

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：開會)

IFP 盆地模擬軟體用戶年會及研討報告書

出國人：服務機關：中國石油公司
探探研究所

職稱：地球化學探勘師

姓名：邱仲信

出國地點：法國

出國期間：89年12月11日至12月17日

報告日期：90年3月15日

IFP 盆地模擬軟體用戶年會及研討 出國報告書

出 國 人： 服務機關：中國石油公司
探採研究所

職稱：地球化學探勘師

姓名：邱仲信

出國地點：法國

出國期間： 89年12月11日至12月17
日

報告日期： 90年3月15日

摘要

中油公司探採研究所於 87 年度引進法國石油研究院發展之 TemisPack 二維盆地模擬軟體，並已應用於 88 及 89 年專題研究中，初見成效，但於此二年的軟體使用中，陸續產生了一些參數選取輸入以及模擬理論上的疑問，為使軟體發揮最大的效益同時觀摩法國石油研究院的最新軟體發展和瞭解國外石油公司對使用軟體的心得及成果，擬於 89 年參加法國石油研究院每年於巴黎舉辦之 TemisPack 用戶年會並於會後與其專家共同研討本所軟體使用上的疑難。

會議於 2000 年 12 月 13 日假法國石油研究院子公司 Beicip-Franlab 會議廳舉行，議程包括軟體業務概況、最新軟體發展與改進、Temis2D 及 Temis3D 新版軟體介紹、最新發展 Ceres 二維地質回復與盆地模擬軟體介紹等。

筆者利用會議後二日（14、15 日）攜帶本所模擬檔案再次赴 Beicip-Franlab 公司和其專家 Dr. Benoit Erout 研討軟體使用的疑問。除以實例解答外並介紹 Temis3D 三維盆地模擬軟體之應用，故此行可謂收獲豐碩，對往後盆地油氣潛能模擬及石油系統研究有相當大的助益。

目 錄

一、緣起	1
二、目的	1
三、出國行程	1
四、會議過程	2
五、TEMISPACK 疑難問題研討	19
六、心得與建議	32

圖目及表目

圖 1 Beicip-Franlab 組織圖	5
圖 2 Beicip-Franlab 分公司以及分佈世界各地的代理商	6
圖 3 IFP/Beicip-Franlab 發展之盆地模擬軟體	7
圖 4 Temis 2D 3.0 版的新增功能	9
圖 5 Temis2D 3.0 版將參數設定視窗和剖面編輯視合而為一	10
圖 6 Temis2D 3.0 版的鹽丘構造可隨沉積年代改變厚度	11
圖 7 Temis2D 3.0 版的生油岩參數輸入可同時與剖面圖形比 對	13
圖 8 Temis2D 3.0 版的斷層參數輸入可同時與剖面圖形比對	14
圖 9 Temis3D 2.0 版的編輯視窗	15
圖 10 結合複雜構造地質回復與盆地油仔潛能模擬之二維 Ceres 軟體	16
圖 11 Ceres 軟體地質回復後之油氣移棲塵用例	17
圖 12 Ceres 軟體應用複雜構造之油氣移棲模擬結果	18
圖 13 (a) TemisPack 2.6 版可以混合二種岩性成為新的岩性 (b) 2.7 版此功能已取消	20
圖 14 (a) 剖面輸入時無斷層存在 (b) 模擬結果出現斷層 .	21
圖 15 (a) 斷層以角度輸入出現錯誤 (b) 以圓滑曲線輸入斷層 減少誤差	23

圖 16 油氣移棲 (a) Mean HC Flow. (b) True HC Flow 模擬結果	27
圖 17 Temis3D 三維油氣飽和度及油氣移棲方向模擬結果 .	29
圖 18 Temis3D 三維油氣飽和度之模擬結果	30
圖 19 Temis3D 三維儲油氣層之模擬結果	31
表 1 議程表	4

一、緣起

中油公司探採研究所於 87 年度引進法國石油研究院 (Institute Francais du Petrole , 以下簡稱 IFP) 發展之 TemisPack 二維地化模擬軟體 , 並已應用於台南盆地及苗栗外海之石油系統探勘研究。為加強 TemisPack 之應用與交流 , 計劃參加 IFP 每年召開之盆地模擬軟體用戶會議 (TemisPack User Meeting)。

二、目的

瞭解 IFP 最新之盆地模擬軟體之發展現況 , 觀摩其他國家使用者軟體應使用情形 , 並藉年會與 IFP 軟體開發專家研討軟體應用上的疑難 , 使往後業務推展順利。

