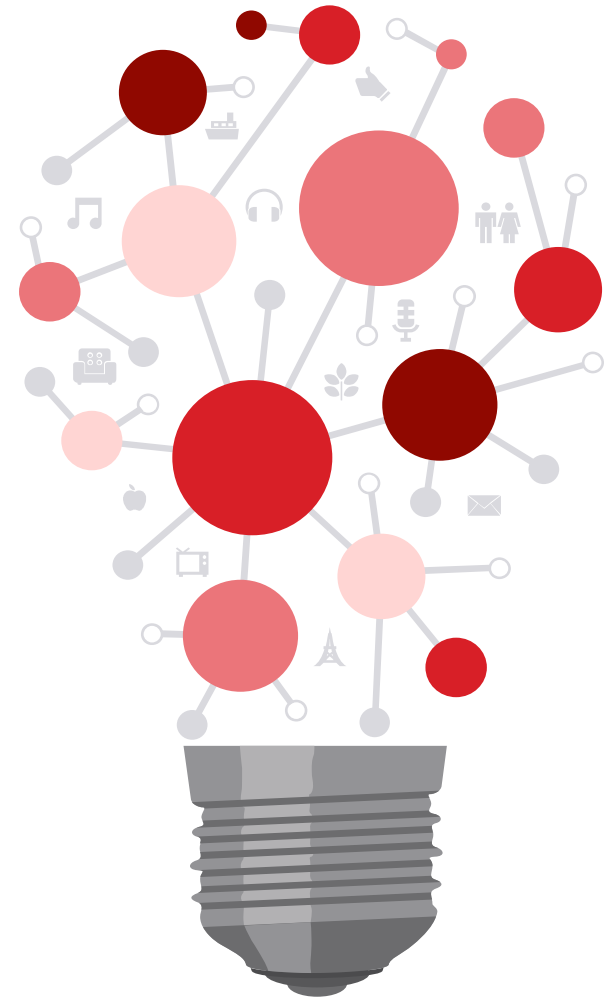
Séance 2 – Calibration et suite des Business cases



I. Introduction

Evaluation ?

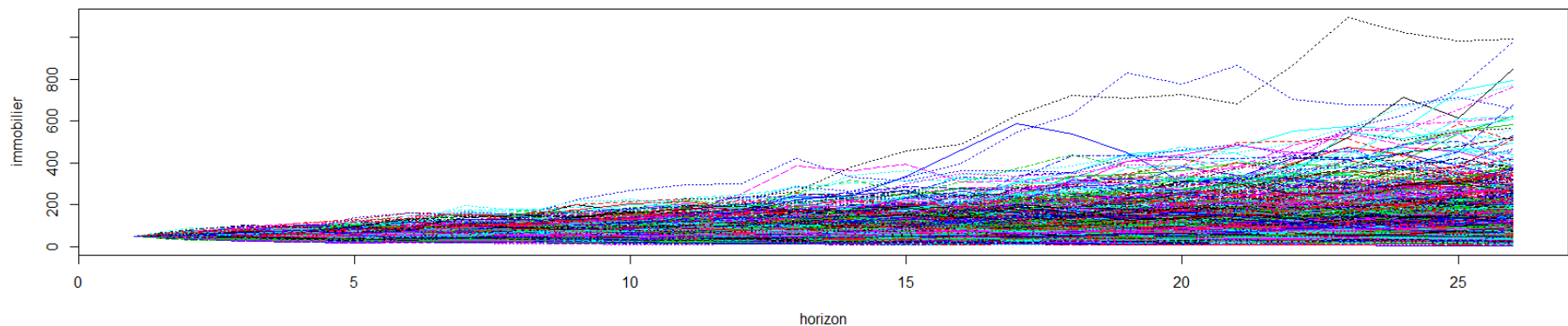
- Aborder de manière concrète la création et l'utilisation des Générateurs de Scénarios Economiques (GSE)
- Déterminer les cas d'usage d'un GSE
- Présenter et réaliser des business case métier



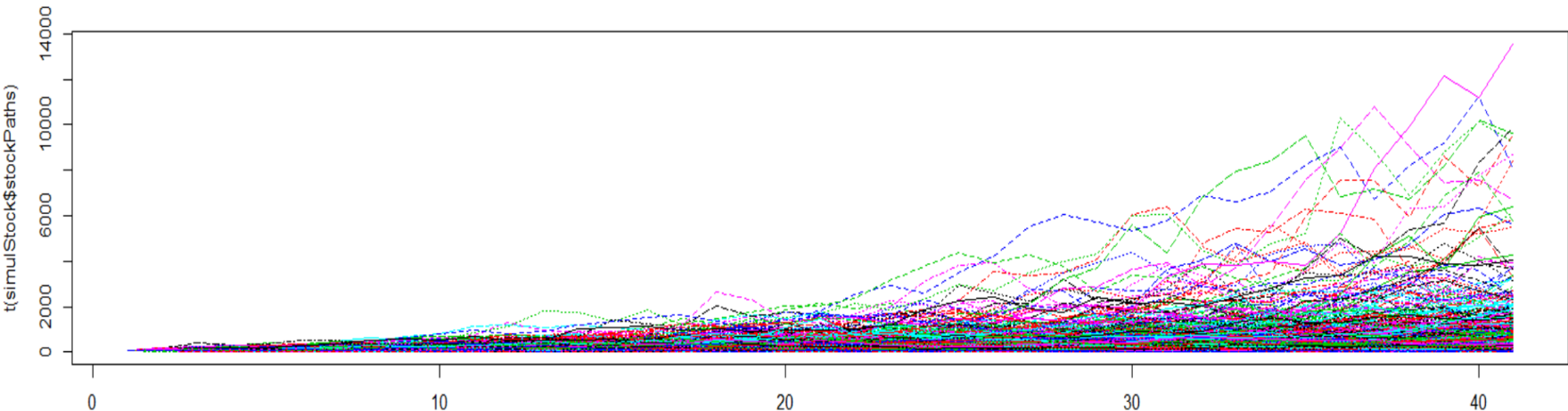
II. Rappels sur les GSE

Ce que sont ...

