



EUROSTAT ECU-RENDITENSTRUKTURKURVEN (I)

EUROSTAT ECU YIELD CURVES (I)

COURBES DE RENDEMENT DE L'ÉCU D'EUROSTAT (I)

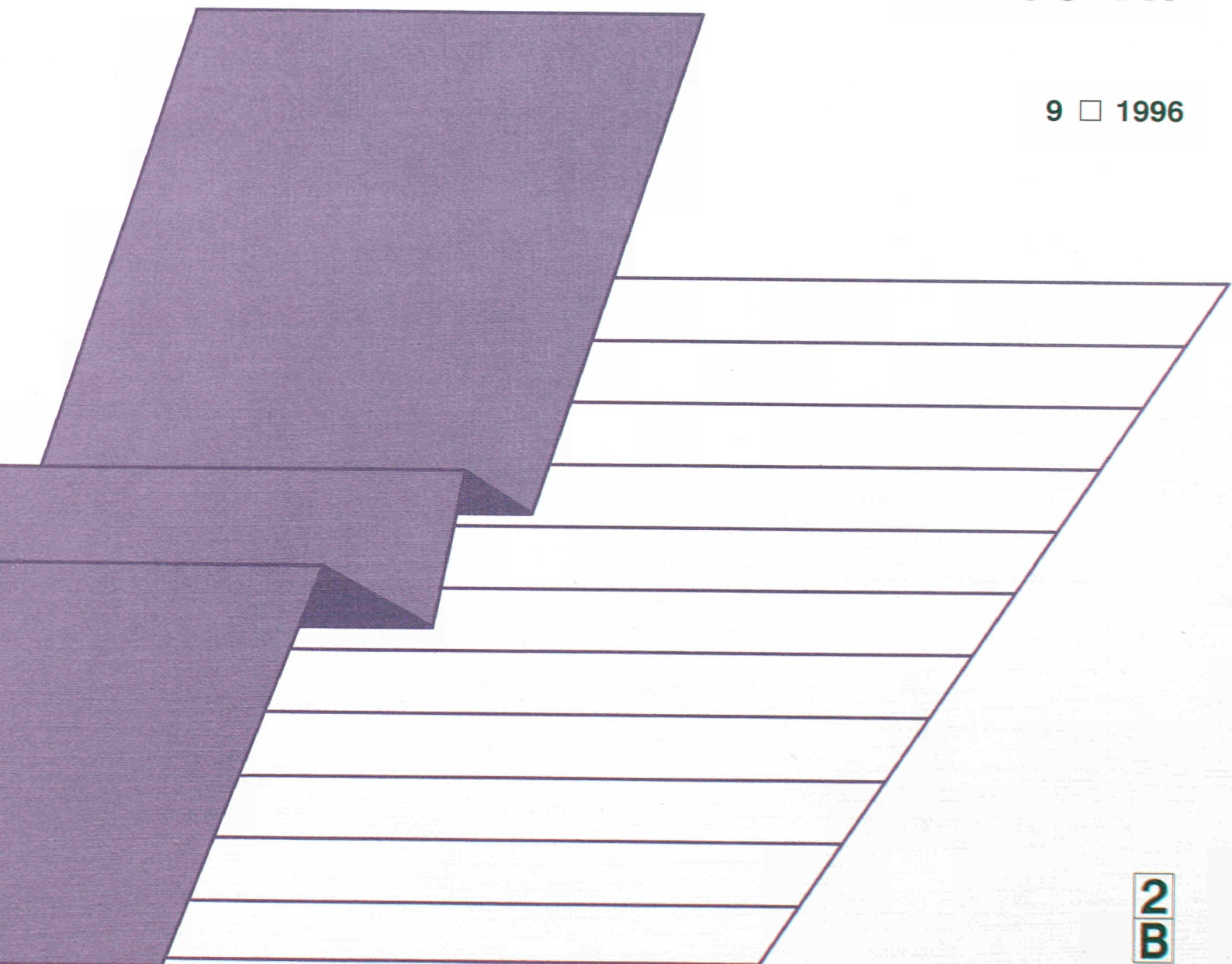


**BEILAGE
SUPPLEMENT / SUPPLÉMENT**

ZU / TO / À

ECUSTAT

9 □ 1996



STATISTISCHES AMT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN
STATISTICAL OFFICE OF THE EUROPEAN COMMUNITIES
OFFICE STATISTIQUE DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

L-2920 Luxembourg — Tél. (352) 43 01-1 — Télex COMEUR LU 3423
B-1049 Bruxelles, rue de la Loi 200 — Tél. (32-2) 299 11 11

Eurostat hat die Aufgabe, den Informationsbedarf der Kommission und aller am Aufbau des Binnenmarktes Beteiligten mit Hilfe des europäischen statistischen Systems zu decken.

Um der Öffentlichkeit die große Menge an verfügbaren Daten zugänglich zu machen und Benutzern die Orientierung zu erleichtern, werden zwei Arten von Publikationen angeboten: Statistische Dokumente und Veröffentlichungen.

Statistische Dokumente sind für den Fachmann konzipiert und enthalten das ausführliche Datenmaterial: Bezugsdaten, bei denen die Konzepte allgemein bekannt, standardisiert und wissenschaftlich fundiert sind. Diese Daten werden in einer sehr tiefen Gliederung dargeboten. Die Statistischen Dokumente wenden sich an Fachleute, die in der Lage sind, selbständig die benötigten Daten aus der Fülle des dargebotenen Materials auszuwählen. Diese Daten sind in gedruckter Form und/oder auf Diskette, Magnetband, CD-ROM verfügbar. Statistische Dokumente unterscheiden sich auch optisch von anderen Veröffentlichungen durch den mit einer stilisierten Graphik versehenen weißen Einband.

Veröffentlichungen wenden sich an eine ganz bestimmte Zielgruppe, wie zum Beispiel an den Bildungsbereich oder an Entscheidungsträger in Politik und Verwaltung. Sie enthalten ausgewählte und auf die Bedürfnisse einer Zielgruppe abgestellte und kommentierte Informationen. Eurostat übernimmt hier also eine Art Beraterrolle.

Für einen breiteren Benutzerkreis gibt Eurostat Jahrbücher und periodische Veröffentlichungen heraus. Diese enthalten statistische Ergebnisse für eine erste Analyse sowie Hinweise auf weiteres Datenmaterial für vertiefende Untersuchungen. Diese Veröffentlichungen werden in gedruckter Form und in Datenbanken angeboten, die in Menütechnik zugänglich sind.

Um Benutzern die Datensuche zu erleichtern, hat Eurostat Themenkreise, d. h. eine Untergliederung nach Sachgebieten, eingeführt. Daneben sind sowohl die Statistischen Dokumente als auch die Veröffentlichungen in bestimmte Reihen, wie zum Beispiel „Jahrbücher“, „Konjunktur“, „Methoden“, untergliedert, um den Zugriff auf die statistischen Informationen zu erleichtern.

Y. Franchet
Generaldirektor

It is Eurostat's responsibility to use the European statistical system to meet the requirements of the Commission and all parties involved in the development of the single market.

To ensure that the vast quantity of accessible data is made widely available, and to help each user make proper use of this information, Eurostat has set up two main categories of document: statistical documents and publications.

The statistical document is aimed at specialists and provides the most complete sets of data: reference data where the methodology is well-established, standardized, uniform and scientific. These data are presented in great detail. The statistical document is intended for experts who are capable of using their own means to seek out what they require. The information is provided on paper and/or on diskette, magnetic tape, CD-ROM. The white cover sheet bears a stylized motif which distinguishes the statistical document from other publications.

The publications proper tend to be compiled for a well-defined and targeted public, such as educational circles or political and administrative decision-makers. The information in these documents is selected, sorted and annotated to suit the target public. In this instance, therefore, Eurostat works in an advisory capacity.

Where the readership is wider and less well-defined, Eurostat provides the information required for an initial analysis, such as yearbooks and periodicals which contain data permitting more in-depth studies. These publications are available on paper or in videotext databases.

To help the user focus his research, Eurostat has created 'themes', i.e. subject classifications. The statistical documents and publications are listed by series: e.g. yearbooks, short-term trends or methodology in order to facilitate access to the statistical data.

Y. Franchet
Director-General

Pour établir, évaluer ou apprécier les différentes politiques communautaires, la Commission européenne a besoin d'informations.

Eurostat a pour mission, à travers le système statistique européen, de répondre aux besoins de la Commission et de l'ensemble des personnes impliquées dans le développement du marché unique.

Pour mettre à la disposition de tous l'importante quantité de données accessibles et faire en sorte que chacun puisse s'orienter correctement dans cet ensemble, deux grandes catégories de documents ont été créées: les documents statistiques et les publications.

Le document statistique s'adresse aux spécialistes. Il fournit les données les plus complètes: données de référence où la méthodologie est bien connue, standardisée, normalisée et scientifique. Ces données sont présentées à un niveau très détaillé. Le document statistique est destiné aux experts capables de rechercher, par leurs propres moyens, les données requises. Les informations sont alors disponibles sur papier et/ou sur disquette, bande magnétique, CD-ROM. La couverture blanche ornée d'un graphisme stylisé démarque le document statistique des autres publications.

Les publications proprement dites peuvent, elles, être réalisées pour un public bien déterminé, ciblé, par exemple l'enseignement ou les décideurs politiques ou administratifs. Des informations sélectionnées, triées et commentées en fonction de ce public lui sont apportées. Eurostat joue, dès lors, le rôle de conseiller.

Dans le cas d'un public plus large, moins défini, Eurostat procure des éléments nécessaires à une première analyse, les annuaires et les périodiques, dans lesquels figurent les renseignements adéquats pour approfondir l'étude. Ces publications sont présentées sur papier ou dans des banques de données de type vidéotex.

Pour aider l'utilisateur à s'orienter dans ses recherches, Eurostat a créé les thèmes, c'est-à-dire une classification par sujet. Les documents statistiques et les publications sont répertoriés par série — par exemple, annuaire, conjoncture, méthodologie — afin de faciliter l'accès aux informations statistiques.

Y. Franchet
Directeur général

EUROSTAT ECU-RENDITENSTRUKTURKURVEN (I)

EUROSTAT ECU YIELD CURVES (I)

COURBES DE RENDEMENT DE L'ÉCU D'EUROSTAT (I)

**BEILAGE
SUPPLEMENT / SUPPLÉMENT**

ZU / TO / À

ECUSTAT

(ECUSTAT)

9 □ 1996

EUROSTAT YIELD CURVES: THE YTM APPROACH AND OTHER MODELS (PART I²)

1. INTRODUCTION TO THE GENERAL NOTION OF YIELDS	Page 33
2. SPECIFICITY OF THE ECU BOND MARKET	Page 35
3. THE VARIOUS APPROACHES TO MEASURING YIELDS	
a. The index/portfolio approach	Page 37
b. The theoretical yield approach	Page 37
c. The benchmark approach	Page 37
d. The yield curve approach	Page 38
4. SOLUTION CHOSEN BY EUROSTAT: THE YIELD CURVES (ADVANTAGES, METHODOLOGY, CIRCULATION OF INFORMATION, INPUTS AND OUTPUTS)	
a. Introduction	Page 39
b. The reference YTM curve	Page 39
c. The reference YTM model: Theoretical considerations and calculation	Page 41
d. Data selection	Page 44
e. Basket monitoring	Page 45
f. Functional description	Page 46
5. THE OTHER EUROSTAT MODELS: OTHER YTM-BASED MODELS; DISCOUNT, SPOT, FORWARD, PAR	
a. Other models based on the YTM approach	Page 48
b. Other models based on different approaches	Page 49
i. Introduction	Page 49
ii. The "ECU Discount Function"	Page 50
iii. The "ECU Spot Curve"	Page 51
iv. The forward-forward approach and the "ECU Forward Curve"	Page 53
v. The ECU Par Yield Curve	Page 56

² Part II "Evolution of ecu yields in the last two years" and part III "Concrete examples with yield curves" will be published later.

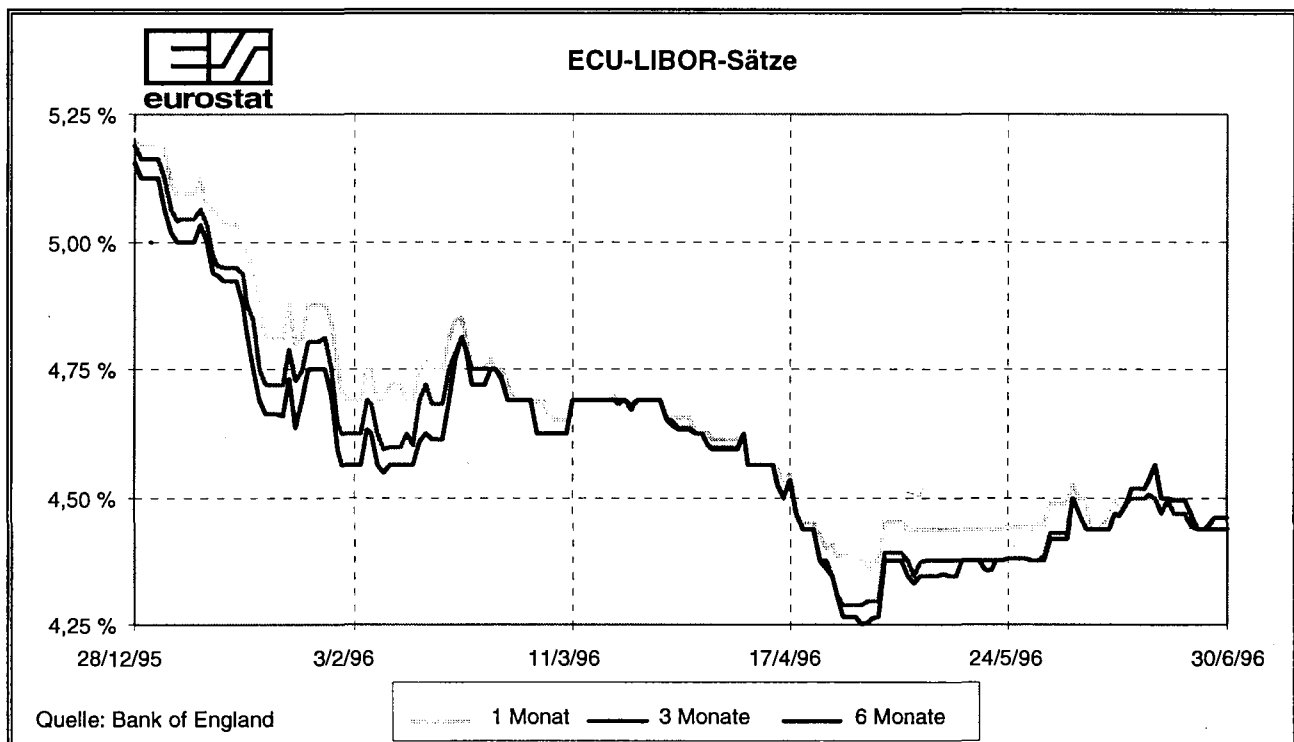
LES COURBES DE RENDEMENT D'EUROSTAT: L'APPROCHE DU RENDEMENT À L'ÉCHÉANCE ET LES AUTRES MODÈLES (PARTIE I³)

1. INTRODUCTION À LA NOTION GÉNÉRALE DE RENDEMENT	Page 59
2. LES SPÉCIFICITÉS DU MARCHÉ OBLIGATAIRE DE L'ÉCU	Page 61
3. LES DIFFÉRENTES APPROCHES DE LA MESURE DU RENDEMENT	
a. La méthode du portefeuille/de l'indice	Page 63
b. La méthode du rendement théorique	Page 63
c. La méthode des obligations de référence	Page 63
d. La méthode de la courbe de rendement	Page 64
4. LA SOLUTION CHOISIE PAR EUROSTAT: LES COURBES DE RENDEMENT (AVANTAGES, MÉTHODOLOGIE, DIFFUSION DE L'INFORMATION, DONNÉES, MISE EN ŒUVRE ET RÉSULTATS)	
a. Introduction	Page 65
b. La courbe de rendement à l'échéance de référence	Page 65
c. Le modèle du rendement à l'échéance de référence: considérations théoriques et procédures de calcul	Page 67
d. Le choix des données	Page 70
e. Gestion du panier	Page 71
f. Description fonctionnelle	Page 72
5. LES AUTRES MODÈLES UTILISÉS PAR EUROSTAT: LES MODÈLES ÉGALEMENT BASÉS SUR LE RENDEMENT À L'ÉCHÉANCE; LA FONCTION D'ESCOMPTE DE L'ÉCU ET LES COURBES DE RENDEMENT SPOT, FORWARD ET AU PAIR	
a. Les modèles également basés sur l'approche du rendement à l'échéance	Page 74
b. Les modèles basés sur d'autres approches	Page 75
i. Introduction	Page 75
ii. La fonction d'escompte de l'écu	Page 76
iii. La courbe de rendement spot de l'écu	Page 77
iv. L'approche du rendement forward et la courbe de rendement forward de l'écu	Page 79
v. La courbe de rendement au pair de l'écu	Page 82

³ La partie II " Évolution des rendements en écus au cours des deux dernières années " et la partie III " Exemples concrets à l'aide de courbes de rendement " seront publiées ultérieurement.

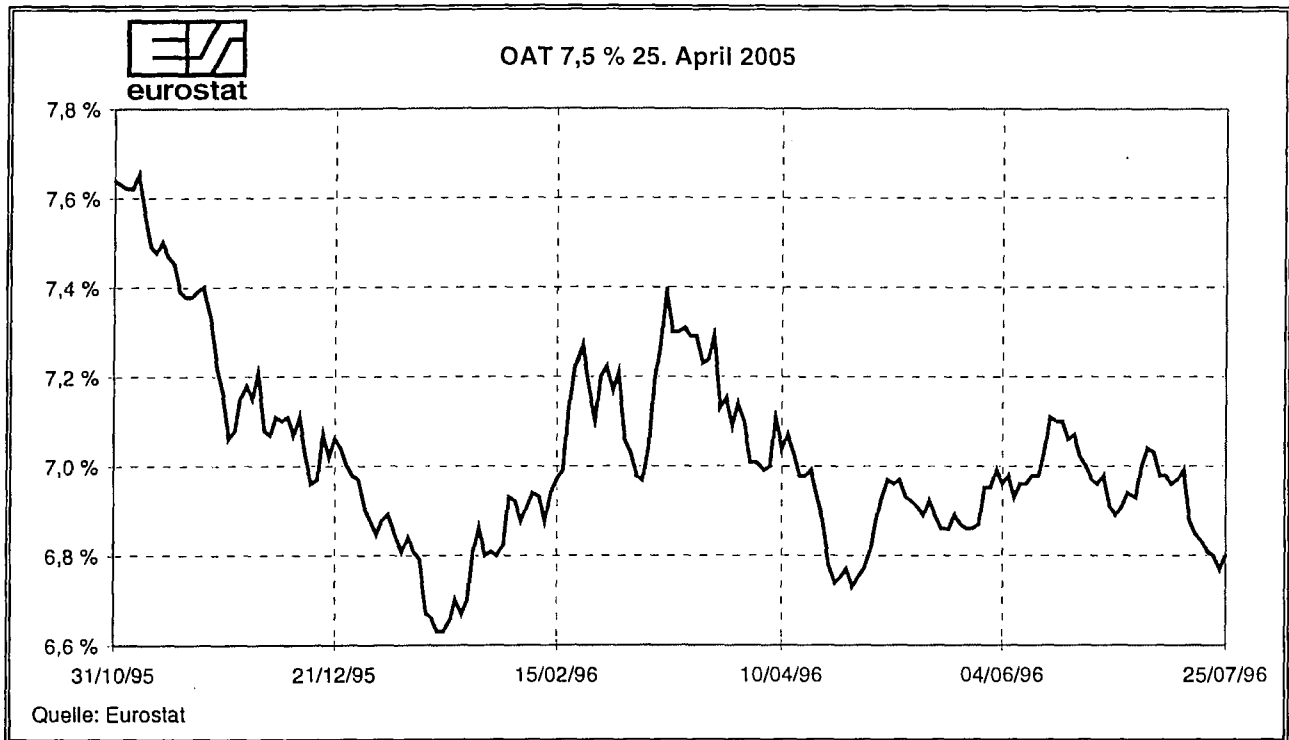
1. EINLEITUNG - ALLGEMEINES ZUM BEGRIFF RENDITEN

Zinssätze - sowohl kurz- als auch langfristige - gehören zu den Wirtschaftsindikatoren, die von Investoren, Händlern, Analysten, Forschern wie auch Journalisten am genauesten unter die Lupe genommen werden. Dabei gilt die Aufmerksamkeit der Marktbeobachter nicht nur den täglichen Schwankungen bei den Zinssätzen und deren Entwicklung über bestimmte Zeiträume, sondern auch den bestehenden Unterschieden zwischen verschiedenen Währungen sowie zwischen verschiedenen Laufzeiten für ein und dieselbe Währung. Es gibt eine Reihe recht einfacher Verfahren, die ein einigermaßen genaues Bild über das aktuelle Zinsniveau vermitteln. Für das kurze Ende werden für die größeren Währungen als repräsentativ geltende Interbankraten (z.B. der Libor) veröffentlicht. Als Meßinstrumente für das längere Ende dienen häufig die Renditen von "Benchmark"-Emissionen. So nützlich diese Angaben als erste Näherung sein können, vor allem zur Beobachtung der täglichen Schwankungen, so scheint doch für eine anspruchsvollere Analyse sehr viel mehr an Methodik und an Rechenoperationen erforderlich.



Umfassende und zuverlässige Informationen über Struktur und Entwicklung der Zinsen werden für die größeren Währungen in der Regel von den Zentralbanken und/oder den nationalen Statistischen Ämtern gegeben. Die Zahlen werden dabei entweder von Renditenstrukturmodellen und den zugehörigen Kurven hergeleitet oder aber in anderer Form (z.B. als Indizes für verschiedene Laufzeiten) angegeben. In fast allen Fällen beruhen die Zahlen auf den Renditen von Staatsanleihen (mit der größten Liquidität), wie sie auf dem Sekundärmarkt gehandelt werden.

Renditeentwicklung eines ECU- "Benchmark": ein Beispiel

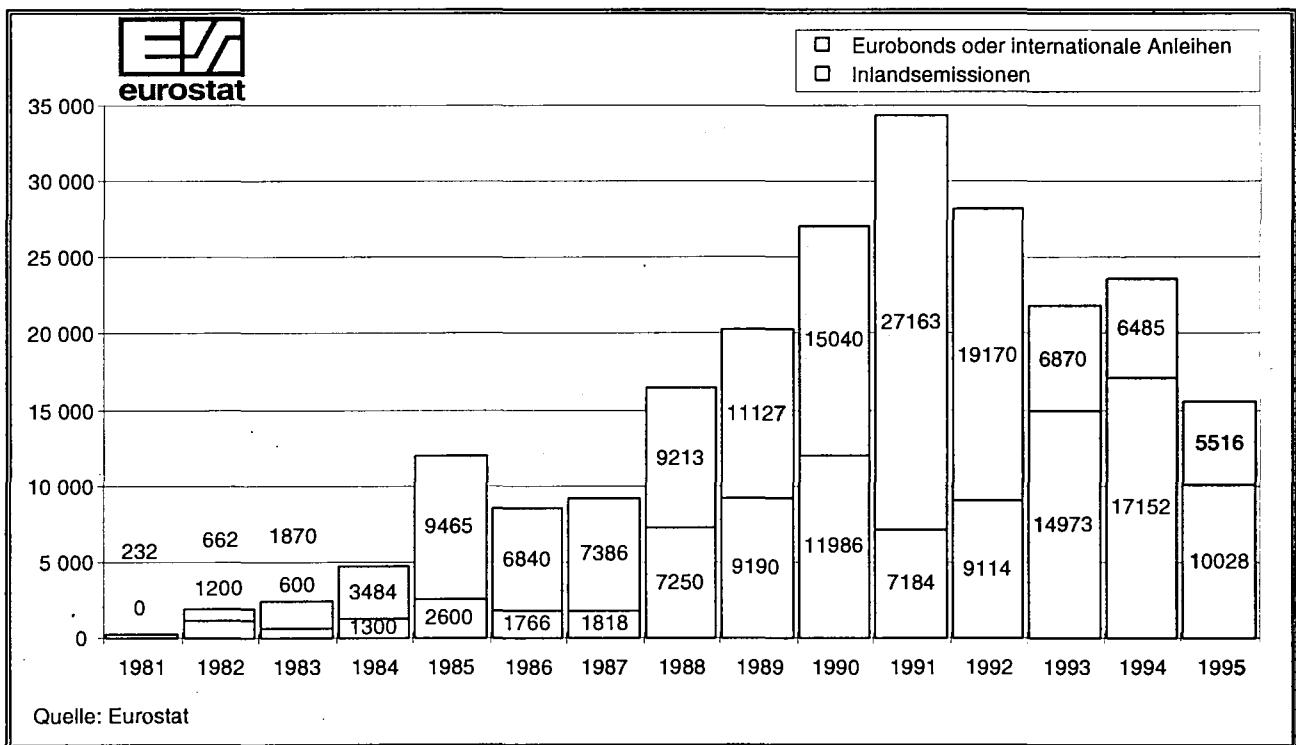


2. BESONDERHEITEN DES ECU-BONDMARKTES

Der ECU-Bondmarkt hat eine Anzahl von Besonderheiten:

Während des größten Teils der 80er Jahre war der ECU-Bondmarkt relativ klein und illiquide: ECU-Anleihen wurden in der Regel in kleinen Volumina von verschiedenen Unternehmen mit unterschiedlichem Rating aufgelegt. Der Handel auf dem Sekundärmarkt blieb wegen der schmalen Endinvestorbasis nur marginal. In dem Maße, in dem der ausstehende Betrag der ECU-Anleihen wuchs, kamen zunehmend institutionelle Anleger ins Spiel, so daß auch die Liquidität entsprechend anstieg. Allerdings ist die Liquidität auf dem ECU-Bondmarkt ein Thema, das auch weiterhin einer genauen Beobachtung bedarf.

ECU-Anleiheemissionen in Mio. ECU



Im Unterschied zu den auf nationale Währungen ausgestellten Anleihen gibt es bei ECU-Titeln keinen Alleinemittenten (in der Regel die Regierung des Landes, um dessen Währung es geht), der als unstrittige Referenzquelle für die Rendite über den gesamten Kurvenverlauf herangezogen werden kann. Daher muß jedes Instrument zur Messung der ECU-Renditen Anleihen mehrerer Emittenten berücksichtigen. Dabei ist auf die Homogenität dieser Papiere in bezug auf Rating/Bonität zu achten, um die Validität des Ertragsindikators zu gewährleisten. Dazu kommt, daß Inlands-ECU-Anleihen nicht immer der gleichen steuerlichen Behandlung unterliegen.

Der ECU-Bondmarkt ist kleiner als der entsprechende Markt in anderen großen Währungen. Wenn die oben genannten Kriterien der Liquidität und der Homogenität angewendet werden, bleibt nur eine begrenzte Anzahl von Emissionen übrig. Außerdem kann es passieren, daß die Laufzeitlücke zwischen einer einzelnen Anleihe und dem nächsten akzeptablen Titel relativ groß ist.

Ausstehender Betrag von ECU-Anleihen Ende Juli 1996



Emittenten	Restlaufzeit in Jahren						Insgesamt
	< 1	1-3	3-5	5-7	7-10	> 10	
GOV	10 937	27 570	15 268	7 429	8 444	4 750	74 397
SUPRA	3 349	4 740	5 535	3 465	700	600	18 389
ANDERE	7 019	7 872	6 086	2 777	1 866	1 025	26 645
INSGESAMT	21 305	40 182	26 889	13 671	11 010	6 375	119 431

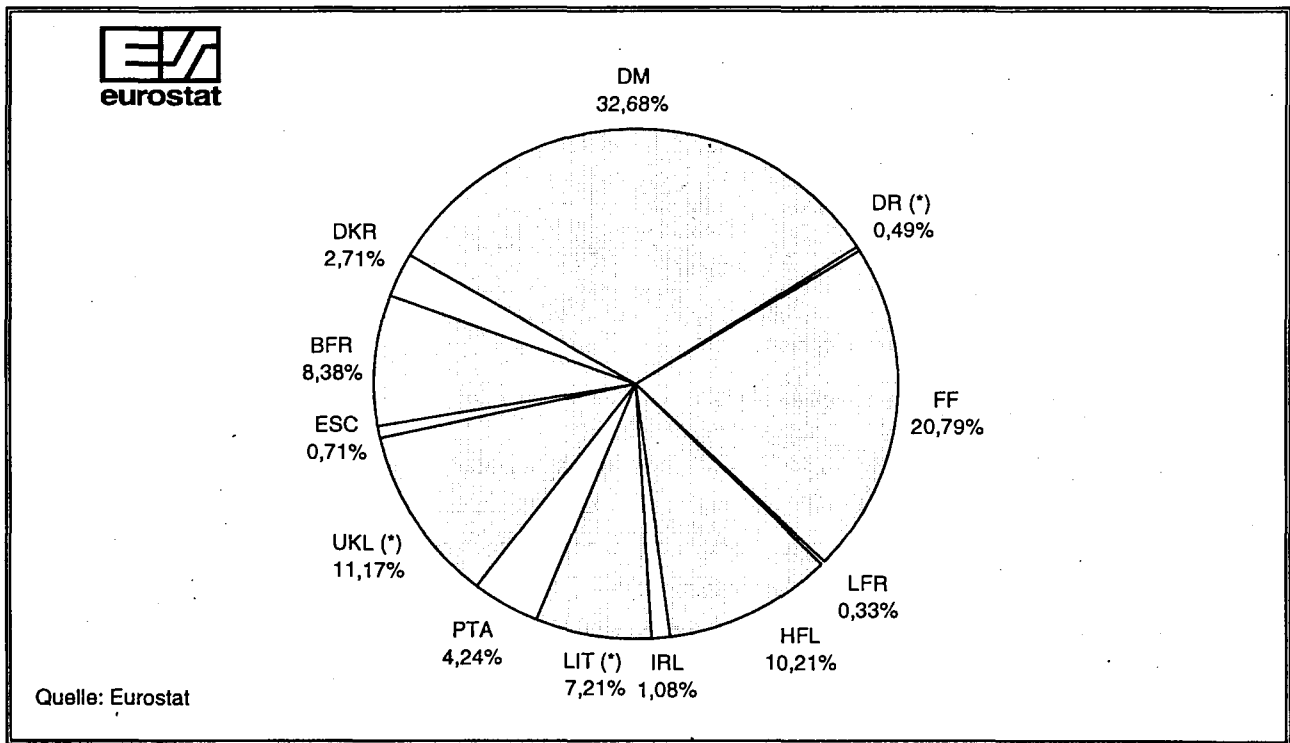
Quelle: Eurostat

GOV= Zentralstaat

SUPRA= Supranationale Institutionen

Die ECU ist eine Korbwahrung. Es läge daher nahe, die ECU-Renditen zum Beispiel auf der Basis der Renditen in den im Korb enthaltenen Währungen zu berechnen. Dieses Verfahren ist jedoch nicht frei von Kritik und bei aller theoretischen Gefälligkeit kaum praktikabel.

Gewichte der Währungen in der ECU berechnet auf der Grundlage der seit dem 06/03/95 geltenden Leitkurse



(*) Theoretische Leitkurse auf der Grundlage der am 06/03/95 gültige Marktkurse, da diese Länder nicht am WKM teilnehmen.

3. DIE VERSCHIEDENEN VERFAHREN ZUR MESSUNG DER RENDITEN

a. Das "Index-/Portefeuille"-Verfahren

Im Jahre 1990 wurde von Paribas Capital Markets der Liquid ECU Bond Index eingeführt, der die Renditen für eine Anzahl repräsentativer Laufzeiten (3, 5, 7 und 10 Jahre) enthält. Dieser Index basierte auf Sekundärmarkt-Notierungen für die am stärksten gehandelten Anleihen. Seit Mitte 1991 liefert J.P. Morgan ergänzende Informationen mit seinem ECU-Bond-Index, der die täglichen Renditeschwankungen sowohl für AAA- als auch für andere Anleihen meldet. Jeder Index steht für eine Teilmenge des Marktes und leitet sich aus einem Portefeuille repräsentativer Titel (mit hoher Liquidität und Bonität) ab. Die ausgewählten Portefeuille-Anleihen werden in der Regel nach ihrem Emissionsvolumen gewichtet. Die Rendite des Portefeuilles (d.h. der Index) wird dann anhand der Marktwerte für die Einzelrenditen berechnet. Letztere beruhen in der Regel auf den internen Preisnotierungen dieses Informationsmaklers. Die öffentliche Verfügbarkeit von Informationen über diese Indexwerte bedeutete für den ECU-Markt eine hohe Aufwertung, da erstmals tatsächliche langfristige Renditen systematisch und zuverlässig gemessen und veröffentlicht wurden. Darüber hinaus wurde ein gewisses Maß an Erläuterungen für professionelle Investoren gegeben, die jetzt auch Vergleiche zwischen ihrem Investitionsertrag und diesen "Benchmark"-Portefeuilles anstellen konnten.

b. Das Verfahren mit theoretischen Renditen

Da das Fehlen eines großen und liquiden ECU-Bondmarktes über den größten Teil der 80er Jahre zuverlässige, auf tatsächlichen Erträgen (von ECU-Papieren, die auf dem Sekundärmarkt gehandelt werden) basierende Indikatoren nicht zuließ, waren die Anstrengungen im wesentlichen auf die Konstruktion theoretischer Renditenwerte gerichtet. Die Zusammensetzung des ECU-Korbes und die Verfügbarkeit von Daten zu den Renditen von Staatsanleihen für die verschiedenen Korbwährungen erlaubten die Berechnung der Rendite theoretischer ECU-Anleihen mit verschiedenen Laufzeiten. Obwohl diese künstlichen Ertragswerte schwierig zu ermitteln und in gewissem Sinne auch irreführend waren, vermittelten sie dem Markt doch gewisse nützliche Angaben zum theoretischen Zinsniveau und damit eine gewisse Orientierung bei der Festsetzung der Zinssätze für neue Emissionen.

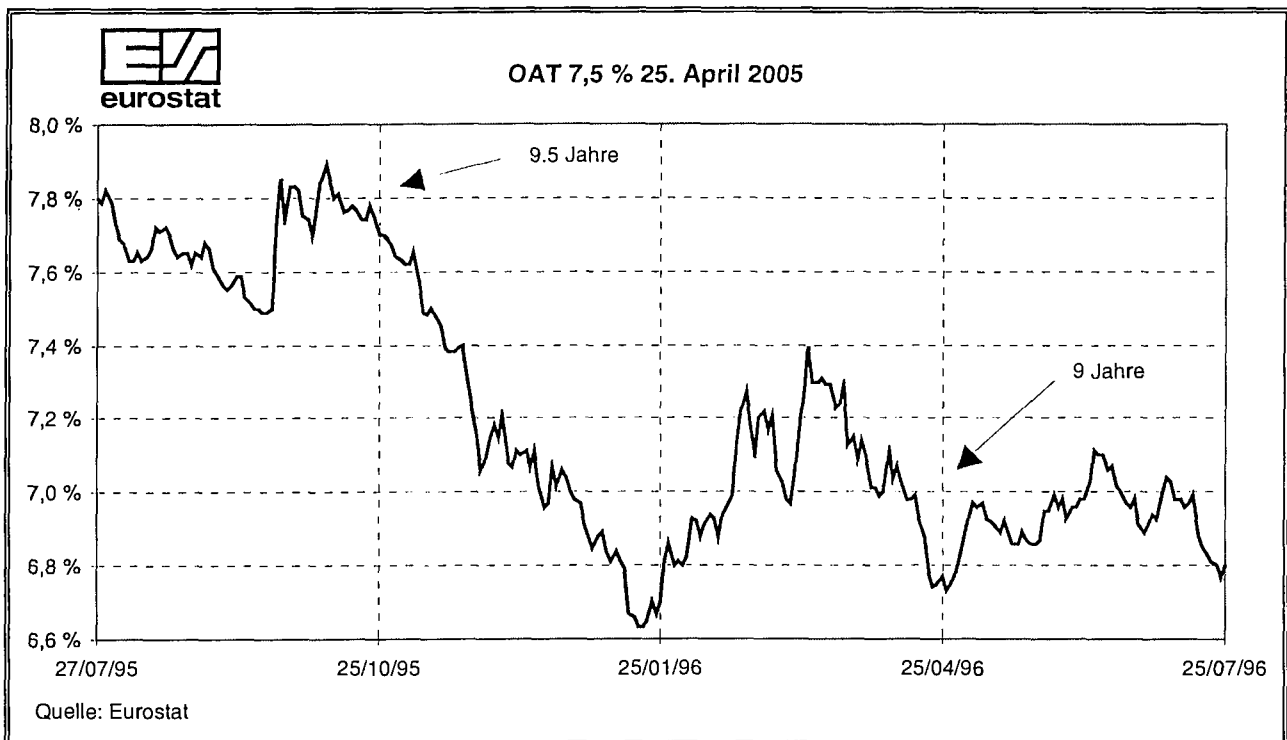
c. Das "Benchmark"-Verfahren

Eine einfache Möglichkeit zur Bestimmung von Renditen ist die Beobachtung der Ertragswerte von Emissionen, die sämtliche der nachstehend genannten Bedingungen erfüllen:

- Geringe Differenz zwischen Ausgabe- und Rücknahmekurs, d.h. ausreichende Liquidität
- Hoher ausstehender Betrag
- AAA-Rating
- Emittent: Einzelstaat (in einigen Fällen supranationale Institution).

