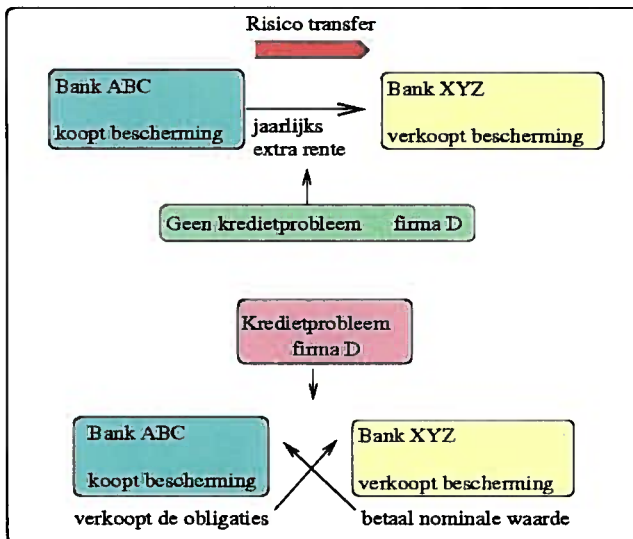


Met Sprongen

Intreerede

Prof.dr.ir. C.W. Oosterlee



1 oktober 2008

Met Sprongen

Kees Oosterlee

Mijnheer de rector magnificus,
Leden van het college van bestuur,
Collegae hoogleraren en
andere leden van de universitaire gemeenschap,
Zeer gewaardeerde toehoorders,

In deze voordracht wil ik graag met u een aantal thema's doornemen, die met numerieke wiskunde en met wetenschappelijk rekenen te maken hebben. In het bijzonder zal ik springen naar het fascinerende vakgebied “Computational Finance”, ofwel het rekenen aan problemen uit de financiële wiskunde en de financiële industrie.

Ik wil de basis van mijn onderzoekswerk met u doornemen aan de hand van een aantal afkortingen.

CWI, Centrum Wiskunde en Informatica

Ik begin met de afkorting CWI. Dit is mijn werkgever voor een groot deel van de week. Vorig jaar nog toen ik mij voor een nationale workshop aanmeldde en als werkgever “CWI” opgaf, stond er op mijn naambordje “Kees Oosterlee, Centrum voor Werk en Inkomen”. Een foutje dus. CWI staat al sinds 1946 voor Centrum Wiskunde & Informatica, toen het andere CWI nog gewoon Arbeidsbureau heette. Met 55 vaste medewerkers, 40 post-docs en ongeveer 65 promovendi is dit een onderzoekscentrum in Amsterdam. In Nederland hebben we een aantal nationale instituten die zich met natuurkundig onderzoek bezighouden, onder andere het Nikhef voor subatomaire fysica, of het AMOLF voor atomaire en moleculaire fysica, en we hebben dus ook één centrum voor wetenschappelijk onderzoek in Wiskunde en Informatica. In het recente verleden stond het CWI aan de wieg van het internet. Adres cwi.nl was de eerste landendomeinnaam ter wereld. De programmeertaal Python, de taal waarin Google is gebouwd, werd bij het CWI ontwikkeld. Vanuit de wiskunde afdelingen hielp het CWI bij de berekening van de hoogte van de Nederlandse dijken in de jaren 60, en recentelijk verbeterden CWI wetenschappers met de NS de treinlogistiek op het spoor. Voor de nabije

toekomst heeft het centrum een aantal onderzoekszwaartepunten gedefinieerd, waaronder vanuit wiskunde een focus op aard- en levenswetenschappen.

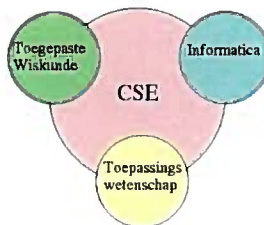
Met een nieuwe aanbouw, waar momenteel aan wordt gewerkt, aan het bestaande gebouw in Amsterdam is het CWI een fijne omgeving om wiskundeonderzoek te doen, zie ook Figuur 1.