- **Un GSE** : un outil pour générer des **scénarios économiques**
- **Des scénarios économiques** : une liste **d'indice économiques et financiers** projetés de manière simultanée
- **Des indices économiques et financiers** : taux d'intérêt, action, inflation, immobilier, etc. déterminés à l'aide de modèles math.
- **Des modèles math.** : déterminés à l'aide de paramètres à calibrer (trend, volatilité) et de mouvements browniens



Exemple



Cours de l'action																						
Simulation/Années		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	100	98,18341813	97,8274871	99,6791297	102,577464	106,38925	110,755103	115,541637	120,336977	125,357981	129,730806	134,076581	138,144415	142,502683	146,743068	149,710095	153,377233	156,704607	158,665885	161,714616	165,941535	
2	100	76,01231813	79,3161949	90,4129734	87,8495499	69,8273858	74,4800251	97,8293492	97,0610622	85,4512359	90,9876542	82,4552298	92,071325	111,142899	93,1665178	95,6507042	132,672228	149,2613	153,357621	173,50844	160,948471	
3	100	126,6324181	120,546167	109,8289	119,746492	162,111036	164,830026	136,641378	149,485722	184,404551	185,647188	219,000855	208,34456	183,833648	232,857406	236,250884	179,044402	166,216186	165,957779	152,451829	173,159701	
4	100	63,19381813	68,0834175	83,7590752	83,3300084	93,1163008	92,6927051	131,458012	168,280405	202,713184	221,874472	258,593325	208,48426	217,596671	143,058699	132,384813	123,701149	166,822581	201,308743	217,755986	167,63178	
5	100	123,6734181	130,773211	136,799928	146,951625	109,124901	116,048787	112,377049	84,8422148	82,1765674	111,094804	122,299297	148,728994	126,924559	148,884181	157,34496	183,338988	191,5509	152,836953	154,030211	171,381874	
6	100	85,13921813	85,1875724	89,8638261	88,12796	79,5812692	78,5966093	85,7391148	82,4455403	104,151199	92,971761	75,675079	55,6487226	58,5970473	59,3488497	66,2441651	71,9019328	55,3971796	46,7234122	44,5207144	60,3606515	
7	100	138,9804181	120,271482	95,5761342	102,396436	158,123053	177,926114	177,926114	140,848173	178,482741	142,947609	124,453876	136,281347	213,623872	258,614394	373,994612	372,414832	348,30116	350,034051	453,796149	472,744138	
8	100	99,31641813	94,1736785	108,110448	175,959705	170,972983	207,777774	217,396668	192,604146	140,896327	117,979311	191,856422	195,211633	197,963417	212,789105	194,115397	162,708835	221,019531	242,312886	361,767195	338,221532	
9	100	88,24561813	140,094196	127,650232	124,5973	127,636163	115,481319	137,591219	161,862787	207,84838	203,702604	211,925618	228,820442	273,781896	291,849996	405,472336	477,082623	514,45021	373,709983	295,920957	250,479757	
10	100	123,0824181	106,191057	174,166669	133,15452	137,776156	145,122556	96,3663688	121,511204	110,574965	158,004554	154,918925	129,330204	111,204084	170,002166	159,124466	218,74122	224,919988	230,255589	219,622339	277,444003	
11	100	81,08211813	83,3927803	76,4519591	81,208274	74,7943217	84,6894364	100,500139	111,410119	117,304891	116,917381	81,8837552	74,9307942	91,0273263	78,6819619	70,9947771	44,7980753	33,8491708	30,20006684	33,8310036	32,5128698	
12	100	125,4474181	126,190663	148,750409	197,612965	243,212128	271,211362	287,69703	269,547185	394,053512	366,036242	296,297569	373,765183	323,909608	378,287363	414,979874	355,742552	391,185116	558,741389	433,93101	545,810381	
13	100	92,28971813	120,754404	86,7947996	55,3093047	60,1844186	46,9011907	59,2605971	75,2347739	65,6578085	59,2041832	60,6302191	59,8666296	77,6821194	60,7171336	76,0984897	71,6694126	58,9398813	50,002995	54,2316278	55,8508702	
14	100	126,7744181	88,7394481	111,773502	106,200098	118,768903	141,249013	128,042063	137,806055	152,076139	143,79421	159,648579	206,993476	164,190626	143,417025	93,3791455	143,000146	135,49292	127,444431	167,344984	168,083119	
15	100	67,00871813	52,9068018	36,7027642	44,6584776	42,3427226	43,3545966	51,3060507	38,288435	42,2449079	60,5914682	74,541067	70,3970405	80,3761351	84,8409258	104,746684	121,354208	148,380647	198,589255	166,254678	164,579407	
16	100	70,12031813	86,5217849	94,4025128	128,571629	167,818188	133,247751	144,73174	103,621197	147,976946	156,011546	151,047812	135,343996	179,616726	193,172503	114,41916	125,470534	114,914344	80,0183873	116,443589	96,0758497	
17	100	122,1524181	132,269583	113,968999	85,69085	119,287852	138,662135	142,701326	172,848262	184,251277	220,228655	228,163932	349,894657	408,391747	522,598342	674,832806	627,891091	712,223507	757,67496	710,594069	692,707557	
18	100	85,03791813	87,6167511	125,820864	102,515849	102,222085	93,1408015	91,3348356	121,488003	114,235606	99,0995426	93,3906932	64,202568	67,9896394	64,4258254	59,7204106	62,0579386	67,8148415	94,4403926	75,1572769	76,6677348	
19	100	92,40621813	60,9615249	47,4444547	47,7613689	39,0259198	48,1955425	39,9524741	38,7915216	34,7432975	45,6571197	51,7122109	67,206967	62,9388685	57,208788	65,8233995	91,0431798	70,7419016	66,3153469	77,0701105	75,1133352	
20	100	98,62441813	130,302854	152,01944	223,562627	209,985935	156,850578	207,666575	175,492361	152,928099	135,579419	123,019843	113,644889	106,103646	164,794761	186,309189	239,783144	282,058111	333,149693	279,099662	353,789605	
21	100	176,0564181	222,438135	184,264741	148,35049	129,724764	123,299836	115,667936	134,022037	126,847517	201,395382	347,318286	337,400909	264,222311	169,148374	305,113442	193,407435	183,600112	232,385853	245,383152	242,879459	
22	100	94,34471813	93,8046879	117,938968	96,2393235	110,357595	95,1891649	99,0150432	96,6600012	86,2931597	95,8568449	74,8966301	74,2003171	80,4374942	66,6256579	50,9544491	44,204595	44,8375444	49,6860878	84,2095048	103,930429	
23	100	165,5924181	126,99409	121,896128	168,112874	198,808558	380,864657	565,778706	562,439131	690,323507	713,754849	836,4778	797,530912	702,976399	641,855008	866,668365	1125,2131	998,52264	840,524682	761,705094	793,700499	
24	100	66,42831813	47,8857811	62,876475	68,9956589	78,8809954	91,468073	98,5206691	178,129923	165,806664	149,134899	122,836613	107,676353	73,6449563	61,0221634	60,2234184	64,3988119	61,8430366	58,7465414	44,8536	60,7954146	
25	100	69,00531813	102,791299	104,583789	136,77786	98,006162	77,9795201	93,5099174	89,9823409	67,1540801	85,990567	106,160031	88,10104	105,419386	113,353038	94,8231832	81,990431	99,362575	144,411084	115,758615	91,713825	
26	100	135,8844181	131,128507	178,027485	183,089175	155,260307	212,516621	212,990602	202,016321	291,084038	333,067333	364,604017	537,672806	654,847779	421,771308	475,08429	521,110482	597,955716	726,242323	824,568825	748,726469	
27	100	95,25671813	114,29365	99,1012117	94,4062455	116,536719	96,6131179	91,2934542	94,5777322	71,9346864	63,961991	63,74839	56,4385732	88,4668777	101,305216	113,253964	139,798631	113,811417	86,4029665	85,382617	100,600508	
28	100	70,03881813	46,646521	47,149538	34,9321694	41,5357401	48,3614501	47,3871743	54,4497467	54,3467764	73,0956616	91,5286061	112,808572	127,501888	121,970227	124,44785	190,368657	281,686602	248,763159	359,866134	349,572584	
29	100	85,66421813	110,955689	105,726676	97,8074106	85,6742483	91,8235062	124,465278	106,016017	98,8494321	81,1320222	54,4988934	64,8199846	76,1960801	98,6708927	84,2843755	51,6354168	58,4779602	49,8550894	53,1885872	61,1988118	
30	100	114,3114181	79,6613981	80,0521882	89,3154668	73,1829744	108,581637	90,7276825	90,9295698	89,2602124	93,376151	111,466393	104,955504	78,3198061	81,7299578	116,906772	101,30383	106,478787	124,498016	117,857929	152,3715	