Nun werden "Benchmark"-Bonds von den Marktteilnehmern zwar häufig als Referenzobjekte verwendet, doch vermitteln sie keine genauen und vergleichbaren Ertragswerte. Der Grund dafür ist das "Driften", d.h. die immer geringer werdende Restlaufzeit der Anleihen. So kann eine Anleihe, die als zehnjährige "Benchmark"-Anleihe bekannt ist, tatsächlich nur noch eine Laufzeit von z.B. 9 Jahren und zehn Monaten haben. Ein weiteres Problem ist die Wahl der Emittenten von als "Benchmark" fungierenden Titeln.

Renditeentwicklung einer "Benchmark"-Anleihe



d. Das Renditenstrukturkurven-Verfahren

Die Europäische Kommission hat sich nach einem Vergleich der für die Messung von ECU-Renditen vorhandenen Optionen zur Entwicklung von Renditenstrukturkurven entschlossen. Im weiteren Teil dieses Aufsatzes sollen die verschiedenen von der EK entwickelten und benutzten Modelle im einzelnen beschrieben werden.

4. DIE VON EUROSTAT GEWÄHLTE LÖSUNG: RENDITENSTRUKTURKURVEN (VORTEILE, METHODIK, UMLAUF DER INFORMATIONEN, INPUT UND OUTPUT)

a. Einleitende Bemerkungen

Die Kurve wird mit Hilfe traditioneller Regressionsverfahren bestimmt und bietet den Vorteil stetiger Werte über das gesamte Laufzeitspektrum. Die Modelle zur Bestimmung der Renditenstrukturkurven sind ursprünglich für den internen Gebrauch entwickelt und danach über einen Zeitraum von mehr als zwei Jahren eingehend auf ihre Robustheit getestet worden. Mit den Mitgliedstaaten haben regelmäßige Konsultationen stattgefunden, um deren Erfahrungen und Rat einzubeziehen. Da das Verfahren der Regressionsanalyse einen hohen Grad an Flexibilität im Hinblick auf die möglichen Formen der Funktion bietet, ist den Spezifikationen der Modelle große Aufmerksamkeit geschenkt worden. Um die Stimmigkeit unter verschiedenen Marktgegebenheiten und für unterschiedliche Laufzeiten zu überprüfen, werden alternative Modelle, die mit anderen Spezifikationen arbeiten und auf anderen Annahmen beruhen, parallel mitgeführt. So laufen neben dem Renditenstrukturkurven-Modell eine Anzahl weiterer Programme zur Untersuchung des Modellverhaltens und der Entwicklung der Hauptparameter mit.

b. Die Referenz-YTM-Kurve (YTM = yield to maturity, Rendite auf Endfälligkeit)

Die als Referenz dienende YTM-Kurve stellt die Struktur der Renditen von ECU-Obligationen mit Laufzeiten zwischen 1 und 10 Jahren dar. Sie basiert auf staatlichen oder supranationalen Emissionen der höchsten Qualität (AAA-Ranking) mit einem Umlaufvolumen von jeweils mindestens 500 Millionen ECU und ausreichend hoher Liquidität (nicht mehr als 50 Basispunkte zwischen Ausgabe- und Rücknahmekurs). Die Kurve wird errechnet, indem die gewählte Funktion (mit konstanter Form) durch Regression an die Ertragswerte angepaßt wird, wie sie von der ISMA, London (International Securities Market Association) bereitgestellt werden. Diese Werte spiegeln die An- und Verkaufspreise einer breiten Palette von Finanzinstituten wider.

Ausgewählte ISMA-Daten am 12. Juli 1996



ISIN-Code	Rücknahmekurs	Ausgabekurs
DK0009917403	109,478	109,797
FR0000117202	111,832	111,957
FR0000118606	114,93	115,084
FR0000119307	109,518	109,689
FR0000194409	107,13	107,29
FR0000195208	95,083	95,225
FR0000196008	101,631	101,756
FR0000197196	103,369	103,494
FR0100001884	99,75	99,125
FR0000197832	99,75	99,125
USG3156YBC78	101,542	101,857
XB000A113346	103,532	103,661
XB000A113833	99,13	99,255
XS0029761375	114,444	114,652
XS0030477508	111,278	111,426
XS0030730500	106,383	106,608
XS0033990879	110,911	111,226
XS0035572519	104,756	105,131
XS0042499763	105,737	106,032
XS0046785910	101,175	101,55
XS0046993944	100,742	101,117
XS0055333925	104,25	104,375
XS0063108772	99,158	99,283
XS0064614414	100,685	101,06

Quelle: ISMA

Obwohl zur Gewinnung der tatsächlich veröffentlichten Zahlen (der Referenz-YTM-Kurve) ein einziges Modell Anwendung findet, werden drei weitere Modelle parallel mitgeführt, mit denen die Qualität des Hauptmodells überwacht und potentielle spätere Verbesserungen getestet werden. Das zur Veröffentlichung verwendete Modell trägt die Bezeichnung A3, die drei anderen YTM-Modelle sind unter den Bezeichnungen A4, A5 und L3 bekannt. Eine Beschreibung der einzelnen Modelle wird nachstehend gegeben:

c. Das Referenz-YTM-Modell: Theoretische Überlegungen und Berechnung

Ein idealer Ansatz zur Erzeugung der ECU-Renditenstrukturkurve würde sich auf eine Theorie der Anleiherenditen gründen. Eine solche Theorie würde mit den Variablen (v_1, v_2, \dots, v_n) arbeiten, die einen Einfluß auf die Rendite (y) haben, dazu mit deren funktionaler Beziehung (f):

$$[1] \quad y = f(v_1, v_2, \dots, v_n)$$

Leider gibt es keine unumstrittene, allgemein anerkannte Theorie. Man kann jedoch auf pragmatischer Basis versuchen, die gemessenen Renditen vergleichbarer Anleihen an eine Kurve anzupassen, die die Funktion einer Referenzvariablen darstellt. Im vorliegenden Fall ist diese Variable die Laufzeit der Anleihe (M).

Der nächste Schritt ist die Bestimmung der Kurvenform. Diese sollte für jede Fälligkeit nur einen Wert haben. Dazu sollten auf einem gut ausgeglichenen Markt die Kurve und deren erste Ableitung stetig verlaufen. Außer diesen drei Merkmalen werden keine weiteren Forderungen an die Kurve gestellt.

Eine Polynomfunktion mit diesen Merkmalen ist der einfachste Ausgangspunkt:

$$[2] \quad y = P_n(M)$$

Um die Ordnung (n) der Kurve zu bestimmen, wurde der niedrigste Wert gewählt, der noch eine angemessene Flexibilität der gemessenen Werte zuläßt. Nach umfangreichen Tests wurde als dieser Wert das Polynom dritter Ordnung bestimmt. Es ist dies die niedrigste Ordnung, die der Kurve einen Umkehrpunkt gibt und ihr damit weder eine konvexe noch eine konkave Form für alle Fälligkeiten aufzwingt:

$$[3] \quad y = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3$$

Dieser geometrische Ansatz findet in den Renditenstrukturkurven für die größeren Währungen weithin Anwendung, ist aber mit gewissen Einschränkungen verbunden. Zunächst einmal erfordert er einen **Korb vergleichbarer Anleihen**, d.h. es müssen die Merkmale einkalkuliert werden, die einen Einfluß auf die Rendite der Anleihe haben können, und es müssen die Auswirkungen der in den Modellen nicht enthaltenen Variablen abgeschwächt werden, indem nur Anleihen mit ähnlichen Merkmalen gewählt werden. Doch reicht dies allein nicht aus: um sicher sein zu können, daß der Einfluß der in den Modellen nicht enthaltenen Variablen tatsächlich vernachlässigbar ist, muß es möglich sein, diesen Einfluß zu messen. Diese Dimension kann durch die Messung unklarer Schwankungen berücksichtigt werden.

Eine zweite Einschränkung besteht in der starken Abhängigkeit eines solchen Modells von einem **gut ausgeglichenen Markt** sowie von **Primärdaten hoher Qualität** zu den Anleiherenditen. Aus diesem Grunde entschloß man sich zur Verwendung hochrepräsentativer Emissionen, vor allem supranationaler oder staatlicher Anleihen (AAA-Rating) mit hohem Umlaufvolumen (500 Mio. ECU) und ausreichender Liquidität (höchstens 50 Basispunkte [bp] zwischen Ausgabe- und Rücknahmekurs). Diese Aspekte werden weiter unten behandelt.

Da ein Korb mit Anleihen, die diese Bedingungen erfüllen, unter den derzeitigen Marktbedingungen nicht groß genug wäre, wurde der Korbinhalt um Anleihen von geringfügig schlechterer Qualität erweitert. Das Modell erhielt deshalb zusätzlich eine Qualitätsvariable (Q):

$$[A2] \quad Y_2 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_4 Q + c_5 MQ$$

Die beiden letzten Glieder der Gleichung tragen der Tatsache Rechnung, daß einige der Emissionen eine Kreditqualität haben, die (gemessen an ihrem Kredit-Rating) der Bewertungsstufe unmittelbar unter AAA entsprechen. Diese Emissionen werden hier als "Sonstige" bezeichnet. Das Glied $c_4 Q$, in dem $Q = 0$ "AAA" und $Q = 1$ "Sonstige" bedeutet, bezeichnet daher die durchschnittliche Differenz zwischen beiden Anleihekategorien unter der Annahme, daß diese Differenz konstant bleibt. Eine praktikablere Form der Gleichung wurde mit dem letzten Glied $c_5 MQ$ gewählt, das für eine laufzeitabhängige Differenz steht.

Eine Polynomkurve dritter Ordnung erweist sich häufig nicht in der Lage, eine angemessene Anpassung über den gesamten Laufzeitbereich zu gewährleisten. Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, liegt in der Einführung von Polynomen höherer Ordnung. In der Regel bietet sich als geeignetere Alternative die Verwendung von Spline-Regressionsfunktionen an, mit denen der Laufzeitbereich in mehrere Abschnitte unterteilt und jeder Abschnitt mit einem eigenen Polynom versehen wird, womit sowohl Kontinuität als auch glatte Übergänge (d.h. Kontinuität in der ersten und zweiten Ableitung) gesichert werden.

Nach einer Anzahl von Versuchen erwies sich ein einzelner "Knotenpunkt" im fünften Jahr der Verlaufskurve als geeignetste Option (Modell A3):

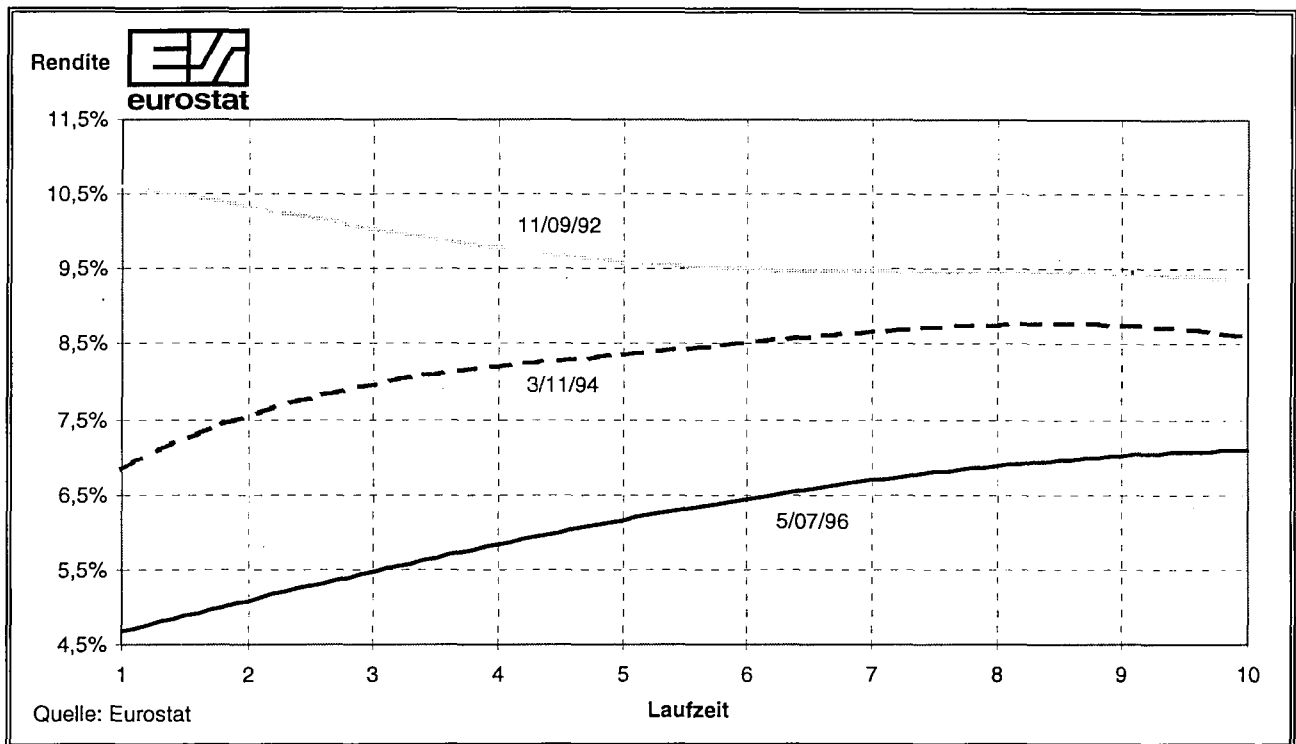
$$[A3] \quad Y_3 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_4 Q + c_5 MQ + c_6 \max(0, M - 5)^3$$

Mit diesem Modell werden sowohl die "AAA"-Kurve ($Q = 0$) als auch die "Sonstige"-Kurve ($Q = 1$) bestimmt. Die "AAA"-Kurve wird als die "ECU-Renditenstrukturkurve" ("ECU Yield Curve") der Kommission veröffentlicht:

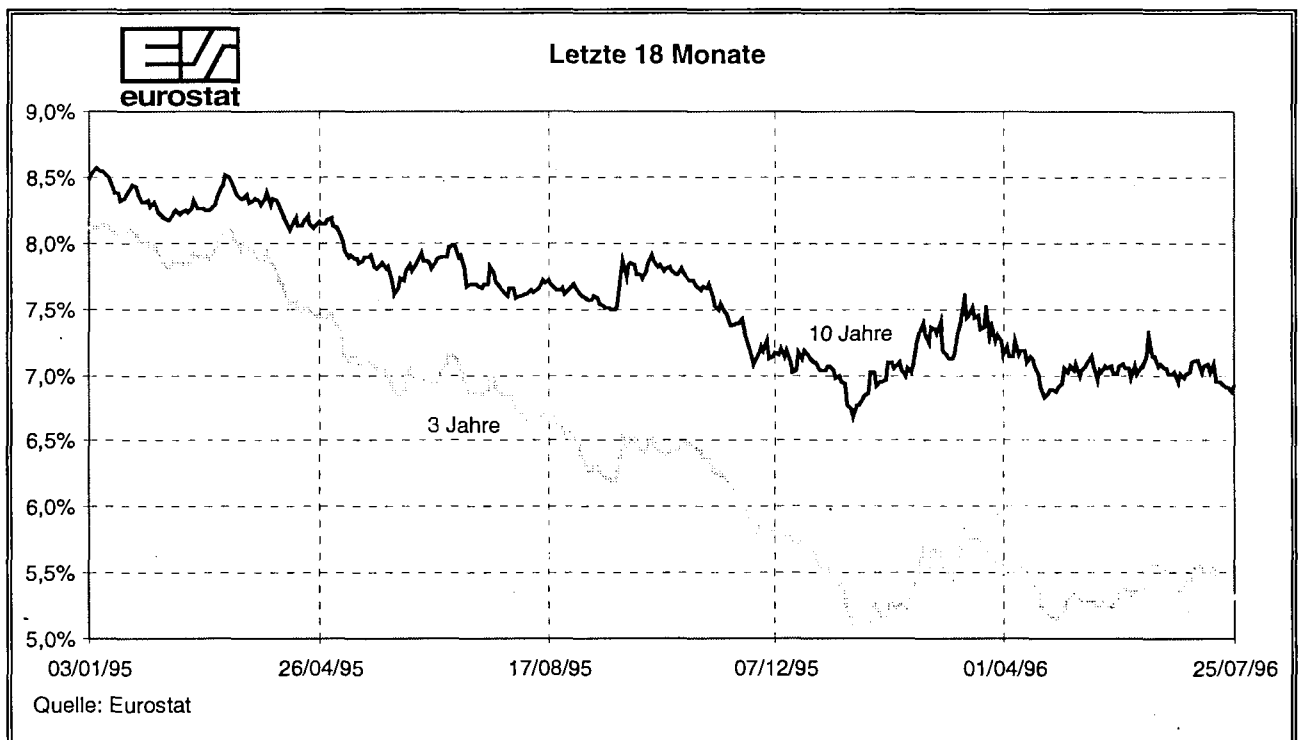
$$[A3A] \quad Y_{ECU} = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_6 \max(0, M - 5)^3$$

Demzufolge beruhen die veröffentlichten Renditewerte auf AAA-Anleihen, auch wenn in die Berechnung der Kurven noch eine Reihe anderer Anleihen eingehen.

Die ECU-Renditenstrukturkurve an drei verschiedenen Tagen



Entwicklung der Rendite für 3- und 10-jährige Laufzeit



Beispiele der täglichen Koeffizienten



Koeffizienten	C0	C1	C2	C3	C6
15/07/96	+4.0090547E+0	+6.3347435E-1	-5.2695032E-2	+2.5329595E-3	-4.6433900E-3
16/07/96	+3.9753604E+0	+6.7489713E-1	-6.1701275E-2	+3.0385470E-3	-4.0764860E-3
17/07/96	+4.1084852E+0	+5.0300086E-1	-2.1718191E-2	+1.9135482E-4	-1.6196794E-3
18/07/96	+4.0571146E+0	+5.1015675E-1	-2.1484386E-2	+9.9047729E-6	-5.5228785E-4
19/07/96	+4.1429820E+0	+4.1202268E-1	+2.6167000E-3	-1.8089184E-3	+1.6922166E-3

Quelle: Eurostat

d. Auswahl der Daten

Um als geeignet für die Aufnahme in den Korb beurteilt zu werden, muß eine Anleihe sämtliche der nachstehend genannten Kriterien erfüllen:

- **Emittenten:** nationale oder supranationale Institutionen, die als Schuldner, nicht als Bürgen für die Emission fungieren, Emittenten sowohl innerhalb als auch außerhalb der Gemeinschaft.
- **Qualität:**
 - ($Q = 0$) Aaa nach Moody's *und* AAA nach Standard + Poor's
 - ($Q = 1$) Mindestens Aa1 nach Moody's *oder* AA+ nach S + P
- Nicht mit einem Rating versehene Emissionen, die eine *pari passu*-Klausel haben, werden wie andere, mit einem Rating versehene Emissionen desselben Emittenten behandelt.
- **Ausstehender Gesamtbetrag:** mindestens ECU 500 Mio.
- **Differenz Ausgabe-/Rücknahmekurs:** höchstens 50bp.

In Frage kommen **Euroanleihen** sowie diesen vergleichbare Inlands-Anleihen. Der Markt für ECU-Anleihen besteht aus mehreren Segmenten: dem Euro-Anleihemarkt, auf dem die meisten ECU-Anleihen emittiert und gehandelt werden, und den Domestic-Märkten. In einigen Fällen (z.B. im Falle der französischen ECU-OAT) sind die Papiere zu den gleichen Bedingungen wie die internationalen Emissionen begeben worden und können daher wie das internationale Marktsegment behandelt werden (wegen des Fehlens einer Quellensteuer, wegen ähnlicher Clearing- und Settlementverfahren usw). Für "reine" inländische Emissionen (wie z.B. italienische CTE, an die ECU gekoppelte griechische Anleihen) gilt dies jedoch nicht, da diese jeweils eigene, spezifische Attribute haben.

- Inländische ECU-Emissionen werden nur dann berücksichtigt, wenn sie mit Euroanleihen vergleichbar sind; sie sollten vor allem:
 - für Nicht-Gebietsansässige quellensteuerfrei sein
 - ähnlichen Clearing- und Settlementverfahren unterliegen.
- Es werden nur **festverzinsliche** Anleihen berücksichtigt, wobei die Emission darüber hinaus keine besonderen Merkmale haben sollte, die das Ertragsniveau beeinflussen (z.B. Call- oder Put-Optionen, Null-Kupon-Anleihen usw.)
- Es werden nur Instrumente des **Kapitalmarktes** (nicht des Geldmarktes) berücksichtigt, wobei die Restlaufzeiten länger als 1 Jahr betragen sollten.

Für die Berechnungen werden die täglich veröffentlichten Schlußnotierungen der der ISMA (International Securities Market Association) angeschlossenen Händler herangezogen.

e. Monitoring des Korbes

Eurostat beobachtet die Qualität der von der ISMA eingehenden Daten (Monitoring). Dazu gehört für jede der Korbemissionen der Vergleich der Unterschiede zwischen den mit Hilfe der Modelle errechneten theoretischen Renditen und den tatsächlichen Marktrenditen. Auf der Grundlage eines wöchentlichen Berichts über die Bewegungen im Korb (Preise, Unterschiede zwischen den mit unseren Modellen berechneten und den Marktrenditen, Differenz Ausgabe-/ Rücknahmekurs) wird entschieden, welche Anleihen im Korb verbleiben, welche herausgenommen und welche hinzugefügt werden. In diese Entscheidungen gehen ebenso Informationen über neue Emissionen, über Veränderungen bei den Ratings, über eine Verbesserung oder Verschlechterung der Liquidität usw. ein. Dabei werden die genannten Kriterien restriktiv gehandhabt, vor allem in Grenzfällen, um sicherzustellen, daß der Korb nur solche Anleihen enthält, die vom Markt als erstklassig bewertet werden. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß sich der Korbinhalt nur selten verändert. Wenn es Veränderungen gibt, werden diese jeweils am darauffolgenden Montag wirksam. Unserer Meinung nach ergeben sich die ausgezeichneten Ergebnisse für das korrigierte Bestimmtheitsmaß R aus der hohen Qualität der im Modell verwendeten Anleihenpreise, die ihrerseits das Ergebnis des regelmäßigen Informationsflusses zwischen der ISMA und den beteiligten Dienststellen der Kommission sind.

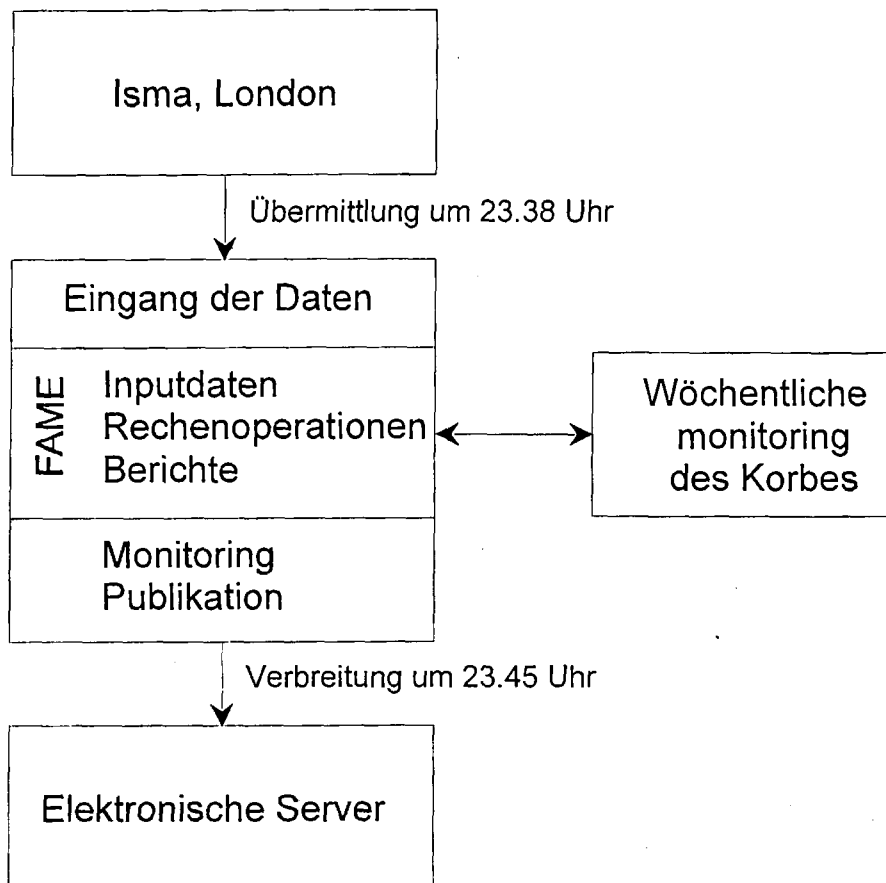
Korb am 9. August 1996



	ISIN	Name	Fälligkeit	Laufzeit	Kupon	Qualität	Betrag
1	XS0033990879	COUNCIL OF EUROPE	14/11/2001	5,26	9	1	1 100
2	DK0009917403	KINGDOM OF DENMARK	24/04/2002	5,71	8,5	1	1 300
3	USG3156YBC78	EBRD	06/05/1999	2,74	6	0	500
4	XS0030730500	EUROPEAN COMMUNITY	18/03/1998	1,60	9,25	0	1 120
5	XS0035572519	EUROPEAN COMMUNITY	15/12/1997	1,35	8,625	0	820
6	XS0046785910	EUROPEAN COMMUNITY	03/11/2000	4,24	6	0	1 000
7	XS0046993944	EUROPEAN COMMUNITY	25/11/1998	2,29	5,5	0	475
8	XS0029761375	EUROPEAN INVESTMENT BANK	24/01/2001	4,46	10	0	1 150
9	XS0042499763	EUROPEAN INVESTMENT BANK	10/03/2000	3,58	7,75	0	650
10	XS0064614414	EUROPEAN INVESTMENT BANK	04/04/2001	4,65	6	0	500
11	FR0000117202	REPUBLIC OF FRANCE	25/04/2000	3,71	9,5	0	2 174
12	FR0000118606	REPUBLIC OF FRANCE	26/02/2001	4,55	10	0	1 083
13	FR0000119307	REPUBLIC OF FRANCE	15/03/2002	5,60	8,5	0	1 988
14	FR0000194409	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2003	6,71	8	0	1 260
15	FR0000195208	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2004	7,71	6	0	3 954
16	FR0000196008	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2002	5,71	6,75	0	2 175
17	FR0000197196	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2005	8,71	7,5	0	1 213
18	FR0000197832	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2006	9,71	7	0	981
19	FR0100001884	REPUBLIC OF FRANCE - BTAN	16/03/2001	4,60	6	0	815
20	XB000A113346	REPUBLIC OF FRANCE - BTAN	16/03/1998	1,60	7,25	0	3 131
21	XB000A113833	REPUBLIC OF FRANCE - BTAN	16/03/1999	2,60	5	0	2 326
22	XS0030477508	UNITED KINGDOM	21/02/2001	4,54	9,125	0	2 750
23	XS0055333925	UNITED KINGDOM	27/01/1998	1,47	8	0	2 000
24	XS0063108772	UNITED KINGDOM	26/01/1999	2,46	5	0	1 000

f. Beschreibung des Ablaufs

Die ISMA in London übermittelt täglich um 23.38 Uhr (Brüsseler Zeit; 22.38 Uhr Londoner Zeit) einen Datensatz mit den Tagesdaten für die wichtigsten ECU-Anleihen - insgesamt über 200 Eintragungen. Diese Daten werden im Rechner verarbeitet, der die ECU-Renditenstrukturkurve (das Referenz-YTM-Modell) innerhalb von etwa 5 Minuten für unsere Publikationen bereithält. Dieser Prozeß ist im folgenden Schaubild dargestellt:



Der von der ISMA gelieferte Datensatz besteht aus über 200 Eintragungen, die zu den einzelnen ECU-Titeln jeweils folgende Daten enthalten:

- ISIN-Kenn-Nummer (2 alphabetische + 10 numerische Zeichen), die die jeweilige Anleihe **eindeutig** identifiziert
- Bezeichnung der Anleihe
- Endfälligkeitsdatum
- Kupon
- Restlaufzeit
- Ankaufspreis
- Verkaufspreis
- Rendite bei Rückkauf.

Diese Daten werden in einer FAME-Datenbank gespeichert.

Nach der Speicherung der Input-Daten werden die für den Korb in Frage kommenden Obligationen anhand der oben genannten Kriterien für Qualität, ausstehenden Betrag und Differenz zwischen Ausgabe- und Rücknahmekurs ausgewählt. Anschließend werden mit diesem Korb von Obligationen die vier Modelle (Referenz-YTM-Modell und die weiter unten vorgestellten alternativen YTM-Modelle) über den FAME-Befehl FIT berechnet. Über diesen Befehl erhält man die Koeffizienten der Kurven (6 bis 8 Koeffizienten pro Modell) sowie drei Qualitätsmaße für die Regressionskurven (mittlerer absoluter Fehler, Rest-Standardabweichung und korrigiertes Bestimmtheitsmaß R). Der gesamte Rechengang dauert etwa 5 Minuten. Die Ergebnisse liegen bis spätestens 23.45 Uhr (Brüsseler Zeit) vor.

Zusätzlich zu diesem täglich angewendeten Verfahren sind drei weitere FAME-Programme entwickelt worden. Das wichtigste dieser Programme erlaubt es uns, den Inhalt des Korbes für die Berechnung zu ändern. Folgende Änderungen sind möglich:

- Hinzufügen einer Anleihe (neue Emission oder verbesserte Qualität oder Liquidität einer vorhandenen Emission)
- Herausnahme einer Annahme (Verschlechterung der Qualität oder Liquidität der Anleihe, Laufzeit fällt unter 1 Jahr)
- Veränderte Bonität der Anleihe.

5. DIE ANDEREN EUROSTAT-MODELLE: ANDERE MODELLE AUF DER BASIS DES YTM-VERFAHRENS; DISKONTIERUNGS-, SPOT-, FORWARD-, PARI-MODELL

a. Andere Modelle auf der Basis des YTM-Verfahrens

Bei dem Versuch der Ergänzung des Modells A3 (Referenz-YTM-Kurve) wurde eine für die Liquidität (Differenz Ausgabe-/Rücknahmekurs) stehende Variable (S) untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß diese Variable das Modell selbst bei hoher Liquidität der Korb-anleihen beeinflusst. Diese Modellerweiterung war nicht - wie die anderen - geometrischer, sondern eher theoretischer Natur. Damit erhalten wir das Modell A5:

$$[A5] \quad Y_5 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_4 Q + c_5 MQ + c_6 \max(0, M - 5)^3 + c_7 S$$

sowie die zugehörige AAA-Kurve:

$$[A5A] \quad Y_5 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_6 \max(0, M - 5)^3 + c_7 S$$

Die anderen Variablen wie Kupon, Emissionsvolumen oder Anzahl der "market makers" scheinen langfristig einen schwachen Einfluß auf das Renditeverhalten zu haben.

Die Verteilung der für den Korb ausgewählten Anleihen nach ihrer Laufzeit ist nicht immer homogen: es scheint eine Konzentration auf kürzere Laufzeiten vorhanden zu sein. Darüber hinaus ist die Renditenkurve in den meisten Fällen für kurze Laufzeiten steiler als für lange. Aus diesem Grund sind eine Anzahl von Renditenkurven nicht auf der Laufzeit, sondern auf deren Logarithmus aufgebaut. Dadurch ergibt sich eine glattere Verteilung der Emissionen entlang der Abszisse, so daß die Kurve - wenn erforderlich - mehr Flexibilität erhält. Daraus entsteht - abgeleitet von A3 - die Methode L3:

$$[L3] \quad Y_{l,3} = c_0 + c_1 \log M + c_2 \log^2 M + c_3 \log^3 M + c_4 Q + c_5 MQ + c_6 \log^3(\max(1, M/5))$$

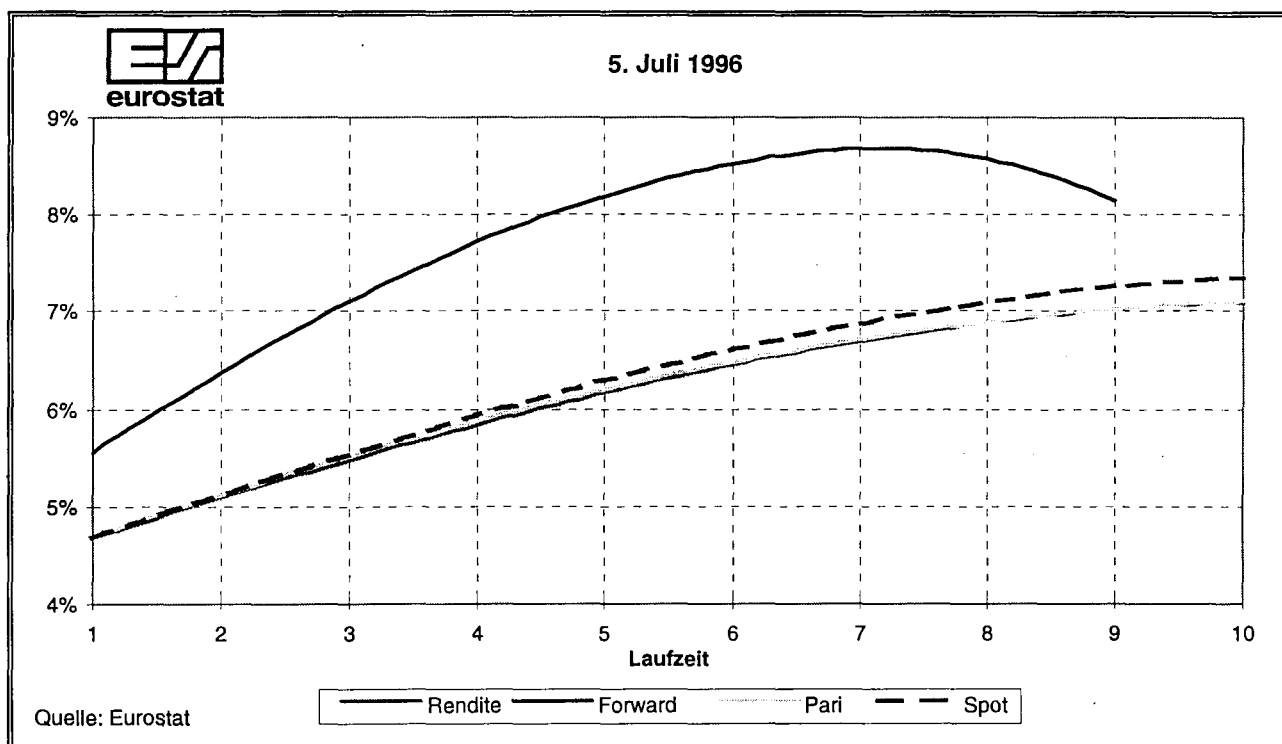
mit der AAA-Kurve

$$[L3A] \quad Y_{l,3} = c_0 + c_1 \log M + c_2 \log^2 M + c_3 \log^3 M + c_6 \log^3(\max(1, M/5))$$

Dazu sei angemerkt, daß das Glied $c_5 MQ$ wegen der linearen Beziehung zwischen Laufzeit und Qualität übernommen worden ist. Bei diesen Berechnungen werden der Einfachheit halber Logarithmen mit Basis 10 verwendet, da die Werte 0; 0,5; 1 und 1,5 auf der logarithmischen Skala Laufzeiten von etwa 1; 3; 10 bzw. 30 Jahren entsprechen. Bei Verwendung einer anderen logarithmischen Basis würden sich zwar für die Kurve andere Koeffizienten ergeben, doch bliebe die Kurve selbst die gleiche.

Ergänzend zu den - oben beschriebenen - auf den Erträgen bei Rückkauf beruhenden Regressionsmodellen sind weitere Tests und Beobachtungen mit anderen Arten von Modellen vorgenommen worden, die auf gänzlich anderen theoretischen Annahmen beruhen. So werden z.B. Pari-Renditenwerte durch Schätzungen der ECU-Diskontierungsfunktion erzeugt. Obwohl dieses Verfahren theoretisch rigoroser (und aus der Sicht der Rechenoperationen deutlich komplexer) ist, sind die erhaltenen Ergebnisse im großen und ganzen mit denen aus den oben beschriebenen Regressionsmodellen vergleichbar, wenn auch von geringerer Qualität und Genauigkeit.