Figuur 1: CWI; nieuwe vleugel aan het gebouw en nieuw logo

CSE, Computational Science and Engineering

De tweede afkorting die ik wil verklaren is CSE, dat staat voor Computational Science and Engineering, ofwel wetenschappelijk rekenen in ingenieurs- en natuurwetenschappen. Wetenschappelijk rekenen is een modern deelgebied van wiskunde en informatica, zie Figuur 2. Het verwijst naar het oplossen met rekenmethoden en computers van probleemstellingen uit de realiteit. Het vakgebied Computational Science and Engineering heeft veel raakvlakken met de numerieke wiskunde, waar onder andere onderzoek naar snelle en nauwkeurige oplosmethoden voor allerlei vergelijkingen plaatsvindt.



Figuur 2: CSE; Computational Science and Engineering.

In Delft aan de TU wordt CSE onderwijs, en deels ook CSE onderzoek, in de context van het Delft Centre for Computational Science and Engineering (DCSE) uitgevoerd, een centrum waarin onderzoeksgroepen uit vijf faculteiten informatie en onderzoeksresultaten kunnen uitwisselen.

In iets meer detail verloopt het wetenschappelijk onderzoek waar wij ons mee bezighouden als volgt. Het uitgangspunt is een interessant fenomeen, uit de natuur- of de ingenieurswetenschappen, dat we willen begrijpen, denk aan verspreiding van schadelijke stoffen, het verbeteren van een motor, of het voorspellen van het weer voor de komende dagen. We kunnen dit fenomeen vaak beschrijven met de wetten der natuur, zoals behoud van massa, behoud van impuls, en behoud van energie. Deze wetten kunnen in onze wiskundige taal worden opgesteld, waarin afgeleiden en integralen een belangrijke rol spelen. De opgestelde vergelijkingen worden partiële differentiaalvergelijkingen genoemd, en ze zijn over het algemeen te gecompliceerd om analytisch op te lossen. We benaderen daarom de oplossing van de vergelijkingen met behulp van computers. We discretiseren de afgeleiden en de integralen op een rekenrooster met numerieke wiskundetechnieken, en stellen een zogeheten matrixprobleem op, dat we snel en stabiel proberen op te lossen. Zo verkrijgen we een goede benadering voor drukvelden, snelheidvelden of verplaatsingen. Dit oplossen van de vergelijkingen, het oplossen van het matrixprobleem, dient vaak snel te gebeuren en dus met zeer snelle rekenprocessoren. Denkt u eens aan het voorbeeld van een numerieke weersvoorspelling: Als de oplossing uit het rekenmodel pas gevonden wordt na vele uren is het echte weer dat voorspeld had moeten worden alweer voorbij en de voorspelling nutteloos. De wiskundige formulering blijft slechts een model van het werkelijke fenomeen, en we proberen met steeds realistischere modellen te werken.

HNM, Hiërarchische Numerieke Methoden

Einstein heeft eens gezegd: “Insofern sich die Sätze der Mathematik auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und insofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit.” Ofwel: Als wiskundige theorieën op de realiteit betrekking hebben zijn zij niet zeker, en als ze zeker zijn, hebben ze geen betrekking op de realiteit. Computational Science and Engineering en ook de numerieke wiskunde liggen op de grens tussen pure wiskunde en de toepassingswetenschappen, dicht bij de realiteit.

Naast het klassieke wiskundige gereedschap uit de analyse en lineaire algebra, om convergentie en stabiliteit van algoritmen te bewijzen, behoren

derhalve numerieke experimenten en zelfs intuïtie bij het ontwikkelen van nieuwe oplosmethoden tot ons wiskundige gereedschap. Een belangrijk onderdeel van ons werk blijft echter het verkrijgen van theoretisch inzicht in de fouten die gemaakt worden bij de numerieke benadering. Inzicht in de onnauwkeurigheden in het hele traject tot de numerieke oplossing is essentieel in CSE. Van een pover wiskundig model kun je na lang rekenen nog steeds geen nauwkeurig antwoord voor het oorspronkelijke vraagstuk verwachten.