Pourquoi utilise t'on un GSE ? (1/3)

Sous l'angle produit :

- **Pour calculer les engagements liés à un produit d'assurance** : il est nécessaire de déterminer les flux futurs afférant à cette couverture
- **En assurance de personne en particulier (Epargne, Retraite)** : ces flux projetés sont très largement dépendant des produits financiers auxquels ils sont adossés (gestion actif-passif)
- **Il est donc nécessaire d'être en mesure de projeter aussi les actifs**

Pourquoi utilise t'on un GSE ? (2/3)

Sous l'angle réglementaire

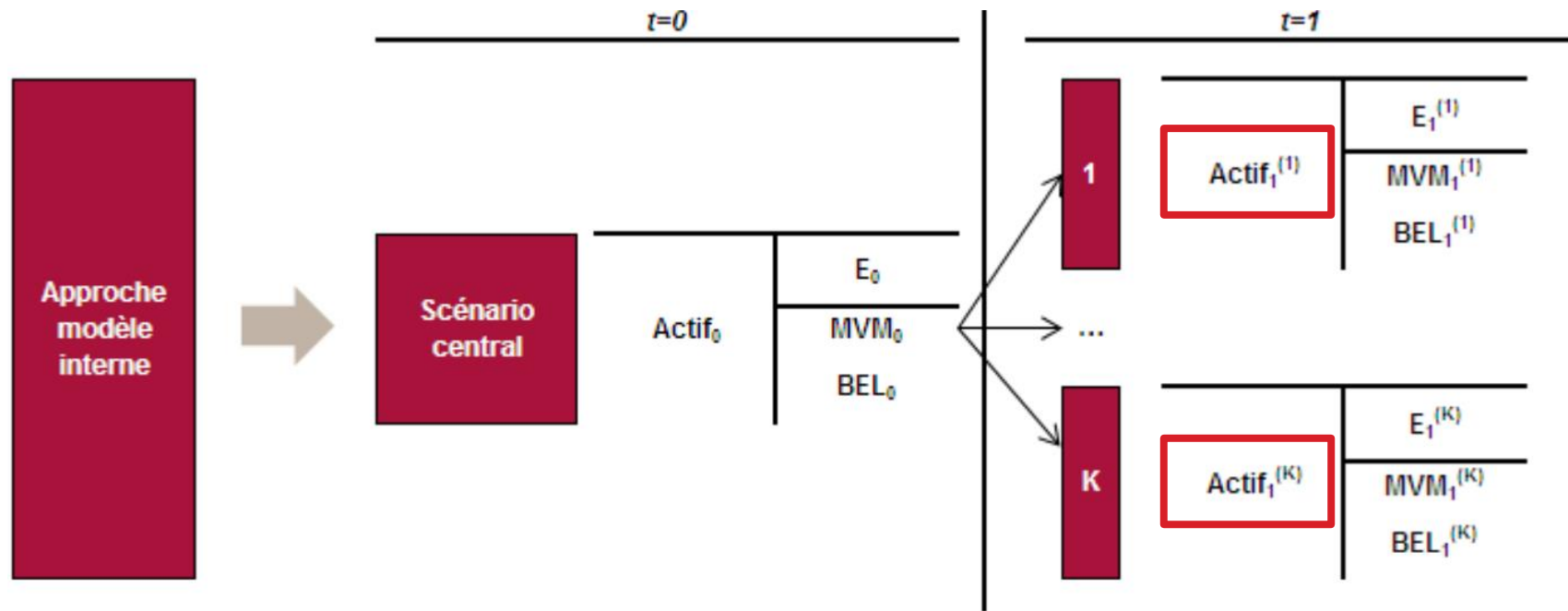
- **Solvabilité 2** : le calcul du **Best Estimate** correspond à « *la moyenne pondérée en fonction de leur probabilité des futurs flux de trésorerie compte tenu de la valeur temporelle de l'argent, laquelle est estimée sur la base de la courbe des taux sans risque pertinente* »
- **Calculs MCEV (market consistent embedded value)** : valorisation sur la base d'hypothèses market consistent
- **IFRS 4** : les provision techniques doivent être déterminées suivant des hypothèses financière cohérente avec le marché