Die auf dem "YTM-Verfahren" basierenden Modelle



b. Andere Modelle auf der Basis weiterer Verfahren

i. Einleitung

Die Modelle A2, A3 (das veröffentlichte Modell) und A5 beruhen auf dem "YTM-Verfahren". Auch wenn das Verfahren der "ECU-Renditenstrukturkurve" nützliche Ergebnisse liefert, ist es doch aus theoretischer Sicht bis zu einem gewissen Grade wegen der kritikwürdigen Eigenschaften der Erträge bei Rückkauf angreifbar. So wird in der Ertragsformel z.B. angenommen, daß die Diskontierungsraten über die Zeit konstant - d.h. für alle Laufzeiten identisch - sind, obwohl dies dem Konzept einer Renditenstrukturkurve grundlegend widerspricht. Mit dem YTM-Verfahren werden nur Null-Kupon-Anleihen richtig behandelt. Darüber hinaus hat jedes Papier unterschiedliche tatsächliche Diskontierungsraten, da diese unabhängig voneinander berechnet werden. Beim Vergleich zweier Obligationen mit unterschiedlichen Renditen (RY) wird deutlich, daß identische Cash-flows zum gleichen Auszahlungstermin für beide Papiere mit unterschiedlichen Sätzen abgezinst werden, d.h. daß ähnliche Cash-flows je nach Gesamt-RY des einzelnen Papiers unterschiedlich behandelt werden. Trotz dieser Nachteile sind die Erträge bei Rückkauf notwendig, weil sie von den Marktteilnehmern weithin akzeptiert und auch verwendet werden. Die Unterschiede zwischen den Swapkursen und dem RY werden genau beobachtet, und ihre Entwicklung hat Einfluß auf die Entwicklung des ECU-Bondmarktes insgesamt.

Die Nachteile der Kassakurse haben Eurostat veranlaßt, das Spektrum der verfügbaren Analyseinstrumente zu erweitern, um Rendite-Struktur und -Verhalten der ECU-Anleihen besser verstehen zu können. Bei den neuen Modellen handelt es sich um eine Spot-Kurve und um eine Kurve mit den in einem Jahr erwarteten Renditen (one-year forward curve), beruhend auf einer Diskontierungs- und einer Pari-Kurve.

ii. Die "ECU-Diskontierungskurve"

Bei der Formel für das "YTM-Verfahren" wird angenommen, daß die Diskontierungsraten über die Zeit konstant - d.h. für alle Laufzeiten identisch - sind, obwohl dies dem Konzept einer Renditenstrukturkurve grundlegend widerspricht. Die tatsächlichen Diskontierungsraten sind, da sie unabhängig voneinander berechnet werden, für jedes Papier unterschiedlich. Ein Vergleich zweier Obligationen mit unterschiedlichen Renditen (RY) macht deutlich, daß identische Cash-flows zum gleichen Auszahlungstermin für beide Papiere mit unterschiedlichen Sätzen abgezinst werden, d.h. daß ähnliche Cash-flows je nach Gesamt-RY des einzelnen Papiers unterschiedlich behandelt werden. Diese Inkongruenzen lassen sich durch die Bestimmung der "ECU-Diskontierungsfunktion" beseitigen, da die Spotkurse jetzt über den Laufzeitbereich schwanken können und dieselben Spotkurse durchgängig auf alle Anleihen angewendet werden. Die ECU-Diskontierungsfunktion gibt die Zinssätze für ein beliebiges Papier unter der Bedingung wieder, daß sowohl die Zeiträume als auch die Höhe aller künftigen Zahlungen mit völliger Sicherheit bekannt sind. Bei Fehlen eines Ausfallrisikos ist die ECU-Diskontierungsfunktion "monoton, nicht wachsend" und für jeden beliebigen Zeitpunkt einmalig. Als weitere Bedingungen gilt, daß die Funktion positiv und sich der gegenwärtige Wert von einer heute fälligen ECU auf 1 ECU belaufen muß.

Das Verfahren zur Bestimmung der Diskontierungsfunktion ist von etwas komplexer Art, da diese als solche auf dem Markt nicht beobachtet werden kann. Nur Null-Kupon-Anleihen geben einen direkten Wert der Funktion bei einer bestimmten Laufzeit, da sie nur eine einzige zukünftige Auszahlung haben. Bei den traditionellen Bullet-Bonds ist die Situation weniger transparent: der Preis dieser festverzinslichen Papiere repräsentiert den Wert einer Reihe zukünftiger Zahlungen (Zinsen und Kapital), während der Einzelwert oder -preis jeder einzelnen Zahlung unbekannt bleibt. Die Diskontierungsfunktion wird über ein Regressionsverfahren angepaßt, dessen Formel nachstehend angegeben ist. Die so bestimmte Diskontierungsfunktion läßt sich zur Berechnung eines Preises für jede festverzinsliche Anleihe durch Aufsummierung des gegenwärtigen Wertes aller ihrer zukünftigen Cash-flows berechnen.

Die ECU-Diskontierungsfunktion wird durch Regression mit Hilfe folgender Formel berechnet:

$$[1] \quad P = V \cdot DF(M) + C \cdot \sum_{t=1}^{I[M]} DF(t)$$

Hierin sind P der Marktpreis der Anleihe, V das Kapital, C die Höhe der jährlichen Zinsen (Kupon), M die Restlaufzeit der Anleihe, $I[M]$ der ganzzahlige Teil von M und $DF(M)$ die gewünschte funktionale Form der Diskontierungskurve.

$$[2] \quad DF(M) = 1 + K_1 M + K_2 QM + K_3 M^2 + K_4 QM^2 + K_5 M^3 + K_6 \max(0, M - 5)^3$$

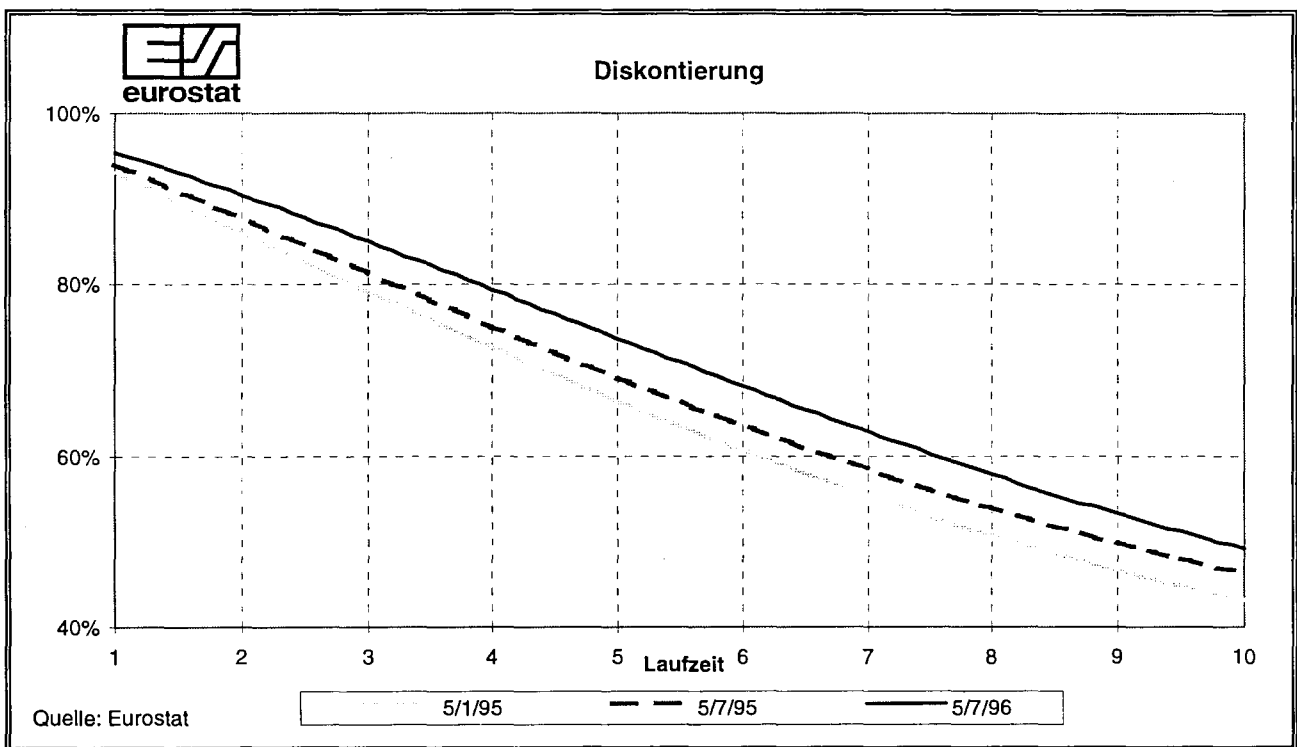
Nach Berechnung von $DF(M)$ wird die als Referenz dienende AAA-"ECU-Diskontierungsfunktion" $D(M)$ durch Setzen von Q gleich Null hergeleitet:

$$[3] \quad D(M) = 1 + K_1 M + K_3 M^2 + K_5 M^3 + K_6 \max(0, M - 5)^3$$

Gültigkeitsbereich: Dieses Verfahren liefert Ergebnisse für einen Zeitraum von 0 bis 10 Jahren. Zwischen 0 und 1 Jahr ist die Diskontierungsfunktion jedoch eine unzureichende Näherung an die tatsächlichen Verhältnisse, da zur Berechnung der Diskontierungsraten keine Anleihe aus diesem Bereich berücksichtigt wird.

Die so bestimmte ECU-Diskontierungsfunktion läßt sich zur Berechnung eines Preises für jede festverzinsliche Anleihe durch Aufsummierung des derzeitigen Wertes aller ihrer zukünftigen Cash-flows berechnen. Umgekehrt kann die ECU-Diskontierungsfunktion dazu verwendet werden, den Kupon einer Anleihe mit einer bestimmten Laufzeit zu berechnen, wenn deren Preis bekannt ist. So könnte man z.B. den hypothetischen Fall einer dreijährigen festverzinslichen Anleihe, die zum Nennwert gehandelt wird, nehmen und mit Hilfe der Diskontierungsfunktion den entsprechenden Kupon-Wert ableiten. Der so ermittelte Kupon-Wert steht nicht nur für die Pari-Rendite für die dreijährige Laufzeit, sondern auch für den Ertrag, der bei Tilgung dieser hypothetischen Anleihe erzielt wird. Dieser Wert ließe sich dann als die dreijährige Referenzrate ansehen. Um eine Pari-Renditenstrukturkurve zu erhalten, müssen die gleichen Berechnungen für den gesamten Laufzeitbereich angestellt werden.

Die "ECU-Diskontierungsfunktion" an drei verschiedenen Tagen



iii. Die "ECU-Spotkurve"

Von der ECU-Diskontierungskurve läßt sich eine "ECU-Spotkurve" (Modell S1) ableiten. In der Spot-Renditenkurve sind die Renditen von Null-Kupon-Anleihen als Funktion der Laufzeit aufgetragen. Sofern die Diskontierungsraten bekannt sind, lassen sich die Spot-Renditen leicht mit Hilfe einer einfachen Transformation bestimmen. Alternativ dazu könnten die Spot-Renditen auch aus den Pari-Renditen abgeleitet werden. Der Spotkurs läßt sich als die Rendite auf Endfälligkeit einer hypothetischen Null-Kupon-Anleihe sehen und ist als solcher ein Durchschnittswert der Kurse für die einzelnen Zeiträume bis zur Endfälligkeit. Die Null-Kupon-Renditenstrukturkurve (als Darstellung der einzelnen Spotkurse) ist die Kurve, auf die gewöhnlich in der Literatur Bezug genommen wird, wenn von der "Termstruktur der Zinssätze" gesprochen wird. Die Null-Kupon-Renditenstrukturkurve läßt sich eindeutig in drei weitere nützliche Kurven transformieren: die Pari-Renditenkurve, die Diskontierungskurve sowie die (implizierte) Forward-Renditenkurve.

$S(M)$ ist die über die Zeit gewogene Rendite einer M -jährigen Anleihe. Da die Spotkurve die entsprechenden Diskontierungsfaktoren verwendet, stellt sie die geeignetste Methode zur Ermittlung der Cash-flows dar und ist in dieser Hinsicht dem YTM-Verfahren vorzuziehen.

Die von Eurostat errechnete Spotkurve beruht auf folgender Formel:

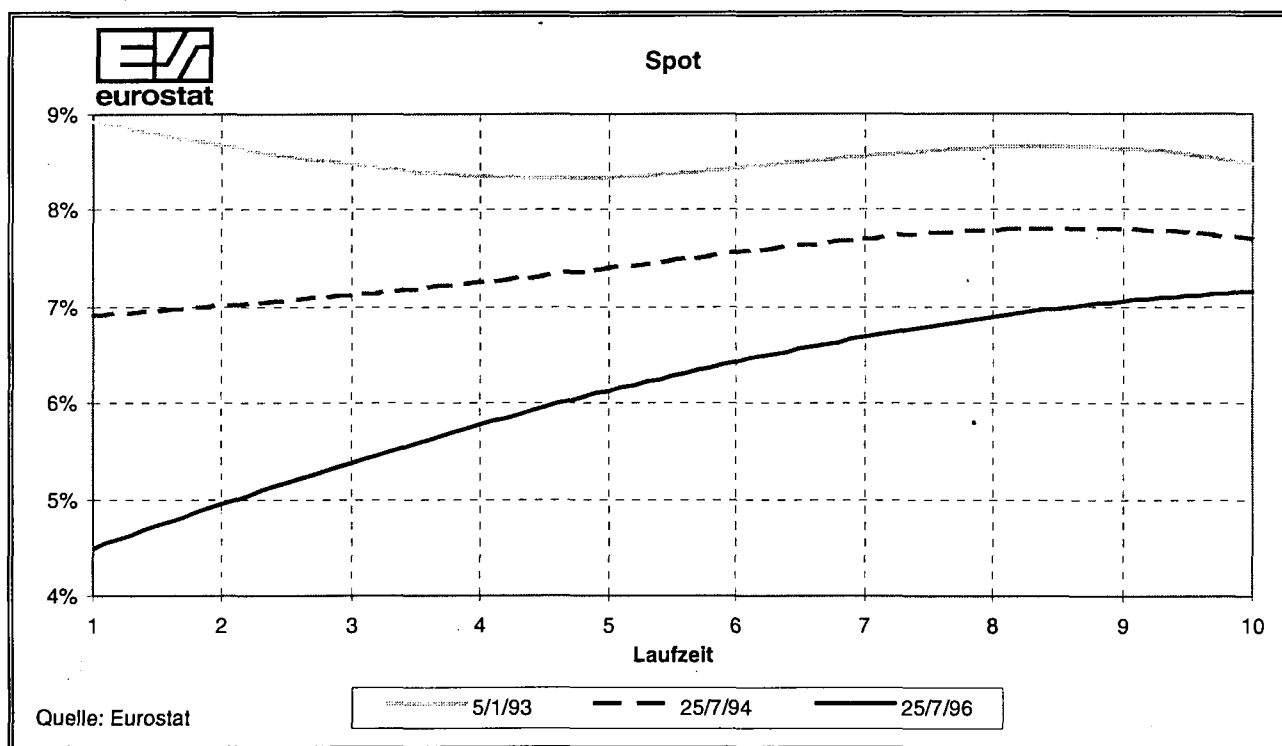
$$[4] \quad S(M) = [D(M)]^{-1/M} - 1$$

Hierin sind $S(M)$ die Spot-Rendite einer Anleihe mit M Jahren Restlaufzeit und $D(M)$ die im vorhergehenden Abschnitt beschriebene ECU-Diskontierungsrate.

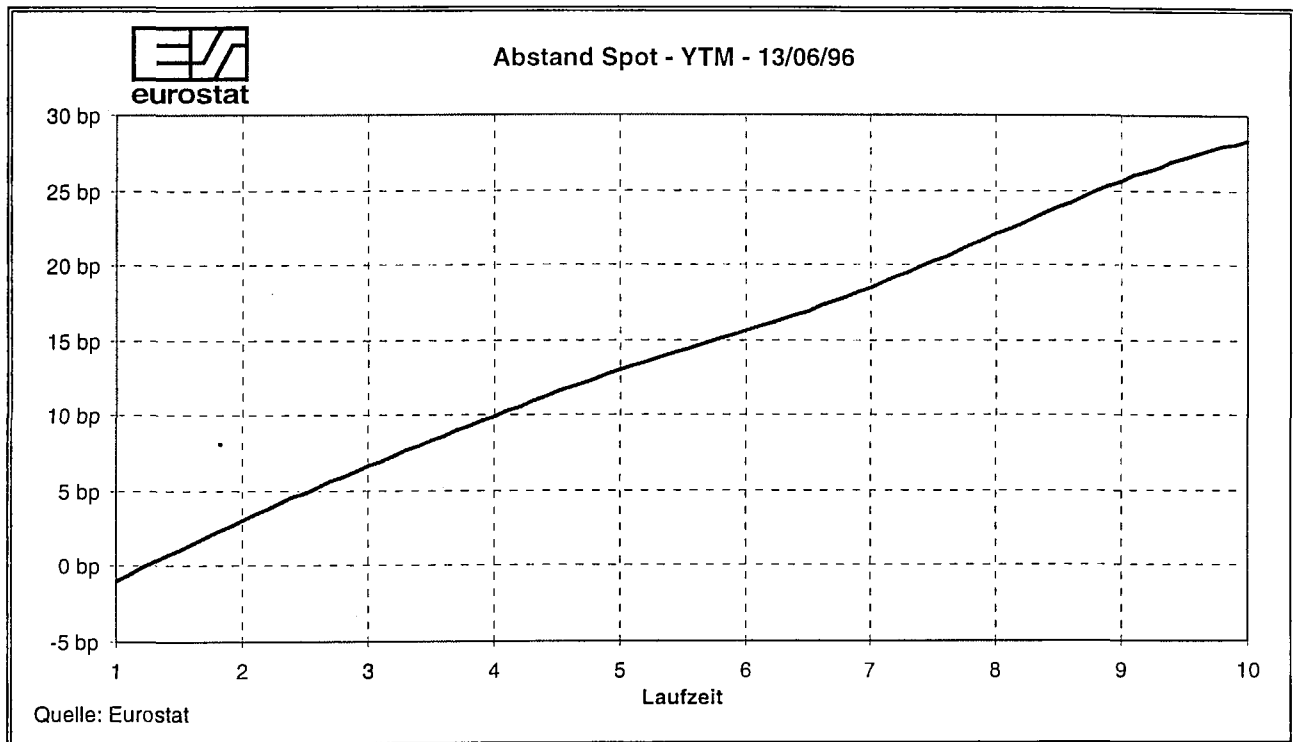
$$[5] \quad D(M) = [S(M) + 1]^{-M}$$

Gültigkeitsbereich: Die ECU-Spotkurve liefert Ergebnisse für einen Zeitraum von 1 bis 10 Jahren, wobei hier die gleichen Einschränkungen gelten wie für die Diskontierungskurve, von der sie abgeleitet ist.

Die "ECU-Spotkurve" an drei verschiedenen Tagen



Abstand zwischen der "ECU-Spotkurve" und der Referenz-YTM-Kurve an einem bestimmten Tag



iv. Das Forward-forward-Verfahren und die "ECU-Forward-Kurve"

Die "ECU Forward-Kurve" ist eine Kurve mit den in einem Jahr erwarteten Renditen. Sie stellt die Renditen einjähriger Anleihen zum Zeitpunkt $(M+1)$ Jahre dar. (Implizierte) Forward-Renditen werden im Prinzip als ein Verhältnis von Diskontierungsraten definiert. Die Forward-Rendite spiegelt die Markterwartungen für einjährige Anleihen für den Zeitpunkt $(M+1)$ Jahre auf der Grundlage der aktuellen Spot-Renditen wider. Forward-Renditenkurven sind für bis zu 9 Jahre verfügbar - die anderen Instrumente für bis zu 10 Jahre. Die (implizierte) Forward-Kurve besteht aus den für zukünftige Einzelzeiträume (im unserem Fall Einjahreszeiträume) unterstellten Zinssätzen (forward rates), d.h. den Einzelzinssätzen, wie sie für zukünftige Termine erwartet werden. Diese implizierten Sätze werden auf der Grundlage der aus der aktuellen, von den Anleihepreisen abgeleiteten Renditenstruktur berechnet. Dabei wird davon ausgegangen, daß diese alle in den aktuellen Anleihepreisen vorliegenden Informationen enthalten. Die forward rates sind jedoch keine unverzerrten Prädiktoren von Zinssätzen in der Zukunft gelegener Einzelzeiträume. Die Kurve für einen implizierten Zinssatz (wir verwenden "Zinssatz" statt "Rendite", da hier eine Reihe unterstellter Zinssätze für Einjahreszeiträume gemessen werden, der Begriff also eher auf kurze Fristen Bezug nimmt) enthält die gleichen Informationen wie die Spot-Kurve, stellt diese aber - da sie im Gegensatz zur Spot-Kurve, die einen Durchschnittswert der über den gewählten Zeithorizont erwarteten Zinssätze ergibt, eine Randfunktion ist - auf eine vor allem für die Zwecke der Geldpolitik leichter zu interpretierenden Weise dar.

(Implizierte) Forward-Renditen werden im Prinzip als ein Verhältnis von Diskontierungsraten definiert:

$$[6] \quad F(M) = [D(M) / D(M+1)] - 1$$

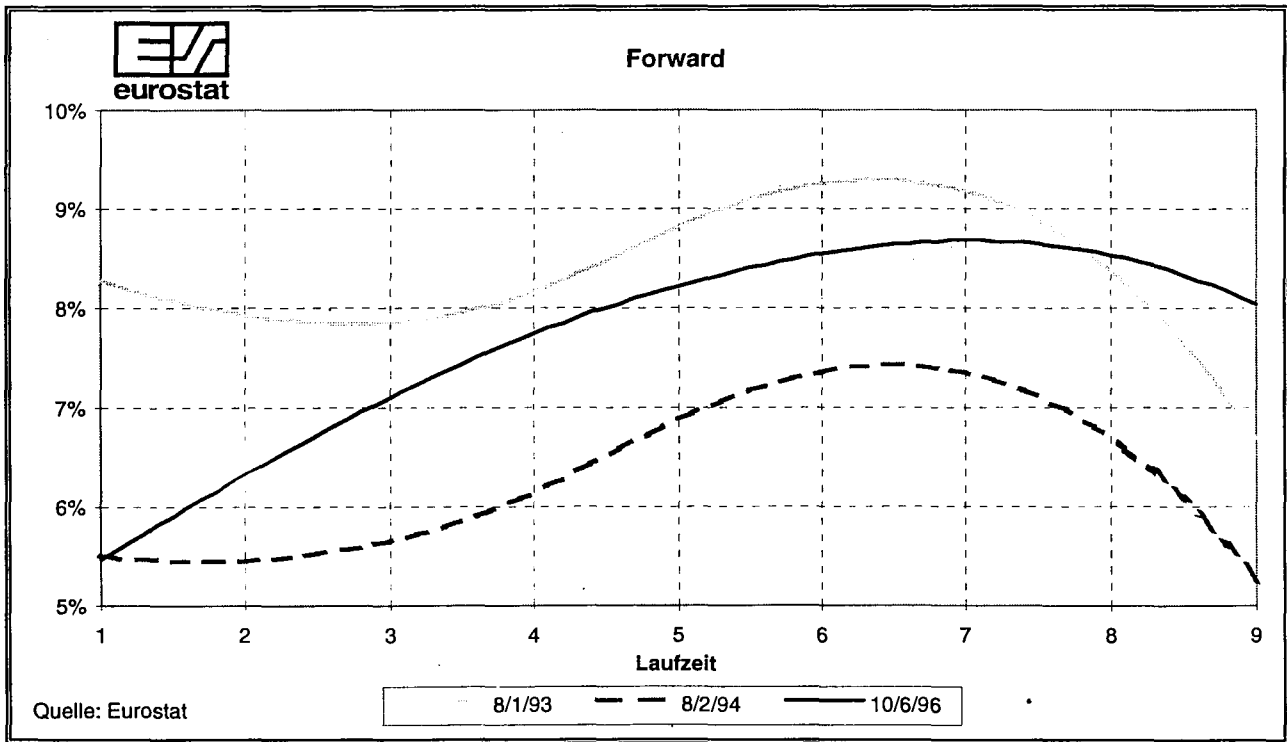
Die Forward-Rendite $F(M)$ spiegelt die Markterwartungen für einjährige Anleihen zum Zeitpunkt $M+1$ Jahre auf der Grundlage der aktuellen Spot-Renditen wider.

Gültigkeitsbereich: Forward-Renditenkurven sind zwischen einem und neun Jahren verfügbar. Zehnjährige Renditenkurven liegen deshalb nicht vor, weil $F(M)$ auf der Grundlage des Verhältnisses zwischen $D(M)$ und $D(M+1)$ berechnet wird. Daher wäre zur Berechnung von $F(10)$ die Diskontierungsrate zum Zeitpunkt "11 Jahre" erforderlich.

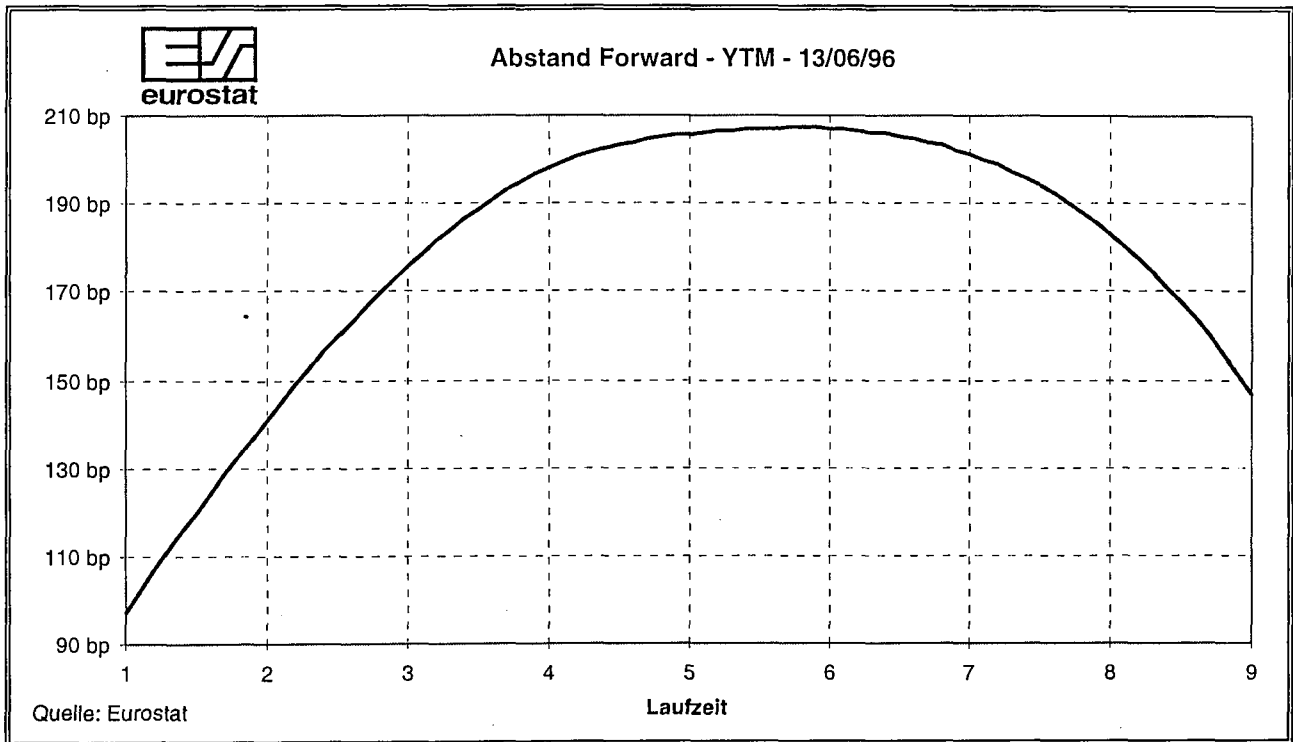
Bei dem Versuch, die Bildung langfristiger Renditen zu erklären, wird häufig auf die Erwartungswerthypothese zurückgegriffen. Sie beruht auf dem Gedanken, daß die Renditenstrukturkurve durch für mehrere Jahre erwartete kurzfristige Zinssätze (Nicht-Arbitrage-Prinzip) bestimmt wird. Die Nicht-Arbitrage-Bedingung setzt den laufenden Ertrag einer Anleihe mit einer mehrjährigen Restlaufzeit mit dem Ertrag gleich, den der Investor erzielen könnte, wenn er sein Geld in kurzfristigere Papiere auf dem Geldmarkt anlegt. Umgekehrt lassen sich unterstellte kurzfristige Zinssätze aus den Anleiherenditen ableiten. Dabei kann ein Vergleich der Forward-Renditenkurve (FYC) mit anderen Renditenkurven von Interesse sein. In den meisten Fällen liegt die FYC- über der YTM-Kurve und hat die Zinssatzstruktur steigende Tendenz. Dies bedeutet, daß man - sofern die Erwartungen zutreffen - bei gewünschter Ertragsmaximierung *ceteris paribus* eher in Anleihen als in einjährige Geldmarkt-Titel investieren sollte, da die von den Anleihen erwarteten Erträge höher sind als diejenigen, die auf dem Geldmarkt beobachtet werden.

Historisch ist zwischen der FYC- und der YTM-Kurve eine positive Differenz zu beobachten. Diese läßt sich - zumindest zum Teil - als Risikoprämie erklären, da die Erwartungen möglicherweise nicht Realität werden, der Ertrag also in Wirklichkeit höher gewesen wäre, wenn man in die Geldmarkt-Instrumente investiert hätte, da diese schließlich höhere als die erwarteten Zinsen abgeworfen haben. Diese Risikoprämie (als Funktion der Differenz FYC-YTM) ist um so größer, je höher die Unsicherheit bei den kurzfristigen Zinsen ist, d.h. wenn die kurzfristigen Zinssätze historisch volatil sind. Auf diese Weise ist die Risikoprämie ein Indikator für die erwartete Volatilität der kurzfristigen Zinsen.

Die "ECU-Forward-Kurve" an drei verschiedenen Tagen



Abstand zwischen der "ECU-Forward-Kurve" und der Referenz-YTM-Kurve an einem bestimmten Tag



Tabellarische Zusammenfassung

Die ECU-Diskontierungsfunktion wird durch Regression mit Hilfe folgender Formel berechnet:

$$P = V \cdot DF(M) + C \cdot \sum_{t=1}^{I[M]} DF(t)$$

Hierin sind P der Marktpreis der Anleihe, V das Kapital, C die Höhe der jährlichen Zinsen (Kupon), M die Restlaufzeit der Anleihe, $I[M]$ der ganzzahlige Teil von M und $DF(M)$ die gewünschte funktionale Form der Diskontierungskurve.

$$DF(M) = 1 + K_1 M + K_2 QM + K_3 M^2 + K_4 QM^2 + K_5 M^3 + K_6 \max(0, M - 5)^3$$

Die von uns errechnete Spot-Kurve beruht auf folgender Formel:

$$S(M) = [D(M)]^{-1/M} - 1$$

Hierin sind $S(M)$ die Spot-Rendite einer Anleihe mit M Jahren Restlaufzeit und $D(M)$ die oben beschriebene ECU-Diskontierungsrate.

(Implizierte) Forward-Renditen werden im Prinzip als ein Verhältnis von Diskontierungsraten definiert. Zur Berechnung der "ECU- Forward-Kurve" wird folgende Formel verwendet:

$$F(M) = [D(M) / D(M)] - 1$$

Die Forward-Rendite $F(M)$ spiegelt die Markterwartungen für einjährige Anleihen zum Zeitpunkt $M+1$ Jahre auf der Grundlage der aktuellen Spot-Renditen wider.

v. Die "ECU- Pari-Renditenkurve"

Diese Kurve stellt die Rendite auf Endfälligkeit für hypothetische Nennwert-Anleihen, d.h. für Titel mit einem Kupon entsprechend der laufenden Marktrendite, dar. Mit anderen Worten: der Ertrag (Pari-Rendite) einer solchen Anleihe ist gleich den Zinsen (Kupon), die diese für den Inhaber abwirft. Pari-Renditen sind von Nutzen, wenn es darum geht, den erforderlichen Kuponwert für eine neue zum Nennwert auszugebende Anleihe zu bestimmen.

Die Pari-Kurve beruht auf dem Diskontierungsverfahren. Mit einer auf der Grundlage der auf dem Bondmarkt ermittelten Preise bestimmten Diskontierungsfunktion ist es möglich, aus dem Wert einer Reihe von zum Nennwert gehandelter hypothetischer Anleihen "Referenzraten" zu berechnen. Durch Wiederholung dieser Operation für sämtliche Laufzeiten entsteht eine "Pari-Renditenkurve". Die Pari-Rendite umgeht die Änderungen im Kuponwert in Abhängigkeit von der Rendite auf Endfälligkeit und ergibt demzufolge für jede Laufzeit einen glatten und widerspruchsfreien Ertragswert. Die Pari-Renditenkurve kann anhand der Diskontierungsraten konstruiert werden, sofern diese bekannt sind. Umgekehrt lassen sich die zugrundeliegenden Diskontierungsraten aus den Pari-Renditen bestimmen. Infolgedessen kann die Pari-Renditenkurve als Ausgangspunkt zur Bestimmung aller anderen Zinssätze oder Ertragswerte verwendet werden: Spotraten, "rollende" Erträge (von Investoren verwendet), RY für Anleihen mit Nicht-Pari-Kupons usw. Eine kritische Eigenschaft der Pari-Renditen ist die, daß sie den Effekt der Kuponänderung auf die Renditen ("Kupon-Effekt") umgehen.

Zukünftige Zinsausschüttungen werden entsprechend den verschiedenen Laufzeiten zu unterschiedlichen Sätzen abgezinst. Allerdings ist die Berechnung einer Rendite (der Pari-Rendite) möglich, die als komplexer Durchschnittswert dieser Diskontierungsraten fungiert.

Die Ergebnisse dieses Modell (A4) liegen sehr nahe an den Modellen A2, A3 und A5.

$$[7] \quad PY(M) = \frac{[1 - D(M)]}{\left[\sum_{t=0}^{I[M]} D(t + F[M]) \right] - 1 + F[M]}$$

Hier sind $I[M]$ der ganzzahlige Anteil von M und $F[M]$ der dezimale Anteil von M, d.h. $F[M] = M - I[M]$

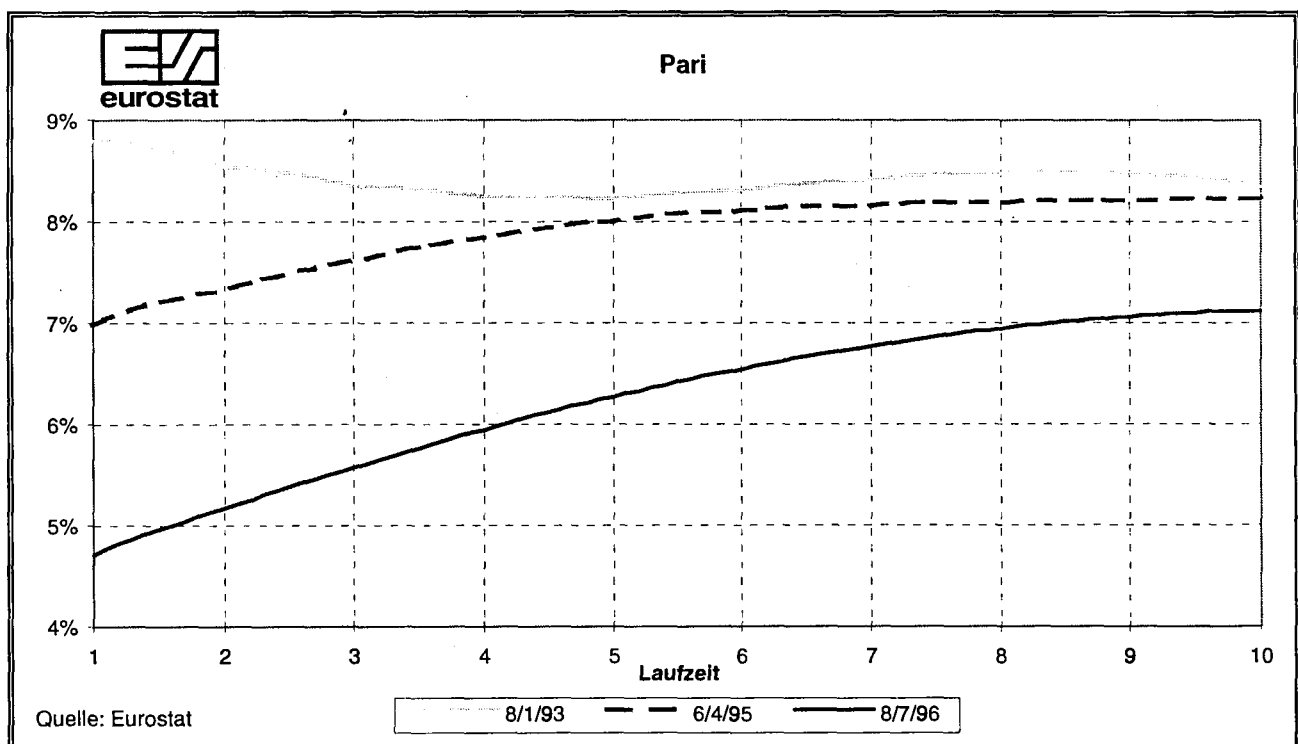
Die Verwendung von "Pari-Renditen" ist vor allem in folgenden Fällen empfehlenswert:

- bei sehr steilen Renditenkurven (wachsend oder fallend)
- bei langen Restlaufzeiten
- bei vom aktuellen Ertragsniveau für ähnliche Laufzeiten stark abweichenden Kupons.