Vanuit de rekenvraagstukken uit verschillende disciplines komen we allerlei matrices tegen, waarvoor geen rigoreuze theorie beschikbaar is. Het is ook een echte uitdaging om voor dit soort matrices snelle en robuuste oplosmethoden te ontwikkelen.

Vervolgens kom ik bij de afkorting HNM. Dit is de afkorting voor de naam van mijn leerstoel “Hiërarchische Numerieke Methoden”. Het is een zeer specifieke naam voor een leerstoel, een naam je niet vaak tegenkomt. We zoeken naar de snelste oplosmethoden voor de rekenvraagstukken die we tegenkomen. Als we met N het aantal onbekenden aanduiden dat we op moeten lossen, denk aan waarden van de temperatuur op N verschillende plaatsen, dan zijn de theoretisch efficiëntste oplosmethoden die die de oplossing in orde N rekenoperaties vinden. Een grotere waarde van N impliceert meer rekenpunten en dus een nauwkeurigere oplossing, maar ook meer rekentijd. Als een oplosmethode van de orde N is dan stijgt het aantal rekenoperaties om tot een oplossing te komen lineair als we N ophogen. Orde N is dus iets magisch.

Vaak zijn deze hoogst efficiënte oplosmethoden gebaseerd op een combinatie van berekeningen op verschillende schalen in een probleem, of fijne en grove rekenroosters, een combinatie van locale en globale processen of zelfs een combinatie van complexe en eenvoudigere fysische modellen (multirooster, multilevel, multiscale, multimodel). Dit interpreteren we als een hiërarchie in een rekenmethode en zo is de term “Hiërarchische numerieke methoden” ontstaan. Het representeert het streven naar de meest efficiënte oplosmethoden.

Mijn bijdrage op dit gebied heeft vooral met de multirooster methode te maken. De multiroostermethode is gebaseerd op een hiërarchie van fijne en grovere rekenroosters waarmee we vele problemen uit de ingenieurswetenschappen snel op kunnen lossen, in orde N rekenoperaties.

Toen ons boek “Multigrid”, zie Figuur 3, geschreven samen met Trottenberg en Schüller, eind 2000, af was, bestond voor mij de mogelijkheid om een grotere verandering in mijn onderzoeksrichting door te voeren. Ik koos voor



Figuur 3: Multigrid, 2001.

het wetenschappelijke rekenen aan financiële toepassingen ofwel computational finance. U kunt hierbij denken aan het berekenen van optieprijsen of andere financiële producten. Dit betekent overigens niet dat ik mijn eerdere werk aan de multiroostermethoden opgegeven heb, integendeel, we houden alles aan. Een numeriek wiskundige is immers flexibel en kan zich relatief gemakkelijk tussen verschillende ingenieursproblemen bewegen. Zeker als hij of zij alleen maar het discrete probleem snel wil oplossen. Echt bijdragen in wetenschappelijke zin betekent echter vaak dat we ons niet tot het oplossen van het rekenprobleem kunnen beperken. Een affiniteit met de probleemherkomst en interesse in details van het opgestelde wiskundige model vormen de basis voor een effectieve probleemaanpak.

Financiële Wiskunde/ Computational Finance

De financiële wiskunde is een onderzoeksgebied waar wiskundige instrumenten gebruikt worden op de financiële markten. In de computational finance gaat het expliciet over rekentechnieken om prijzen van contracten te bepalen, om risico's te reduceren, of om aan wettelijke voorschriften over de grootte van het kapitaal, dat banken achter de hand moeten houden, te voldoen. De financiële wiskunde geeft zichzelf niet zo eenvoudig prijs, deels door de gebruikte terminologie, deels ook door de vaak complexe financiële producten op de markt. Wat betreft de wiskunde is er kennis van verschillende deel-

gebieden gewenst, zoals stochastiek, statistiek, optimalisatie en dus ook numerieke wiskunde. We treffen er stochastische differentiaalvergelijkingen aan (want aandelen volgen een random pad), partiële differentiaalvergelijkingen ook met een integraalterm (bij het prijzen van opties) en hoog-dimensionale integralen (in dimensies hoger dan drie, als we complexe optiecontracten beschouwen). In het bijzonder vind ik de interactie tussen numerieke wiskunde en stochastiek aantrekkelijk in dit vakgebied. Je komt deze combinatie veel tegen, ook bijvoorbeeld bij multiscale modellering van fysische processen, waar processen op atomair niveau invloed kunnen uitoefenen op fenomenen uit de dagelijkse praktijk, en dus meegenodigde dienen te worden.