三、出國行程

- 1、89 年 12 月 11 日出發 , 12 月 12 日抵達巴黎。
- 2、12 月 13 日參加於 IFP 子公司 Beicip-Franlab 會議廳舉行之 2000 年 TemisPack 軟體用戶年會。
- 3、12 月 14 及 15 日與 Beicip-Franlab 公司軟體應用工程師 Dr. Benoit Erout 共同研討本所 TemisPack 軟體使用之疑問。
- 4、12 月 16 日啟程返國 , 12 月 17 日返抵國門。

四、會議過程

2000 年盆地模擬軟體 TemisPack 用戶年會於 12 月 13 日在 Beicip-Franlab 公司會議廳舉行，與會者包括 BP 石油公司（英國）、Statoil 石油公司（德國）等二十幾位專業人士參加，



會議由 Beicip-Franlab 公司軟體開發工程師 Dr. Bruno Taupin 主持，除介紹新版 TemisPack 2D 及 3D 盆地模擬軟體之功能改進外，另有

Beicip-Franlab 副總裁之近年盆地模擬之委託研究

（Consultant）與成果發表、盆地模擬不確定因素探討及最新發展之結合複雜構造回復與盆地油氣潛能模擬的二維 Ceres 軟體介紹等。詳細之會議時程如表 1。以下分別簡述各段時程之會議內容：

1. 盆地模擬軟體業務簡介

IFP 屬世界級的石油研究機構，擁有陣容龐大之研究團隊，其旗下之子公司 Beicip-Franlab 則負責模擬軟體開發、銷售與接受委託研究業務等，其組織表如圖 1。其研究及軟體銷售業務遍及世界各國，如圖 2，包括美國休士頓、中東巴林之分公司以及遍佈各國之代理商。現今已商業化之盆地模擬軟體有一維之 Genex/ GenTect、二維之 Temis2D 及

三維之 Temis3D 如圖 3，本所已引進之軟體有
Genex/GenTect 及 Temis2D。

AGENDA TEMISPACK USER MEETING
December 13th, 2000

9:00-10:00am - General Introduction

Bruno Taupin, Basin Modeling Line Product Manager

10:00-11:00am – Temis2D, version 3.0. Introducing the new release of Temis2D.

Bruno Taupin

11:00-11:15am - Coffee break

11:15-11:45am – Using the new chemical compaction feature for simulating diagenetic processes: presentation of a successful case study.

Dr. Stephen Hay, Statoil

11:45-12:30am - On-going developments

Using Temis2D in a collaborative environment: connexion of TemViews with OpenVision.

An improved definition of the thermal basement and rifts.

Bruno Taupin

12:30-1:30pm - Lunch break

1:30-2:00pm – Basin modeling consultancy activity

Andre Reymond, Deputy Director of the E&P Division, Beicip-Franlab

2:00-3:00pm – Temis3D, version 2.0. Demonstration of the next release of the 3D version of TemisPack.

Bruno Taupin

3:00-3:15pm. Coffee break

3:15-3:30pm – The compositional module, what's new?

Johannes Wendebourg, Basin Modeling Line Research Manager

3:30-4:00pm – Quantification of uncertainties in Basin Modeling: presentation of the Qubs consortium.

Johannes Wendebourg

4:00-4:45pm –Incorporating section balancing and true fault thrusting in Temis2D: the current status of the Ceres research project.