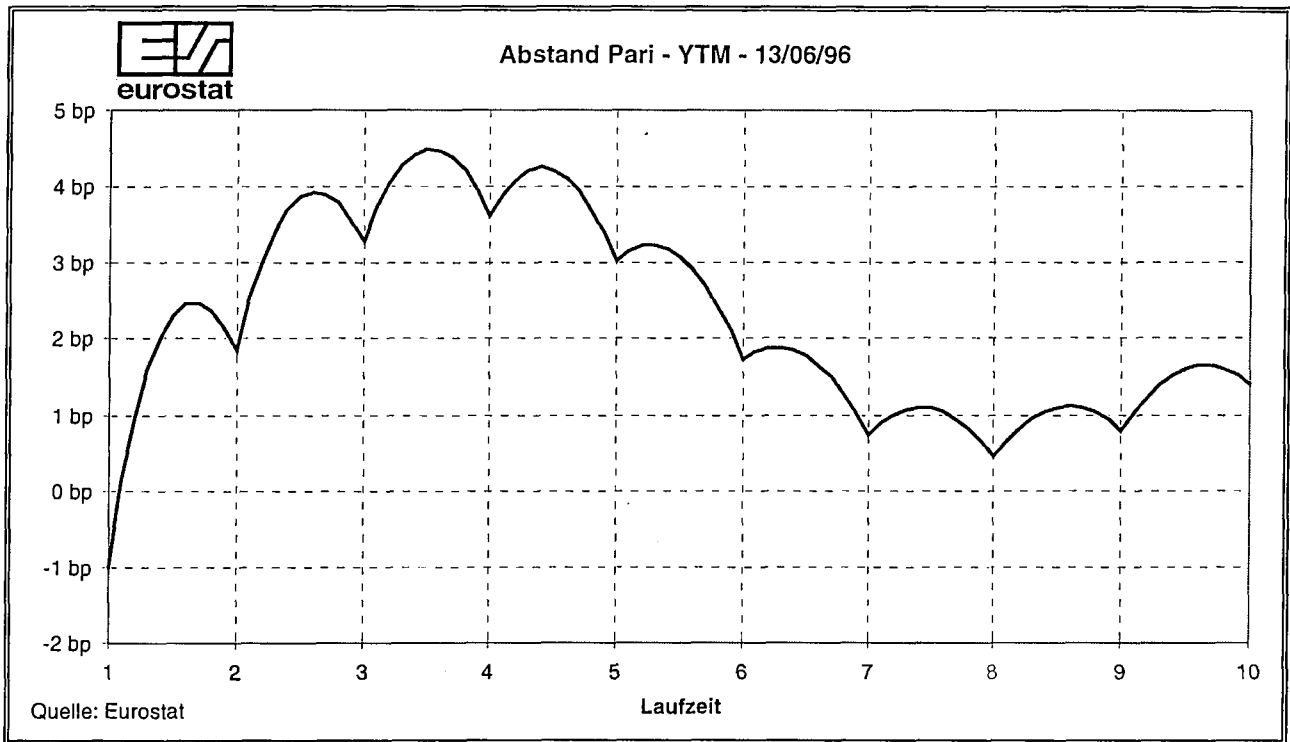
Anmerkung: Dieses Modell ist nicht frei von Kritik. Zum einen beruht es für alle Laufzeiten außer für ganzzahlige M auf der Diskontierungsfunktion 0 bis 1 Jahr, obwohl aus diesem Bereich überhaupt keine Anleihen berücksichtigt werden (zwischen 0 und 1 Jahr ist die ECU-Diskontierungsfunktion eine unzureichende Näherung an die tatsächlichen Verhältnisse), und zum anderen ist die erste Ableitung der Funktion an den Punkten, die für die vollen Jahre stehen, keine stetige Kurve (an diesen Punkten sind "Buckel" zu erkennen).

Gültigkeitsbereich: Pari-Renditen sind in der Regel für den Zeitraum zwischen 1 und 10 Jahren verfügbar.

Die "ECU-Pari-Renditenkurve" an drei verschiedenen Tagen

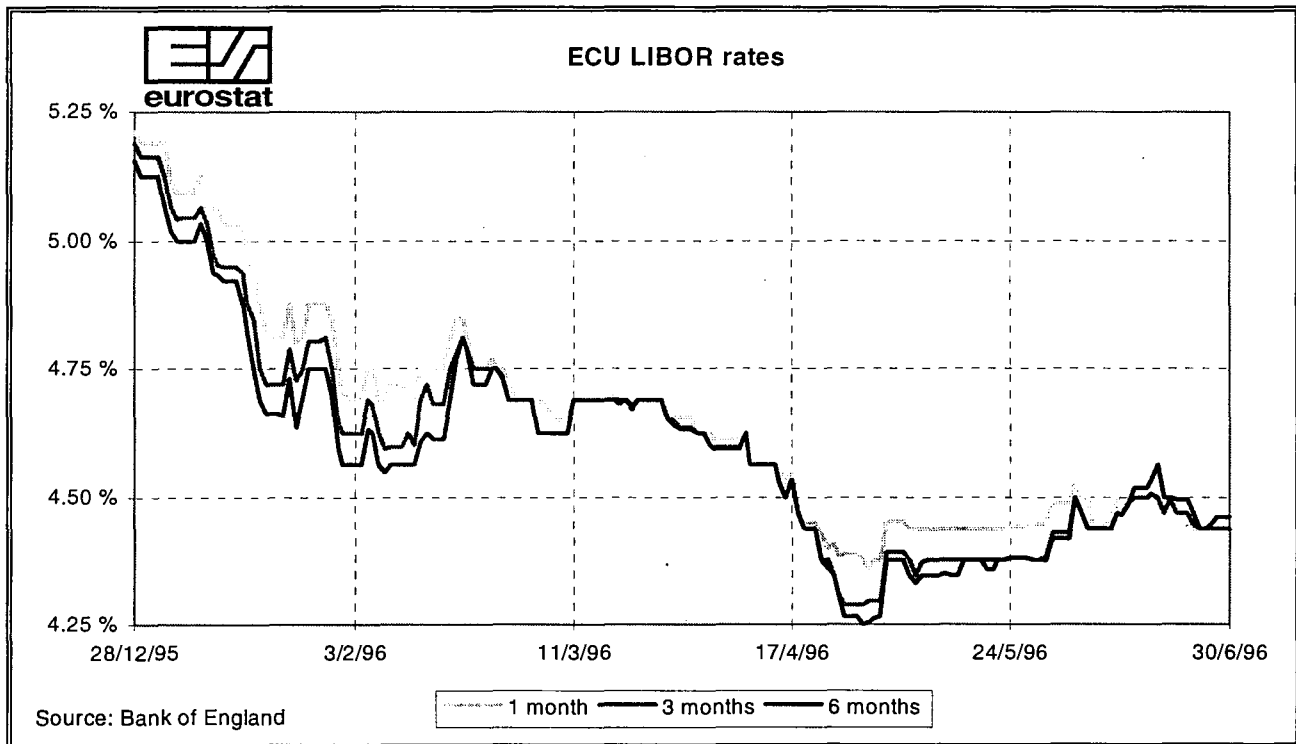


Abstand zwischen der "ECU-Pari-Renditenkurve" und der Referenz-YTM-Kurve an einem bestimmten Tag



1. INTRODUCTION TO THE GENERAL NOTION OF YIELDS

Interest rates, both short and long term, are among the economic indicators which are most closely scrutinised by investors, traders, analysts, academics and journalists alike. Market observers pay attention not only to daily variations in interest rates and their evolution over certain periods, but also to the existing differentials between currencies and between different maturities for the same currency. A few simple methods exist to get a reasonably accurate idea about current interest rate levels. At the short end, interbank rates (such as Libor) are widely reported for the major currencies and considered representative. For the longer term, yields on benchmark issues are often used as a measurement tool. However useful these indications may be as a first approximation, particularly in order to follow daily fluctuations, it appears that a lot more methodology and computation become indispensable once a more sophisticated form of analysis is needed.



For the major currencies, comprehensive and reliable reporting on the structure and evolution of interest rates is usually provided by central bank authorities and/or national statistical offices. The figures are either derived from yield curve models or otherwise reported in the form of indices for various maturities. In almost all cases, the figures are based on the yields of (the most liquid) government bonds traded in the secondary market.

Yield evolution of an ECU benchmark: an example

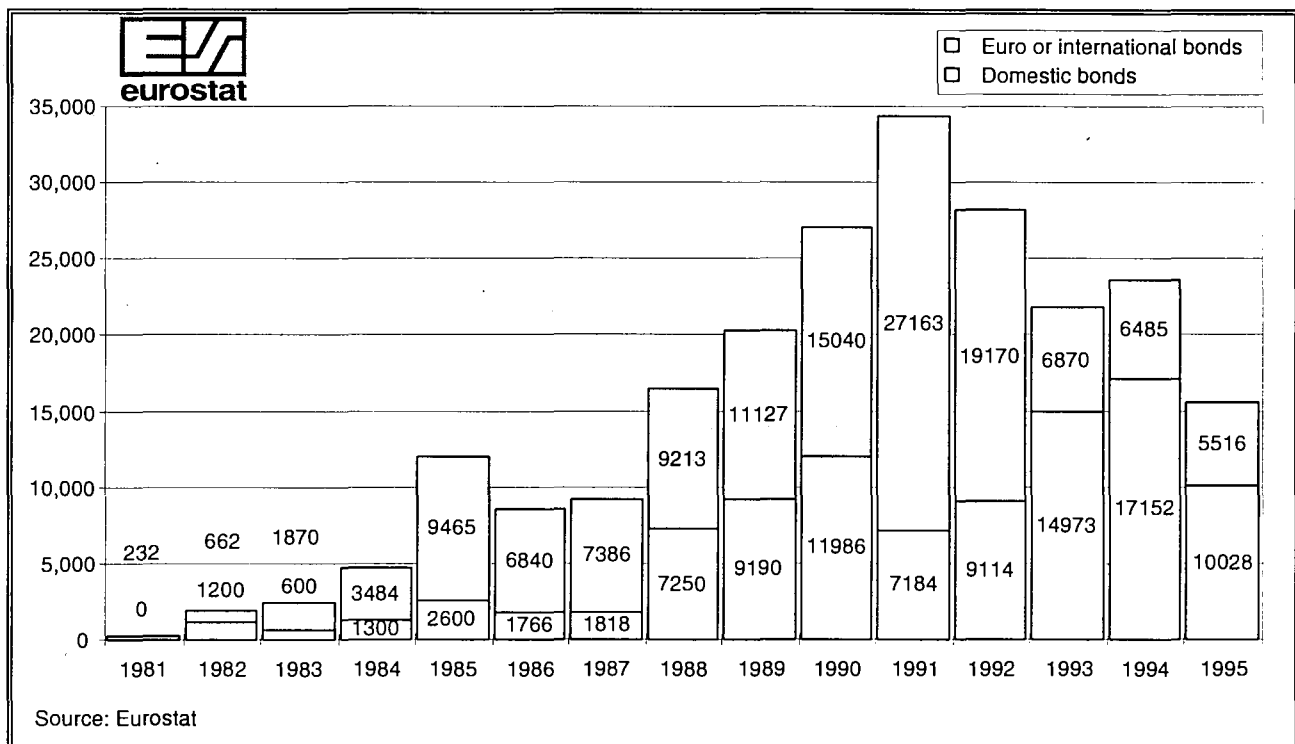


2. SPECIFICITY OF THE ECU BOND MARKET

The ECU bond market is characterised by a number of original features.

The ECU bond market remained comparatively small and illiquid during most of the eighties: ECU bonds were generally issued in small sizes by a variety of corporate borrowers with varying credit ratings. Secondary market activity remained marginal because of the retail investor base. As the outstanding amount of ECU bonds increased, institutional investors became increasingly involved and liquidity improved accordingly. However, liquidity in the ECU bond market remains an issue that has to be closely monitored.

ECU bonds issue in ECU millions



As is the case for national currencies, there is no single issuer (normally the central government of the country issuing that currency) which can be used as an undisputed reference for yields across the curve. Therefore, any instrument designed to measure ECU yields has to include bonds from several issuers. Attention should thus be paid to the homogeneity of those bonds in terms of rating/quality to ensure validity of the yield indicator. Moreover, domestic bonds in ECU do not always follow the same tax treatment.

The ECU bond market lacks the size enjoyed by bonds in other major currencies. Once the afore-mentioned criteria of liquidity and homogeneity are applied, there is a limited number of issues left. Moreover, it may happen that the maturity gap between an individual bond and the next acceptable one, is relatively wide.

Outstanding amount of ECU bonds as of end of July 1996



Issuers	Residual maturity in years						Total
	< 1	1-3	3-5	5-7	7-10	> 10	
GOV	10 937	27 570	15 268	7 429	8 444	4 750	74 397
SUPRA	3 349	4 740	5 535	3 465	700	600	18 389
OTHERS	7 019	7 872	6 086	2 777	1 866	1 025	26 645
TOTAL	21 305	40 182	26 889	13 671	11 010	6 375	119 431

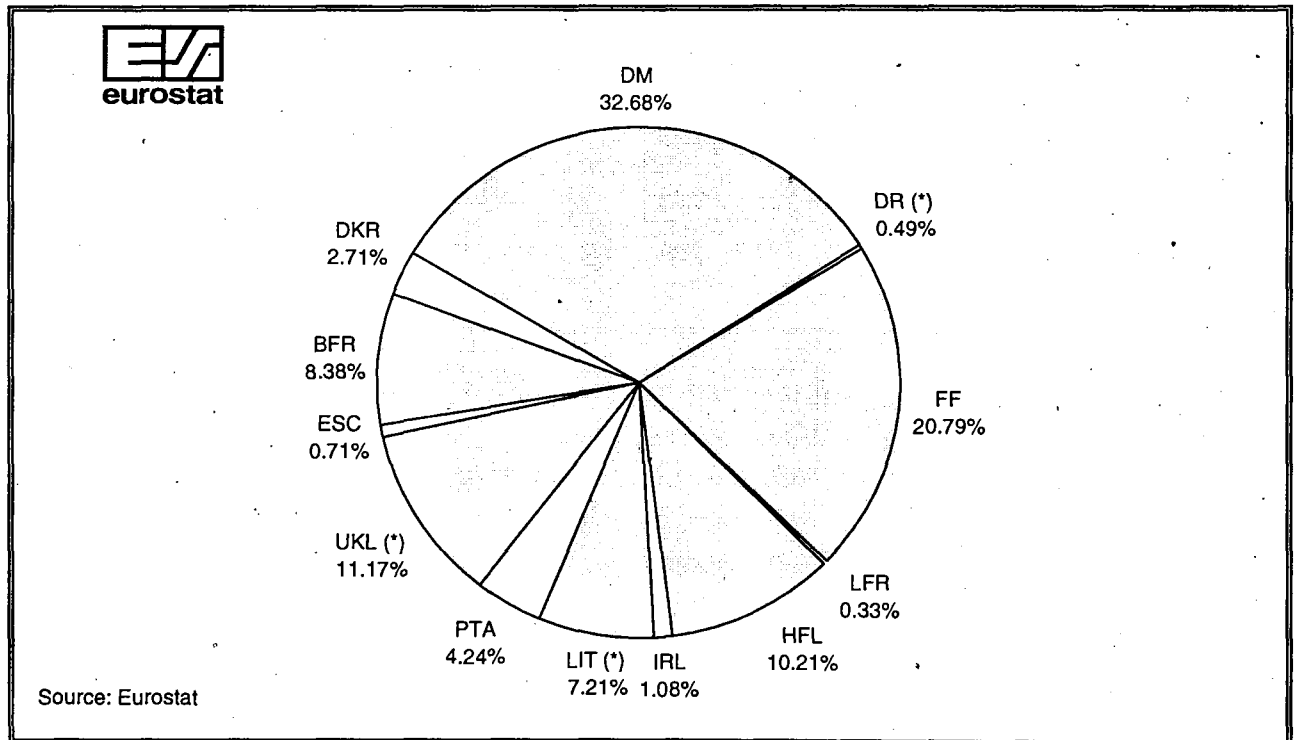
Source: Eurostat

GOV= Central Governments

SUPRA= Supranational Institutions

The ECU is a composite currency. At first sight, one possible option for measuring ECU yields is to compute them on the basis of yields in the component currencies. This approach however is not free of criticism and, although appealing from a theoretical point of view, is hardly workable in practice.

Weights of component currencies in the ECU calculated on the basis of the current central rates (since 06/03/95)



Source: Eurostat

(*) Notional central rates, based on market rates of 06/03/95, because these countries do not participate in the ERM.

3. THE VARIOUS APPROACHES TO MEASURING YIELDS

a. The index/portfolio approach

In 1990, Paribas Capital Markets introduced the Liquid ECU Bond Index, which provides yield figures for a number of representative maturities (3, 5, 7 and 10 years). The index is based on secondary market quotations for the most heavily traded bonds. J.P. Morgan provides complementary information since mid-1991 with its ECU Bond Index, which reports daily yield fluctuations for both triple-A and other bonds. Each index represents a subset of the market and is derived from a set (portfolio) of representative bonds (i.e. liquid and high quality). The selected bonds are generally weighted in the portfolio according to their issue size. The portfolio yield (i.e. the index) is then computed on the basis of the individual yields observed in the market. The latter are generally based on internal price quotations of the information provider. The existence of publicly available information on these index figures brought much added value to the ECU market, as actual long term yields were for the first time measured and reported in a systematic and reliable way. Some guidance was moreover provided to professional investors as they could now also compare their investment performance by comparison with these benchmark portfolios.

b. The theoretical yield approach

As the absence of a large and liquid ECU bond market during most of the eighties did not allow for reliable indicators based on actual yields (i.e. on ECU securities traded in the secondary market), most efforts were concentrated on the construction of theoretical yield figures. The composition of the ECU basket, and the available data on the yields of government bonds for the various component currencies, allowed the yield of theoretical ECU bonds of various maturities to be computed. Although these synthetic yields were cumbersome to work out and to some extent also misleading, they provided some useful indications to the market on theoretical interest rate levels and thus also some guidance about interest rate setting for new issues.

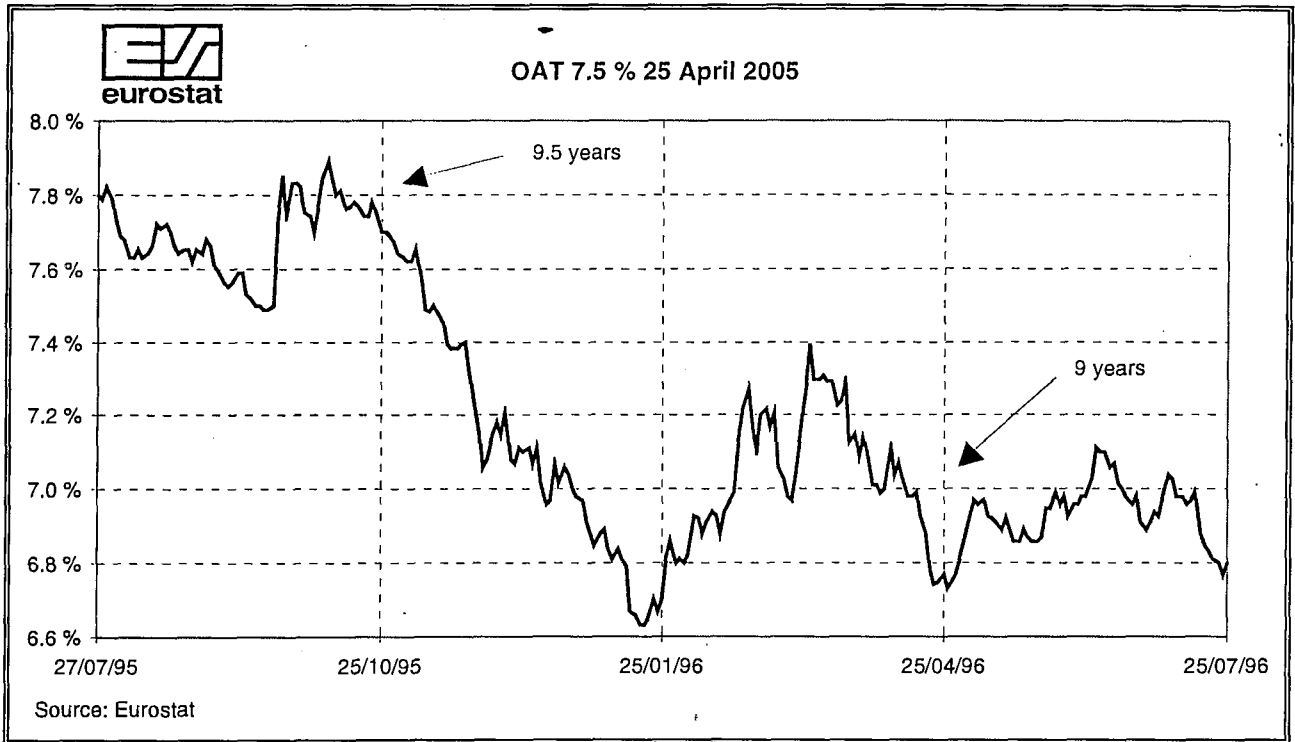
c. The benchmark approach

A simple way to estimating yields is to spot the yields of issues with all of the following characteristics:

- Narrow bid-offer spread, i.e sufficient liquidity
- Large outstanding amount
- Triple A rating
- Sovereign name (or supranational in some cases).

Although often taken as references by market participants, benchmark bonds do not provide an accurate and comparable yield measure, because of the “drifting” effect, that is the diminishing residual maturity of bonds as time goes by. A bond known as the 10 year benchmark may actually have a maturity of, say 9 years and ten months. The choice of benchmark issuers is another problem.

Yield evolution of an ECU benchmark bond



d. The yield curve approach

The European Commission, after comparing the options available to measure ECU yields, decided to develop yield curves. The rest of this paper presents in detail the models developed and run by the EC.

4. SOLUTION CHOSEN BY EUROSTAT: THE YIELD CURVES (ADVANTAGES, METHODOLOGY, CIRCULATION OF INFORMATION, INPUTS AND OUTPUTS)

a. Introduction

The curve is estimated with traditional regression techniques and has the advantage of offering continuous estimates over the whole maturity spectrum. The yield curve models were initially developed for internal use, and extensively tested for a period of more than 2 years to ensure robustness. Regular consultations with Member States have been held in order to benefit from their experience and advice. Regression analysis offers great flexibility with regard to possible functional forms; much attention has therefore been paid to model specifications. Alternative models with different features, and based on different theoretical assumptions, are run in parallel in order to verify consistency in different market situations and for different maturities. Besides the yield curve model, a number of other programmes are run in parallel to examine model behaviour and the evolution of the main parameters.

b. The reference YTM curve

The reference YTM (yield to maturity) curve portrays the interest rate structure of maturities ranging from 1 to 10 years. It is based on highest quality sovereign issues (triple-A) of at least ECU 500 millions with sufficient liquidity (price bid-offer spread less than 50 basis points). The curve is calculated by fitting by regression the function selected (whose form is constant) to the values provided by ISMA (International Securities Market Association), London. These values reflect the bid-offer prices of a comprehensive range of financial institutions.

Selected ISMA data on 12 July 1996



ISIN Code	Bid	Offer
DK0009917403	109.478	109.797
FR0000117202	111.832	111.957
FR0000118606	114.93	115.084
FR0000119307	109.518	109.689
FR0000194409	107.13	107.29
FR0000195208	95.083	95.225
FR0000196008	101.631	101.756
FR0000197196	103.369	103.494
FR0100001884	99.75	99.125
FR0000197832	99.75	99.125
USG3156YBC78	101.542	101.857
XB000A113346	103.532	103.661
XB000A113833	99.13	99.255
XS0029761375	114.444	114.652
XS0030477508	111.278	111.426
XS0030730500	106.383	106.608
XS0033990879	110.911	111.226
XS0035572519	104.756	105.131
XS0042499763	105.737	106.032
XS0046785910	101.175	101.55
XS0046993944	100.742	101.117
XS0055333925	104.25	104.375
XS0063108772	99.158	99.283
XS0064614414	100.685	101.06

Source: ISMA

Although a single model is used for producing the figures which are actually published (the reference YTM curve), three other models are run in parallel, to help monitor the quality of the main model and to test improvements capable of being added at a later date. The model used for publication has been dubbed **A3**; the other three YTM models are known as **A4**, **A5** and **L3**. A description of each follows.

c. The reference YTM model: Theoretical considerations and calculation

An ideal approach to the construction of the ECU yield curve would have been based on a theory of bond yields. Such a theory would set out the variables (v_1, v_2, \dots, v_n) capable of influencing the yield (y), plus their functional relationship (f):

$$[1] \quad y = f(v_1, v_2, \dots, v_n)$$

Alas, no indisputable and generally admitted theory exists. However, one can attempt on a pragmatic basis to fit observed yields of comparable bonds to a curve which is the function of a reference variable. In the present case that variable is the bond's maturity (M).

The next step is to determine the shape of the curve. It should comprise one value only for each maturity date, and if the market is well-arbitraged the curve and its first derivative should be continuous. No characteristics of the curve other than these three have been postulated.

A polynomial function is the most simple starting point as it offers these characteristics:

$$[2] \quad y = P_n(M)$$

In order to determine the order of the curve (n), the lowest value allowing adequate flexibility to the observed values was selected. After extensive testing, the third order polynomial was found to be the most appropriate. It is the lowest order to give the curve a point of inflexion and not therefore compelling it to be either convex or concave for all maturities:

$$[3] \quad y = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3$$

This geometric approach is widely used in the yield curves for major currencies, but it does have certain limitations. First, it requires a **basket of comparable bonds**, i.e. allowance must be made for the characteristics capable of influencing the bond's yield, and the effect of variables not present in the models must be attenuated by selecting only bonds showing similar characteristics. But this alone is not enough: it must be possible to measure the influence of variables not present in the models in order to be certain that that influence is indeed negligible. This dimension can be provided by measuring unexplained variations.

A second limitation is that such a model relies heavily on a **well-arbitraged market** and **high quality primary data** on bond yields. It is for this reason that it was decided to use highly representative issues, more particularly supranational or sovereign bonds, rated triple-A, of high amount (500 millions ECU) and sufficient liquidity (a bid-offer spread no greater than 50 basis points [bp]). These aspects will be considered later.

Since a basket of bonds meeting these criteria would not be large enough in current market conditions, the scope was enlarged to embrace bonds of slightly lower quality. A quality variable (Q) was added to the model:

$$[A2] \quad Y_2 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_4 Q + c_5 MQ$$

The last two terms of the equation take account of the fact that some of the issues have a credit quality (as measured by their credit rating) slightly (one notch) below triple-A. These issues are referred to as "others". The term $c_4 Q$, in which $Q = 0$ signifies triple-A and $Q = 1$ signifies "others", therefore estimates the average spread between the two categories of bonds, on the assumption that that spread remains constant. A more convenient form of the equation was chosen with the final term $c_5 MQ$ which allows for a maturity-dependent spread.

A third-order polynomial curve often proves insufficient in providing an adequate fit over the whole maturity range. One possibility consists of introducing polynomials of a higher order. A generally more appropriate alternative lies in the use of spline regressions, whereby the maturity range is segmented into several sections and a separate polynomial fitted into each section whilst ensuring both continuity and smooth transitions (i.e. continuity in the first and second derivative).

After a number of studies, a single "knot" point at five years proved to be the most adequate option (model A3):

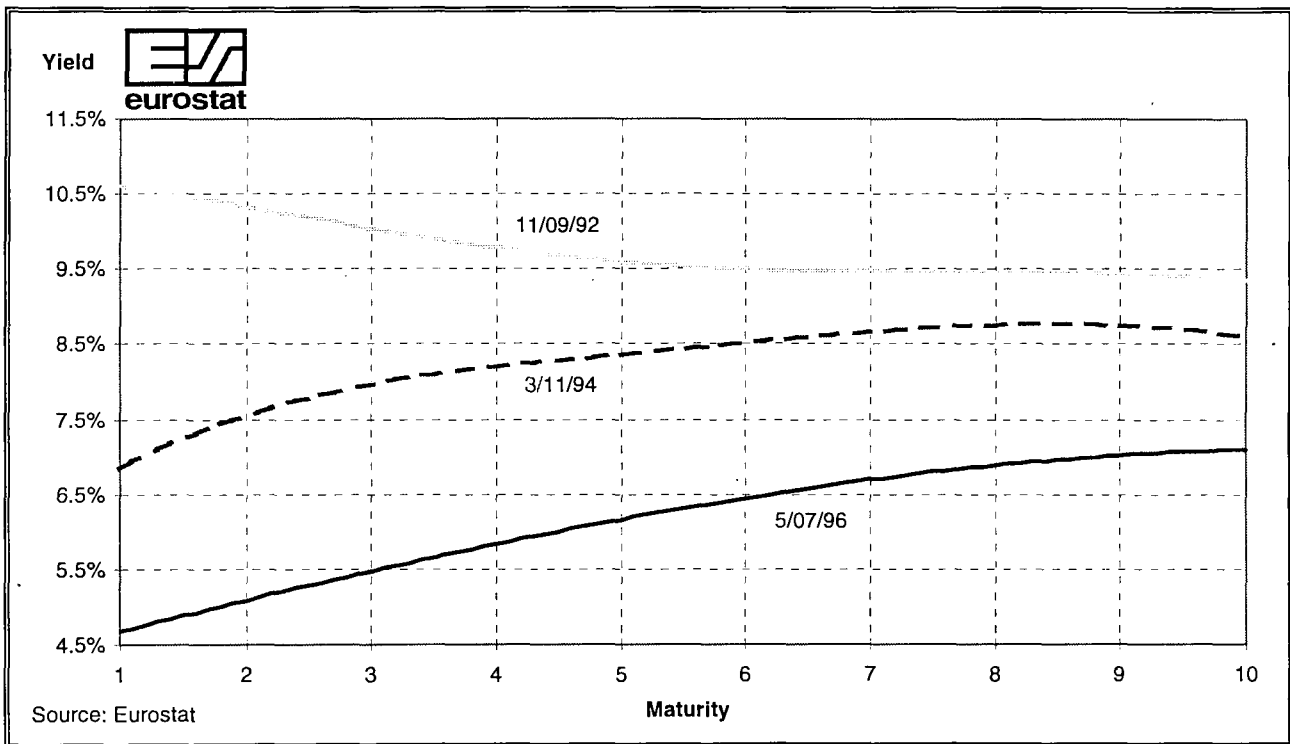
$$[A3] \quad Y_3 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_4 Q + c_5 MQ + c_6 \max(0, M - 5)^3$$

The model estimates both the triple-A curve ($Q = 0$) and the "others" curve ($Q = 1$). The triple-A curve is the one which is published as the Commission's "ECU Yield Curve", i.e.:

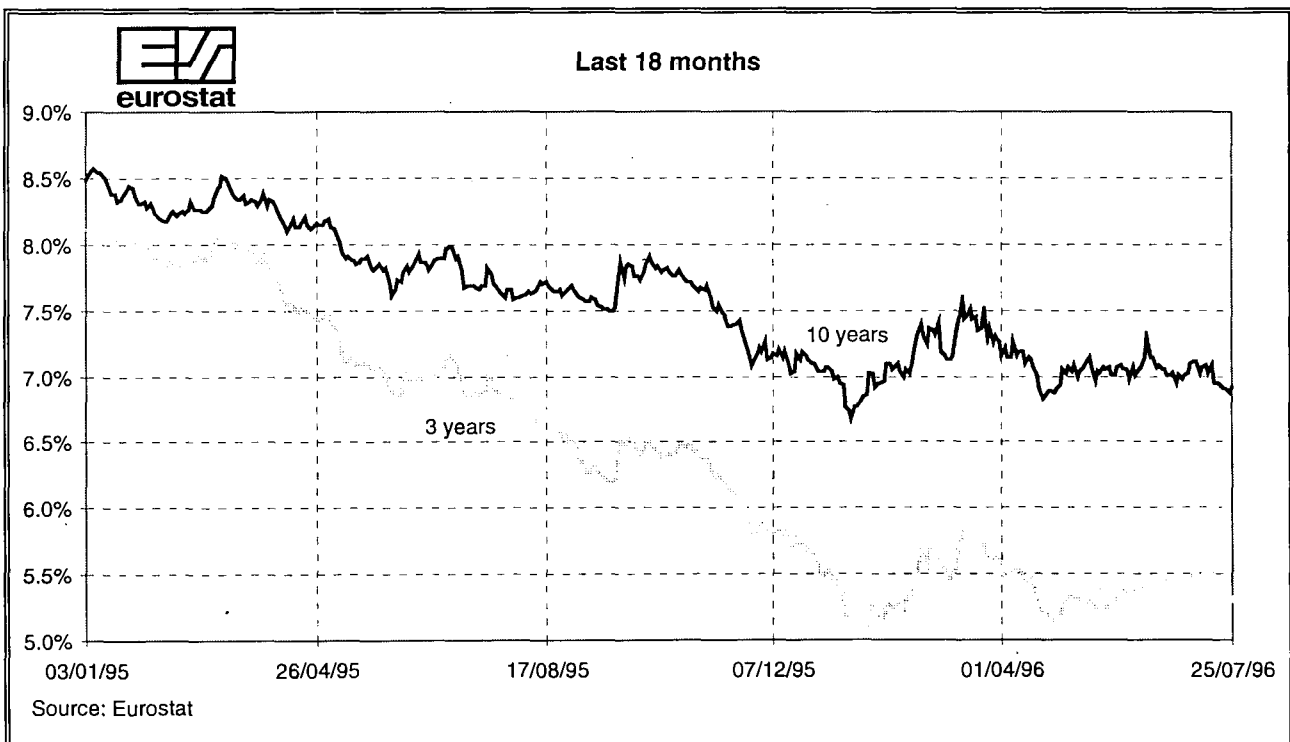
$$[A3A] \quad Y_{ECU} = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_6 \max(0, M - 5)^3$$

Reported yield figures are thus based on triple-A bonds even though other bonds are used in the computation of the curves.

The structure of ECU yields at three different dates



Evolution of the yield to maturity at 3 and 10 years



Example of daily coefficients



Formula Coefficients	C0	C1	C2	C3	C6
15/07/96	+4.0090547E+0	+6.3347435E-1	-5.2695032E-2	+2.5329595E-3	-4.6433900E-3
16/07/96	+3.9753604E+0	+6.7489713E-1	-6.1701275E-2	+3.0385470E-3	-4.0764860E-3
17/07/96	+4.1084852E+0	+5.0300086E-1	-2.1718191E-2	+1.9135482E-4	-1.6196794E-3
18/07/96	+4.0571146E+0	+5.1015675E-1	-2.1484386E-2	+9.9047729E-6	-5.5228785E-4
19/07/96	+4.1429820E+0	+4.1202268E-1	+2.6167000E-3	-1.8089184E-3	+1.6922166E-3

Source: Eurostat

d. Data selection

Bonds must meet all the following criteria before being adjudged suitable for inclusion in the basket:

- **Issuers:** sovereign or supranational bodies, acting as borrowers and not as guarantors of the issue; both Community and non-Community issuers
- **Quality:**
 - ($Q = 0$) Aaa according to Moody's *and* AAA according to Standard + Poor's
 - ($Q = 1$) At least Aa1 according to Moody's *or* AA+ according to S + P
- Unrated issues which include a *pari passu* clause are deemed to have the same rating as other, rated, issues of the same borrower
- **Total outstanding amount** of not less than ECU 500 million
- **Bid-offer spread** of less than 50bp.

Eligible bonds are **euro-bonds** and those domestic bonds comparable to euro bonds. The ECU bond market consists of several segments: the Eurobond market, where most ECU bonds are issued and traded, and the domestic markets. In some cases (e.g. French ECU OATs), bonds have been issued on the same terms as international issues and can therefore be assimilated with the international market segment (because of the absence of withholding taxes, similar clearing and settlement procedures, etc.). This is not, however, the case for "pure" domestic issues (e.g. Italian CTEs, Greek ECU-linked bonds), as each of these has specific attributes.

- Domestic ECU issues are only to be considered to the extent that they can be assimilated with Eurobond issues; more specifically they should be:
 - free of withholding tax in the hands of non-residents
 - subject to similar clearing and settlement procedures
- Only **fixed-rate** bonds are considered; the issue should furthermore not possess any special features influencing yield's levels (e.g. call or put options, zero-coupons, etc.)
- Only **capital market** (not money market) instruments are considered; residual maturities should exceed 1 year.

The data used in calculations are closing quotations reported daily by associated dealers to the ISMA (International Securities Market Association) and are published.

e. Basket monitoring

Eurostat monitors the quality of the data arriving from ISMA. This involves comparing for each issue in the basket the differences between the theoretical yields computed by the models and the actual market yield. On the basis of a weekly report showing movements in the basket (prices, differential between market yields and the yields calculated by our models, and bid-offer spread), a decision is made on which bonds to keep in the basket, which to withdraw and which to add. These choices are also made in the light of information on new issues, changes in ratings, improving or deteriorating liquidity, etc. The criteria set out above are applied in a restrictive fashion, particularly regarding borderline cases, in order to ascertain that the basket only contains bonds which the market considers to be of prime quality. It should be noted that the basket contents rarely change. Changes always take effect on the following Monday. Our view is that the excellent Adjusted R results stem from the high quality of the bond prices used in the model, which are themselves the result of the regular flow of information between ISMA and the Commission services involved.