Pourquoi utilise t'on un GSE ? (3/3)

Concrètement

- **Dans la gestion Actif-passif :**
 - Valorisation du passif dans les calculs du BE à l'aide de courbes de taux
 - Valorisation des actifs tels que les obligations à l'aide de courbes de taux ou les actions
 - Allocations stratégiques
- **Dans les calculs du SCR :**
 - Calculs des passifs et actifs de manière market consistent pour obtenir un bilan projeté (central et choqué) à 1 an
- **Dans le cadre des projections ORSA :**
 - Projection du bilan à un horizon supérieur à 1 an en tenant compte du Business plan et des stratégies liées

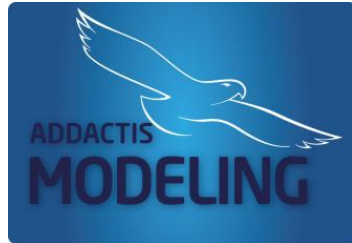
Exemple : SCR et bilan prudentiel



Tiré du cours de F. Planchet

Une multitude d'outils

Towers Watson
Star ESG



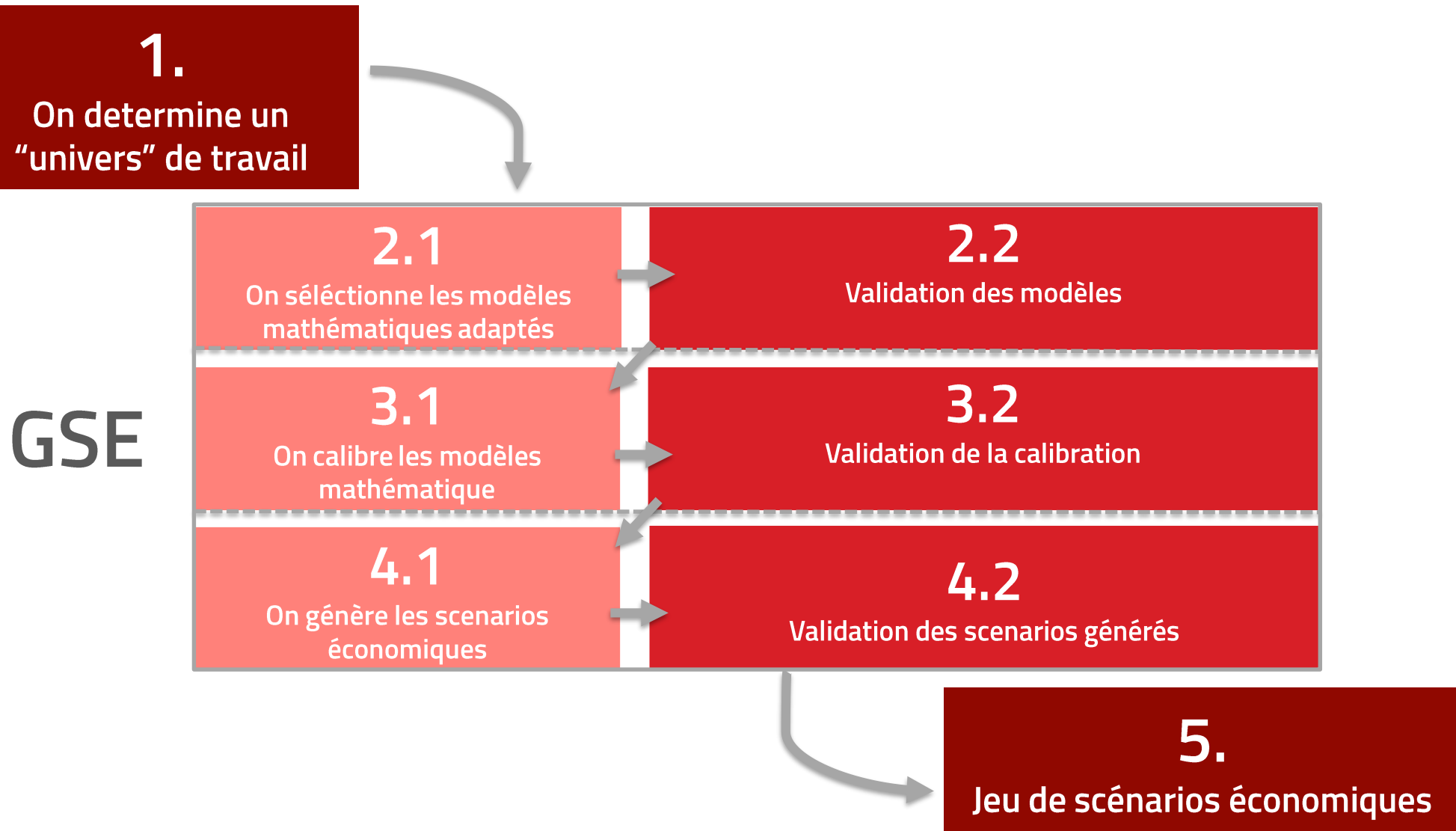
Barrie & Hibbert

Milliman CHESS



Et bien d'autres outils...

Processus



III. Choix de l'univers

Déterminer son univers

■ Univers risque neutre (ou de probabilité risque neutre)

- Correspond à un environnement de simulation où tous les prix observés sont cohérents avec le marché
- Notion de « Market consistency »
- Cela implique entre autre la capacité à répliquer les conditions de marché et la propriété de martingale

Calibration	Simulation
Données observées sur le marché à une date précise	Cohérence avec les prix d'actifs sur les marchés
Calibration par la minimisation de l'écart entre prix de marché et prix de modèle	La valeur actualisée du processus de prix est martingale
Utilisation	Les processus de prix évoluent en moyenne au taux sans risque
Calcul des Provisions techniques BE, SCR, etc.	

