

## Quel scénario choisir ?

# APPROCHE MACROÉCONOMIQUE DES STRESS-TESTS



**ANDREA  
APPEDDU**

Économiste senior



**JOSÉ  
SUAREZ-LLEDO**

Directeur analyse  
économique



**JUAN LICARI**

Directeur  
senior analyse  
économique  
et modèles  
quantitatifs

Moody's Analytics

Quand les banques utilisent les tests de résistance pour leur gestion interne, elles ont le choix des scénarios et des modèles. Revue des méthodes préconisées par Moody's Analytics.

**D**ans le contexte actuel, le *stress-test* est devenu pour la plupart des professionnels de la finance un exercice incontournable. Parfois très sophistiqué, mais pouvant être amené à revêtir une dimension essentiellement quantitative, il fait intervenir non seulement des mesures du risque de marché, mais également des risques de crédit et de liquidité. Nous nous proposons de revenir sur les fondements essentiels qui doivent servir de base à l'élaboration d'un dispositif de *stress-test* à la fois rigoureux et cohérent.

### Méthodologie proposée

Alors que la technique d'évaluation « risque neutre » est utilisée dans les milieux universitaires et en finance appliquée pour modéliser et simuler la variation des cours des titres, une approche macrofinancière nous paraît cependant plus adaptée à des exercices prévisionnels et de *stress-test*. Si les modèles macrofinanciers sont parfois sources d'erreurs de valorisation plus importantes que les modèles reposant sur des formules basées sur la théorie des options, la technique d'évaluation « risque neu-

tre » n'est quant à elle pas adaptée aux analyses prévisionnelles hors échantillon et, le plus souvent, ses paramètres de modélisation n'offrent pas une grille de lecture suffisamment claire de la situation économique. Qui plus est, les modèles de valorisation des options sont fondés sur des modules d'équilibre partiel qui ne peuvent intégrer des corrélations croisées entre actifs de manière suffisamment rigoureuse et en offrant la transparence nécessaire (effets de rétroaction ou de *feedback*). Enfin, ces modèles reposent sur l'hypothèse de marchés complets.

L'approche macrofinancière de Moody's Analytics présente l'intérêt de clarifier le rôle du cycle d'activité réel dans la détermination du prix des actifs et d'ancrer les anticipations à différentes sources d'information. Mais surtout, elle permet d'inclure les effets de *feedback* du fait des modèles d'équilibre général qu'elle intègre ; elle est mieux adaptée à l'exercice à grande échelle qu'est le *stress-test* et à l'homogénéité des critères sur lesquels il repose.

Nos prévisions macroéconomiques sont généralement le résultat

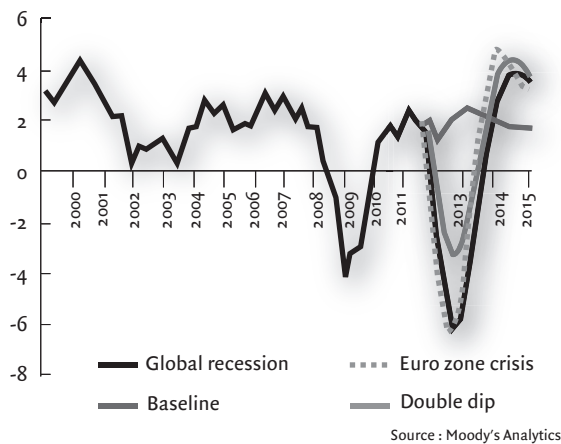
d'une triangulation entre trois types de modèles :

- de gros modèles structurels macroéconomiques ;
- des modèles d'équilibre général stochastiques et dynamiques (EGSD) ;
- des modèles vectoriels autorégressifs (VAR).

Lawrence Klein (Nobel d'économie en 1980) a mené des travaux intéressants sur les modèles macroéconomiques structurels. Ceux-ci sont de grands systèmes d'équations qui formalisent la demande et l'offre globale avec une modélisation explicite par industries et macrosecteurs. Ils ne sont toutefois pas corrélés à la théorie économique du choix du consommateur et de la production.