Een financieel derivaat is een contract waarvan de waarde is gebaseerd op een ander financieel instrument, zoals op de koers van een aandeel, een wisselkoers, de prijs van een vat ruwe olie of ook een kredietrisico. Een aandelenoptie is een voorbeeld van een derivaat. Het is een contract dat aan de houder de mogelijkheid geeft om aandelen in de toekomst te kopen of te verkopen voor een voorafgestelde prijs.

Wij berekenen dus de zogeheten faire prijs van opties op basis van wiskundige modellen. Dat gaat volledig op basis van cijfertjes, koersen van aandelen en opties dus, omdat we menen dat alle relevante informatie uit die koersontwikkeling te halen is. Een belangrijk aspect hierbij is een correct wiskundig model voor de onderliggende aandeelprijzen te kiezen. In 1973 hebben Fisher Black en Myron Scholes, zie Figuur 4, een spectaculair artikel over het prijzen van opties geschreven. Met als uitgangspunt dat aandeelkoersen als een ge-



Figuur 4: Fisher Black, Myron Scholes en Robert Merton

ometrische Brownse beweging gemodelleerd kunnen worden, is het mogelijk.

met enkele belangrijke aannames, om een expliciete wiskundige formule voor bepaalde optieprijsen te vinden. Dit artikel betekende een doorbraak in het prijzen van opties. Echter, de aannames die tot de Black-Scholesvergelijking leidden komen op belangrijke punten niet overeen met empirische financiële marktdata. In de markt zijn meer uitschieters in de aandeelkoersen dan het geometrisch Brownse proces toelaat. Ook wordt in het Black-Scholes model een constante, in de toekomst bekende, beweeglijkheid van koersen verondersteld, terwijl de optieprijsen in de markt aangeven dat die beweeglijkheid zeker niet constant is.

De Black-Scholesvergelijking wordt nog steeds veelvuldig gebruikt in de financiële wereld en heeft de heren Scholes en ook Merton, zie ook Figuur 4, in 1997 de Nobelprijs voor de economie opgeleverd. Black was in 1995 reeds overleden. Merton en Scholes zaten ook in de directie van het hedgefund Long-Term Capital Management (LTCM) dat failliet ging in 1998. Ik ga daar verder niet op in, dat verhaal is al vaak verteld, maar het toont wel aan dat Finance risicos met zich meebrengt.

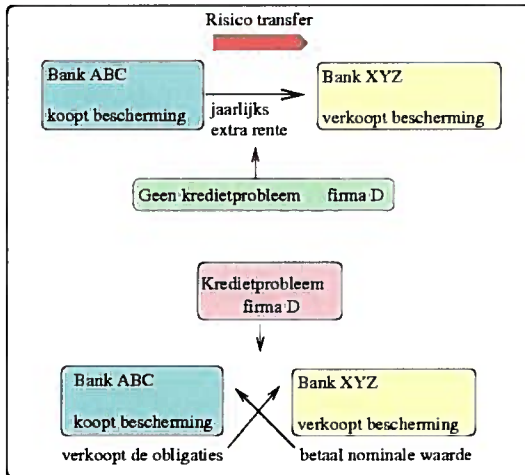
Kredietrisico en Kredietprodukten, CDS en CDO

Laten we daarom in meer detail naar derivaten met kredietrisico als onderliggend instrument kijken. Leningen, voor een huis, auto of zelfs een studie, zijn core-bussiness voor banken. De bank krijgt, in principe, aan het einde van de lening het uitgeleende geld terug en verdient aan een lening door de rente-inkomsten gedurende de looptijd. Het risico voor de bank bestaat erin dat de lening niet geheel terugbetaald kan worden, bijvoorbeeld door faillissement. Dit risico wordt kredietrisico genoemd, en kan substantieel zijn als er voor enorme bedragen geleend wordt.