Frederic Schneider, Ceres Research Project manager

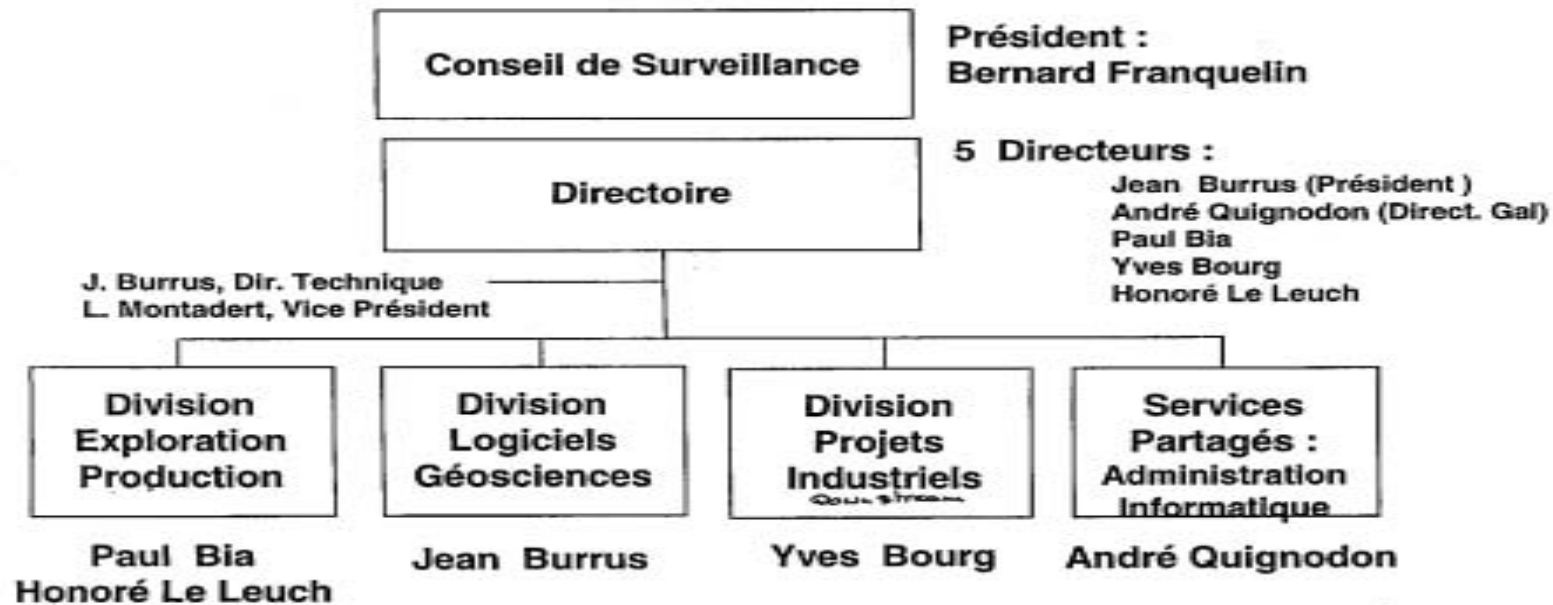
4:45-5:15pm – Presentation of the invasion/percolation migration model developed by Permedia: current collaboration with the IFP Group.

Bruno Taupin

5:15-5:30pm – Conclusion

Bruno Taupin

**ORGANISATION de Beicip-Franlab
(1/1/2000)**



圖一 Beicip-Franlab 組織圖

1- International business operation

Beicip-Franlab

- An affiliate in Houston: Beicip Inc.
- An affiliate in Bahrain: IFP Middle East Consulting
- A dozen of representative for software marketing:
 - GC&C in China
 - David Scoffham in UK
 - Premier Agencies in India
 - TerraMod Consulting Inc. in Canada
 - Geotrack International Pty Ltd. in Australia
 - United Consultants in Egypt
 - Techmesh SDN. BHD., in Malaysia
 - TechSpan Technologies in China
 - NVGII in Russia
 - And also Venezuela etc...