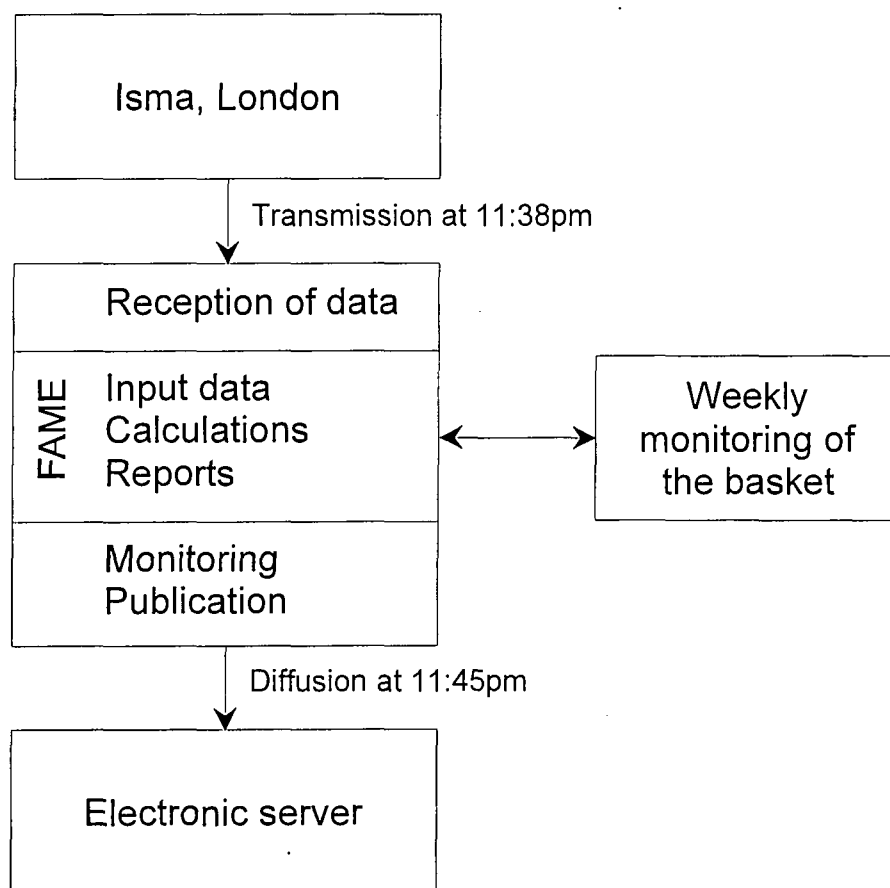
Basket at 9 August 1996



	ISIN	Name	Maturity	Life	Coupon	Quality	Amount
1	XS0033990879	COUNCIL OF EUROPE	14/11/2001	5.26	9	1	1,100
2	DK0009917403	KINGDOM OF DENMARK	24/04/2002	5.71	8.5	1	1,300
3	USG3156YBC78	EBRD	06/05/1999	2.74	6	0	500
4	XS0030730500	EUROPEAN COMMUNITY	18/03/1998	1.60	9.25	0	1,120
5	XS0035572519	EUROPEAN COMMUNITY	15/12/1997	1.35	8.625	0	820
6	XS0046785910	EUROPEAN COMMUNITY	03/11/2000	4.24	6	0	1,000
7	XS0046993944	EUROPEAN COMMUNITY	25/11/1998	2.29	5.5	0	475
8	XS0029761375	EUROPEAN INVESTMENT BANK	24/01/2001	4.46	10	0	1,150
9	XS0042499763	EUROPEAN INVESTMENT BANK	10/03/2000	3.58	7.75	0	650
10	XS0064614414	EUROPEAN INVESTMENT BANK	04/04/2001	4.65	6	0	500
11	FR0000117202	REPUBLIC OF FRANCE	25/04/2000	3.71	9.5	0	2,174
12	FR0000118606	REPUBLIC OF FRANCE	26/02/2001	4.55	10	0	1,083
13	FR0000119307	REPUBLIC OF FRANCE	15/03/2002	5.60	8.5	0	1,988
14	FR0000194409	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2003	6.71	8	0	1,260
15	FR0000195208	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2004	7.71	6	0	3,954
16	FR0000196008	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2002	5.71	6.75	0	2,175
17	FR0000197196	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2005	8.71	7.5	0	1,213
18	FR0000197832	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2006	9.71	7	0	981
19	FR0100001884	REPUBLIC OF FRANCE - BTAN	16/03/2001	4.60	6	0	815
20	XB000A113346	REPUBLIC OF FRANCE - BTAN	16/03/1998	1.60	7.25	0	3,131
21	XB000A113833	REPUBLIC OF FRANCE - BTAN	16/03/1999	2.60	5	0	2,326
22	XS0030477508	UNITED KINGDOM	21/02/2001	4.54	9.125	0	2,750
23	XS0055333925	UNITED KINGDOM	27/01/1998	1.47	8	0	2,000
24	XS0063108772	UNITED KINGDOM	26/01/1999	2.46	5	0	1,000

f. Functional description

Every day a file is received from ISMA in London at 11:38pm (Brussels time, 10:38 London time) containing daily data on the most important ECU bonds, in total more than 200 records. This information is processed and about 5 minutes later the ECU Yield Curve (the YTM reference model) is ready for our publications. The process is summarised in the following chart:



The file provided by ISMA is composed of more than 200 records, each of them containing data on an ECU Bond:

- ISIN Code (2 letters + 10 digits) which is unique and is used as the **key** to represent the bond
- Bond's description
- Maturity date
- Coupon
- Maturity life
- Bid price
- Offer price
- Redemption yield.

This information is stored in a FAME data base.

After storing the input data, the basket of eligible bonds is chosen along the afore-mentioned criteria of quality, outstanding amounts and bid-offer spread. With this basket of bonds the 4 models (the reference model plus the three alternative YTM presented later in this paper) are calculated using the FAME command FIT. This command produces the coefficients of the curves (6 to 8 coefficients by model), plus 3 measures of quality of the regressions (Average Absolute Error, Residual Standard Error and Adjusted R). The total calculation takes about 5 minutes. Before 11:45pm Brussels time, the results are ready.

Besides this daily procedure 3 other FAME programs have been developed. The most important allows us to change the basket of bonds that have to be used in the calculation. The change can be:

- Adding a bond (a new issue, or an improvement in its quality or liquidity)
- Removing a bond (deterioration in the quality or liquidity of the bond; maturity life falling below 1 year)
- Change in the quality of the bond.

5. THE OTHER EUROSTAT MODELS: OTHER YTM-BASED MODELS; DISCOUNT, SPOT, FORWARD, PAR

a. Other models based on the YTM approach

In an effort to complete model A3 (the reference YTM curve), a proxy variable for liquidity (bid-offer spread) (S) was considered. It could be shown that this variable influenced the model even when the bonds in the basket were highly liquid. This amendment to the models was not geometric, like the others, but more theoretical. This brings us to Model A5:

$$[A5] \quad Y_5 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_4 Q + c_5 MQ + c_6 \max(0, M-5)^3 + c_7 S$$

And the associated triple-A curve:

$$[A5A] \quad Y_5 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_6 \max(0, M-5)^3 + c_7 S$$

Further relationships between the yield and other variables such as coupon, issue size or number of market makers appear to be weak over a long-term period.

The distribution by maturity of selected bonds in the basket is not always homogeneous: issues tend to be concentrated on shorter maturities. Furthermore, the yield curve is most often steeper for short than for long maturities. This is why a number of yield curves are built not around the maturity but its logarithm. This gives a smoother distribution of issues along the axis of abscissae and allows the curve more flexibility where it is needed. This is method L3, derived from A3:

$$[L3] \quad Y_{L3} = c_0 + c_1 \log M + c_2 \log^2 M + c_3 \log^3 M + c_4 Q + c_5 MQ + c_6 \log^3(\max(1, M/5))$$

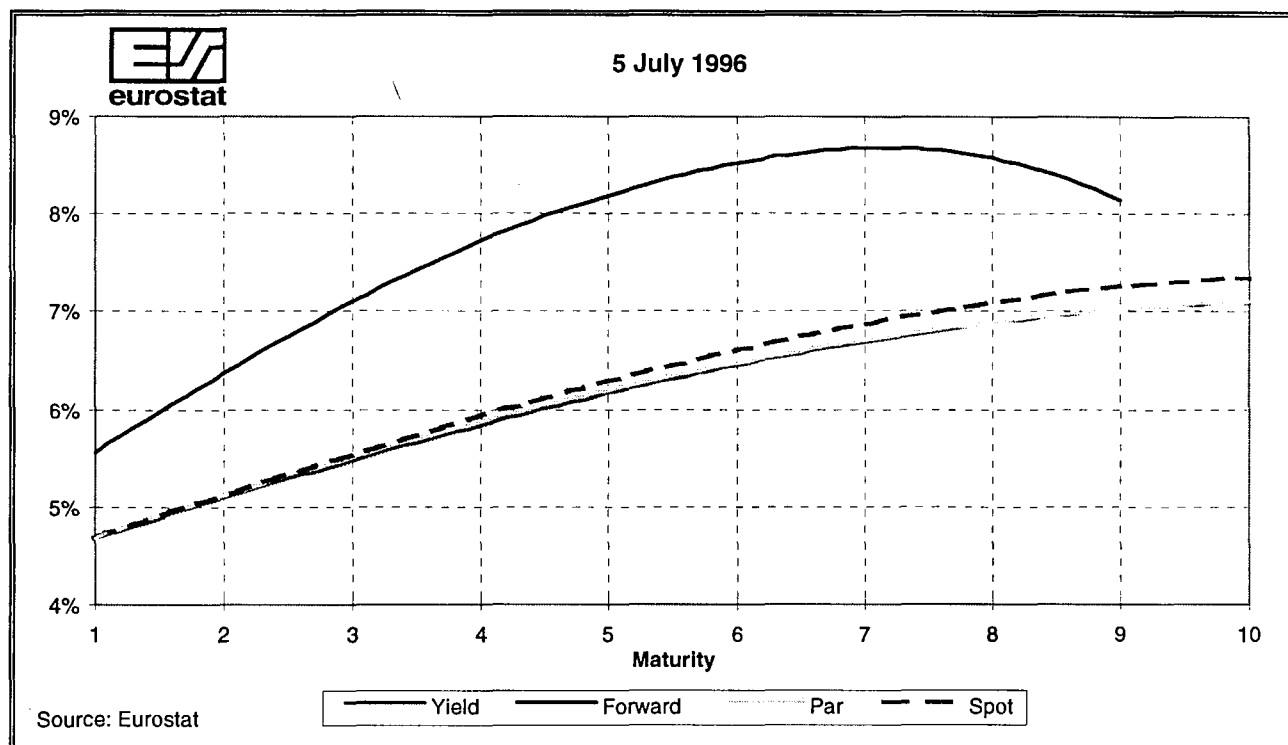
And the triple-A curve

$$[L3A] \quad Y_{L3} = c_0 + c_1 \log M + c_2 \log^2 M + c_3 \log^3 M + c_6 \log^3(\max(1, M/5))$$

It may be noted that a linear relationship has been observed between maturity and quality; hence the term $c_5 MQ$ was retained. In these computations logarithms to the base 10 are used for simplicity, since on the logarithmic scale 0, 0.5, 1 and 1.5 correspond respectively to maturities of 1, 3, 10 and 30 years approximately. With a different logarithmic base the coefficients of the curve would differ but the curve would remain the same.

Besides regression models based on redemption yields, such as the ones described above, complementary testing and monitoring has been done on the basis of other types of models which are based on entirely different theoretical assumptions. For example, par yield figures are produced through estimates of the ECU discount function. Although this approach is theoretically more rigorous (and also a lot more complex from a computational point of view), the results obtained are broadly comparable, although of lower quality and precision than those produced using the various regression models described above.

The YTM-based models



b. Other models based on different approaches

i. Introduction

Model A2, A3 (the one published) and A5 are based on the "yield to maturity" approach. Although the "ECU Yield Curve" provides useful results, the method is to some extent debatable from a theoretical point of view because of the questionable properties of redemption yields. It is, for instance, assumed in the yield formula that the discount rates are constant over time, i.e. identical for all maturities, which is basically in contradiction with the very concept of a yield curve. Only zero-coupon bonds are properly dealt with using the YTM approach. Moreover, the actual discount rates are different for each security as they are calculated independently. When comparing two bonds with a different yield (RY), it is apparent that identical cash flows with the same payment date stemming from these two securities will be discounted at different rates, i.e. similar cash flows will be treated differently depending on the overall RY of each security. In spite of these shortcomings, redemption yields are necessary because they are widely accepted and used by market participants. Spreads between swap rates and RY are closely monitored and their evolution is of influence on the development of the ECU bond market as a whole.

The shortcomings of redemption yields induced Eurostat to complete the range of analysis instruments available to understand better the structure and behaviour of ECU bond yields. The new models are a spot curve and a one-year forward curve based on a discount function and a par curve.

ii. The "ECU Discount Function"

In the formula of the "yield to maturity" approach, it is assumed that the discount rates are constant over time, i.e. identical for all maturities, which is basically in contradiction with the very concept of a yield curve. The actual discount rates are different for each security as they are calculated independently. When comparing two bonds with a different yield (RY), it is apparent that identical cash flows with the same payment date stemming from these two securities will be discounted at different rates, i.e. similar cash flows will be treated differently depending on the overall RY of each security. The estimation of the "ECU Discount Function" enables us to remove these incongruities, as spot rates are allowed to vary over the maturity range and as the same spot rates are consistently applied to all bonds. The ECU Discount Function reflects the interest rate conditions for any security as long as both the periods and sizes of all the future payments are known with complete certainty. In the absence of default risk, the ECU Discount Curve is "monotonic non increasing" and unique at any particular moment in time. Other constraints are that the function must be positive and that the present value of 1 ECU receivable today is 1 ECU.

The estimation procedure of the Discount Function is somewhat complex as it cannot be observed as such in the market. Only zero-coupon bonds provide a direct estimate of the function at a specific maturity since they produce a single future payment. The situation is less transparent as far as the traditional bullet bonds are concerned: the price of these securities represents the value of a series of future payments (coupons and principal) while the individual value or price of each individual payment remains unknown. The discount function is fitted by a regression procedure, the formula of which is presented below. Once the DF is estimated, it can be used to compute an estimated price for any fixed-income bond by adding up the present value of all its future cash flows.

The ECU Discount Function is calculated by regression using the formula:

$$[1] \quad P = V \cdot DF(M) + C \cdot \sum_{t=1}^{I[M]} DF(t)$$

Where P is the market (dirty) price of the bond, V is the principal, C is the size of the yearly coupon, M is the remaining maturity of the bond, $I[M]$ is the integer part of M and $DF(M)$ is the desired functional form of the discount curve.

$$[2] \quad DF(M) = 1 + K_1 M + K_2 QM + K_3 M^2 + K_4 QM^2 + K_5 M^3 + K_6 \max(0, M - 5)^3$$

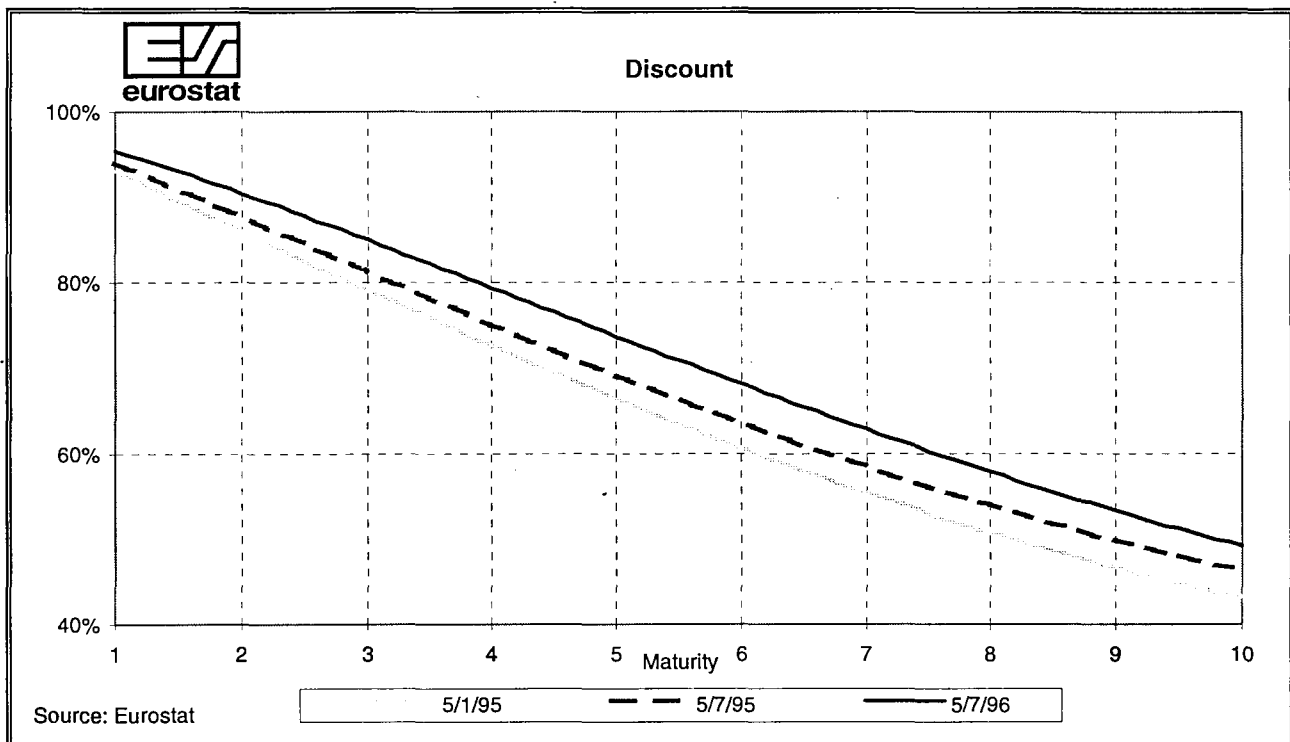
Once $DF(M)$ has been calculated, the reference triple-A "ECU Discount Function" $D(M)$ is derived by setting Q equal to zero:

$$[3] \quad D(M) = 1 + K_1 M + K_3 M^2 + K_5 M^3 + K_6 \max(0, M - 5)^3$$

Interval of validity: this approach provides results between 0 and 10 years. However, between 0 and 1 year the Discount Function is a poor approximation of reality as no bond in this interval is taken into account when computing discount rates.

Once the EDF is estimated, it can be used to compute an estimated price for any fixed-income bond by adding up the present value of all its future cash flows. Inversely, the EDF can be used to calculate the estimated coupon of a bond with a particular maturity once its price is known. We could for instance consider a hypothetical 3-year fixed-income bond which is traded at par and use the discount function to derive its estimated coupon. The estimated coupon value not only represents the par yield for the 3-year maturity but also the redemption yield of this hypothetical bond. This value could then be considered as the 3-year reference rate. In order to obtain a par yield curve, the same computations have to be repeated for the whole maturity range.

The ECU discount function at three different dates



iii. The "ECU Spot Curve"

An "ECU Spot Curve" (model S1) can be derived from the ECU Discount Function. The spot yield curve is actually a plot of zero-coupon yields against maturity. Once the discount rates are known, the spot yields can easily be derived through a simple transformation. Alternatively, spot yields could be derived from the par yields. The spot rate can be thought of as the yield to maturity of a hypothetical zero-coupon bond, and as such is an average of the single-period rates out to maturity. The term structure of spot rates, or zero coupon yield curve, is the curve which is usually referred to in the literature when talking about "the term structure of interest rates". The zero coupon yield curve can be transformed uniquely into three other useful curves: the par yield curve, the discount function and the (implied) forward yield curve.

In fact, $S(M)$ is the time-weighted rate of return on an M year bond. As the spot yield curve uses the appropriate discount factors, it is the most appropriate method for valuing cash flows and it should be preferred to the YTM approach in this respect.

The Spot Curve that Eurostat calculates is based on the following formula:

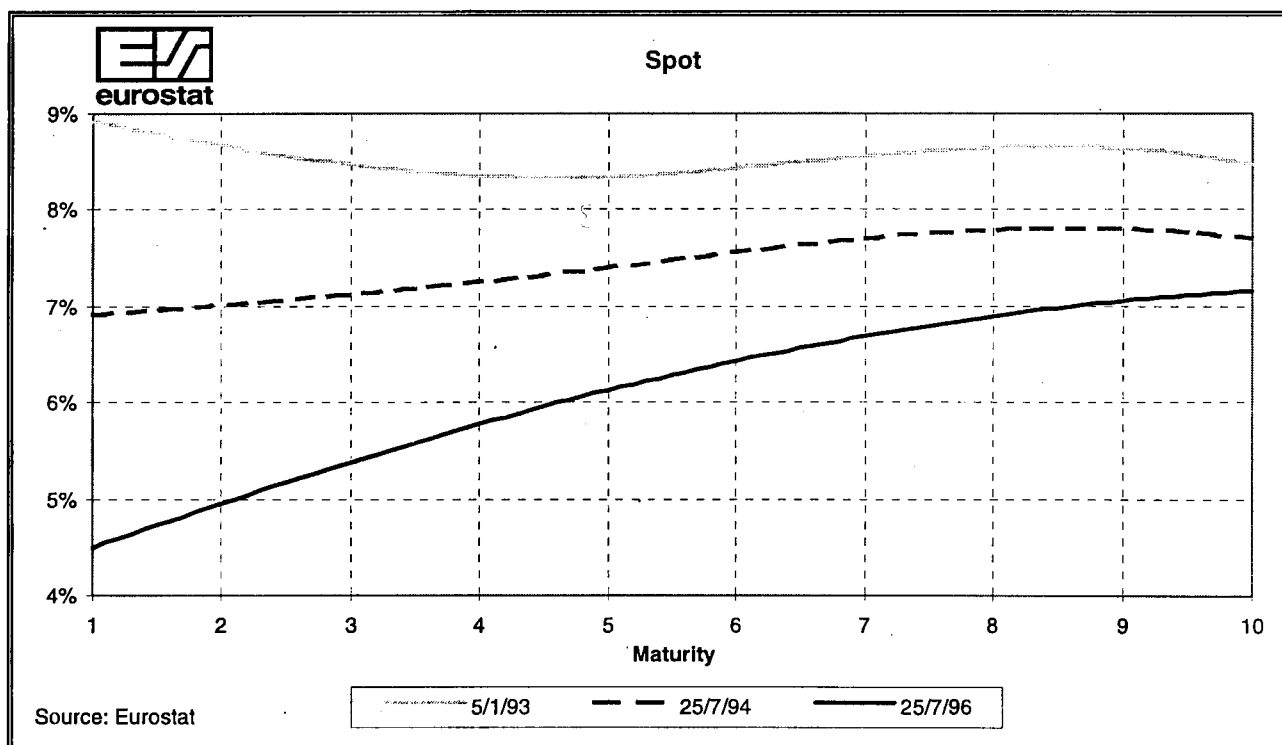
$$[4] \quad S(M) = [D(M)]^{-1/M} - 1$$

where $S(M)$ is the spot yield on a bond with M years to final maturity and $D(M)$ is the ECU discount rate described in the previous section.

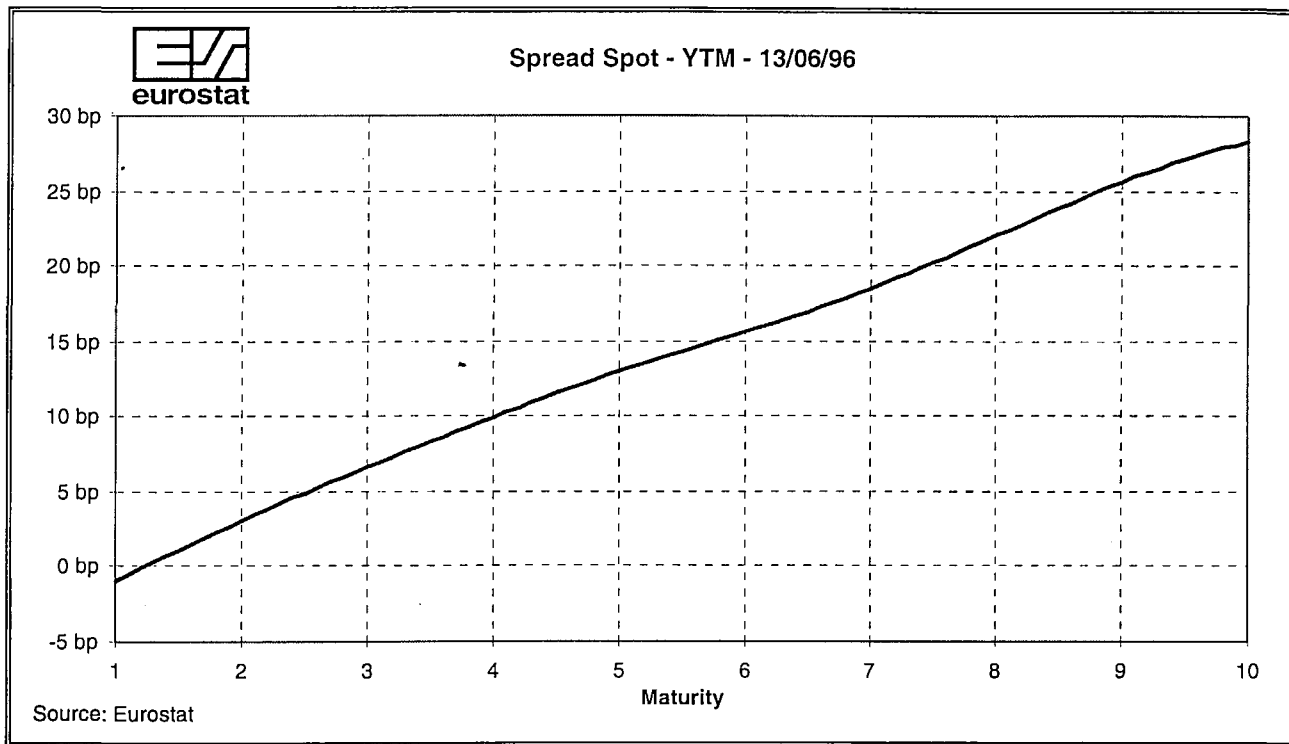
$$[5] \quad D(M) = [S(M) + 1]^{-M}$$

Interval of validity: The ECU Spot Curve gives results between one and ten years, with the same restrictions as in the discount function approach on which it depends.

The ECU spot curve at three different dates



Spread between the spot curve and the reference YTM curve on a given date



iv. The forward-forward approach and the "ECU Forward Curve"

The "ECU Forward curve" is a one-year forward yield curve. It portrays the yields of one-year bonds maturing in $(M+1)$ years. Forward yields are basically defined as a ratio of discount rates. The forward yield reflects the market expectation, given the current spot yields, for one-year bonds maturing in $(M+1)$ years. Forward yields are available up to 9 years instead of 10 years for the other instruments. The (implied) forward rate curve consists of implied future one-period (in the present case one-year) interest rates, i.e. the one-period rates expected to be observed at future dates. These forward rates are those implied by the present structure of yields derived from bond prices. They are supposed to synthesise all the available information included in present bond prices. However, forward rates are not unbiased predictors of future one-period rates. The implied forward rate curve (we use "rate" instead of "yield" for it measures a series of one-year implied rates, i.e. it refers rather to short-term notions) contains the same information as the spot rate curve but, because it is a marginal curve, whereas the spot curve gives an average of expected rates over the chosen horizon, it presents it in a way that makes it easier to interpret, especially for monetary policy purposes.

Forward yields are basically defined as a ratio of discount rates:

$$[6] \quad F(M) = [D(M) / D(M+1)] - 1$$

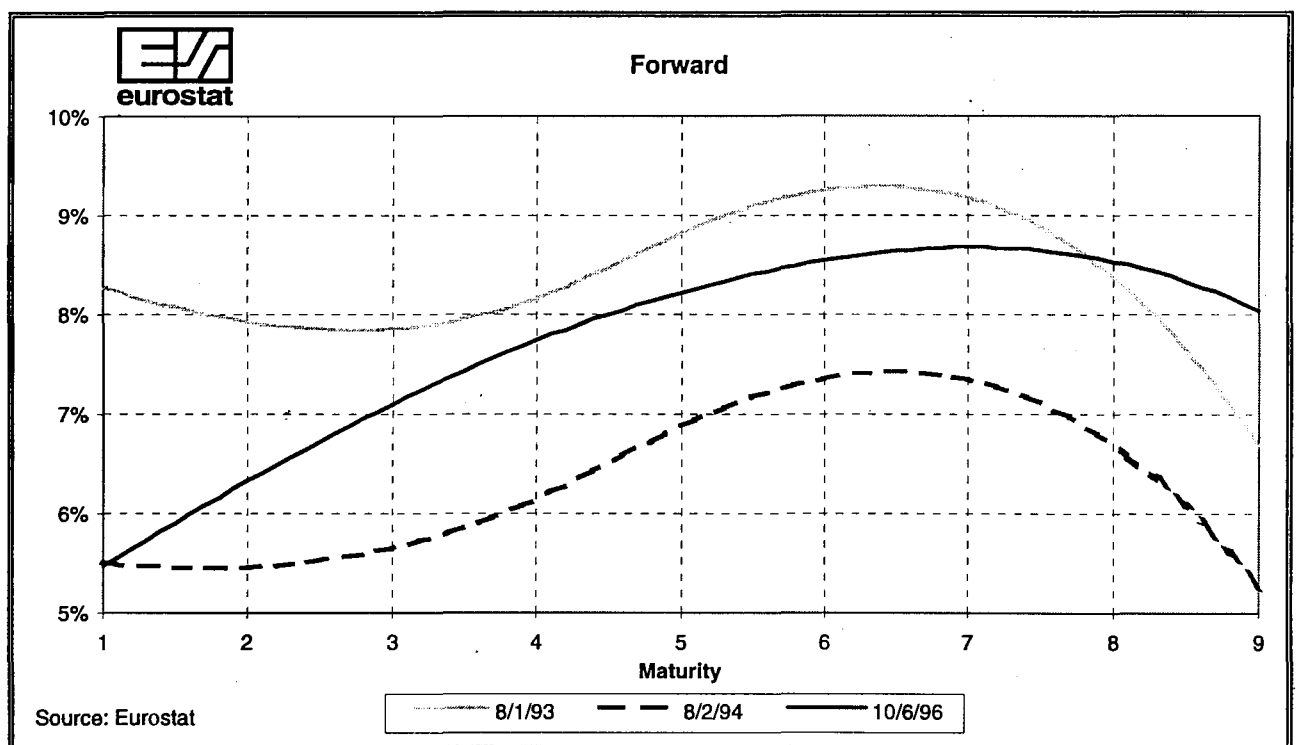
The forward yield $F(M)$ reflects the market expectation, given the current spot yields, for one year bonds maturing in $M+1$ years.

Interval of validity: Forward yields are available between one and nine years. The reason why 10 year yields are not available is that $F(M)$ is calculated on the basis of the ratio between $D(M)$ and $D(M+1)$. Thus, the discount rate at 11 years would be necessary to compute $F(10)$.

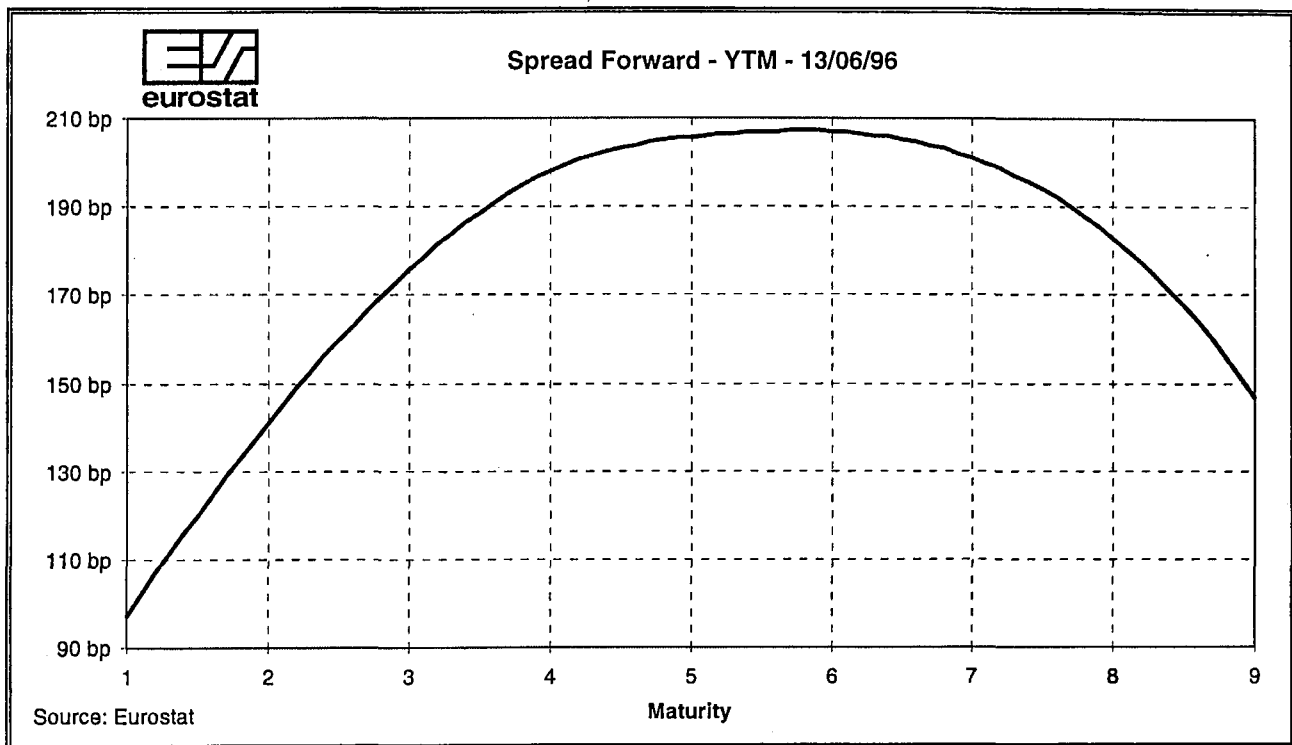
The rational expectation hypothesis is frequently referred to when trying to explain the formation of long term yields. It is based on the idea that the yield curve is determined by the anticipation of short term rates for several years according to the non-arbitrage principle. This non-arbitrage condition renders equal the current yield of a bond with a residual maturity of several years and the yield that the investor could receive, should he invest his money in shorter-term securities on the money market. Conversely, implied short-term rates can be deducted from bond yields. Then, it may be interesting to compare the forward curve with other yield curves. Most often, the FYC is above the YTM curve and the structure of interest rates is ascending. This means that, if the expectations are right, one should *ceteris paribus* invest into bonds rather than into one-year money market instruments to maximise one's wealth, since the rates suggested by bonds are higher than those observed on the money market.

Historically, a positive difference between the FYC and the YTM curve is observed. It may, at least partly, be explained in terms of risk premia, since expectations might never realise, which means that the return could have been higher if one invested into short term instruments because they eventually paid higher than anticipated interest. This risk premium (a function of the spread FYC-YTMC) should be the wider when uncertainty on short term rates is the higher, i.e. when short term rates are historically volatile. Thus this risk premium is an indicator of the expected volatility of short-term rates.

The ECU forward curve at three different dates



Spread between the forward curve and the reference YTM curve on a given date



Synthetic table

The ECU Discount Function is calculated by regression using the formula:

$$P = V \cdot DF(M) + C \cdot \sum_{t=1}^{I[M]} DF(t)$$

Where P is the market (dirty) price of the bond, V is the principal, C is the size of the yearly coupon, M is the remaining maturity of the bond, $I[M]$ is the integer part of M and $DF(M)$ is the desired functional form of the discount curve.

$$DF(M) = 1 + K_1 M + K_2 QM + K_3 M^2 + K_4 QM^2 + K_5 M^3 + K_6 \max(0, M - 5)^3$$

The Spot Curve that we calculate is based on the following formula:

$$S(M) = [D(M)]^{-1/M} - 1$$

where $S(M)$ is the spot yield on a bond with M years to final maturity and $D(M)$ is the ECU discount rate described in the previous section.

Forward yields are basically defined as a ratio of discount rates: The formula used to calculate the "ECU Forward Curve" is the following:

$$F(M) = [D(M) / D(M)] - 1$$

The forward yield $F(M)$ reflects the market expectation, given the current spot yields, for one year bonds maturing in $M+1$ years.

v. The ECU Par Yield Curve

The par yield curve is a plot of the yield to maturity for hypothetical bonds priced at par i.e. those bonds bearing a coupon equal to the current yield prevailing on the market. In other words, the return (par yield) of such a bond is equal to the interest (coupon) that it pays to its holder. Par yields are useful to determine the required coupon on a new bond to be issued at par.

The par curve is based on the discount approach. After estimating a discount curve based on market prices observed in the bond market, it is possible to compute "reference rates" by deriving the value of a series of hypothetical bonds trading at par. Renewing this operation for all maturities, one builds a "par yield curve". The par yield avoids the effect of variation in coupon on yield to maturity and therefore provides a smooth and logically consistent yield figure for each maturity. The par yield curve can be constructed on the basis of the discount rates, supposing these are known. Inversely, the underlying discount rates can be derived from the par yields. The par yield curve can therefore be used as a starting point for determining all other interest rates or yield measures: spot rates, rolling yields (used by investors), RY for bonds bearing coupons different from the par level, etc. One critical property of the par yields is that they bypass the effect of the variation of coupon on yields (known as the "coupon effect").