Déterminer son univers

■ Univers monde réel

- Les simulations reproduisent fidèlement l'historique des indices financiers

Calibration	Simulation
Plage de données historiques	Etude de quantiles des variables obtenues
Propriétés statistiques	Comportement similaire à l'historique
Utilisation	Prise en compte d'une prime de risque
Calculs ORSA	

Exemple de sélection (1/2)

Nous voulons créer des scénarios
économiques pour calculer le **SCR**.
Dans notre portefeuille nous avons des
actions et de l'immobilier.
Nous sommes experts en modèles financiers.

Quel univers
retenir ?

RN

Exemple de sélection (2/2)

Nous souhaitons créer des scénarios économiques pour faire nos études de **pilotage ORSA**

Dans notre portefeuille d'actifs nous disposons d'obligations et de l'immobilier. Nous disposons d'un **historique conséquent** concernant nos actifs. Nous sommes spécialistes en modèles financiers.

Quel univers
retenir ?

MR



IV. Choix des modèles

Choisir ses modèles

- **Il s'agit d'abord de savoir sur quel indice financier on souhaite travailler. Par exemple on peut vouloir simuler :**
 - Les taux
 - Les actions
 - L'inflation
 - L'immobiliers
 - Le spread de crédit

- **Ensuite, il convient de préciser quelques éléments comme :**
 - Le niveau de compétences de la personne qui définit le GSE et analyse les sorties
 - L'univers de projection sur lequel vous souhaitez travailler (RN ou MR)
 - Les caractéristiques que l'on souhaite faire transparaître dans les modèles (volat. Sto., saut, taux strict. positif, etc.)

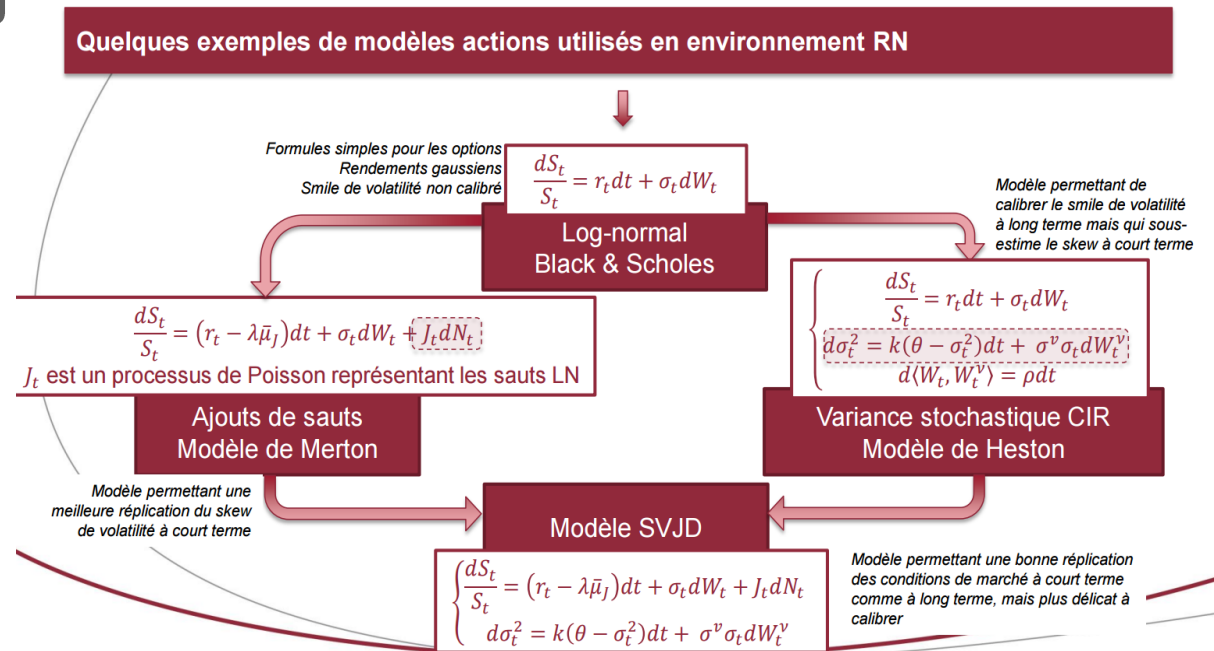
Choisir ses modèles

- Compte tenu des éléments évoqués précédent, on peut sélectionner parmi le tableau suivant (non exhaustif) le modèle adapté:

Indices	Modèles	Utilisation courbe de taux	Positivité des taux	Volatilité stochastique	Saut stochastique	Risque neutre	Monde réel	Complexité
Taux	LMM	x	x	x		x	x	+++
	HW1F	x				x	x	+
	HW2F	x				x	x	++
	Vasicek						x	+
Action et Immo	Black-Scholes					x	x	+
	Heston			x		x	x	++
	Merton				x	x	x	++
	SVJD			x	x	x	x	+++
Inflation	Gadmer						x	+
	Kruse-Heston			x		x		++

Exemple de modèles

- Exemple présenté lors du Congrès des Actuaires en Juin de 2016 par L. DEVINEAU



B&S : 2 paramètres dans le modèle mais :

- taux constant
- volatilité constante
- absence de saut

SVJD : 8 paramètres mais
capte mieux les événements du marché

Cas pratiques

Nous souhaitons créer des scénarios économiques pour faire nos calculs de SCR.

Dans notre portefeuille nous avons des OAT, des actions européennes et de l'immobilier. Nous possédons de faibles compétences concernant les GSE.

Quel univers
retenir ?

RN

Quels
indices?

Taux
Action
Immobilier

Quels sont les
modèles à retenir ?