Kredietderivaten zijn opties of verzekeringen tegen dit kredietrisico. Zij stellen banken in staat om bescherming tegen kredietrisico te kopen. De kredietmarkt is de laatste tien jaar explosief gegroeid. Deze markt is driemaal zo groot als de klassieke aandelenmarkt. Er gaat rond 30 biljoen dollar in om (een 3 met 13 nullen). De laatste jaren, is ook de handel in krediet-index-derivaten significant toegenomen. Enkele van de belangrijkste indices zijn de iTraxx Main (bevat 125 firma's), iTraxx HiVol (met 30 namen), en de CDX series in de VS met ofwel 125 ofwel 30 firma's. U kunt deze zien als de kredietequivalenten van de Dow Jones, of de AEX aandelenindex in Nederland.

Met behulp van een voorbeeld zal ik de werking van één van de belang-

rijkste kredietderivaten, de credit default swap, CDS, proberen uit te leggen, zie ook Figuur 5. Wij rekenen in ons onderzoek ook aan de faire prijzen



Figuur 5: De credit default swap, CDS

voor dit produkt. Stel bank ABC koopt obligaties, uitgegeven door firma D. De jaarlijkse rente is de winst voor ABC. Gedurende de looptijd loopt bank ABC een kredietrisico, omdat firma D failliet zou kunnen gaan, en ABC wil dit risico doorverkopen. Bank ABC kan een zogeheten credit default swap als bescherming kopen. Stel dat bank XYZ dit produkt verkoopt.

Die credit default swap is een contract tussen de banken ABC en XYZ. Gedurende de looptijd betaalt ABC regelmatig een premie aan XYZ. In ruil krijgt ABC het recht om de door firma D uitgegeven obligaties aan XYZ door te verkopen tegen een voorgeschreven waarde, als D niet in staat is aan haar kredietverplichtingen te voldoen. Bank XYZ is dan verplicht ze te kopen, en daardoor is ABC tegen waardedaling beschermd. Om het gecompliceerder te maken, is het niet nodig dat ABC die obligaties al in zijn bezit heeft als hij dit CDS contract aangaat.

Het CDS voorbeeld laat zien dat het voor een bank dus mogelijk is om risico op obligaties en leningen door te verkopen. Tussen banken onderling werd veel gehandeld met portefeuilles van leningen.

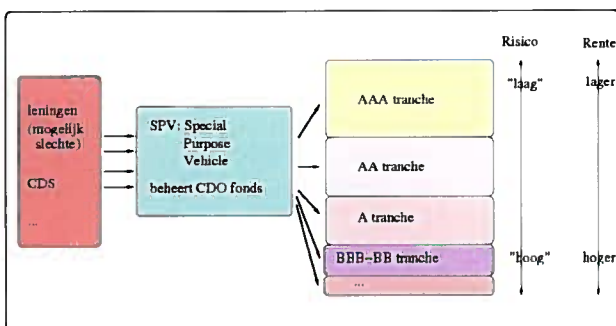
De huidige kredietcrisis is begonnen als een hypotheekcrisis. In de Verenigde Staten had de centrale bank, de FED, rond 2003 de rente in stappen van 6 naar 1 procent verlaagd om de economie te stimuleren, na de neergang van de beurs in 2001. In de EU was de rente verlaagd tot twee procent, en in Japan tot net boven nul procent. Hierdoor konden er voor enorme bedragen nieuwe kredieten verstrekt worden. Lage rentetarieven leidden echter tot hogere hypotheeken en ook weer tot duurdere huizen.