Les modèles EGSD ont quant à eux été élaborés par Tom Sargent (Nobel 2011), Edward Prescott (Nobel 2004) et Robert Lucas (Nobel 1995). Il s'agit de modèles macroéconomiques modernes comportant des fondements microéconomiques reposant sur l'optimisation intertemporelle du comportement des agents économiques (consommateurs, entreprises, États) à anticipations rationnelles. Ces modèles intègrent d'autres composantes essentielles

## 1. Croissance du PIB français (%)



Le scénario de double creux ou rechute conjoncturelle repose sur le postulat que l'économie sombre à nouveau dans une récession de courte durée ; plus grave, le scénario suivant table sur une crise de la dette au sein de la zone euro consécutive au défaut d'un État ; et le scénario le plus extrême suppose une récession qui s'étendrait à tous les pays. La chute du PIB est moins brusque dans le scénario de récession à « double dip », et le scénario d'une crise de la zone euro table sur une reprise plus rapide et plus franche que le scénario de récession mondiale.

telles que la cohérence intertemporelle et les conditions d'équilibre du marché, tant pour la complétude que pour l'incomplétude des marchés. L'usage des modèles EGSD est très répandu dans les banques centrales et centres de recherche, bien que ces modèles soient dans certains cas limités aux principales statistiques macroéconomiques.

Enfin, Chris Sims (Nobel 2011) a été le premier à s'intéresser aux modèles de type VAR (modèles vectoriels autorégressifs) et VAR structurels. Les systèmes d'équations sont des modèles basés sur des données, relativement faciles à mettre en œuvre et à gérer. Ces modèles mettent en correspondance les variables économiques pertinentes à leur propre historique et éventuellement à d'autres variables exogènes. Pas nécessairement liés à la théorie économique, ils sont extrêmement performants pour des prévisions à court terme et particulièrement bien adaptés aux modèles satellites qui intègrent des variables financières ou d'autres variables ayant indirectement un impact macroéconomique.

Parmi les autres résultats « post-testimation » pertinents, ces différents modèles permettent d'établir des prévisions de base, simulations (de réactions) face à des chocs liés à une variable, etc. Tous participent au maintien d'une cohérence interne, dans la mesure où ils respectent continuellement les conditions d'équilibre du système.

### Scénarios prévisionnels et simulations

Dans le cadre des exercices de stress-test, Moody's Analytics propose un certain nombre de scénarios alternatifs. Plus de 70 économistes dans le monde recueillent en continu des données et informations sur de nombreux pays, afin d'élaborer des scénarios économiques qui sont de deux types : les scénarios basés sur des événements et ceux basés sur des données.

Parmi les scénarios basés sur des événements, les plus prisés sont les scénarios standard. Ils intègrent un large éventail d'hypothèses économiques plausibles (rechute conjoncturelle, crise de la zone euro, récession mondiale, choc pétrolier ou ralentissement durable de la croissance...). Celles-ci sont générées à partir des caractéristiques structurelles et macroéconomiques permettant aux variables d'évoluer de manière interdépendante dans un modèle multivarié à correction d'erreur, dans lequel les divergences à court terme par rapport à l'équilibre dynamique du système sont modélisées conjointement aux facteurs de croissance à long terme. Le dispositif de modélisation a été spécifiquement conçu pour être représentatif de l'interaction entre la demande et l'offre globale. À court terme, les fluctuations économiques sont avant tout conditionnées par l'évolution de la demande globale. À plus long terme, les variations observées au niveau de la demande globale déterminent le potentiel de croissance de l'économie.

Nous sommes particulièrement attentifs à la cohérence des scénarios entre eux. Ainsi, lorsque la croissance du PIB est en hausse, on observe un raffermissement de la croissance de l'emploi et un recul du taux de chômage, une accentuation des pressions inflationnistes, suivie d'un relèvement des taux d'intérêt, d'une hausse accélérée du prix des actifs et d'un accroissement de la production industrielle. Les prévisions et scénarios peuvent être abordés comme une distribution des performances économiques compatibles avec un exposé donné des risques pour l'économie. Notre prévision de base est le scénario que nous estimons « le plus probable » au regard du contexte actuel. Les scénarios alternatifs correspondent à des situations où les risques de hausse ou de baisse sont visibles dans l'économie. Ces scénarios sont cycliques, au sens où leur occurrence se limite au cadre du cycle économique actuel, sans aucune variation du taux de croissance à long terme de l'économie. Le graphique 1 reflète l'évolution de la croissance du PIB français en fonction du scénario de base et de trois autres scénarios.