H&W1 + B&S

Quelques points d'attention

Quelques points d'attention évoqués sur le marché :

- Complexité accru dans la définition des modèles dû à la prise en compte des taux négatifs liés un contexte économique peu favorable
- Des matrices de corrélations compliquées à paramétrer
- Des tests de validité relatifs aux calibrages pas toujours vérifiés
- De « petits changements » impliquent de forts impacts sur la volatilité des calculs exploitant les scénarios économiques: le calcul du SCR par exemple



V. Calibration

- Prochaine séance



IV. Utilisation de GSE

Première approche

Un premier exemple d'outil disponible en ligne



<http://apps.reacfin.com/ESG/>

Introduction à l'aide d'une application sous Excel

- Utilisation du package R appelé « ESG »

```
Package: ESG
Type: Package
Title: ESG - A package for asset projection
Version: 0.1
Date: 2013-01-13
Author: Jean-Charles Croix, Thierry Moudiki, Frédéric Planchet, Wassim
        Youssef
Maintainer: Wassim Youssef <Wassim.G.Youssef@gmail.com>
Description: The package presents a "Scenarios" class containing
             general parameters, risk parameters and projection results.
             Risk parameters are gathered together into a ParamsScenarios
             sub-object. The general process for using this package is to
             set all needed parameters in a Scenarios object, use the
             customPathsGeneration method to proceed to the projection, then
             use xxx_PriceDistribution() methods to get asset prices.
License: GPL (>= 2)
Depends: methods
Encoding: latin1
Packaged: 2013-01-13 12:20:21 UTC; wassim
Repository: CRAN
Date/Publication: 2013-01-14 10:53:20
Built: R 3.3.2; ; 2016-10-31 23:45:31 UTC; windows
```

Chargement du package ESG

- Utilisation du package R appelé « ESG »
- Installation du package R avec la commande :
`install.packages("ESG")`

Téléchargement possible via: <http://cran.r-project.org/web/packages/ESG/index.html>

- Ouverture du package à l'aide de la commande :
`library(ESG)`

Lecture de la documentation

- Lecture de la documentation : ?ESP

MartingaleTest-method	MartingaleTest method
ParamsScenarios	ParamsScenarios class
ParamsScenarios-class	ParamsScenarios class
rAllRisksFactors	rAllRisksFactors
rAssetDistribution	rAssetDistribution
rDefaultSpread	rDefaultSpread
rLiquiditySpread	rLiquiditySpread
rRealEstate	rRealEstate
rShortRate	rShortRate
rStock	rStock
Scenarios	Scenarios class
Scenarios-class	Scenarios class
setForwardRates	setForwardRates method
setForwardRates-method	setForwardRates method
setParamsBaseScenarios	setParamsBaseScenarios method
setParamsBaseScenarios-method	setParamsBaseScenarios method
setRiskParamsScenarios	setRiskParamsScenarios method
setRiskParamsScenarios-method	setRiskParamsScenarios method
setRiskParamsScenariosdefSpr	setRiskParamsScenariosdefSpr method
setRiskParamsScenariosdefSpr-method	setRiskParamsScenariosdefSpr method
setRiskParamsScenariosliqSpr	setRiskParamsScenariosliqSpr method

Génération de valeurs action

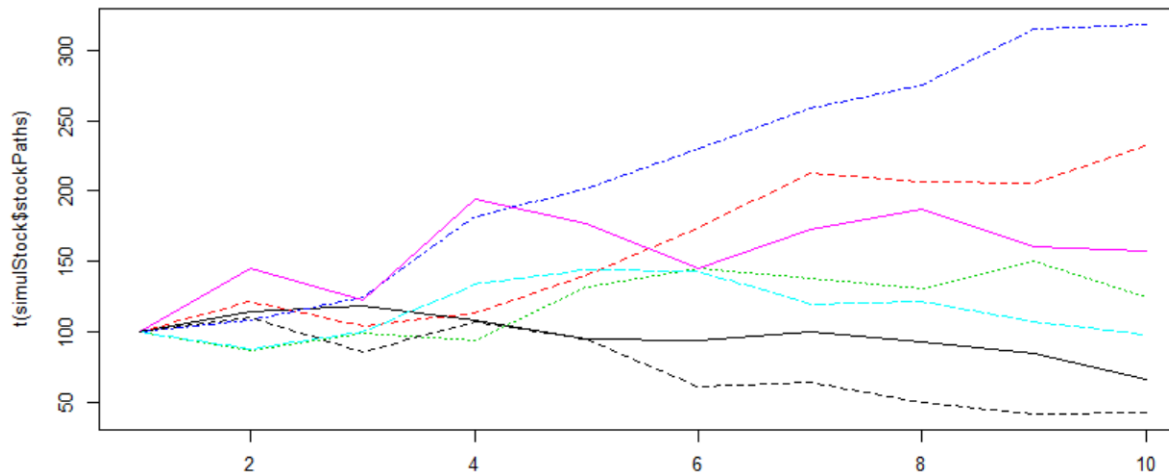
- Import d'une courbe de prix zéro-coupons

Data(ZC)

- Sans précision sur le paramétrage, simuler et observer des valeurs Action

```
simulStock <- rStock(horizon=9, nScenarios=7, ZC=ZC, vol=.1, k=2,  
volStock=.2, stock0=100, rho=.5)
```

```
matplot(t(simulStock$stockPaths), type='l')
```



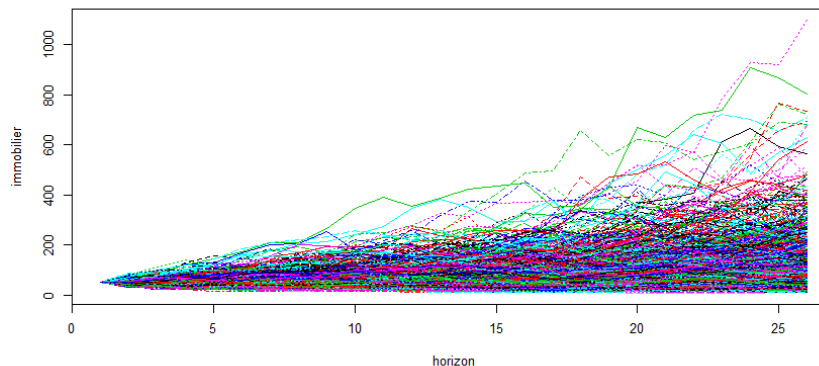
Génération d'autres valeurs

- Sans précision sur le paramétrage, simuler et observer des valeurs de taux courts:

```
rt <- rShortRate(horizon=15, nScenarios=500, ZC=ZC, vol=.1, k=2)
matplot(t(rt), type='l', xlab = "horizon", ylab = "taux court")
```

- Sans précision sur le paramétrage, simuler et observer des valeurs Immobilier:

```
re <- rRealEstate(horizon=25, nScenarios=1000, ZC=ZC, vol=.1, k=2,
volRealEstate=.15, realEstate0=50)
matplot(t(re$realEstatePaths), type='l', xlab = "horizon", ylab = "immobilier")
```



Tout en même temps ?