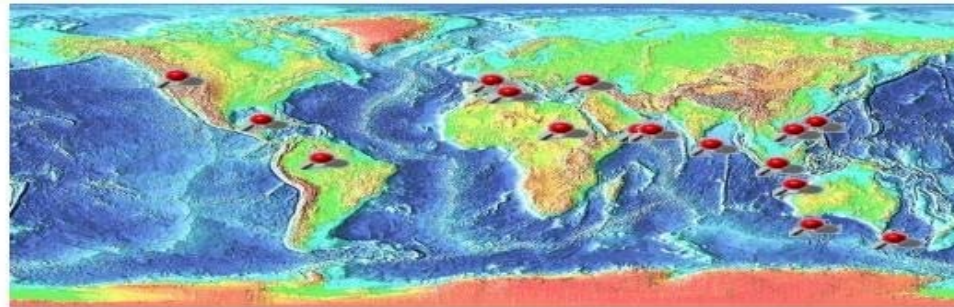


圖2 Beicip-Franlab分公司以及分佈世界各地的代理商。

1- A range of tool for Petroleum System Analysis

Beicip-Franlab

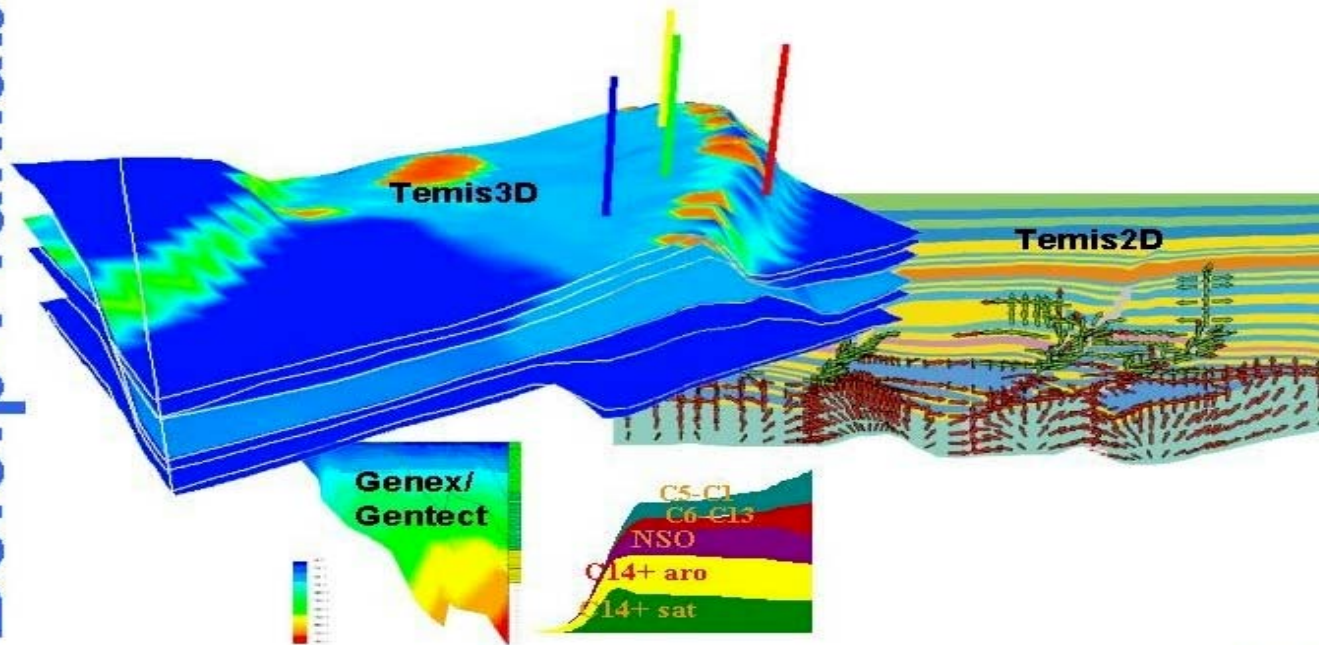


圖3 IFP/Beicip-Franlab發展之盆地模擬軟體。

2. 新版之二維盆地模擬軟體 Temis2D

本所目前擁有之二維模擬軟體 TemisPack 為 2.7 版，會議中，Dr Taupin 介紹了預計於 2001 年 3 月底推出之 3.0 版的功能改進如圖 4：

(1). 將舊版(2.8 版以前)的執行參數設定視窗(Run Editor)

和剖面編輯視窗 (Section Editor) 結合為一，使輸入的工作更加便利，如圖 5，而舊版之 Section Editor 及 Run Editor 為分開的視窗，須先於 Section Editor 中輸入層位、岩性等資料後，再至 Run Editor 中輸入其他資料，操作上較費時，且有時會在 Run Editor 中會忘記是否己將正確之 Section Editor 資料引入。

(2). 鹽丘 (Salt dome) 構造可隨沉積年代改變厚度。

舊版軟體中若剖面有鹽丘構造時，只能將其構造形貌描入，當回復至古年代時，構造形貌及厚度不能隨年代改變，但鹽丘可能歷經很長的時間慢慢隆起。在新版中修正了這個缺點，如圖 6。

(3). 簡化生油岩及斷層的輸入操作。

在舊版軟體中，生油岩的輸入只能在 Run Editor 中輸入數值，無法即時在剖面中看出生油岩或斷層的位置，必須在執行完成模擬程式後，於 TemView 模擬結果圖形視窗中檢視，若有錯誤，又要回 Run Editor 中作修正，

2- Temis2D version 3.0

- A new interface integrating the Section Editor within the Run Editor
- New features for an improved simulation of salt tectonic
- Easier definition of Source rock and faults
- A version to be released early 2001