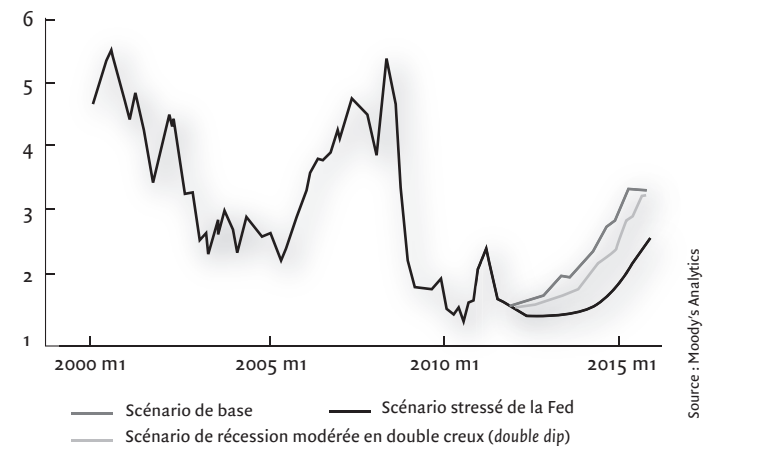
Nos clients souhaitent bien souvent tester la résistance de leurs portefeuilles par rapport à l'occurrence d'un ou de plusieurs événements précis qui sont plus ou moins plausibles. Moody's Analytics travaille en concertation avec eux pour définir les hypothèses (chocs) à intégrer dans le système permettant la construc-

tion de scénarios qui vont dans le sens voulu – scénarios sur mesure ou « custom built ».

Enfin, les scénarios axés sur des données sont également très demandés. Ils sont obtenus à partir de simulations basées sur des estimations de modèles DGSE ou de modèles SVAR. En général, nous ne forçons pas les simulations à suivre une distribution particulière : les simulations de Monte Carlo utilisent des distributions normales, celles-ci suivant la distribution des erreurs d'estimation de l'échantillon historique (méthode de *bootstrapping* non paramétrique). Il est intéressant de voir que dans un grand nombre de pays, les variables macroéconomiques ont tendance à suivre des distributions relativement proches de la normale. Ceci étant, cette différence est généralement telle que le fait de ne pas forcer les simulations à suivre une distribution normale nous permet d'intégrer toute la richesse contenue dans les données pour obtenir des scénarios plus intéressants et plus précis.

La distribution des résultats pour chacune des variables générées à tout moment permet d'examiner chaque scénario parmi les milliers de trajectoires simulées de manière interdépendante pour chaque variable.

## 2. Taux swap 2 ans (euros) Historique et prévisions



Sinon, les simulations peuvent être obtenues en fixant ponctuellement le résultat d'une variable donnée (par exemple : hausse du taux de chômage à x % dans la zone euro).

### Le stress-test des principaux paramètres du risque

Nous présentons dans cette partie notre méthodologie pour modéliser et « stresser » certains paramètres clés : paramètres de marché et du risque

de crédit. L'approche méthodologique qui nous permet d'effectuer un *stress-test* dans le cadre d'un équilibre général consiste à concevoir des modèles « satellites » explicitement associés aux variables macroéconomiques, pour lesquels nous avons projeté divers scénarios.

### Structure par échéance des taux d'intérêt

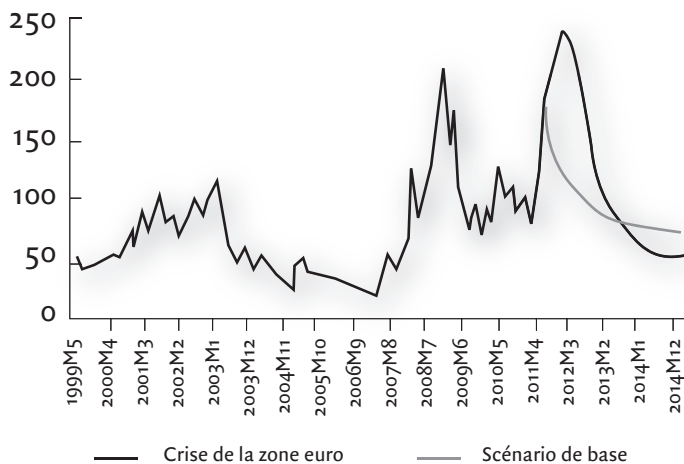
Notre méthodologie de modélisation s'inspire de l'ensemble des études macrofinancières dont fait état Rudebusch (2010) dans ses travaux. Les taux d'intérêt pour différentes échéances sont modélisés en fonction de deux composantes latentes extraites au moyen de méthodes d'analyse factorielle : le niveau et la pente de la courbe. Ces deux composantes sont elles-mêmes modélisées comme des processus autorégressifs liés à la macroéconomie par différents facteurs :

- les facteurs qui prennent en compte les anticipations relatives à l'objectif d'inflation à moyen terme (facteur « niveau ») ;
- ceux qui intègrent la réaction de la politique monétaire à des fluctuations à court terme du PIB et de l'inflation (facteur « pente »).