Veel Amerikanen met een lage kredietwaardigheid zijn rond 2005 in het bezit gekomen van een risicovolle hypotheek met een variabele rente maar met een extra lage aanvangsrente. De hypotheeken aan deze Amerikanen worden subprime-hypotheeken genoemd. Leningen in de subprime sector zijn riskanter dan leningen in de prime sector. Echter, met strikte voorwaarden hoeft een lening die niet voldaan kan worden geen probleem op te leveren voor een hele sector. Hypotheekverkopers kregen aantrekkelijke commissies voor het afsluiten van deze hypotheeken en negeerden massaal de risico's en voorwaarden. De Amerikaanse huizenmarkt stortte in 2006 in door een relatief snelle verhoging van de rente van 1 naar 5.25 procent, om de inflatie te bestrijden. De hypotheekverstrekkers kregen te maken met huisbezitters die de maandelijkse betalingen niet meer konden voldoen. Begin 2007 werd duidelijk dat in sommige delen van de subprime-markt wel dertig procent van de uitstaande hypotheeken problematisch waren. Vele Amerikaanse hypotheekverstrekkers gingen failliet. Men kreeg te maken met lagere huizenprijzen en een veel lagere economische groei.

Omdat de hypotheekbanken zeer actief in de hypotheeken handelden en ze doorverkochten aan zakenbanken, verzekeraars, hedgefonds en pensioenfondsen, ook uit Europa en Azië, is dit een globale crisis geworden. Het geld dat de hypotheekverstrekkers met doorverkopen ontvingen, konden ze opnieuw uitlenen.

Een jaar of vijftien geleden brachten Amerikaanse banken voor het eerst grote aantallen leningen samen in nieuwe kredietproducten, beheerd door speciaal opgerichte ondernemingen, genaamd Special Purpose Vehicles (SPVs). Door middel van die SPVs konden de banken die aangekochte schulden uit hun eigen balans houden. De leningen in kwestie zijn bijvoorbeeld leningen op kredietkaarten, of voor auto's, of voor allerlei schulden. Men noemt dit produkt dan een Collateralized Debt Obligation (CDO), zie ook Figuur 6.

Het pakket met de leningen wordt opgedeeld in schijven, tranches genaamd, die individueel aangekocht kunnen worden. Daarbij wordt aan iede-



Figuur 6: Collateralized Debt Obligation, CDO

re schijf een bepaald winstgedeelte toegekend. Bijvoorbeeld krijgt de eerste schijf 65% van alle betalingen uit de leningen; Pas daarna volgt de tweede schijf; enzovoort tot de laatste schijf, die pas betalingen krijgt als alle andere schijven al aan de beurt zijn geweest. Op lage, onzekere schijven krijg je een hogere rente dan op de hogere schijven.

Om investeerders te bewegen om deze CDOs te kopen, wordt aan een kredietbeoordelaar gevraagd om een waardering aan de verschillende schijven te geven, tegen flinke kosten. De eerste schijf loopt weinig risico, dus die krijgt een hoge beoordeling, AAA bijvoorbeeld. Een laatste schijf kent veel risico en krijgt een zeer lage beoordeling, BB. Om het geheel nog gecompliceerder te maken werden individuele schijven met een niet zo hoge waardering ook weer onderverdeeld en nogmaals gewaardeerd. In de praktijk werd, als de beoordeling goed genoeg was, het produkt gekocht. Kredietderivaten worden vooral direct tussen twee banken aangegaan en vallen niet binnen de Wet op het Financieel Toezicht.

In 2007 kwam het inzicht dat sommige CDOs niet de marktwaarde hadden die op de balans stond. Banken eisten hun geleende geld terug, bijvoorbeeld van hedgefonds, waardoor zij de CDOs moesten verkopen. De marktwaarde van die CDOs bleek aanzienlijk lager, met als resultaat dat een aantal hedgefonds failliet ging. In de zomer van 2007 werd duidelijk dat de doorverkochte hypotheekobligaties veel minder veilig waren dan de kredietbeoordelaars hadden beloofd. Dit leidde tot afboekingen in miljardenhoogte.

Omdat banken niet meer wisten wie nog kredietwaardig was en wie niet,

leenden zij elkaar ook geen geld meer. De centrale banken stelden derhalve tientallen miljarden beschikbaar als kortlopend krediet voor banken die geld nodig hadden. De kredietcrisis leidde tot de bekende reddingsoperaties in Duitsland, in de VS en dus nu ook in de Benelux.