Future interest rate payments are discounted at different rates according to maturities. However, it is possible to calculate a yield (the Par Yield) functioning as a complex average of these discount rates.

The results for this model (A4) are very close to models A2, A3 and A5.

$$[7] \quad PY(M) = \frac{[1 - D(M)]}{\left[\sum_{t=0}^{I[M]} D(t + F[M]) \right] - 1 + F[M]}$$

Where $I[M]$ is the integer part of M and $F[M]$ is the decimal part of M , i.e. $F[M] = M - I[M]$

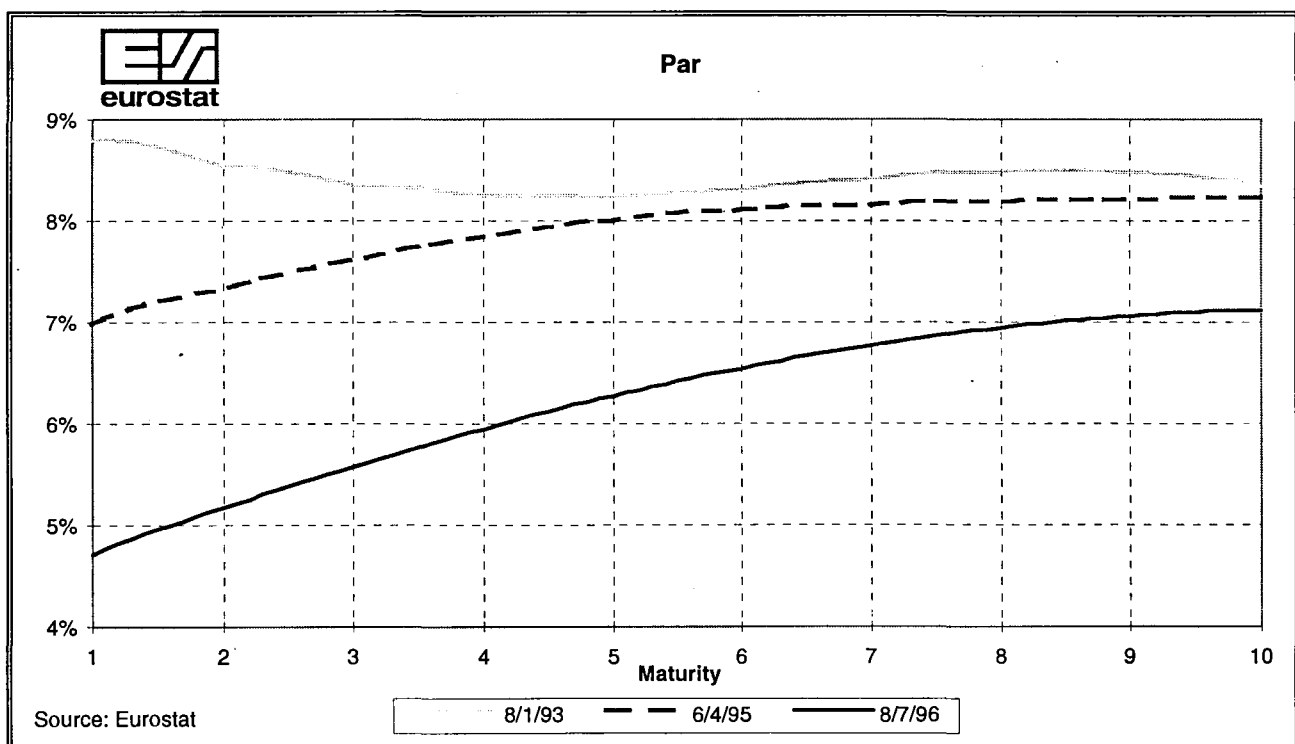
Using Par Yields is to be recommended especially when:

- The yield curve slope is steep (negative or positive slope)
- Residual maturities are long
- Coupon rates are far from the current level of yields for similar durations.

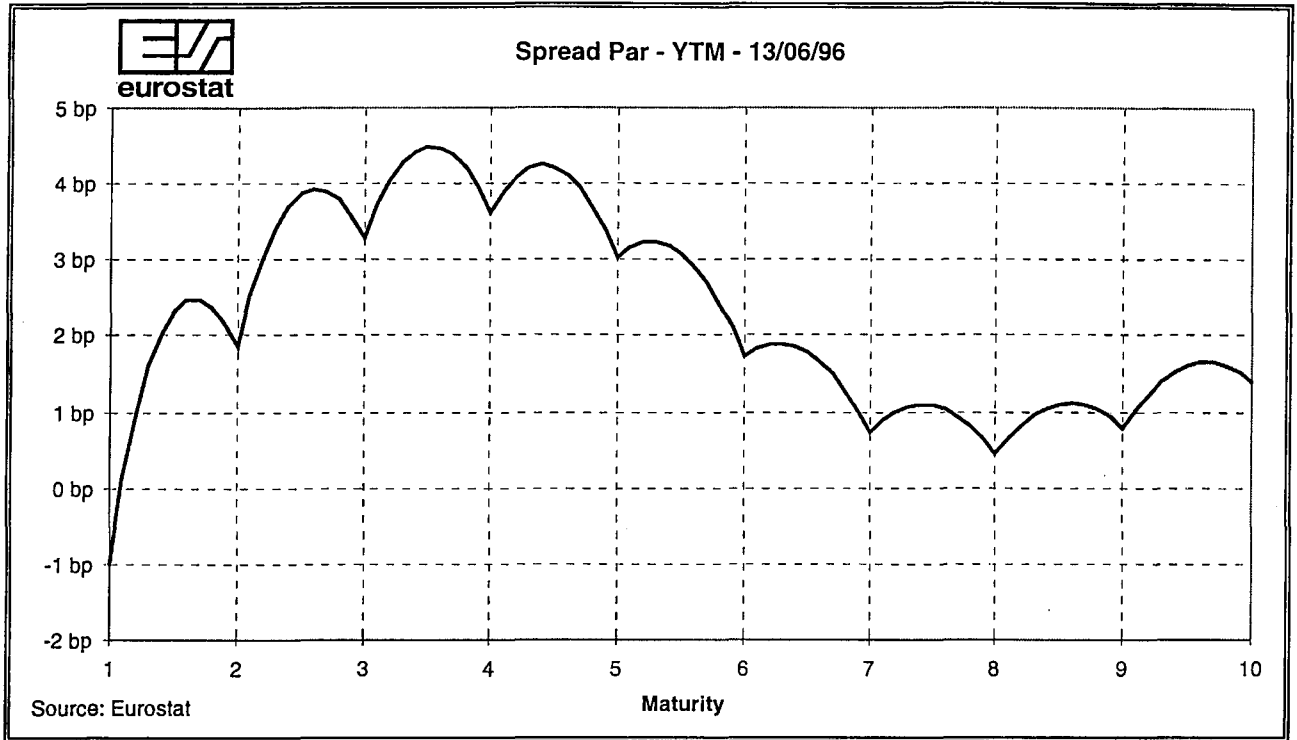
Remarks: This model is not free from criticism. First, for all maturities except for M integers, it is based on the discount function between 0 and 1 year although no bond in this interval is considered (between 0 and 1 year the EDF is a poor approximation of reality). Second, the first derivative of the function is not continuous at points representing integer years, so that spikes are observed at these maturities.

Interval of validity: Par yields are normally available between 1 and 10 years.

The ECU par curve at three different dates

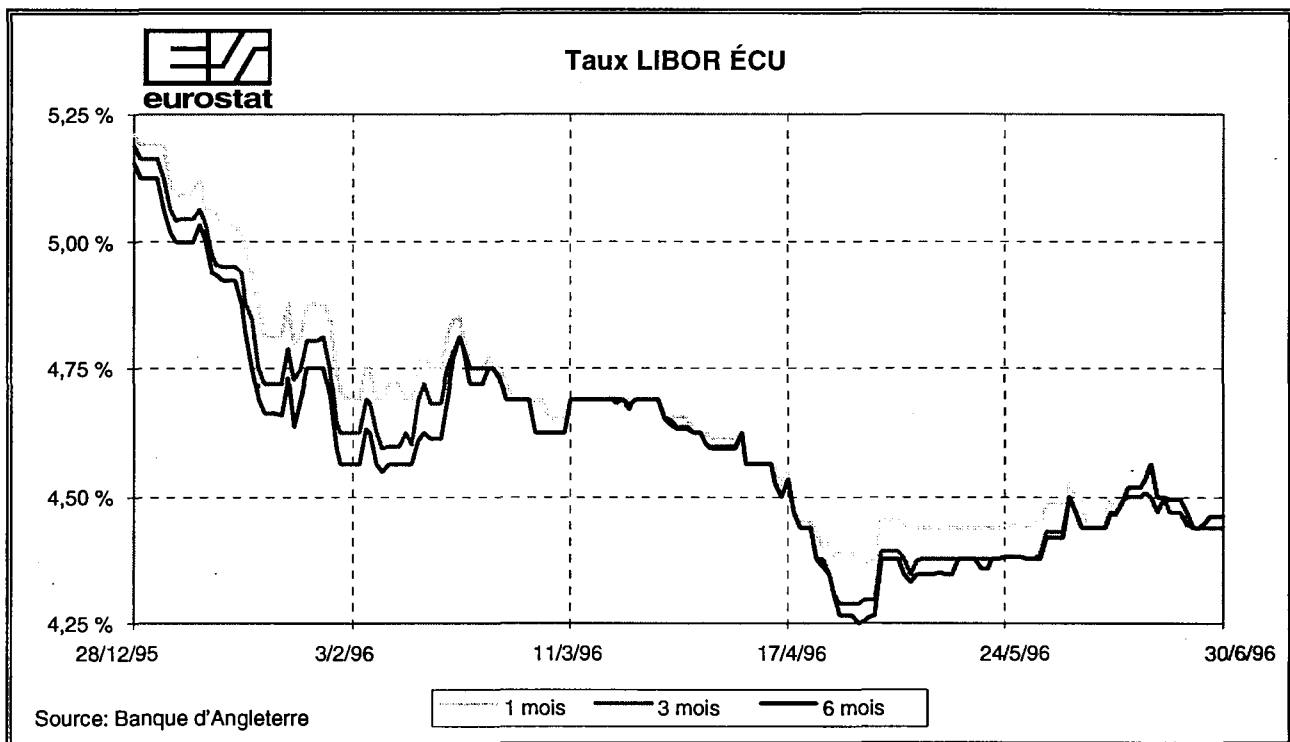


Spread between the par curve and the reference YTM curve on a given date



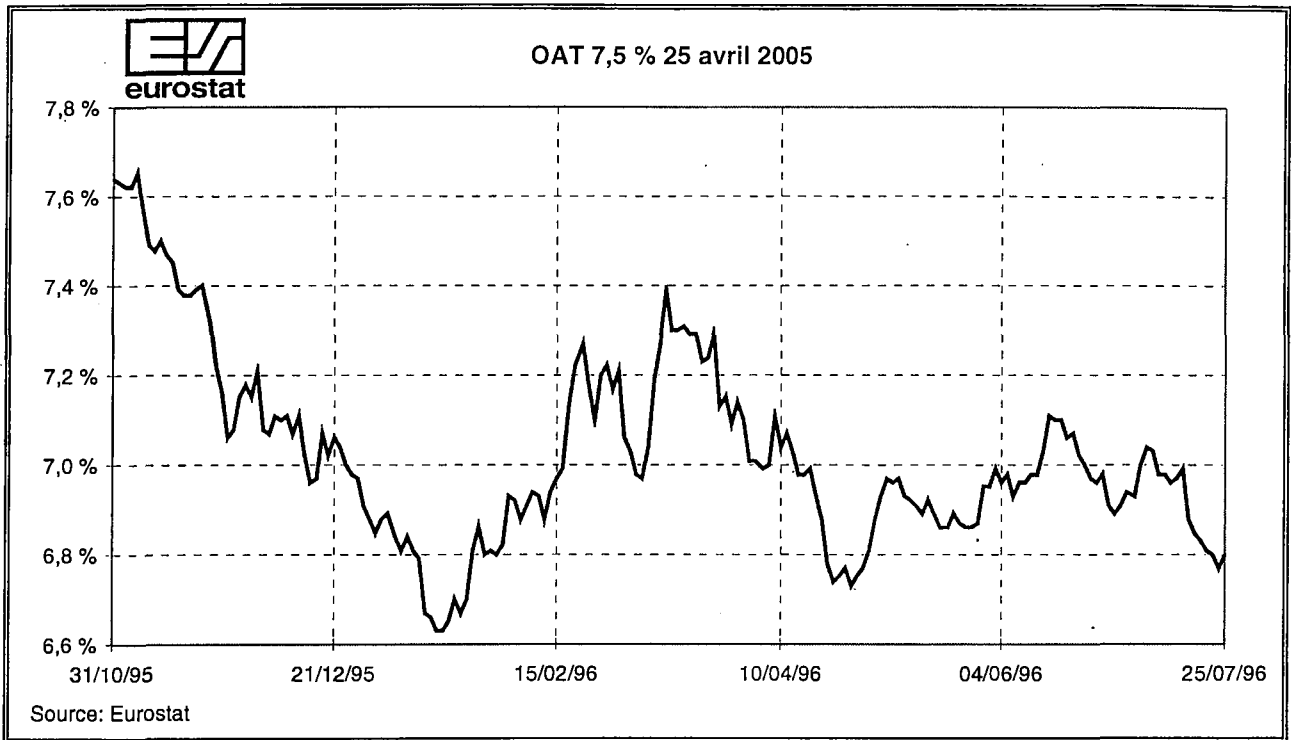
1. INTRODUCTION À LA NOTION GÉNÉRALE DE RENDEMENT

Qu'ils soient à court ou à long terme, les taux d'intérêt font partie des indicateurs économiques les plus observés par les investisseurs, les traders, les analystes, les universitaires et les journalistes. Les observateurs s'intéressent non seulement aux variations journalières des taux d'intérêt et à leur évolution sur des périodes de référence, mais également aux différentiels observés entre les monnaies et entre les différentes échéances pour une même monnaie. Quelques méthodes simples permettent d'obtenir des indications relativement précises sur le niveau des taux d'intérêt courants. Pour le court terme, des taux interbancaires (tel le Libor), considérés comme représentatifs, font l'objet d'une vaste diffusion pour les principales monnaies. Pour le long terme, on utilise fréquemment comme outil de mesure les rendements d'instruments de référence. Pour utiles que ces informations puissent être au premier abord, notamment pour le suivi des variations journalières, il n'en reste pas moins indispensable d'approfondir considérablement les méthodologies et les calculs lorsqu'il s'agit de procéder à une forme d'analyse plus sophistiquée.



En ce qui concerne les principales monnaies, les banques centrales et/ou les instituts nationaux de statistique publient généralement des informations complètes et fiables sur la structure et l'évolution des taux d'intérêt. Ces données sont soit obtenues à partir de courbes de rendement, soit diffusées sous la forme d'indices pour différentes échéances. Dans quasiment tous les cas, les chiffres font référence aux rendements des obligations d'État (les plus liquides) négociées sur le marché secondaire.

Évolution du rendement d'un instrument de référence en écus : un exemple

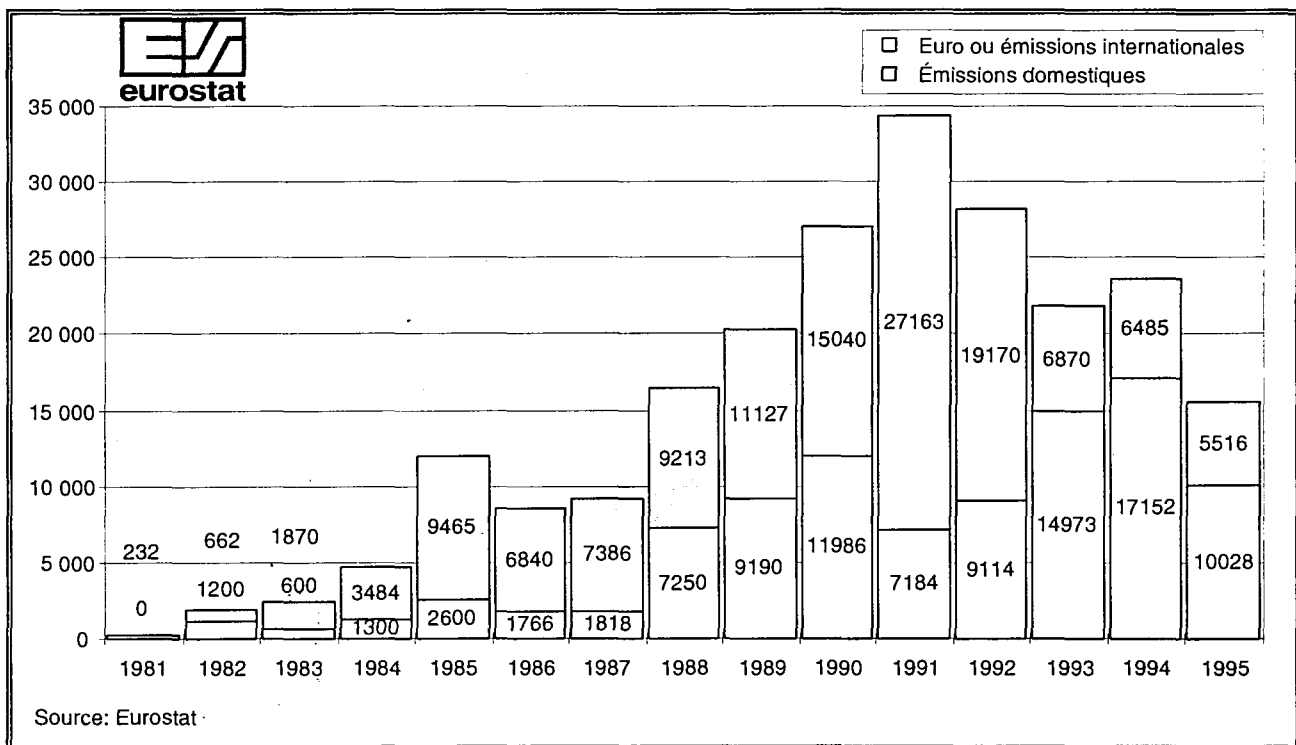


2. LES SPÉCIFICITÉS DU MARCHÉ OBLIGATAIRE DE L'ÉCU

Le marché obligataire de l'écu présente un certain nombre de caractéristiques qui lui sont propres.

Comparativement, il est resté relativement modeste et peu liquide au cours de la majeure partie des années 80. Les obligations en écus étaient généralement émises en petites quantités par des sociétés de différente nature bénéficiant de cotes de crédit les plus diverses. L'activité sur le marché secondaire restait relativement marginale parce que le fait essentiellement de petits investisseurs. Au fur et à mesure de l'accroissement de l'encours des obligations en écus, les investisseurs institutionnels ont été de plus en plus impliqués et la liquidité des titres s'en est trouvée sensiblement accrue. Toutefois, la question de la liquidité du marché obligataire de l'écu reste un sujet qu'il convient de suivre attentivement.

Volume des émissions d'obligations en millions d'écus



Contrairement à une monnaie nationale, il n'existe pas un émetteur déterminé (a priori le gouvernement central du pays émettant cette monnaie) qui pourrait servir de référence incontestée pour la détermination des rendements en écus. En conséquence, tout outil destiné à mesurer ces rendements doit incorporer des obligations provenant de différents émetteurs. Il convient dès lors de veiller à l'homogénéité de ces obligations en terme de rating/qualité de manière à garantir la fiabilité de l'indicateur de rendement. Par ailleurs, les obligations domestiques en écus font parfois l'objet d'un traitement fiscal qui varie selon le pays.

Le marché des obligations en écus n'a pas la taille de ceux des obligations émises dans les autres grandes monnaies. Quand on applique à l'écu les critères précités de liquidité et d'homogénéité, il ne reste qu'un nombre limité d'émissions. En outre, il peut arriver que l'écart entre l'échéance d'une obligation donnée et la première obligation suivante qui soit acceptable s'avère relativement important.

Encours d'obligations en écus fin juillet 1996



Émetteurs	Durée de vie résiduelle en années						Total
	< 1	1-3	3-5	5-7	7-10	> 10	
GOV	10 937	27 570	15 268	7 429	8 444	4 750	74 397
SUPRA	3 349	4 740	5 535	3 465	700	600	18 389
AUTRES	7 019	7 872	6 086	2 777	1 866	1 025	26 645
TOTAL	21 305	40 182	26 889	13 671	11 010	6 375	119 431

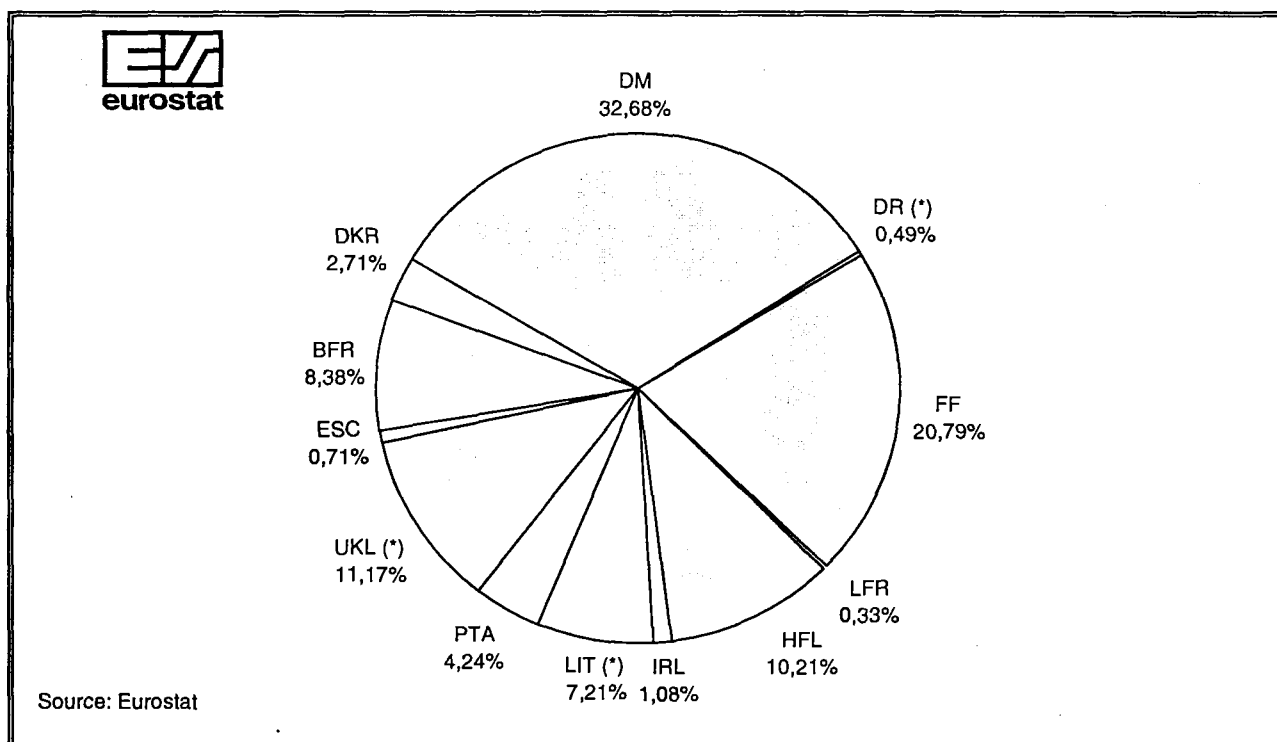
Source: Eurostat

GOV= Gouvernements centraux

SUPRA= Institutions supranationales

L'écu est une monnaie composite. À première vue, une solution envisageable pour la mesure des rendements en écus consisterait à calculer ceux-ci sur la base des rendements des différentes monnaies qui composent le panier de l'écu. Cette approche est toutefois loin d'être exempte de critiques et quoiqu'assez attirante d'un point de vue théorique, elle est très difficile à mettre en œuvre dans la pratique.

Poids des monnaies composantes de l'écu calculés sur la base des taux centraux
(depuis le 06/03/95)



(*) Taux centraux notionnels basés sur les taux du marché du 06/03/95 parce que ces pays ne participent pas au mécanisme de change.

3. LES DIFFÉRENTES APPROCHES DE LA MESURE DU RENDEMENT

a. La méthode du portefeuille/de l'indice

En 1990, le département «Marchés des capitaux» de la banque Paribas a commencé à publier un «indice des obligations liquides en écus» (liquid ECU Bond Index) qui fournit les rendements pour un certain nombre d'échéances représentatives (3, 5, 7 et 10 ans). Cet indice est basé sur les cotations sur le marché secondaire des titres donnant lieu au plus gros volume de transactions. Depuis la mi-1991, J. P. Morgan a complété ces informations en publiant son «indice des rendements des obligations en écus» (ECU Bond Index) qui rend compte des fluctuations journalières tant des obligations cotées triple A que des autres obligations. Chaque indice couvre un segment du marché et est calculé à partir d'une série (un portefeuille) d'obligations représentatives (c'est-à-dire liquides et de haute qualité). Au sein du portefeuille, les obligations choisies font généralement l'objet d'une pondération basée sur le volume de leur émission. Le rendement du portefeuille (l'indice) est alors calculé sur la base des différents rendements observés sur le marché qui, eux-mêmes, sont généralement déterminés à partir des cotations internes du fournisseur de l'information. La disponibilité d'indices aisément accessibles a été d'un apport considérable pour le marché de l'écu puisque, pour la première fois, on calculait les rendements effectifs à long terme et on les diffusait de façon systématique et fiable. Par ailleurs, les investisseurs professionnels disposaient ainsi d'un nouvel outil leur permettant de comparer leurs performances par rapport à ces portefeuilles de référence.

b. La méthode du rendement théorique

L'absence pendant la majeure partie des années 80 d'un marché obligataire de l'écu d'une taille et d'une liquidité suffisantes ne permettant pas de calculer des indicateurs fiables basés sur les rendements effectifs (c'est-à-dire sur les titres en écus négociés sur le marché secondaire), la plupart des efforts portaient à l'époque sur le calcul de rendements théoriques. Grâce à la composition du panier de l'écu et à la disponibilité de données sur les rendements des obligations d'État libellées dans les différentes monnaies composant ce panier, il était possible de calculer le rendement théorique d'obligations en écus pour diverses échéances. Quoique la détermination de ces rendements synthétiques était quelque peu laborieuse et pouvait, dans une certaine mesure, induire en erreur, ces rendements fournissaient un certain nombre d'indications utiles au marché, quant aux niveaux théoriques des taux et pouvaient donc également servir, dans une certaine mesure, de référence pour la fixation des taux des nouvelles émissions.

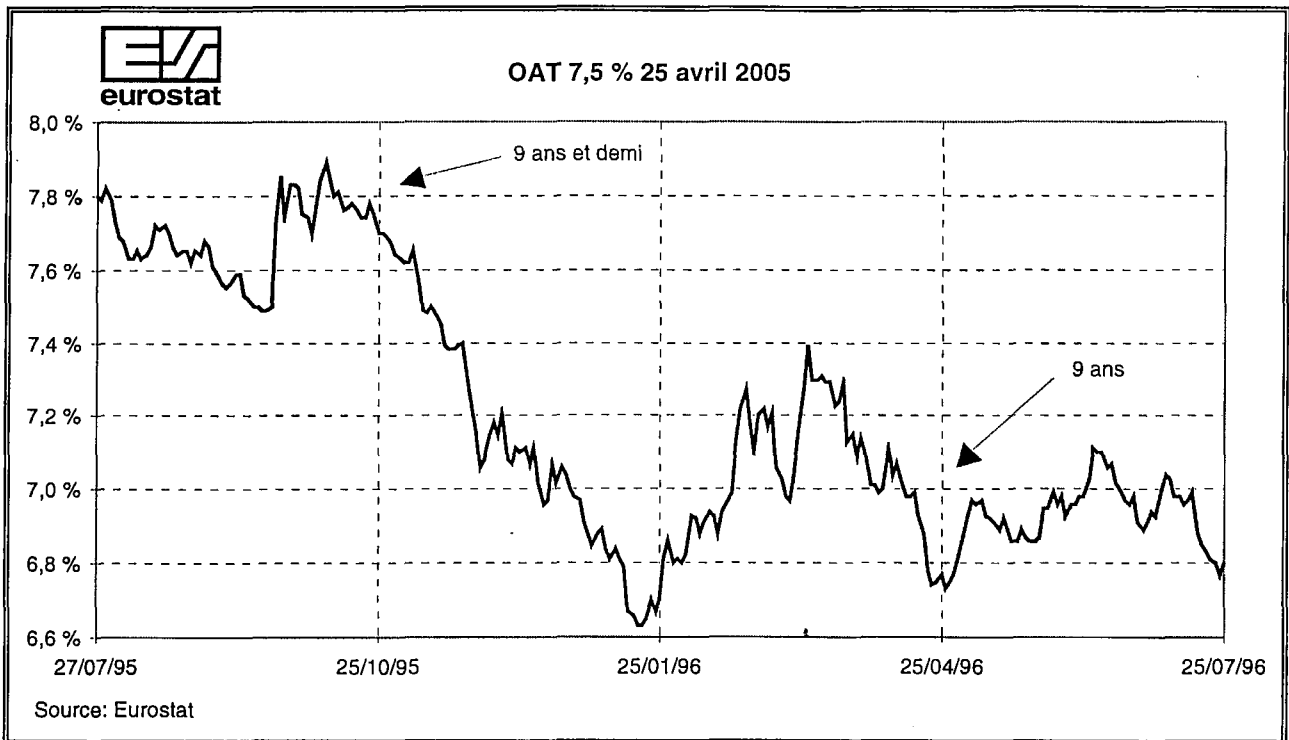
c. La méthode des obligations de référence

Une manière assez simple d'estimer les rendements consiste à se concentrer uniquement sur les rendements des émissions qui présentent l'ensemble des caractéristiques suivantes:

- écart limité entre cours acheteur et cours vendeur (c'est-à-dire liquidité suffisante);
- encours important;
- cotation triple A;
- émetteur souverain (ou, dans certains cas, supranational).

Bien que souvent utilisées par les opérateurs, les obligations de référence ne fournissent pas une mesure précise et comparable des rendements en raison de l'effet de «dérive» provoqué par l'abaissement de l'échéance résiduelle de l'obligation au fur et à mesure qu'elle court. C'est ainsi qu'une obligation considérée comme la référence à 10 ans peut, en fait, avoir une échéance effective de 9 ans et 10 mois. En outre, le choix des émetteurs de référence pose également problème.

Évolution d'une obligation de référence en écus



d. La méthode de la courbe de rendement

Après avoir comparé les différentes possibilités qui s'offraient pour mesurer les rendements en écus, la Commission européenne a décidé de développer la courbe de rendement. Le reste du présent document présente dans le détail les modèles mis au point et utilisés par la CE.

4. LA SOLUTION CHOISIE PAR EUROSTAT: LES COURBES DE RENDEMENT (AVANTAGES, MÉTHODOLOGIE, DIFFUSION DE L'INFORMATION, DONNÉES, MISES EN ŒUVRE ET RÉSULTATS)

a. Introduction

Ce type de courbe est estimé à l'aide des techniques classiques de régression et présente l'avantage d'offrir des estimations continues pour l'éventail complet des échéances. Les modèles de courbes de rendement ont été au départ développés à des fins internes et ont été testés de manière approfondie pendant plus de deux ans de façon à bien en asseoir les fondements. Les États membres ont été régulièrement consultés pour bénéficier de leur propre expérience et de leurs conseils en la matière. L'analyse de régression offre une grande souplesse en ce qui concerne les formes de fonctions envisageables; une attention particulière a donc été portée aux spécifications des modèles. Des modèles «alternatifs» présentant des caractéristiques différentes et basés sur des hypothèses théoriques différentes sont utilisés en parallèle pour vérifier la cohérence pour différentes conditions de marché et pour différentes échéances. Outre le modèle de courbe de rendement, un certain nombre d'autres programmes sont menés en parallèle pour étudier le comportement du modèle et l'évolution des principaux paramètres.

b. La courbe de rendement à l'échéance de référence

La courbe de rendement à l'échéance de référence figure la structure des taux d'intérêt pour des échéances allant de un à dix ans. Elle est basée sur des émissions souveraines de la plus haute qualité (triple A) d'un volume au moins égal à 500 millions d'écus présentant une liquidité suffisante (c'est-à-dire écart cours acheteur/cours vendeur inférieur à 50 points de base). La courbe est calculée en ajustant par régression la fonction choisie (dont la forme est constante) aux valeurs fournies par l'ISMA (International Securities Market Association) de Londres. Ces valeurs reflètent les prix d'achat et de vente d'une vaste gamme d'institutions financières.

Sélection de données ISMA du 12 juillet 1996



Code ISIN	Achat	Vente
DK0009917403	109,478	109,797
FR0000117202	111,832	111,957
FR0000118606	- 114,93	115,084
FR0000119307	109,518	109,689
FR0000194409	107,13	107,29
FR0000195208	95,083	95,225
FR0000196008	101,631	101,756
FR0000197196	103,369	103,494
FR0100001884	99,75	99,125
FR0000197832	99,75	99,125
USG3156YBC78	101,542	101,857
XB000A113346	103,532	103,661
XB000A113833	99,13	99,255
XS0029761375	114,444	114,652
XS0030477508	111,278	111,426
XS0030730500	106,383	106,608
XS0033990879	110,911	111,226
XS0035572519	104,756	105,131
XS0042499763	105,737	106,032
XS0046785910	101,175	101,55
XS0046993944	100,742	101,117
XS0055333925	104,25	104,375
XS0063108772	99,158	99,283
XS0064614414	100,685	101,06

Source: ISMA

Quoiqu'un seul modèle soit utilisé pour produire les chiffres qui sont publiés (la courbe de rendement à l'échéance de référence), trois autres modèles tournent en parallèle de manière à pouvoir contrôler la qualité du modèle principal et à tester des améliorations susceptibles de lui être ajoutées ultérieurement. Le modèle principal utilisé pour la publication a été appelé **A3**; les trois autres modèles de rendement à l'échéance sont connus sous les appellations **A4**, **A5** et **L3**. Ces différents modèles sont décrits ci-après.

c. Le modèle du rendement à l'échéance de référence: considérations théoriques et procédures de calcul

Une approche idéale pour la construction de la courbe de rendement de l'écu aurait dû être basée sur une théorie des rendements des obligations. Cette théorie aurait établi les variables (v_1, v_2, \dots, v_n) susceptibles d'influencer le rendement (y) ainsi que leur relation fonctionnelle (f):

$$[1] \quad y = f(v_1, v_2, \dots, v_n)$$

Malheureusement, il n'existe aucune théorie de ce type qui soit incontestée et admise par tous. Néanmoins, on peut essayer, de façon pragmatique, d'ajuster les rendements observés d'obligations comparables à une courbe représentant la fonction d'une variable de référence. Dans le cas présent, cette variable est l'échéance de l'obligation (M).

L'étape suivante consiste à déterminer la forme de la courbe. Celle-ci ne doit comprendre qu'une et une seule valeur pour chaque date d'échéance et, si le marché est efficient, la courbe et sa dérivée première devraient être continues. Aucune autre hypothèse que les trois formulées ci-avant quant aux caractéristiques de la courbe n'a été formulée.

Ces caractéristiques étant propres d'une fonction polynomiale, celle-ci constitue le point de départ le plus simple:

$$[2] \quad y = P_n(M)$$

Pour déterminer l'ordre de la courbe (n), on a choisi la valeur la plus basse offrant une souplesse suffisante en ce qui concerne les valeurs observées. Après de nombreux tests, la forme la plus appropriée s'est avérée être l'équation du troisième degré, soit le degré le plus bas auquel la courbe présente un point d'inflexion et n'est donc pas systématiquement convexe ou concave pour toutes les échéances:

$$[3] \quad y = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3$$

Ce type d'approche géométrique est couramment utilisé pour les courbes de rendement établies pour les principales monnaies; il a néanmoins certaines limites. La première est qu'il nécessite un **panier d'obligations comparables** (c'est-à-dire qu'il convient de tenir compte des caractéristiques susceptibles d'influencer le rendement des obligations) et que l'impact des variables non reprises dans le modèle doit être atténué en choisissant uniquement les obligations présentant des caractéristiques similaires. Cela n'est cependant pas encore suffisant. La possibilité doit exister de mesurer l'influence des variables qui ne sont pas reprises dans le modèle de façon à être certain que cette influence est bien négligeable. Cet aspect peut être pris en compte par la mesure des variations inexplicables.

Une seconde limite tient au fait qu'un tel modèle est basé pour l'essentiel sur un **marché efficient** et sur des **données primaires de haute qualité** en ce qui concerne les rendements des obligations. C'est la raison pour laquelle il a été décidé d'utiliser des émissions hautement représentatives et, plus particulièrement, des émissions souveraines ou supranationales bénéficiant d'une cote triple A, d'un volume important (au moins 500 millions d'écus) et ayant une liquidité suffisante (écart cours acheteur/cours vendeur inférieur à 50 points de base). Ces différents aspects seront envisagés plus loin.