### Spreads de CDS dans le domaine corporate

Le comportement empirique des indices de CDS dans le secteur corporate n'a que peu été abordé dans

## 3. Indice ITraxx de CDS Catégorie investissement (IG)



la littérature économique. L'accès limité aux données historiques et une couverture régionale restreinte en sont la principale explication. Nous utilisons une méthode multivariée, paramétrique et semi-structurelle, tout en documentant largement le choix des variables explicatives sur la théorie moderne du portefeuille. Nous avons notamment recours à la technique dite de l'analyse en composantes principales pour extrapoler à partir de l'évolution des *spreads* de crédit les informations pertinentes. Nous appelons CCF (facteur de crédit *corporate*) la composante principale associée à la valeur propre la plus élevée calculée à partir de la matrice de covariance des différents indices de CDS, puis nous modélisons les différents indices de CDS comme des processus autorégressifs déterminés de façon exogène par le CCF.

Nous partons également du principe que les informations relatives à la qualité de crédit des entreprises systémiques sont mieux reflétées par l'évolution des indices boursiers et que les opérateurs sur CDS utilisent ces indications pour s'assurer contre des événements de crédit. Nous pouvons ainsi exprimer le CCF comme étant fonction d'un facteur de tolérance au risque (une mesure du rendement attendu sur les investissements en action) et intégrer dès lors la source du risque

systémique pour les *spreads* de crédit dans le secteur *corporate*.

### Migrations des notations

Nous analysons l'évolution des probabilités de migration des notations à partir de séries temporelles. Parmi toutes les révisions de notation, nous avons recensé trois groupes distincts :

- les notations inchangées (éléments sur la diagonale d'une matrice de transition de notation) ;
- les notations abaissées ou rehaussées d'un seul cran ;
- les notations abaissées ou relevées d'au moins deux crans.

Les notations situées sur la diagonale sont relativement stables et par conséquent modélisées comme composantes résiduelles des révisions d'un ou plusieurs crans. Les mouvements d'un cran sont hautement liés et modélisés par un processus VAR contraint. Nous intégrons également une série de variables exogènes pour tenir compte du cycle économique et être ainsi capables d'appliquer au système des scénarios alternatifs.

La principale caractéristique des évolutions d'au moins deux crans est que :

- soit leurs observations sont nulles ;
- soit elles correspondent à des valeurs positives faibles, ce qui suppose le recours à des modèles de choix discrets.

Pour être plus précis, nous tenons compte de cette double possibilité en ayant recours à un modèle en deux parties : la première est conçue pour prévoir l'occurrence de zéros, la seconde est conditionnée par les observations positives. Le modèle final pour ces migrations est la probabilité jointe des deux parties.

Cet exposé met avant tout en évidence la nécessité de prendre comme point de départ des modèles macroéconomiques homogènes et suffisamment exhaustifs, puis d'associer leurs résultats au niveau de la queue de distribution à des paramètres pertinents du risque. Il est possible, selon la catégorie d'actifs analysée, d'élargir la liste des modèles satellites au-delà de ceux que nous avons mentionnés. On peut ainsi citer les indices boursiers, taux de changes ainsi que les volatilités des actifs. Néanmoins, le fond du message reste dans tous les cas le même : garantir la cohérence des scénarios et intégrer la corrélation croisée entre les actifs. Sans un modèle d'équilibre général précis, cette finalité ne saurait être atteinte. Si le modèle de départ n'est pas un modèle d'équilibre, les exercices de *stress-test* seront soumis à des biais de corrélation. D'où l'importance d'aborder, comme nous le proposons, le *stress-test* sous l'angle macroéconomique. ■



## ESPACE CARRIÈRE et EMPLOI

Pour évoluer au cœur de la banque et de la finance



DÉCOUVREZ  
la nouvelle rubrique  
sur [revue-banque.fr](http://revue-banque.fr)