- Simuler et observer tous les indices en simultané

```
simulAllRiskFactors <- rAllRisksFactors(horizon=10, nScenarios=10, ZC, vol=.1,  
k=2, volStock=.2, stock0=100, rho=.5, volRealEstate=.15, realEstate0=50, eta=.05,  
liquiditySpread0=.01, defaultSpread0=.01, volDefault=.2, alpha=.1, beta=1)
```

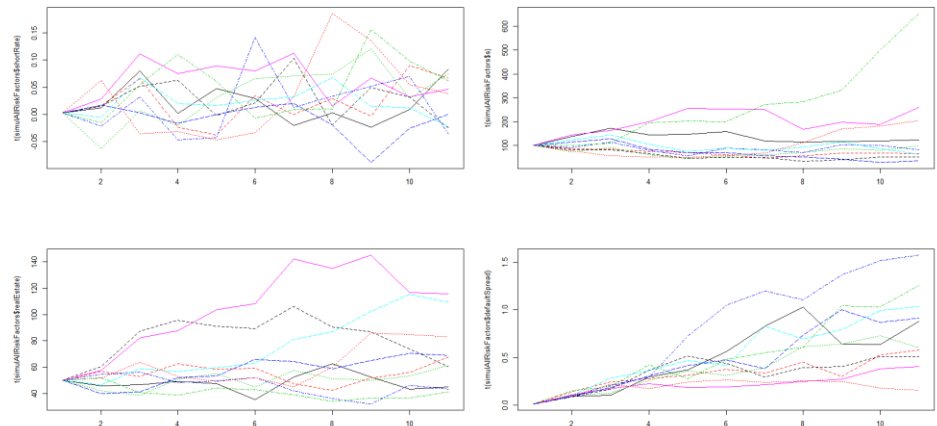
```
par(mfrow=c(2,2))
```

```
matplot(t(simulAllRiskFactors$shortRate),  
type='l')
```

```
matplot(t(simulAllRiskFactors$s), type='l')
```

```
matplot(t(simulAllRiskFactors$realEstate),  
type='l')
```

```
matplot(t(simulAllRiskFactors$defaultSpread),  
type='l')
```



Sensibilité et temps de calculs

- Réitérer l'opération en changeant les paramètres d'horizon et de simulation, et mesurant le temps entre chaque exécution

```
ptm1 <- proc.time()  
(...)  
ptm2 <- proc.time()  
duree <- ptm2 - ptm1  
duree
```

- **Par exemple**
(les résultats dépendent bien sur de la performance de votre machine)

10 simulations

Horizon	10	20	30	40	50
Temps	0,05	0,04	0,05	0,04	0,06

1000 simulations

Horizon	10	20	30	40	50
Temps	0,43	0,57	0,68	0,78	0,89

10 000 simulations

Horizon	10	20	30	40	50
Temps	4,38	5,26	6,43	6,89	19,89

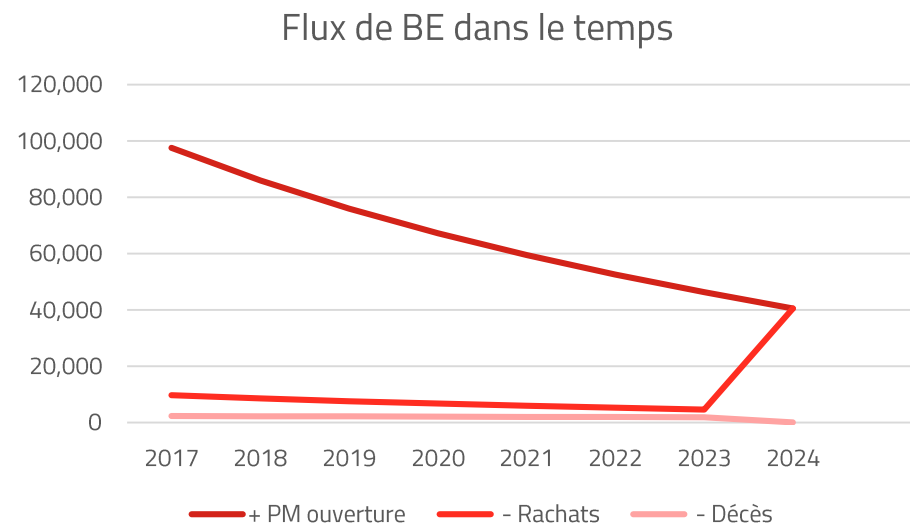
Pour les calculs de Best Estimate

- **Calculs de BE sur R :**

- Import de la fonction calculFlux sur base des éléments mis à disposition

- **Cette fonction permet de calculer les flux futurs en tenant compte :**

- D'un facteur de revalorisation obtenu à l'aide des scénarios UC
- D'un facteur d'actualisation obtenu à l'aide des scénarios de taux
- De paramètres comportementaux (rachat structurel et conjoncturel)



- Paramétrer la fonction

```
k <- 0.12
sTaux <- 0.05
sUC <- .16
H <- 40
nSimulations <- 10
tauxRachatS <- .03
tauxRachatC <- .06
```

- Générer les scénarios de taux et UC afin de lancer la fonction calculFlux

```
traj <- rStock(horizon=H,
nScenarios=nSimulations, ZC=ZC, vol=sTaux,
k=k, volStock=sUC, stock0=1, rho=.5)

trajectoiresTaux <- traj$shortRatePaths
trajectoiresUC <- traj$stockPaths
```

```
# Paramétrage du calcul de BE
```

```
#Vitesse de retour à la moyenne du TC
#Volatilité du processus de TC
#Volatilité de l'UC
#Horizon de projection
#Nombre de simulations
```

```
# Génération de la trajectoire UC et TC.
# Utilisation de rStock du package ESG
```

```
# Simulation de taux courts
# Simulation des actions
```