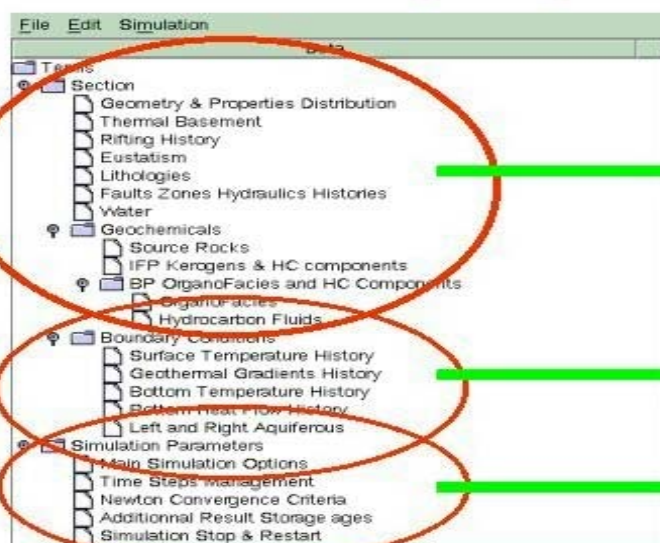
© Beicip-Franlab 2001

圖4 Temis2D 3.0版的新增功能。

2- TemisPack for 2D Basin modelling

Beicip-Franlab

Temis2D user interface is organized around a unique main window which will guide you through 2D basin modeling...



Building a model:

- Present day Geometry
- Past Geometry:
paleotopography, erosion,
intrusions & diapirism
- Lithology
- Faults
- Rifting history

Defining boundary conditions:

- Temperature, heat flows
- Water head

Defining simulation parameters:

- Steady or transient thermal regime
- 1, 2 or 3 phase fluid flow

© Beicip-Franlab 2001

圖5 Temis2D 3.0版將參數設定視窗和剖面編輯視窗合而為一。

2- Temis2D version3.0

Beicip-Franlab

- Salt tectonic: variation of thicknesses in the past and switching of lithologies though time