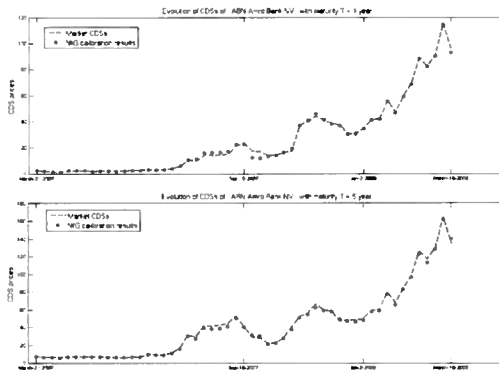
Sprongprocessen

De invloed van de kredietcrisis ook op koersen van de aandelen, vooral van banken en verzekeraars is ook evident. De aandeelkoersen bevatten dagelijks significante, meest negatieve, sprongen. In mijn onderzoeksgroep, onderzoeken we ook de invloed van verschillende stochastische modellen op de prijzen van de derivaten. Een speciale interesse hebben, sinds 2004, de zogenaamde Lévy sprongprocessen, die sprongen in aandelprijzen toelaten. Processen “met sprongen” dus. In dit opzicht is de kredietcrisis, en de daarmee gepaard gaande sprongen in de aandeel- en derivatenprijzen voor ons een bijzonder interessant fenomeen. Hoewel de Lévy processen, zeker in de optiemarkt, nog belangrijke nadelen met zich meedragen is het voor ons de moeite waard om hier hard aan te werken.

Onze onderzoeksbijdrage is dat we een zeer snelle methode ontwikkeld hebben, waarmee we verschillende derivaten kunnen prijzen onder de aanname van Lévy prijsprocessen voor de onderliggende. Op dit moment breiden we de toepasbaarheid van deze methode, de COS methode ¹, gebaseerd op de klassieke Fourier-cosinus reeksen, uit naar verschillende optietypes en ook daar is al enig succes geboekt.

Als voorbeeld kom ik terug op de credit default swap vanuit de kredietmarkt. Onze COS methode is ook toepasbaar op het prijzen van de CDS, zoals nu blijkt in een samenwerking met de groep van prof. Wim Schouten van de KU Leuven. Hier modelleren we met behulp van de Lévy processen de overlevingskansen van firma's, en we proberen de marktparameters uit de financiële data te extraheren met behulp van calibratie. Voor verschillende Lévy processen is de overeenkomst tussen de model- en marktprijzen van de CDS zeer goed, zie Figuur 7 voor het Normal Inverse Gaussian (NIG) proces.

¹F.Fang and C.W. Oosterlee: A novel pricing method for European options based on Fourier-cosine series expansions. SIAM J. Sci. Comput., to appear



Figuur 7: Calibratie van CDS; Boven: 1jr. contract ABN AMRO van maart 2007-maart 2008, prijsstijging van 0 tot 120 basispunten; Onder: 5jr. contract, gestart maart 2007, met variatie van 0 tot 180 basispunten. Gestreepte lijn: marktdata, cirkels: resultaat modelcalibratie met NIG sprongproces

Onderzoekers in Opleiding

Dames en heren, ik vind het passend om mijn OIO's, die het harde werk doen, aan u voor te stellen: Hisham bin Zubair doet onderzoek aan de multirooster methode en heeft bijvoorbeeld een variant ontwikkeld om hoog-dimensionale partiële differentiaalvergelijkingen (6D of zelfs hoger) op te lossen. Xinzheng Huang, afgestudeerd in Delft, promoveert volgend jaar op het doorrekenen van de kansen dat klanten van banken hun schulden niet kunnen voldoen. Hoog-dimensionale numerieke integratietechnieken spelen een rol in zijn project. Fang Fang heeft ook eerst een afstudeerproject bij mij gedaan. Zij ontwikkelt nu de reeds genoemde COS methode en calibreert de credit default swaps. Lech Grzelak, ook afgestudeerd in Delft, werkt aan hybride derivaten, met stochastische processen voor rente, aandeel en volatiliteit. Bin Chen, ook afgestudeerd in Delft, werkt aan moderne rentemodellen met Wiener chaosmethoden. Bowen Zhang tenslotte is, pas afgestudeerd in Delft, net begonnen als AIO en werkt aan calibratie en hedging onder de Lévy en nog andere processen.