Déroulé du TD

- En déduire les flux futurs puis les actualiser

```
Flux_futurs <- calculFlux(trajecToiresTaux,  
trajectoiresUC,tauxRachatS,tauxRachatC)
```

```
# Calculs des flux futurs à  
l'aide de la fonction  
calculflux
```

```
ActuFlux_futurs <- Flux_futurs$flux*Flux_futurs$actu
```

```
#Actualisation des flux  
futurs
```

- Déterminer le Best Estimate empirique

```
BEempirique <- sum(ActuFlux_futurs)/nSimulations  
BEempirique
```

```
# BE empiriques calculé en  
faisant la moyenne des BE de  
chaque simulation
```

- Réitérer le procédé avec un nombre de simulation à 10 000 puis comparer les BE empiriques

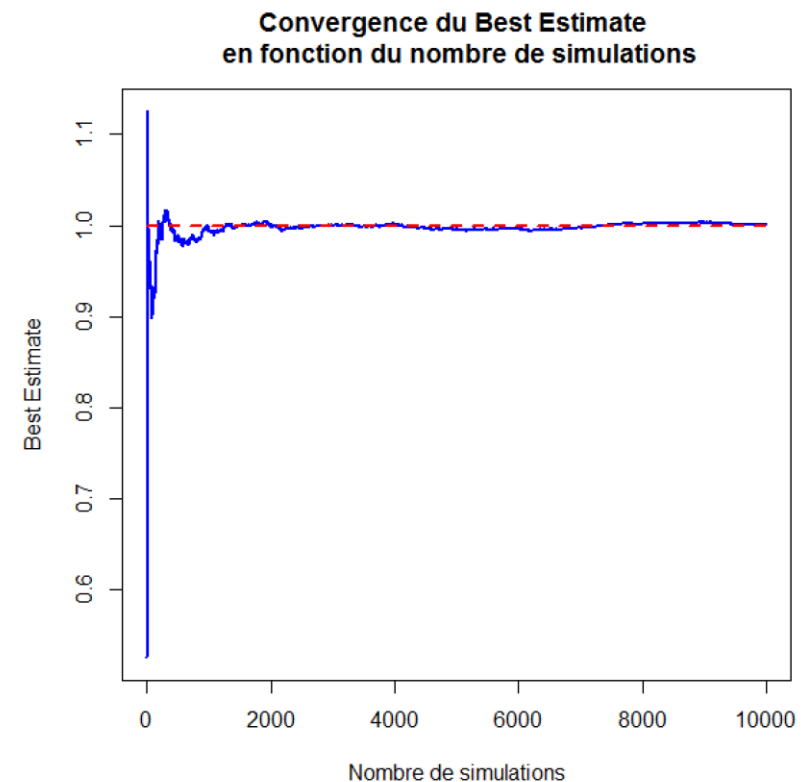
Déroulé du TD

- Déterminer puis observer la vitesse de convergence des Best estimates

```
moyemp <- rep(0, nSimulations)
w <- rep(1, nSimulations)/(1:nSimulations)
temp_moyemp <- apply(ActuFlux_futurs,2,cumsum)*w
moyemp <- apply(temp_moyemp, 1, sum)

x11()
plot(x=(1:nSimulations), y=moyemp,type="l",xlab=
"Nombre de simulations",ylab="Best Estimate")
lines(moyemp,col="blue", lwd=2)
titre = paste("Convergence du Best Estimate",
"\n", "en fonction du nombre de simulations")
title(titre)
lines(x=(1:nSimulations), y=rep(1, nSimulations),
col='red', lwd=2, lty='dashed')
print(paste("Valeur de la moyenne des flux futurs
actualisés par simulation : ", BEempirique, sep=""))
```

Voir explications orales



Déroulé du TD

- Pour aller plus loin : réitérer l'opération et changer les paramètres initiaux de la fonction calculsflux et les paramètres pour générer les actifs
- Observer les écarts de BE

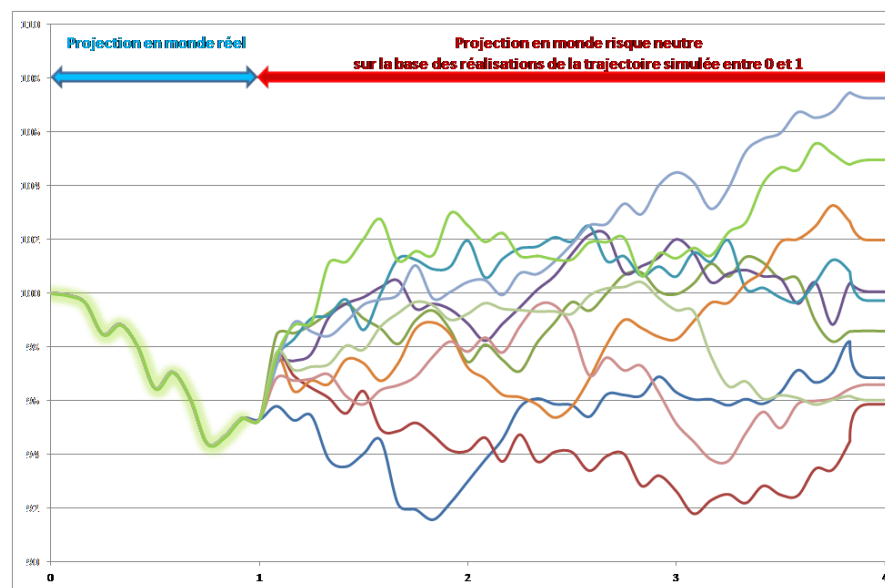




V. Pour en savoir plus

Autres applications

- Autre application : projeter sur la durée du plan stratégique ORSA les prix d'instruments financiers



- Mise en place d'ajustements financier dans un cadre ORSA :

<http://www.actuaris.fr/wp-content/uploads/2016/07/ajustfi-FR.pdf>

Autres applications

- Liste de mémoires pertinents

- <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/DF2EADD42754D77EC1257A3C00312EF6>
- <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/57042DE29922D647C1257B2E006D3583>
- <http://www.ressources-actuarielles.net/C12574E200674F5B/0/2B4EBA08988A5583C12579FF003F19F7>



Place de l'Université, 25
B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgium)
T +32 (0) 10 84 07 50

www.reacfin.com

Aurélien Couloumy

Head of Data Science

M: +33 6 26 13 09 97

Aurelien.Couloumy@reacfin.com