Le panier d'obligations répondant à ces critères n'étant pas suffisamment étoffé dans les conditions actuelles du marché, le champ d'observation a été étendu à des obligations d'une qualité légèrement inférieure. Une variable de qualité (Q) a donc été ajoutée au modèle:

$$[A2] \quad Y_2 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_4 Q + c_5 MQ$$

Les deux derniers termes de l'équation tiennent compte du fait que certaines émissions sont d'une qualité (telle qu'elle ressort de leur cote de crédit) légèrement (un cran) inférieure au triple A. Ces émissions sont reprises sous l'appellation «autres». Le terme $c_4 Q$, dans lequel $Q = 0$ signifie triple A et $Q = 1$ signifie «autres», mesure dès lors l'écart moyen entre les deux catégories d'obligations, l'hypothèse étant que cet écart reste constant. Par commodité, on a ajouté à l'équation un terme final $c_5 MQ$ qui permet de tenir compte d'un écart fonction de l'échéance.

Une courbe du troisième degré est souvent insuffisante pour permettre un ajustement correct pour toute la gamme des échéances. Une possibilité pourrait alors consister à introduire des polynômes d'un degré supérieur. Néanmoins, une solution généralement plus appropriée consiste à recourir à des régressions «spline», la gamme des échéances étant segmentée en plusieurs sections et un polynôme distinct étant ajusté à chacune d'entre elles tout en assurant à la fois la continuité et des transitions lisses (c'est-à-dire la continuité des dérivées première et seconde).

Après diverses études, il est apparu qu'un «nœud» unique à cinq ans était la solution la plus appropriée (modèle A3):

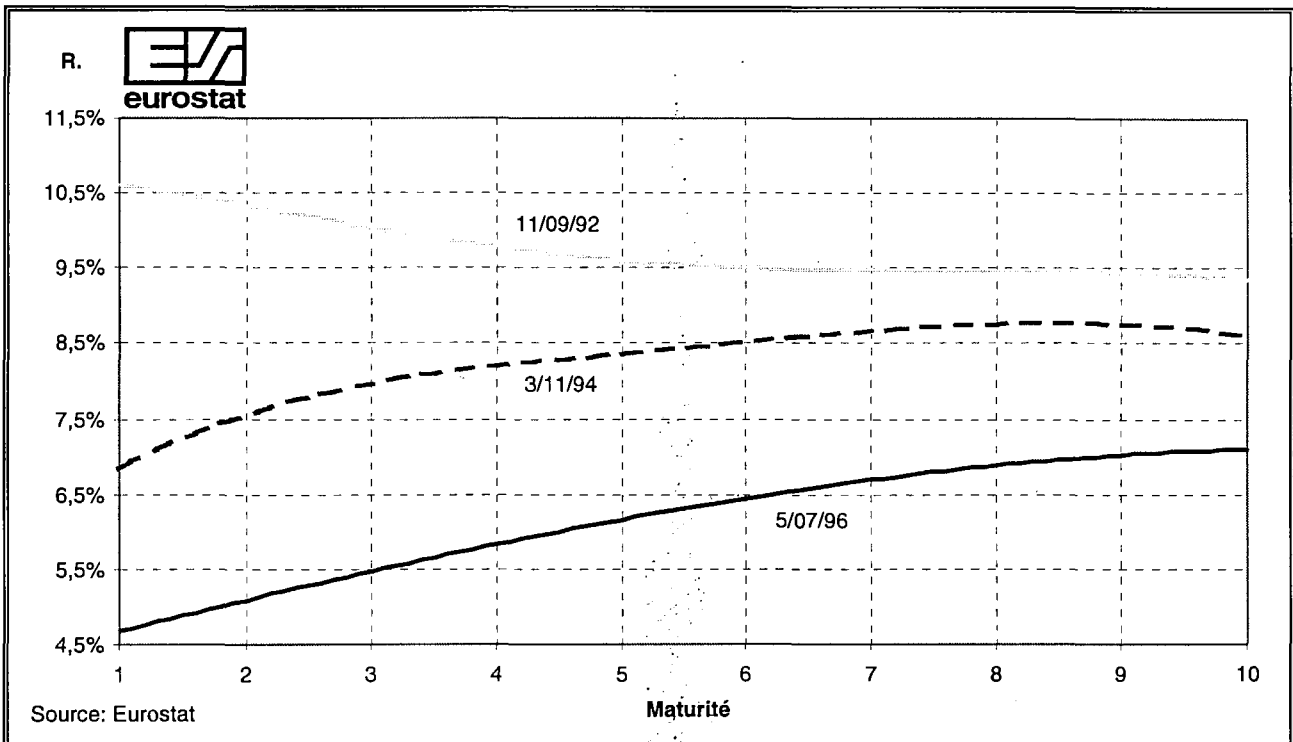
$$[A3] \quad Y_3 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_4 Q + c_5 MQ + c_6 \max(0, M - 5)^3$$

Le modèle estime à la fois la courbe triple A ($Q = 0$) et la courbe «autres» ($Q = 1$). La courbe triple A est celle qui est publiée par la Commission sous l'appellation de «courbe de rendement de l'écu»; son équation est la suivante:

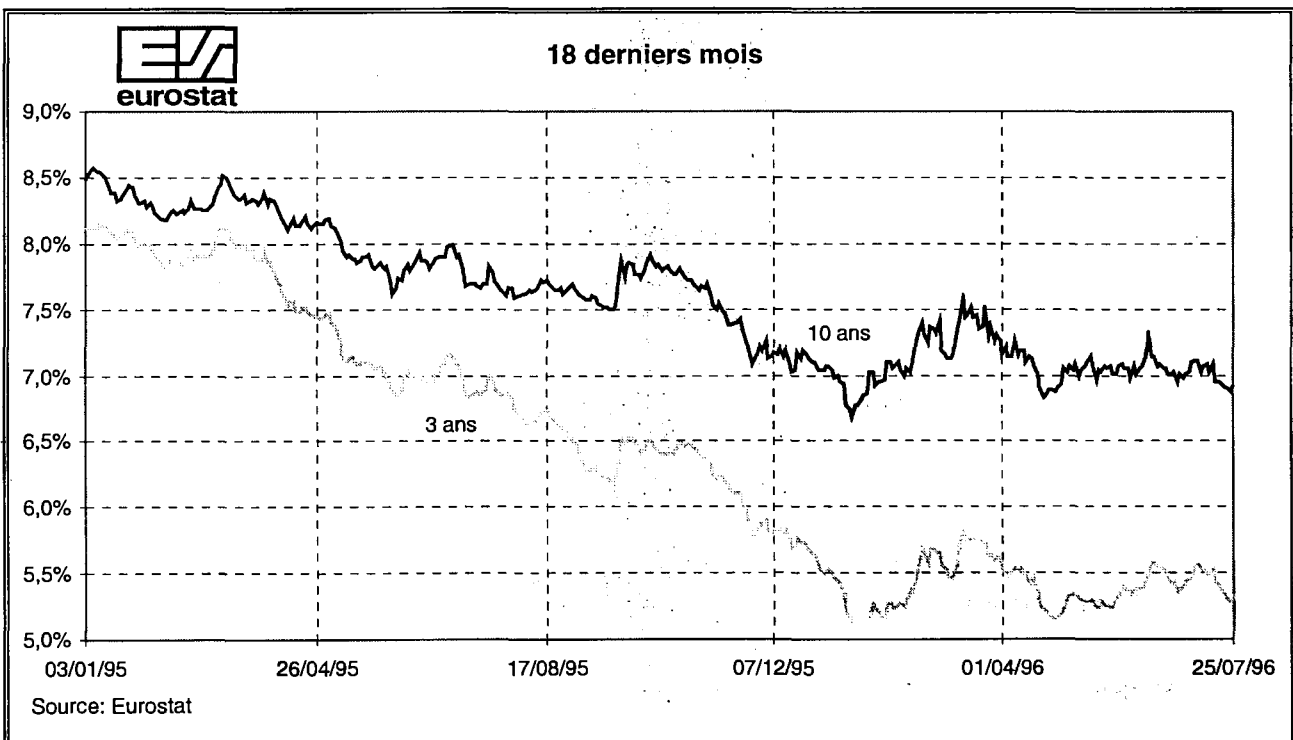
$$[A3A] \quad Y_{ECU} = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_6 \max(0, M - 5)^3$$

Les rendements publiés sont donc basés sur des obligations triple A, quoique d'autres titres soient également utilisés pour le calcul des courbes.

La structure des rendements (R.) de l'écu à trois dates différentes



Évolution du rendement pour les maturités à 3 et 10 ans



Exemple de coefficients journaliers



Coefficients de la formule	C0	C1	C2	C3	C6
15/07/96	+4.0090547E+0	+6.3347435E-1	-5.2695032E-2	+2.5329595E-3	-4.6433900E-3
16/07/96	+3.9753604E+0	+6.7489713E-1	-6.1701275E-2	+3.0385470E-3	-4.0764860E-3
17/07/96	+4.1084852E+0	+5.0300086E-1	-2.1718191E-2	+1.9135482E-4	-1.6196794E-3
18/07/96	+4.0571146E+0	+5.1015675E-1	-2.1484386E-2	+9.9047729E-6	-5.5228785E-4
19/07/96	+4.1429820E+0	+4.1202268E-1	+2.6167000E-3	-1.8089184E-3	+1.6922166E-3

Source: Eurostat

d. Le choix des données

Pour pouvoir être reprise dans le panier, une obligation doit satisfaire à l'ensemble des critères énumérés ci-après.

- **Émetteur:** organisme souverain ou supranational agissant en qualité d'emprunteur et non de garant des émissions; l'émetteur peut être d'origine communautaire ou non communautaire.
- **Qualité:**
 - (Q = 0) Aaa selon Moody's et AAA selon Standard & Poor's;
 - (Q = 1) Au moins Aa1 selon Moody's ou AA+ selon Standard & Poor's.
- Une émission non cotée qui inclut une clause pari passu est réputée avoir la même cotation que les autres émissions cotées du même emprunteur.
- **Encours total** au moins égal à 500 millions d'écus.
- **Écart cours acheteur/cours vendeur** inférieur à 50 points de base.

Peuvent être retenues les **euro-obligations** et les autres obligations nationales qui leur sont comparables. Le marché obligataire de l'écu comporte plusieurs segments: d'une part, le marché des euro-obligations sur lequel sont émises et négociées la plupart des obligations en écus et, d'autre part, les différents marchés nationaux. Il peut arriver que des obligations soient émises aux mêmes conditions que les émissions internationales (c'est, par exemple, le cas des obligations assimilables du Trésor français en écus - OAT) et puissent par conséquent être assimilées au segment du marché international (en raison de l'absence de prélèvement à la source, de procédures de compensation et de règlement similaires, etc.). Par contre, cela n'est pas le cas d'émissions intérieures «pures» (par exemple, les certificats du Trésor italien en écus - CTE - ou les obligations grecques indexées sur l'écu - OGE), chacune de celles-ci ayant des spécificités qui lui sont propres.

- Les émissions nationales en écus ne peuvent être retenues que dans la mesure où elles peuvent être assimilées à des émissions euro-obligataires; plus précisément, elles doivent être:
 - exemptes de tout prélèvement à la source pour les non-résidents;
 - soumises à des procédures de compensation et de règlement similaires.
- Seules des obligations à **taux fixe** peuvent être considérées; par ailleurs, l'émission ne doit pas présenter de caractéristique(s) particulière(s) ayant une influence sur le rendement (par exemple, option d'achat ou de vente, coupon zéro, etc.).

- Seuls des instruments du **marché des capitaux** (et non ceux du marché monétaire) peuvent être considérés; leur échéance résiduelle doit être supérieure à un an.

Les données utilisées pour les calculs sont les cours de clôture communiqués quotidiennement par les courtiers participants à l'ISMA (International Securities Market Association).

e. Gestion du panier

Eurostat vérifie la qualité des données transmises par l'ISMA. Pour ce faire, il compare pour chaque émission retenue dans le panier la différence entre le rendement théorique calculé à l'aide du modèle et le rendement réel sur le marché. Sur la base d'un rapport hebdomadaire reprenant les différents mouvements enregistrés dans le panier (prix, différence entre le rendement observé sur le marché et celui calculé par notre modèle, écart cours acheteur/cours vendeur), il est décidé des obligations qui restent dans le panier, de celles à retirer et de celles à ajouter. Le choix opéré se base également sur diverses informations recueillies concernant les nouvelles émissions, les changements de rating, l'amélioration ou la détérioration de la liquidité, etc. Les critères mentionnés plus haut sont appliqués d'une façon assez restrictive, notamment en ce qui concerne les cas limites, de façon à garantir que le panier ne contienne que des obligations considérées de première qualité par le marché. Il convient de noter que le contenu du panier est rarement modifié. Tout changement opéré prend effet le premier lundi qui suit. À notre avis, les excellents résultats du R ajusté qui sont obtenus proviennent de la grande qualité des prix utilisés dans le modèle, qui découlent eux-mêmes du flux régulier d'informations entre l'ISMA et les services de la Commission concernés.

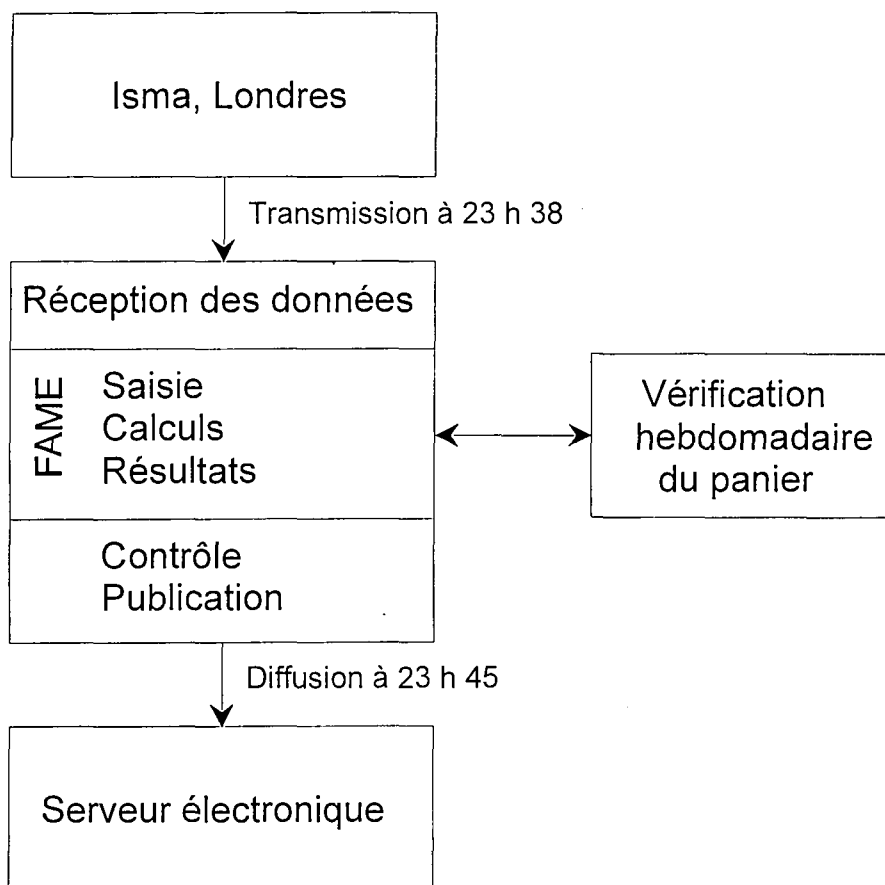
Panier au 9 août 1996



	ISIN	Nom	Maturité	Life	Coupon	Qualité	Montant
1	XS0033990879	COUNCIL OF EUROPE	14/11/2001	5,26	9	1	1 100
2	DK0009917403	KINGDOM OF DENMARK	24/04/2002	5,71	8,5	1	1 300
3	USG3156YBC78	EBRD	06/05/1999	2,74	6	0	500
4	XS0030730500	EUROPEAN COMMUNITY	18/03/1998	1,60	9,25	0	1 120
5	XS0035572519	EUROPEAN COMMUNITY	15/12/1997	1,35	8,625	0	820
6	XS0046785910	EUROPEAN COMMUNITY	03/11/2000	4,24	6	0	1 000
7	XS0046993944	EUROPEAN COMMUNITY	25/11/1998	2,29	5,5	0	475
8	XS0029761375	EUROPEAN INVESTMENT BANK	24/01/2001	4,46	10	0	1 150
9	XS0042499763	EUROPEAN INVESTMENT BANK	10/03/2000	3,58	7,75	0	650
10	XS0064614414	EUROPEAN INVESTMENT BANK	04/04/2001	4,65	6	0	500
11	FR0000117202	REPUBLIC OF FRANCE	25/04/2000	3,71	9,5	0	2 174
12	FR0000118606	REPUBLIC OF FRANCE	26/02/2001	4,55	10	0	1 083
13	FR0000119307	REPUBLIC OF FRANCE	15/03/2002	5,60	8,5	0	1 988
14	FR0000194409	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2003	6,71	8	0	1 260
15	FR0000195208	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2004	7,71	6	0	3 954
16	FR0000196008	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2002	5,71	6,75	0	2 175
17	FR0000197196	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2005	8,71	7,5	0	1 213
18	FR0000197832	REPUBLIC OF FRANCE - OAT	25/04/2006	9,71	7	0	981
19	FR0100001884	REPUBLIC OF FRANCE - BTAN	16/03/2001	4,60	6	0	815
20	XB000A113346	REPUBLIC OF FRANCE - BTAN	16/03/1998	1,60	7,25	0	3 131
21	XB000A113833	REPUBLIC OF FRANCE - BTAN	16/03/1999	2,60	5	0	2 326
22	XS0030477508	UNITED KINGDOM	21/02/2001	4,54	9,125	0	2 750
23	XS0055333925	UNITED KINGDOM	27/01/1998	1,47	8	0	2 000
24	XS0063108772	UNITED KINGDOM	26/01/1999	2,46	5	0	1 000

f. Description fonctionnelle

Chaque jour, à 23 h 38 (heure de Bruxelles, 22 h 38 heure de Londres), l'ISMA envoie un fichier contenant les données journalières relatives aux principales obligations en écus, soit au total plus de 200 enregistrements. Ces informations sont immédiatement traitées et cinq minutes plus tard, la courbe de rendement de l'écu (modèle du rendement à l'échéance de référence) est prête pour la publication. La procédure suivie est résumée dans le graphique qui suit.



Le fichier transmis par l'ISMA comprend plus de 200 enregistrements, chacun contenant les données relatives à une obligation en écus déterminée, à savoir:

- code ISIN (2 lettres + 10 chiffres): code unique utilisé comme **clef** pour identifier l'obligation;
- description de l'obligation;
- date d'échéance;
- coupon;
- échéance résiduelle;
- cours acheteur;
- cours vendeur;
- rendement à l'échéance.

Ces informations sont stockées dans une base de données FAME.

Après stockage des données reçues, le panier d'obligations éligibles est composé sur la base des critères précités de qualité, d'encours et d'écart cours acheteur/cours vendeur. À l'aide de ce panier, on fait tourner les quatre modèles (le modèle de référence plus les trois modèles complémentaires de rendement à l'échéance qui seront présentés plus loin dans le présent document) à l'aide de la commande FIT de FAME. Cette commande permet d'obtenir les coefficients des courbes (6 à 8 coefficients par modèle) plus trois mesures de la qualité des régressions (erreur absolue moyenne, erreur type résiduelle et R ajusté). Les calculs prennent au total environ cinq minutes. Les résultats sont donc disponibles avant 23 h 45 (heure de Bruxelles).

En plus de cette procédure quotidienne, trois autres programmes FAME ont été mis au point. Le plus important permet de modifier le panier des obligations utilisées pour les calculs. La modification peut consister à:

- ajouter une obligation (en cas soit de nouvelle émission, soit d'amélioration de la qualité ou de la liquidité d'une obligation existante);
- retirer une obligation (en cas de détérioration de la qualité ou de la liquidité d'une obligation ou si l'échéance résiduelle devient inférieure à une année);
- changer la qualité de l'obligation.

5. LES AUTRES MODÈLES UTILISÉS PAR EUROSTAT: LES MODÈLES ÉGALEMENT BASÉS SUR LE RENDEMENT À L'ÉCHÉANCE; LA FONCTION D'ESCOMPTE DE L'ÉCU ET LES COURBES DE RENDEMENT SPOT, FORWARD ET AU PAIR

a. Les modèles également basés sur l'approche du rendement à l'échéance

Dans une tentative de compléter le modèle A3 (la courbe de rendement à l'échéance de référence), on a considéré une variable proxy pour la liquidité (écart cours acheteur/cours vendeur) (S). Il a été démontré que cette variable influençait le modèle, même lorsque les obligations reprises dans le panier étaient fortement liquides. Cette modification apportée au modèle n'était pas géométrique, comme les autres, mais plutôt de nature théorique, ce qui nous amène au modèle A5:

$$[A5] \quad Y_5 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_4 Q + c_5 MQ + c_6 \max(0, M - 5)^3 + c_7 S$$

et à la courbe triple A associée:

$$[A5A] \quad Y_5 = c_0 + c_1 M + c_2 M^2 + c_3 M^3 + c_6 \max(0, M - 5)^3 + c_7 S$$

D'autres relations entre le rendement et d'autres variables telles le coupon, le volume d'émission ou le nombre de faiseurs de marché s'avère avoir peu d'influence sur le long terme.

La distribution par échéance des obligations retenues dans le panier n'est pas toujours homogène, les émissions étant davantage concentrées sur le court terme. Par ailleurs, la pente de la courbe de rendement est souvent plus marquée pour les échéances à court terme que pour celles à long terme. C'est la raison pour laquelle certaines courbes de rendement ne sont pas construites à partir de l'échéance mais de son logarithme, ce qui permet d'obtenir une distribution plus lisse des émissions le long de l'axe des abscisses et donne plus de souplesse à la courbe lorsque cela est nécessaire. Il vient donc l'équation L3, dérivée de A3:

$$[L3] \quad Y_{t,3} = c_0 + c_1 \log M + c_2 \log^2 M + c_3 \log^3 M + c_4 Q + c_5 MQ + c_6 \log^3(\max(1, M/5))$$

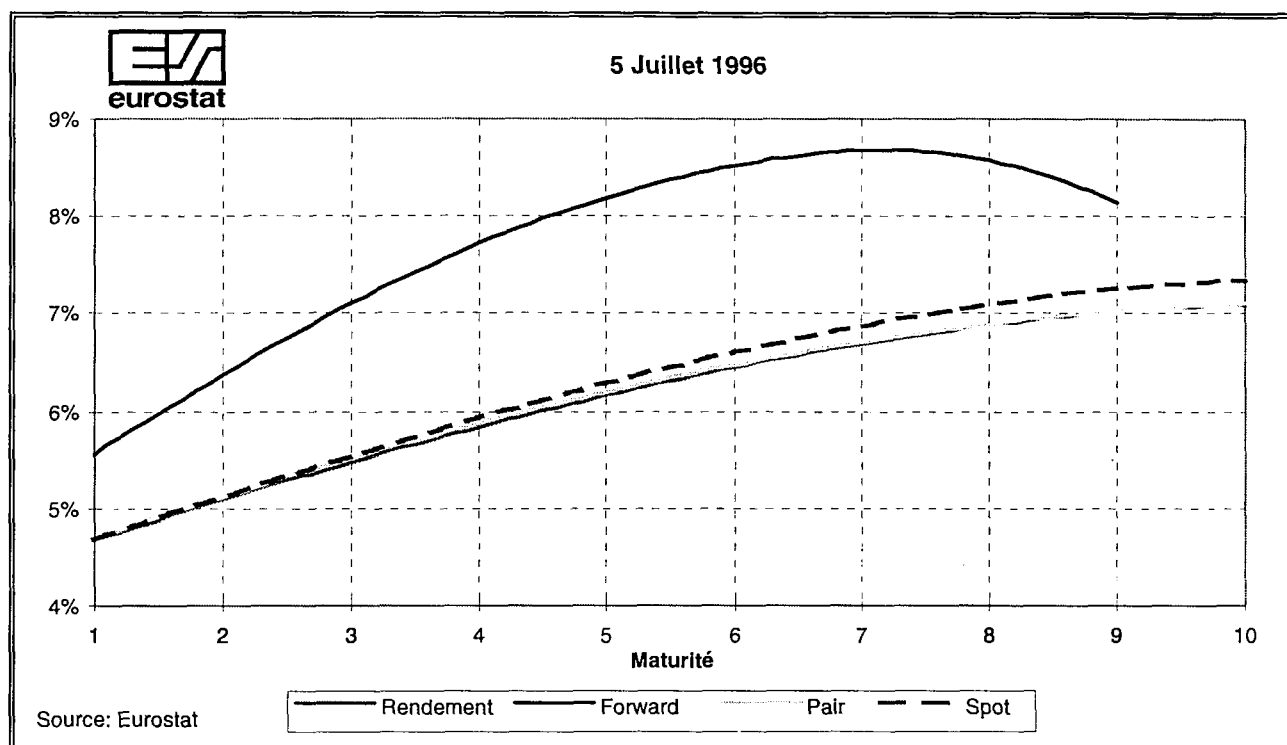
et la courbe triple A correspondante:

$$[L3A] \quad Y_{t,3} = c_0 + c_1 \log M + c_2 \log^2 M + c_3 \log^3 M + c_6 \log^3(\max(1, M/5))$$

Il convient de noter qu'une relation linéaire a été observée entre l'échéance et la qualité; dès lors, le terme $c_5 MQ$ a été conservé. Lors de ces calculs, on utilise pour la simplicité les logarithmes de base 10 car sur cette échelle logarithmique 0, 0,5, 1 et 1,5 correspondent approximativement à des échéances respectivement de 1, 3, 10 et 30 ans. Si on avait recours à une autre base logarithmique, les coefficients de la courbe diffèreraient mais celle-ci resterait identique.

Outre les modèles de régression basés sur les rendements à l'échéance tels ceux qui sont décrits ci-avant, on procède à des tests et à des contrôles complémentaires sur la base d'autres types de modèles fondés sur des hypothèses théoriques tout à fait différentes. C'est ainsi, par exemple, que l'on calcule des rendements au pair à l'aide d'estimations de la fonction d'escompte de l'écu. Quoique d'un point de vue théorique, cette approche soit plus rigoureuse (et aussi nettement plus complexe du point de vue des calculs), les résultats obtenus sont globalement comparables, bien que d'une qualité et d'une précision moindres que celles obtenues à l'aide des différents modèles de régression décrits plus haut.

Les modèles basés sur les rendements à l'échéance



b. Les modèles basés sur d'autres approches

i. Introduction

Les modèles A2, A3 (celui qui est publié) et A5 sont basés sur l'approche du rendement à l'échéance. Si la courbe de rendement de l'écu fournit des résultats utiles, la méthode appliquée est, dans une certaine mesure, discutable d'un point de vue théorique en raison des propriétés contestables de ces rendements. C'est ainsi, notamment, que l'on pose comme hypothèse dans la formule de calcul du rendement que les taux d'escompte sont constants dans le temps, c'est-à-dire identiques pour toutes les échéances, ce qui est fondamentalement en contradiction avec le concept même de courbe de rendement. Les seules obligations à être correctement traitées lorsqu'on utilise l'approche du rendement à l'échéance sont les obligations à coupon zéro. Par ailleurs, les taux d'escompte effectifs sont différents pour chaque titre puisqu'ils sont calculés de façon indépendante. Lorsqu'on compare deux obligations ayant un rendement à l'échéance différent, il est évident que des montants monétaires identiques à payer à la même date pour chacun de ces deux titres seront escomptés à des taux différents, c'est-à-dire que des montants monétaires identiques seront traités différemment en fonction du rendement global de chaque titre. Malgré cette lacune, les rendements à l'échéance sont indispensables parce qu'ils seront couramment acceptés et utilisés par les opérateurs sur le marché. Les écarts entre les taux de swaps et les rendements à l'échéance sont suivis de très près et leur évolution influence de façon générale celle du marché des obligations en écus.

Les lacunes que présentent les rendements à l'échéance ont conduit Eurostat à compléter la série d'instruments d'analyse disponibles de façon à mieux comprendre la structure et le comportement des rendements des obligations en écus. De nouveaux modèles ont été développés: d'une part, une courbe de rendement spot et, d'autre part, une courbe de rendement forward à un an basée à la fois sur une fonction d'escompte et sur une courbe de rendement au pair.

ii. La fonction d'escompte de l'écu

Dans la formule de calcul du rendement à l'échéance, on part de l'hypothèse que les taux d'escompte sont constants dans le temps, c'est-à-dire identiques pour toutes les échéances, ce qui est fondamentalement en contradiction avec le concept même de courbe de rendement. Les taux d'escompte effectifs sont différents pour chaque titre puisqu'ils sont calculés de façon indépendante. Lorsqu'on compare deux obligations ayant un rendement à l'échéance différent, il apparaît que des montants monétaires identiques à payer à la même date pour chacun de ces deux titres seront escomptés à des taux différents, c'est-à-dire que des montants monétaires identiques seront traités différemment en fonction du rendement global de chaque titre. L'estimation de la fonction d'escompte de l'écu nous permet de lever cette contradiction du fait que les taux spot peuvent varier en fonction de l'échéance et que ces taux sont appliqués de façon cohérente à toutes les obligations. La fonction d'escompte de l'écu reflète les taux d'intérêt d'un titre donné aussi longtemps que la date et le montant de tous les paiements futurs sont connus avec certitude. En l'absence de risque d'inexécution, la courbe d'escompte de l'écu est «monotone non croissante» et unique à tout moment dans le temps. D'autres contraintes imposent que la fonction soit positive et que la valeur actuelle de 1 écu à recevoir aujourd'hui soit 1 écu.

La procédure d'estimation de la fonction d'escompte de l'écu est quelque peu complexe car elle ne peut être observée en tant que telle sur le marché. Seules les obligations à coupon zéro fournissent une estimation directe de la fonction à une échéance donnée en raison du fait qu'elles ne donnent lieu qu'à un seul paiement futur. La situation est moins claire en ce qui concerne les obligations traditionnelles avec remboursement intégral à l'échéance: le prix de ces titres représente la valeur d'une série de paiements futurs (coupons et principal) alors que la valeur ou le prix de chacun des versements reste inconnu. La fonction d'escompte est ajustée à l'aide d'une procédure de régression dont la formule est développée ci-après. Quand la fonction d'escompte a été estimée, elle peut être utilisée pour calculer le prix estimé de n'importe quelle obligation à revenu fixe; pour ce faire, on procède par sommation de la valeur courante de tous les montants monétaires futurs.

La fonction d'escompte de l'écu est calculée par régression à l'aide de la formule suivante:

$$[1] \quad P = V \cdot DF(M) + C \cdot \sum_{t=1}^{I[M]} DF(t)$$

où P est le prix ("dirty price") de l'obligation sur le marché, V le principal, C le montant du coupon annuel, M l'échéance résiduelle, I[M] la partie entière de M et DF(M) la forme fonctionnelle souhaitée de la courbe d'escompte.

$$[2] \quad DF(M) = 1 + K_1 M + K_2 QM + K_3 M^2 + K_4 QM^2 + K_5 M^3 + K_6 \max(0, M - 5)^3$$

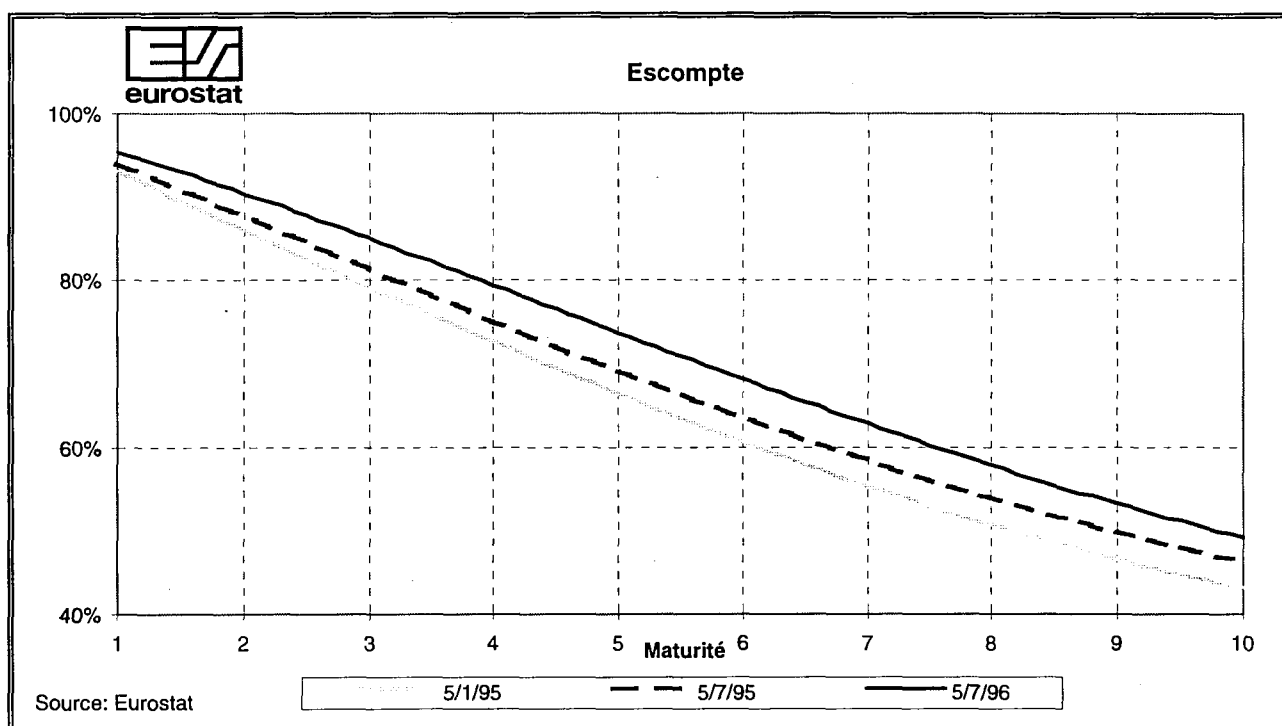
Quand DF(M) a été calculé, on détermine la fonction d'escompte de l'écu - qui sert de référence triple A - en posant Q = 0:

$$[3] \quad D(M) = 1 + K_1 M + K_3 M^2 + K_5 M^3 + K_6 \max(0, M - 5)^3$$

Intervalle de validité: cette démarche permet d'obtenir des résultats pour les échéances comprises entre 0 et 10 ans. Pour la période entre 0 et 1 an, cette fonction d'escompte reste une approximation grossière de la réalité car aucune obligation n'est prise en compte dans cet intervalle lorsqu'on calcule les taux d'escompte.

Une fois calculée, la fonction d'escompte de l'écu peut servir à estimer le prix de n'importe quelle obligation à taux fixe en sommant la valeur actuelle de tous les montants monétaires futurs. En sens opposé, il est possible d'utiliser la fonction d'escompte de l'écu pour estimer le coupon d'une obligation d'une échéance donnée à partir du moment où on connaît son prix. Prenons, par exemple, une obligation à revenu fixe de trois ans qui est négociée au pair et utilisons la fonction d'escompte pour estimer son coupon. La valeur estimée du coupon représente non seulement le rendement au pair à trois ans mais également le rendement à l'échéance de cette obligation. Elle pourrait donc être considérée comme le taux de référence à trois ans. Pour obtenir une courbe de rendement au pair, les mêmes calculs devront être répétés pour toute la gamme des échéances.

La fonction d'escompte de l'écu à trois dates différentes



iii. La courbe de rendement spot de l'écu

Il est possible de calculer une courbe de rendement spot de l'écu (modèle S1) à partir de la fonction d'escompte de l'écu. La courbe de rendement spot est en fait une représentation des rendements à l'échéance d'obligations à coupon zéro. Quand les taux d'escompte sont connus, il est facile par simple transformation de déterminer les rendements spot. Il est aussi possible de les obtenir à partir des rendements au pair. En effet, le taux spot peut être assimilé au rendement à l'échéance d'une obligation à coupon zéro et, en tant que tel, est une moyenne des taux d'intérêt simples courant jusqu'à l'échéance. La structure par échéance des taux spot (ou courbe de rendement des coupons zéro) est la courbe à laquelle il est généralement fait référence dans la littérature lorsque l'on parle de «structure par échéance des taux d'intérêt». La courbe de rendement des coupons zéro peut être transformée de façon unique en trois autres courbes particulièrement utiles: la courbe de rendement au pair, la fonction d'escompte et la courbe de rendement forward (implicite).

En réalité, $S(M)$ est le taux de rendement pondéré par le temps d'une obligation à échéance de M ans. La courbe de rendement spot ayant recours aux coefficients d'escompte ad hoc, elle constitue la méthode la plus appropriée pour évaluer des flux monétaires et, à cet égard, elle devrait être préférée à l'approche du rendement à l'échéance.