Onderwijs

Tenslotte wil ik nog mijn gedachten over het wiskundeonderwijs weergeven. Ik vind de studie zoals ie nu aan de TU Delft is opgezet een mooie. De vooruitzichten om na de studie in de industrie aan de slag te gaan zijn uitstekend, maar de studie is ook passend voor verder wetenschappelijk onderzoek, gezien het aantal MSc studenten dat voor een promotieplaats kiest. De afgelopen onderwijsvisitatie was zeer gunstig voor wiskunde.

De minor “Finance” in het bachelorprogramma helpt de studenten om vertrouwd te raken met deze materie. Misschien zou het goed zijn als de wiskunde bachelorstudenten op een andere wijze, dus niet alleen via de minor, in contact kwamen met financiële wiskunde. Wellicht kan dit via een dubbele Bachelor, als iets dergelijks ooit in Delft wordt opgezet, voor de hooggemotiveerde studenten.

In de Masterfase hebben we een richting “Computational Aspects of Finance” opgezet naar aanleiding van toptalent fellowships die ABN AMRO ons twee jaar geleden ter beschikking had gesteld. Deze MSc richting zie ik, in combinatie met afstuderen bij een bank, als een goede voorbereiding op het leven als een kwantitatieve analist (een quant) in de financiële industrie. Een andere MSc track in het 4de jaar is “Computational Science and Engineering”. Ook deze track voldoet, mijns inziens, aan de eisen om zowel wetenschappelijk als ook commercieel succesvol te kunnen zijn.

Een behoorlijk aantal aan de TU Delft afgestudeerde wiskundige ingenieurs werkt in de financiële sector, zowel in Utrecht, Amsterdam als ook in London. Deze medewerkers beginnen vaak back-office bij banken en valideren de prijzen van derivaten die front-office aangeboden worden aan klanten. De quants met een achtergrond aan een technische universiteit vallen op door hun behendigheid in het programmeren, hun kennis van differentiaalvergelijkingen en het snel doorzien van niet-triviale financiële contracten. Alan Greenspan heeft eens gezegd: “Competency in mathematics, both in numerical manipulations and in understanding its conceptual foundations, enhances a person’s ability to handle the more ambiguous and qualitative relationships that dominate our day-to-day financial decision-making.” Door de kredietcrisis zal de werkgelegenheid tijdelijk iets minder zijn. De financiële wereld zal, echter, zo denk ik, de komende jaren gedomineerd blijven worden door hoger opgeleide werknemers. En met het thema werkgelegenheid ben ik weer terug bij de start van mijn verhaal, bij het CWI, maar dan wel bij het andere CWI, het Centrum voor Werk en Inkomen.

Dankwoord

Geachte toehoorders, ik ben aan het eind van mijn verhaal aangekomen. Rest mij nog mijn dankwoord. Allereerst dank ik de verantwoordelijken van CWI en de TU Delft voor het in mij gestelde vertrouwen.

Ik dank mijn leermeesters, professor Piet Wesseling en professor Ulrich Trottenberg voor alle wijze lessen. Ik dank al mijn collegas, bij CWI en aan de TU Delft, en in het bijzonder Barry Koren, Kees Vuik en Hans van der Weide voor de samenwerking. Hans en ik werken al enige jaren aan de waardering voor financiële wiskunde. Ik dank alle mensen met wie ik samenwerk en samengewerkt heb. Ik heb tot nu toe bijvoorbeeld erg sterke promovendi gehad. In het bijzonder dank ik Sacha van Weeren van Rabobank Internationaal en ook Gert-Jan Pieters van de ING voor de erg goede samenwerking.

Ik dank al mijn familie en schoonfamilie, en vooral mijn ouders. Ik weet dat ze een beetje trots op me zijn nu, maar ik ben vooral bijzonder trots op hen. Zij brengen zoveel positieve energie in ons gezin. Ik dank Wim en Mathijs, omdat het van die lieve kinderen zijn en vooral Anasja, mijn vrouw, voor alle jaren liefde en plezier en voor het openstaan voor dit avontuur.

Ik heb gezegd.