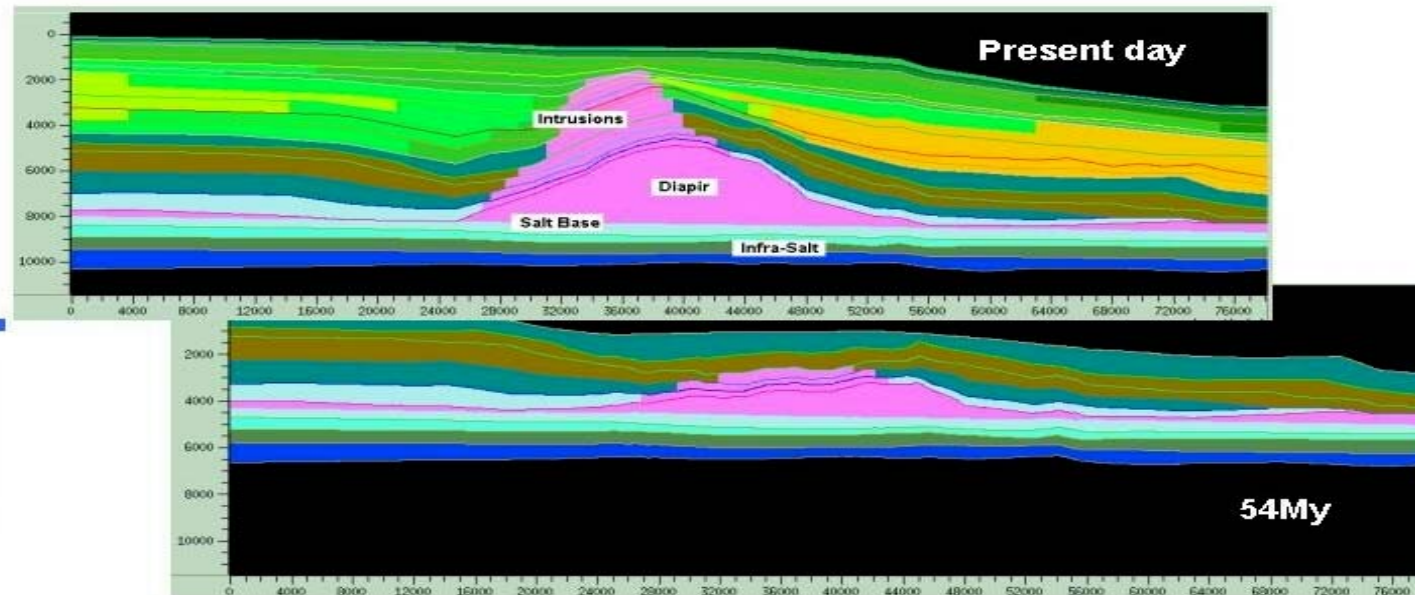


圖6 Temis2D 3.0版的鹽丘構造可隨沉積年代改變厚度。

如此反覆操作，耗費不少時間，新版軟體修正了這項缺點，使用者在輸入生油岩或斷層的同時可觀看其位置並即時作錯誤修正，如圖 7 及圖 8。

(4). 新版三維盆地模擬軟體 Temis3D。

Temis3D 為 IFP 發展之三維盆地模擬軟體，現今之版本為 1.7 版，會議中介紹了 2.0 版的最新發展，包括新的輸入及看圖視窗，如圖 9。

(5). 全新的地質回復及油氣潛能模擬軟體 Ceres 介紹。

Ceres 是 IFP 結合地質回復 (Restoration) 以及回復後之油氣潛能模擬軟體，可說是將 IFP 已有之 Locace/ Balis 地質回復軟體以及 Temis2D 模擬軟體結合為一。以往利用 Temis2D 模擬盆地剖面的油氣潛能，只能按照目前的地質架構進行，在遇到因擠壓產生之逆衝斷層或破碎帶等複雜構造情況下，也只能在原地進行逆剝，不能真正瞭解回復到擠壓前的真實地質構造，因此模擬出來的油氣移棲情形就打了折扣。Ceres 能夠在回復古年代地質構造的同時，模擬其生油岩成熟後，油氣生排移聚的情形，如圖 10 至圖 12。

2- Temis2D version3.0

- Definition of source rock: kerogen type and TOC

Edit							
	Name	Color	Comment	Kerogen	Hydrogen Index (mg/gC)	S2 (mg/gC)	TOC (%)
	SR with TY I	Yellow	Comment Shale SR --- TY I	TYI	924.9	30.0	3.243694
	SR with TYIV	Orange	Comment newone	TYIV	113.0	5.65	5.0

- Definition of Source occurrence with assigning tool

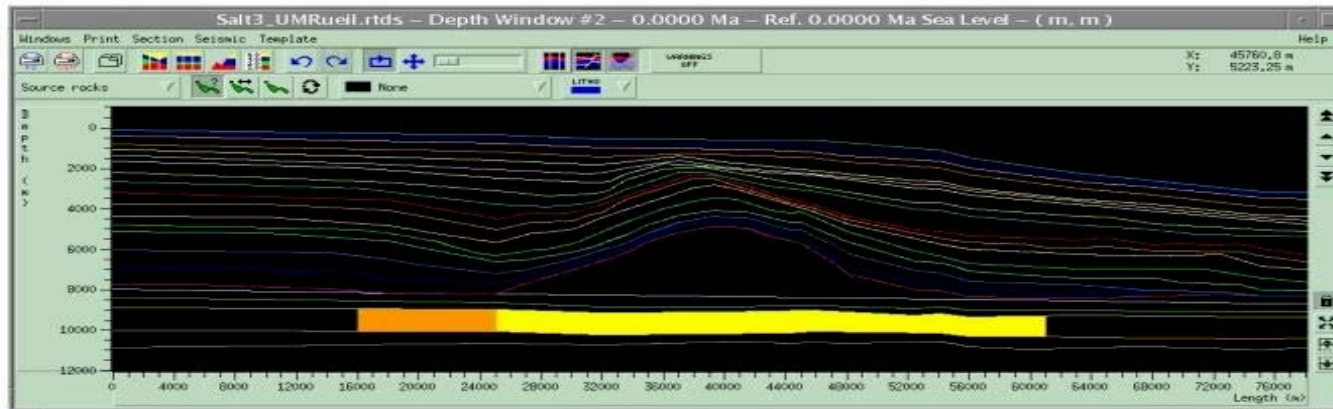


圖7 Temis2D 3.0版的生油岩參數輸入可同時與剖面圖形比對。

2- Temis2D version 3.0

- Definition of faults

Fault Name		Color										
	Age Ma	Permeability Definition	Horizontal Permeability mD	Vertical Permeability mD	Horizontal Permeability multiplier	Vertical Permeability multiplier	Capillary Pressure Definition	Capillary Pressure Pa				
1	0.0	Lithos										
2	16.0	Absolute	30.0	100.0			Absolute	500.0				
3	30.6	Relative			10.0	100.0	Lithos					
4	46.9	Lithos					Lithos					
5	70.0											