La courbe spot calculée par Eurostat est basée sur la formule suivante:

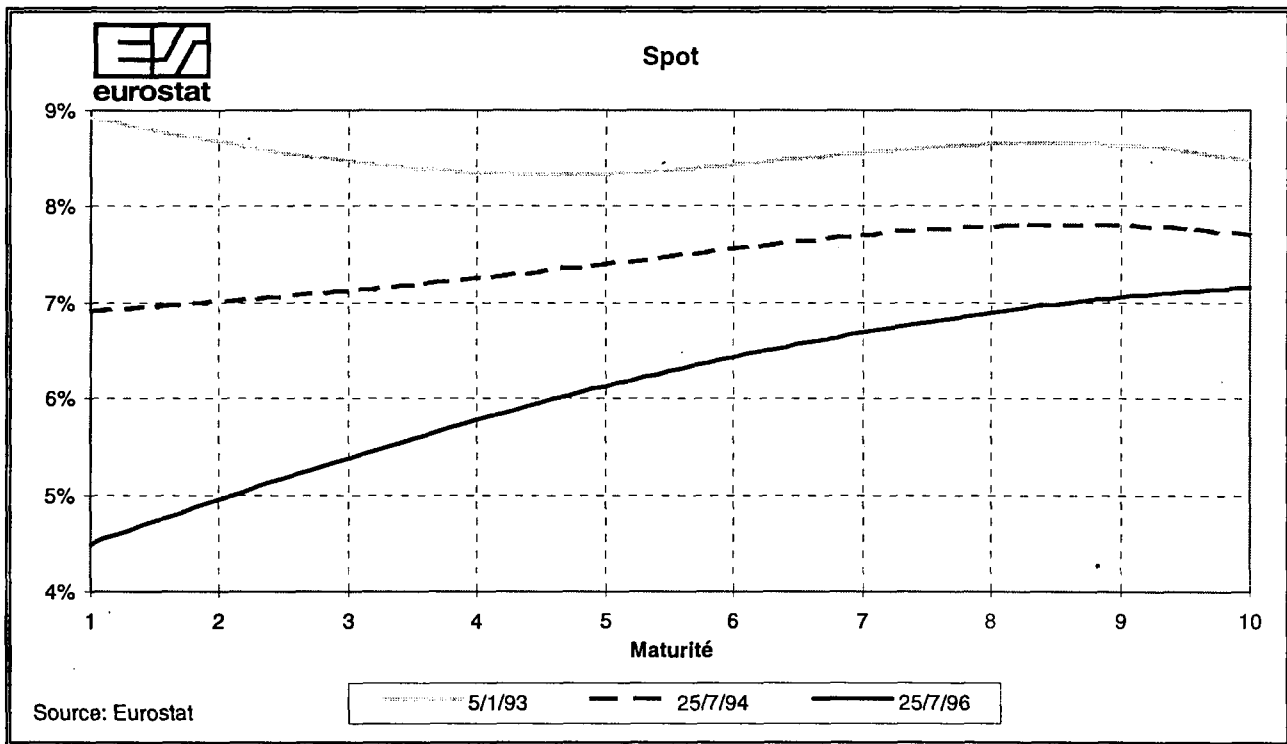
$$[4] \quad S(M) = [D(M)]^{-1/M} - 1$$

où $S(M)$ est le rendement spot d'une obligation dont l'échéance finale est à M ans et $D(M)$ le taux d'escompte de l'écu décrit à la section précédente.

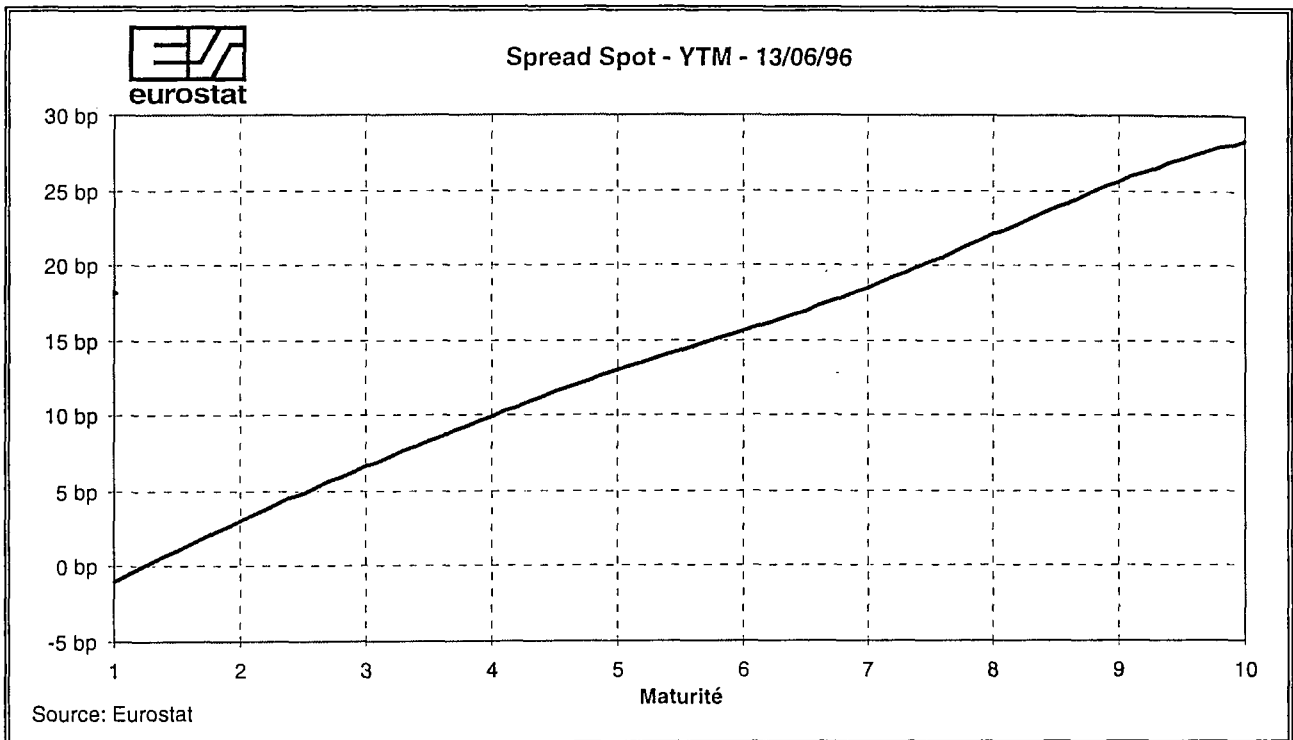
$$[5] \quad D(M) = [S(M) + 1]^{-M}$$

Intervalle de validité: la courbe spot de l'écu fournit des résultats pour les échéances comprises entre 1 et 10 ans, avec les mêmes restrictions que celles valables pour la fonction d'escompte, fonction dont elle dépend d'ailleurs.

La courbe spot de l'écu à trois dates différentes



Spread entre la courbe spot curve et la courbe de référence YTM à une date donnée



iv. L'approche du rendement forward et la courbe de rendement forward de l'écu

“La courbe de rendement forward de l'écu” est une courbe de rendement forward à un an. Elle rend compte des rendements d'obligations à un an venant à échéance dans $(M + 1)$. Fondamentalement, un rendement forward se définit comme un ratio de taux d'escompte. Il reflète les anticipations que se fait le marché, sur la base des rendements spot courants, des rendements des obligations à un an venant à échéance les années $(M + 1)$. Les rendements forward sont disponibles pour les neuf années qui suivent, au lieu de dix pour les autres instruments. La courbe des taux forward (implicites) est constituée des taux d'intérêt d'une échéance future donnée (dans le cas présent, un an), c'est-à-dire les taux que l'on s'attend à observer pour une échéance donnée à des dates futures. Ces taux forward sont déduits de la structure actuelle des rendements établie à partir des cours des obligations. Ils sont sensés synthétiser l'ensemble de l'information disponible incluse dans le cours actuel de l'obligation. Toutefois, les taux forward ne sont pas des indicateurs non biaisés des taux futurs de l'échéance considérée. La courbe des taux forward implicites (nous préférons utiliser «taux» plutôt que «rendement» parce que ce terme mesure une série de taux implicites à un an, c'est-à-dire fait plutôt référence à la notion de court terme) fournit les mêmes informations que la courbe des taux spot; étant donné toutefois qu'il s'agit d'une courbe marginale alors que la courbe spot donne une moyenne des taux escomptés à l'horizon choisi, elle est plus facile à interpréter, notamment à des fins de politique monétaire.

Fondamentalement, les rendements forward correspondent à un ratio de taux d'escompte:

$$[6] \quad F(M) = [D(M) / D(M+1)] - 1$$

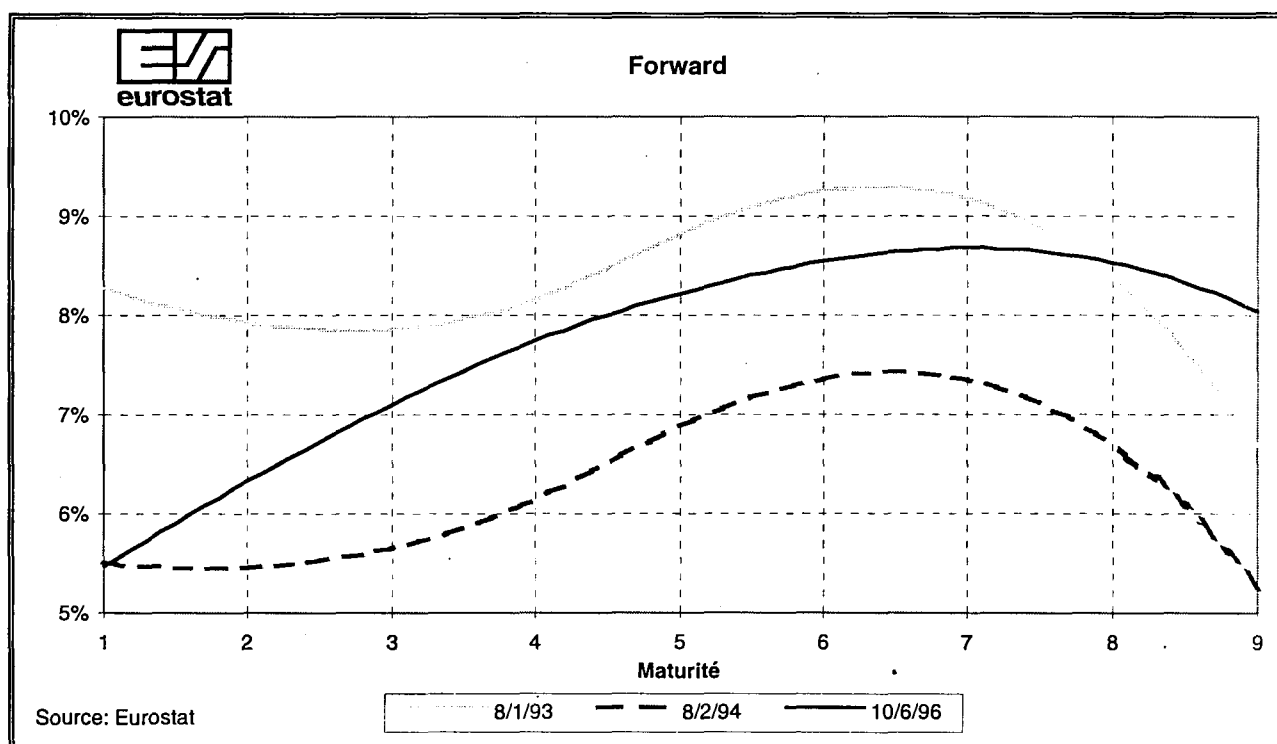
Le rendement forward $F(M)$ reflète les anticipations qu'a le marché, étant donné les rendements spot courants, du rendement des obligations à un an venant à échéance les années $(M + 1)$.

Intervalle de validité: les rendements forward sont disponibles pour les neuf années qui suivent l'année de référence. La non-disponibilité de données pour la dixième année tient en fait que $F(M)$ est calculé comme le ratio entre $D(M)$ et $D(M + 1)$. Il faudrait dès lors disposer du taux d'escompte à onze ans pour pouvoir calculer $F(10)$.

L'hypothèse des anticipations rationnelles est souvent évoquée lorsqu'on essaye d'expliquer la formation des rendements à long terme. Cette hypothèse repose sur l'idée que la courbe de rendement est fonction des anticipations des taux à court terme pour plusieurs années conformément au principe de non-arbitrage. Cette condition de non-arbitrage veut que le rendement courant d'une obligation d'une échéance résiduelle de plusieurs années soit égal au rendement que l'investisseur pourrait obtenir s'il plaçait son argent dans des titres à court terme sur le marché monétaire. En sens inverse, il est possible de calculer des taux à court terme implicites à partir des rendements des obligations. Dès lors, il peut s'avérer intéressant de comparer la courbe forward avec les autres courbes de rendement. Le plus souvent, la courbe de rendement forward se situe au-dessus de la courbe de rendement à l'échéance et la structure des taux d'intérêts est ascendante. Cela signifie que si les anticipations sont correctes, il serait préférable, toutes choses restant égales par ailleurs, d'investir en obligations plutôt qu'en instruments du marché monétaire à un an si on veut maximiser son profit étant donné que les taux obtenus avec des obligations sont supérieurs à ceux offerts sur le marché monétaire.

Historiquement, on observe une différence positive entre la courbe de rendement forward et celle du rendement à l'échéance. Cette différence peut, du moins en partie, s'expliquer par la prime de risque du fait que les anticipations peuvent ne jamais se réaliser, ce qui aurait pour conséquence que le rendement aurait pu être plus élevé si on avait investi en instruments à court terme, ceux-ci procurant finalement des intérêts plus élevés. Plus les incertitudes sur les taux à court terme seront élevées (notamment lorsque ces taux sont historiquement volatils), plus la prime de risque en question (qui sera fonction de l'écart entre la courbe de rendement forward et celle du rendement à l'échéance) sera importante. La prime de risque sera donc un indicateur de la volatilité attendue des taux à court terme.

La courbe forward de l'écu à trois dates différentes



Spread entre la courbe forward et la courbe de référence YTM à une date donnée

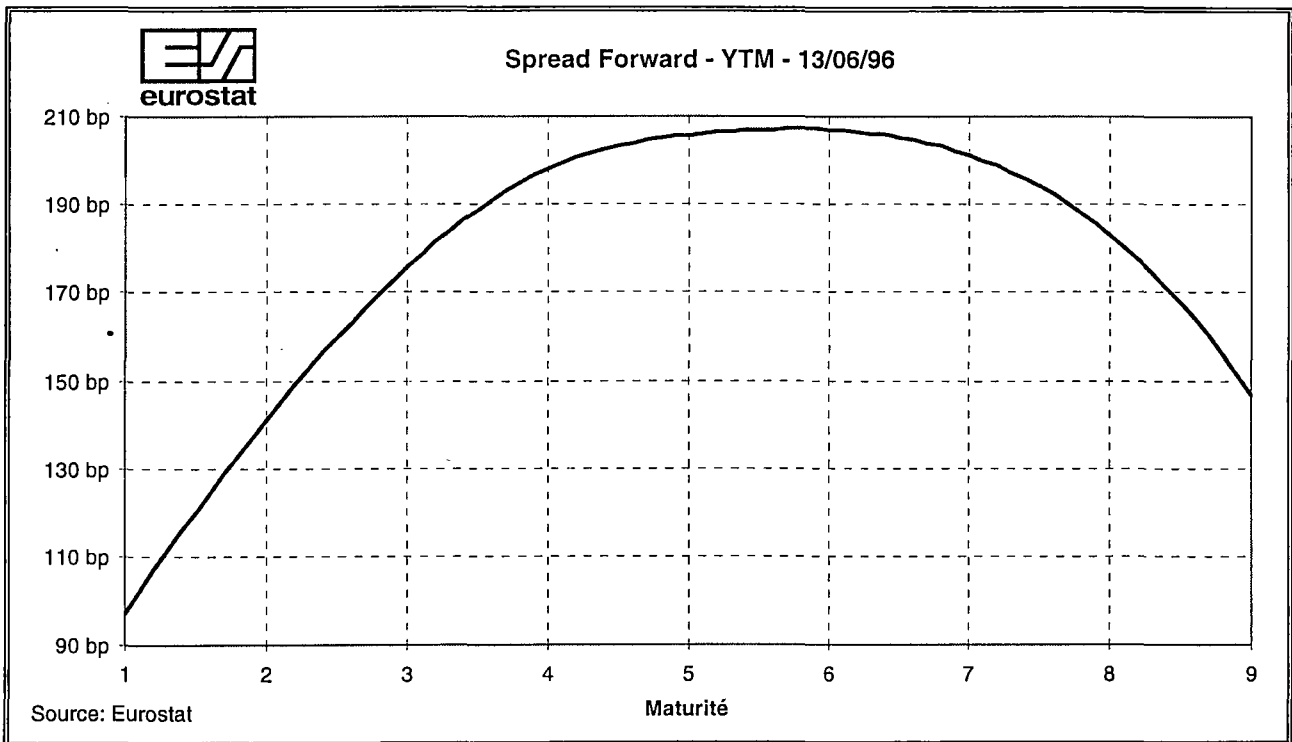


Tableau récapitulatif

La fonction d'escompte de l'écu est calculée par régression à l'aide de la formule suivante:

$$P = V \cdot DF(M) + C \cdot \sum_{t=1}^{I[M]} DF(t)$$

où P est le prix ("dirty price") de l'obligation sur le marché, V le principal, C le montant du coupon annuel, M l'échéance résiduelle, I[M] la partie entière de M et DF(M) la forme fonctionnelle souhaitée de la courbe d'escompte.

$$DF(M) = 1 + K_1 M + K_2 QM + K_3 M^2 + K_4 QM^2 + K_5 M^3 + K_6 \max(0, M - 5)^3$$

La courbe de rendement spot calculée par Eurostat est basée sur la formule suivante:

$$S(M) = [D(M)]^{-1/M} - 1$$

où S(M) est le rendement spot d'une obligation dont l'échéance finale est à M ans et D(M) le taux d'escompte de l'écu décrit à la section précédente.

Fondamentalement, les rendements forward correspondent à un ratio de taux d'escompte. La formule utilisée pour calculer la courbe de rendement forward de l'écu est la suivante:

$$F(M) = [D(M) / D(M)] - 1$$

Le taux forward F(M) reflète les anticipations qu'a le marché, étant donné les rendements spot courants, du rendement des obligations à un an venant à échéance dans (M + 1) années.

v. La courbe de rendement au pair de l'écu

La courbe de rendement au pair de l'écu est une représentation du rendement à l'échéance d'obligations hypothétiques cotées au pair, c'est-à-dire d'obligations portant un coupon égal au rendement actuel sur le marché. En d'autres termes, le rendement (au pair) d'une telle obligation est égal à l'intérêt (coupon) versé à son détenteur. Les rendements au pair sont utiles pour déterminer le coupon d'une nouvelle obligation à émettre au pair.

La courbe de rendement au pair est basée sur l'approche de l'escompte. Après avoir estimé une courbe d'escompte basée sur les prix observés sur le marché obligataire, il est possible de calculer des «taux de référence» en dérivant la valeur d'une série d'obligations théoriques cotées au pair. En renouvelant cette opération pour toutes les échéances, on peut construire une courbe de rendement au pair. Le rendement au pair permet d'éviter l'effet de la variation du coupon sur le rendement à l'échéance et permet donc d'obtenir un rendement lissé et logiquement cohérent pour chaque échéance. La courbe de rendement au pair peut être construite à partir des taux d'escompte, à condition que ceux-ci soient connus. En sens opposé, il est possible de calculer les taux d'escompte à partir des rendements au pair. La courbe de rendement au pair peut donc être utilisée comme point de départ pour déterminer tous les autres taux d'intérêt ou mesures du rendement: taux spot, rendements glissants ou "selling yields" (utilisés par les investisseurs), rendement à l'échéance d'obligations portant des coupons différents du pair, etc. Une propriété critique des rendements au pair est le fait qu'ils surmontent l'effet de la variation du coupon sur le rendement (connue sous l'appellation d'«effet coupon»).

Les versements futurs d'intérêt sont escompté à des taux différents en fonction des échéances. Toutefois, il est possible de calculer un rendement (le rendement au pair) correspondant à une moyenne complexe de ces taux d'escompte.

Les résultats du modèle (A4) ainsi calculés sont très proches des modèles A2, A3 et A5.

$$[7] \quad PY(M) = \frac{[1 - D(M)]}{\left[\sum_{t=0}^{I[M]} D(t + F[M]) \right] - 1 + F[M]}$$

où $I[M]$ est la partie entière de M et $F[M]$ la partie décimale de M , c'est-à-dire $F[M] = M - I[M]$.

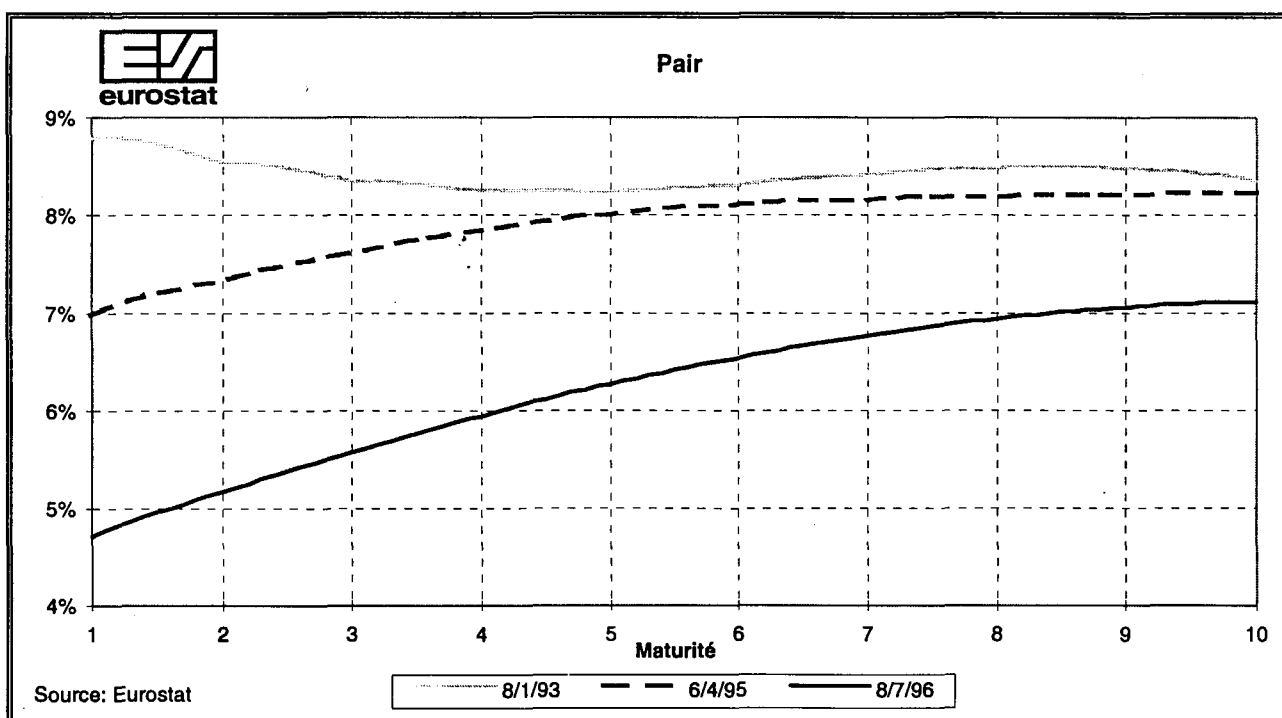
Il est recommandé d'utiliser les rendements au pair plus particulièrement lorsque:

- la pente (négative ou positive) de la courbe est forte;
- les échéances résiduelles sont longues;
- les taux des coupons s'écartent fortement des niveaux actuels des rendements pour des durées similaires.

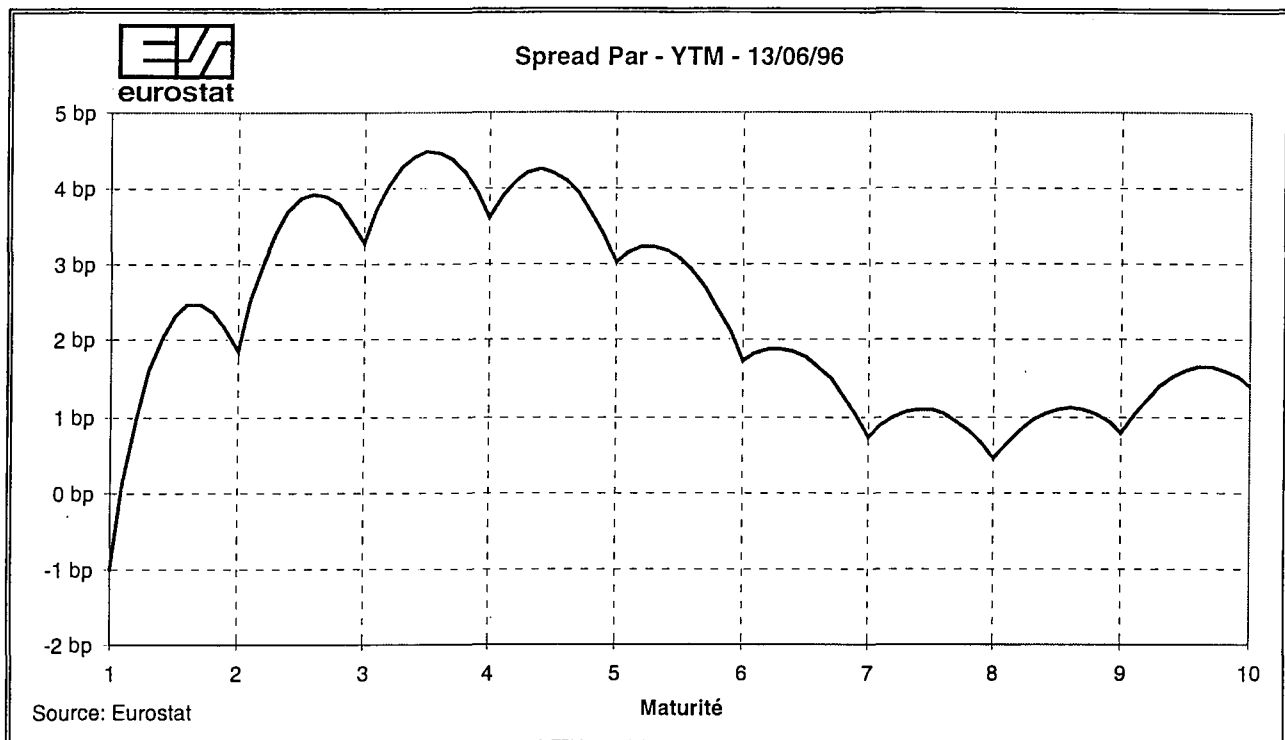
Remarque: ce modèle n'est pas exempt de critique. D'une part, pour toutes les échéances à l'exclusion des M entières, il est basé sur la fonction d'escompte pour la période de 0 à 1 an alors qu'il n'est tenu compte d'aucune obligation dans cet intervalle (entre 0 et 1 an, la fonction d'escompte de l'écu donne une pauvre approximation de la réalité). Ensuite, la dérivée première de la fonction n'est pas continue aux points correspondants aux années entières, de sorte que l'on observe des pointes à ces échéances.

Intervalle de validité: les rendements au pair sont normalement disponibles pour les échéances comprises entre 1 et 10 ans.

La courbe de rendement au pair à trois dates différentes



Spread entre la courbe pair et la courbe de référence à une date donnée



BELGIQUE/BELGIE

Moniteur belge/Belgisch Staatsblad

Rue de Louvain 40-42/
Leuvenseweg 40-42
B-1000 Bruxelles/Brussel
Tél. (32-2) 552 22 11
Fax (32-2) 511 01 84

Jean De Lannoy

Avenue du Roi 202/
Koningslaan 202
B-1060 Bruxelles/Brussel
Tél. (32-2) 538 51 69
Fax (32-2) 538 08 41
e-mail: jean.de.lannoy@infoboard.be

**Librairie européenne/
Europese Boekhandel**

Rue de la Loi 244/
Wetstraat 244
B-1040 Bruxelles/Brussel
Tél. (32-2) 295 26 39
Fax (32-2) 735 08 60

DANMARK

J. H. Schultz Information A/S

Herstedvang 10-12
DK-2620 Albertslund
Tlf. (45) 43 63 23 00
Fax (45) 43 63 19 69
e-mail: schultz@schultz.dk

DEUTSCHLAND

Bundesanzeiger Verlag

Breite Straße 78-80
Postfach 10 05 34
D-50667 Köln
Tel. (49-221) 20 29 0
Fax (49-221) 20 29 278

GREECE/ELLADA

G.C. Eleftheroudakis SA

International Bookstore
Panepistimiou 17
GR-105 64 Athens
Tel. (30-1) 331 41 82
Fax (30-1) 323 98 21

ESPAÑA

Mundi Prensa Libros, SA

Castelló, 37
E-28001 Madrid
Tel. (34-1) 431 33 99/431 32 22/435 36 37
Fax (34-1) 575 39 98
e-mail: mundiprensa@tsai.es

Boletín Oficial del Estado

Trafalgar 27-29
E-28010 Madrid
Tel. (34-1) 538 22 95/538 22 97
Fax (34-1) 538 22 67

Sucursal:

Mundi Prensa Barcelona

Consell de Cent, 391
E-08009 Barcelona
Tel. (34-3) 488 34 92
Fax (34-3) 487 76 59

Libreria de la Generalitat de Catalunya

Rambla dels Estudis, 118
Palau Moja
E-08002 Barcelona
Tel. (34-3) 302 68 35/302 64 62
Fax (34-3) 302 12 99

FRANCE

Journal officiel

Service des publications des CE
26, rue Desaix
F-75272 Paris Cedex 15
Tél. (33-1) 40 58 77 01/31
Fax (33-1) 40 58 77 00

IRELAND

Government Supplies Agency

Publications Section
4-5 Harcourt Road
Dublin 2
Tel. (353-1) 661 31 11
Fax (353-1) 475 27 60

ITALIA

Licosa SpA

Via Duca di Calabria 1/1
Casella postale 552
I-50125 Firenze
Tel. (39-55) 64 54 15
Fax (39-55) 64 12 57
e-mail: licosa@fbcc.it

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Messageries du livre Saràl

5, rue Raiffeisen
L-2411 Luxembourg
Tél. (352) 40 10 20
Fax (352) 490 661
e-mail: mdl@pt.lu

Abonnements:

Messageries Paul Kraus

11, rue Christophe Plantin
L-2339 Luxembourg
Tél. (352) 499 88 88
Fax (352) 499 888 44
e-mail: mpk@pt.lu

NEDERLAND

SDU Uitgeverijen

Externe Fondsen
Christoffel Plantijnstraat 2
Postbus 20014
2500 EA 's-Gravenhage
Tel. (31-70) 378 98 80
Fax (31-70) 378 97 83

ÖSTERREICH

**Manz'sche Verlags-
und Universitätsbuchhandlung Gmbh**

Siebenbrunnengasse 21
Postfach 1
A-1050 Wien
Tel. (43-1) 53 161 (334 oder 340)
Fax (43-1) 53 161 (339)
e-mail: auslieferung@manz.co.at

PORTUGAL

Imprensa Nacional-Casa da Moeda, EP

Rua Marquês de Sá da Bandeira, 16 A
P-1050 Lisboa Codex
Tel. (351-1) 353 03 99
Fax (351-1) 353 02 94/384 01 32

Distribuidora de Livros

Bertrand Ld.³
Grupo Bertrand, SA
Rua das Terras dos Vales, 4-A
Apartado 60037
P-2700 Amadora Codex
Tel. (351-1) 495 90 50/495 87 87
Fax (351-1) 496 02 55

SUOMI/FINLAND

**Akateeminen Kirjakauppa /
Akademiska Bokhandeln**

Pohjoisesplanadi 39/
Norra esplanaden 39
PL/PB 128
FIN-00101 Helsinki/Helsingfors
Tel. (358) 121 41
Fax (358) 121 44 35
e-mail: akatilaus@stockmann.mailnet.fi

SVERIGE

BTJ AB

Traktorvägen 11
PO Box 200
S-221 00 LUND
Tel. (46) 18 00 00
Fax (46) 18 01 25

UNITED KINGDOM

HMSO Books (Agency Section)

HMSO Publications Centre
51, Nine Elms Lane
London SW8 5DR
Tel. (44-171) 873 9090
Fax (44-171) 873 8463

ICELAND

Bokabud Larusar Blöndal

Skólavörðustíg, 2
IS-101 Reykjavík
Tel. (354) 55 15 650
Fax (354) 55 25 560

NORGE

NIC Info A/S

Bertrand Narvesens vei 2
Boks 6512 Etterstad
N-0606 Oslo
Tel. (47-22) 57 33 34
Fax (47-22) 68 19 01

SCHWEIZ/SUISSE/SVIZZERA

OSEC

Stampfenbachstraße 85
CH-8035 Zürich
Tel. (41-1) 365 54 54
Fax (41-1) 365 54 11
e-mail: urs.leimbacher@ecs.osec.inet.ch

BÄLGARIJA

Europress Klassica Bk Ltd

76, Gurko Street
BG-1463 Sofia
Tel. (359-2) 81 64 73
Fax (359-2) 81 64 73

ČESKÁ REPUBLIKA

NIS ČR - prodejna

Konviktská 5
CZ-113 57 Praha 1
Tel. (42-2) 24 22 94 33/24 23 09 07
Fax (42-2) 24 22 94 33
e-mail: nkposp@dec.nis.cz

HRVATSKA

Meditrade Ltd

Pavla Hatza 1
HR-4100 Zagreb
Tel. (38-1) 43 03 92
Fax (38-1) 44 40 59

MAGYARORSZÁG

Euro Info Service

Európa Ház
Margitsziget
H-1138 Budapest
Tel. (36-1) 11 16 06/11 16 216
Fax (36-1) 302 50 35

POLSKA

Business Foundation

ul. Krucza 38/42
PL-00-512 Warszawa
Tel. (48-22) 621 99 93/628 28 82
Fax (48-22) 621 97 61- Free line (0-39) 12 00 77

ROMÂNIA

Euromedia

Str. G-ral Berthelot Nr 41
RO-70749 Bucuresti
Tél. (41) 210 44 01/614 06 64
Fax (41) 210 44 01

RUSSIA

CCEC

9,60-letiya Oktyabrya Av.
117312 Moscow
Tel. (095) 135 52 27
Fax (095) 135 52 27

SLOVAKIA

Slovenska Technicka Kniznica

Námestie slobody 19
SLO-81223 Bratislava 1
Tel. (42-7) 53 18 364
Fax (42-7) 53 18 364
e-mail: europ@tbb1.sltk.stuba.sk

MALTA

Miller Distributors Ltd

Malta International Airport
PO Box 25
LQA 05 Malta
Tel. (356) 66 44 88
Fax (356) 67 67 99

TÜRKIYE

Dünya Infotel A.S.

Istiklal Caddesi No 469
TR-80050 Tünel-Istanbul
Tel. (90-212) 251 91 96 / 427 02 10
Fax (90-212) 251 91 97

ISRAEL

R.O.Y. International

17, Shimon Hatarssi Street
PO Box 13056
61130 Tel Aviv
Tel. (972-3) 546 14 23
Fax (972-3) 546 14 42
e-mail: royil@netvision.net.il

Sub-agent for the Palestinian Authority:

Index Information Services

PO Box 19502
Jerusalem
Tel. (972-2) 27 16 34
Fax (972-2) 27 12 19

EGYPT

The Middle East Observer

41, Sherif Street
Cairo
Tel. (20-2) 39 26 919
Fax (20-2) 39 39 732

UNITED STATES OF AMERICA

Unipub

4611-F Assembly Drive
MD20706 Lanham
Tel. (800) 274-4888 (toll free telephone)
Fax (800) 865-3450 (toll free fax)

CANADA

Uniquement abonnements/
Subscriptions only:

Renouf Publishing Co. Ltd

1294 Algoma Road
K1B 3W8 Ottawa, Ontario
Tel. (1-613) 741 73 33
Fax (1-613) 741 54 39
e-mail: renouf@fox.nstn.ca
For monographs see: Unipub

AUSTRALIA

Hunter Publications

PO Box 404
3167 Abbotsford, Victoria
Tel. (3) 9417 53 61
Fax (3) 9419 71 54

JAPAN

PSI-Japan

Kyoku Dome, Tokyo Kojimachi P.O.
Tokyo 102
Tel. (81-3) 3234 69 21
Fax (81-3) 3234 69 15
e-mail: psi-japan@gol.com
URL: www.psi-japan.com

SOUTH AND EAST ASIA

Legal Library Services Limited

Orchard
PO Box 0523
912318 Singapore
Tel. (65) 243 24 98
Fax (65) 243 24 79
e-mail: elaine@leg-liby.demon.co.uk

SOUTH AFRICA

Safto

5th Floor Export House,
CNR Maude & West Streets
PO Box 782 706
2146 Sandton
Tel. (27-11) 883 37 37
Fax (27-11) 883 65 69

**ANDERE LÄNDER
OTHER COUNTRIES
AUTRES PAYS**

Bitte wenden Sie sich an ein Büro Ihrer Wahl
Please, address yourself to the sales office of your choice
Veuillez vous adresser au bureau de vente de votre choix

Preis in Luxemburg (ohne MwSt.) Price (excluding VAT) in Luxembourg Prix au Luxembourg, TVA exclue:
Einzelpreis Single copy Prix par numéro ECU 25 / Subscription Abonnement ECU 400



AMT FÜR AMTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN
DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN
OFFICE FOR OFFICIAL PUBLICATIONS
OF THE EUROPEAN COMMUNITIES
OFFICE DES PUBLICATIONS OFFICIELLES
DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

L-2985 Luxembourg

CA-CO-96-S05-3A-C