- Definition of fault location with assigning tool

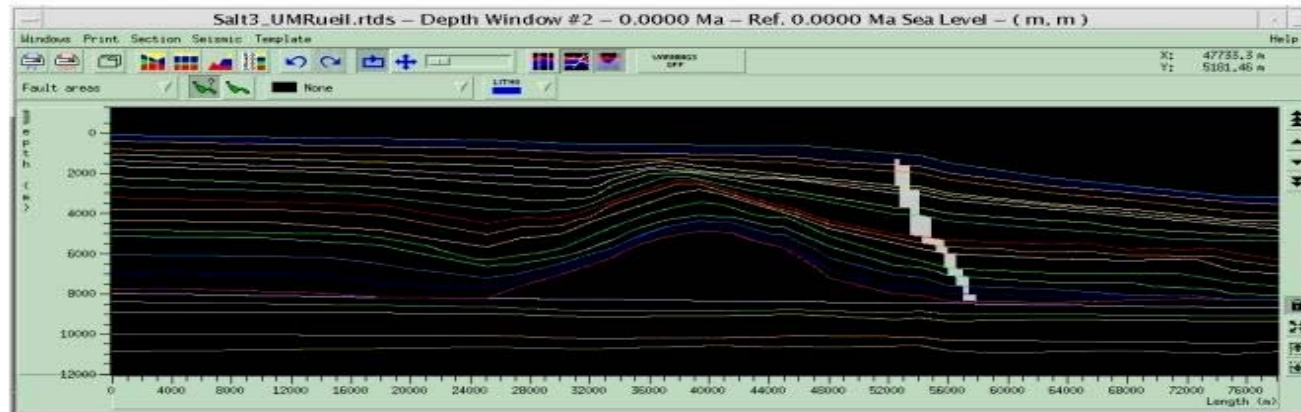


圖8 Temis2D 3.0版的斷層參數輸入可同時與剖面圖形比對。

5- Temis 3D Fully-fledged 3D Basin modelling

Like Temis2D, Temis3D's user interface is organized around a unique main window where all the data and calculators are clearly identified

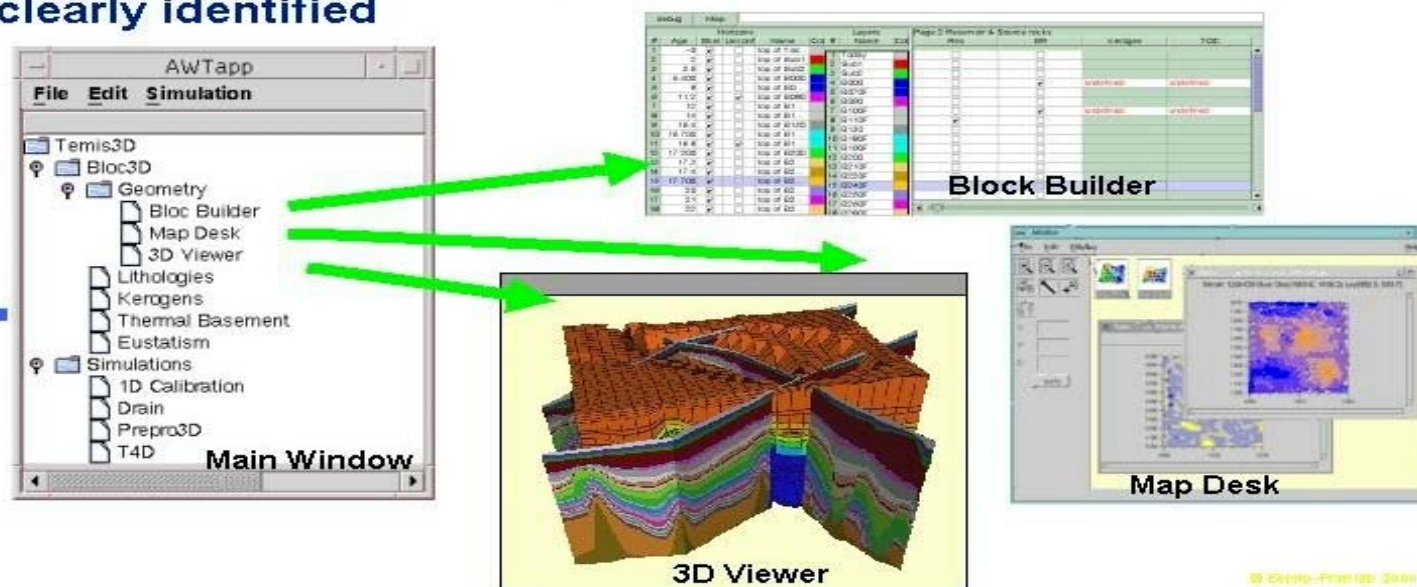
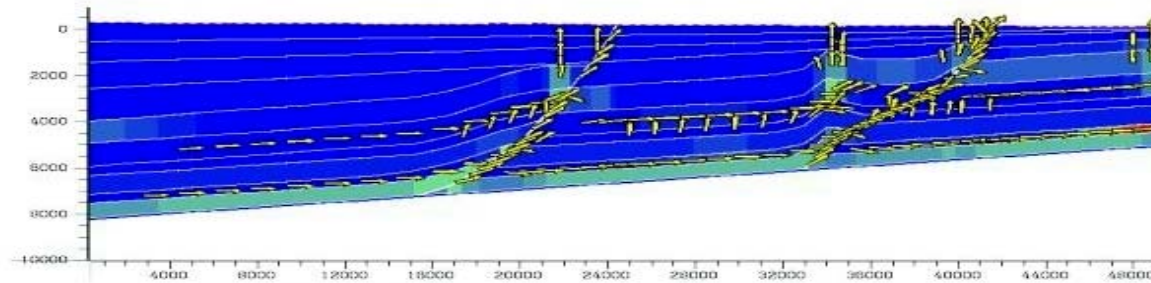


圖 9 Temis3D 2.0版的編輯視窗。

7- Ceres



**a new 2D basin modelling tool for
HC potential evaluation in
complex tectonic setting**

Current sponsors : BP, TotalFinaElf, Statoil

© Beicip-Franlab 2001

圖10 結合複雜構造地質回復與盆地油氣潛能模擬之二維Ceres軟體。

7- Application 1: Bolivian foothills

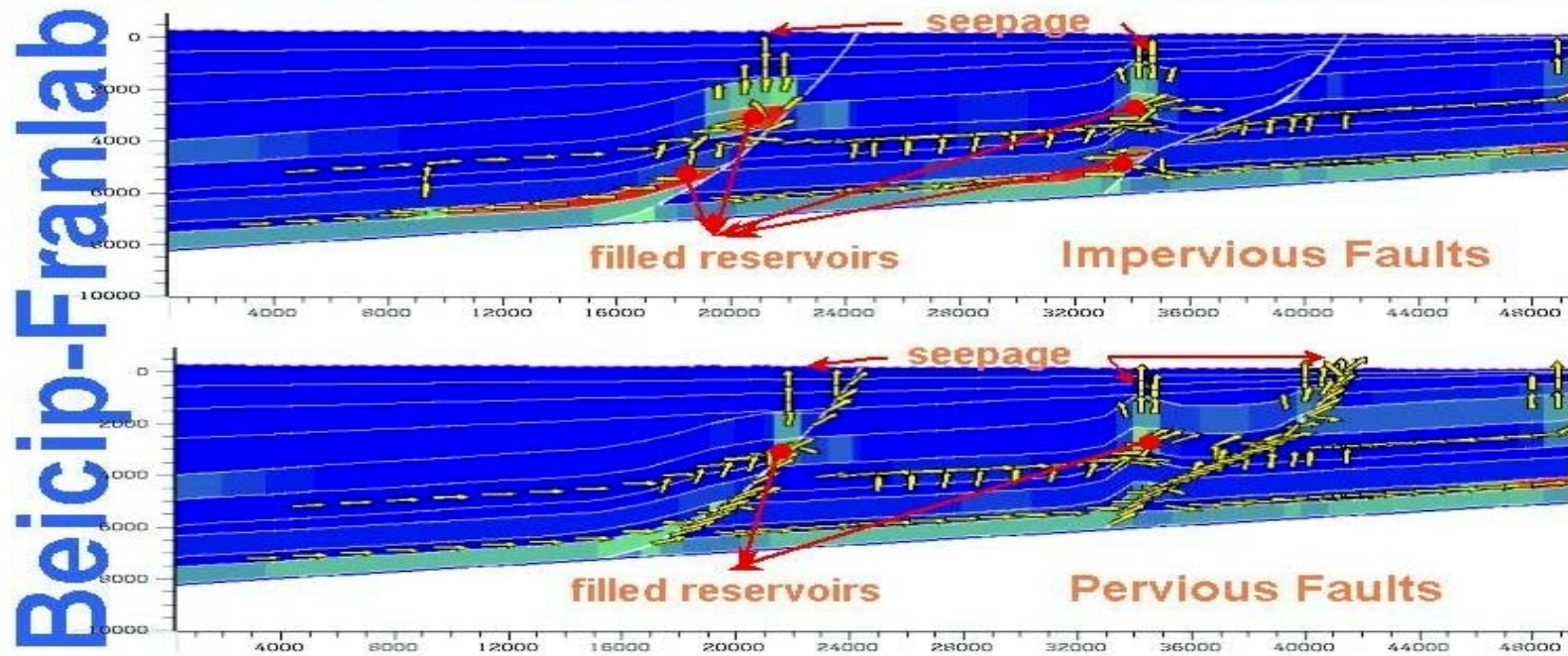
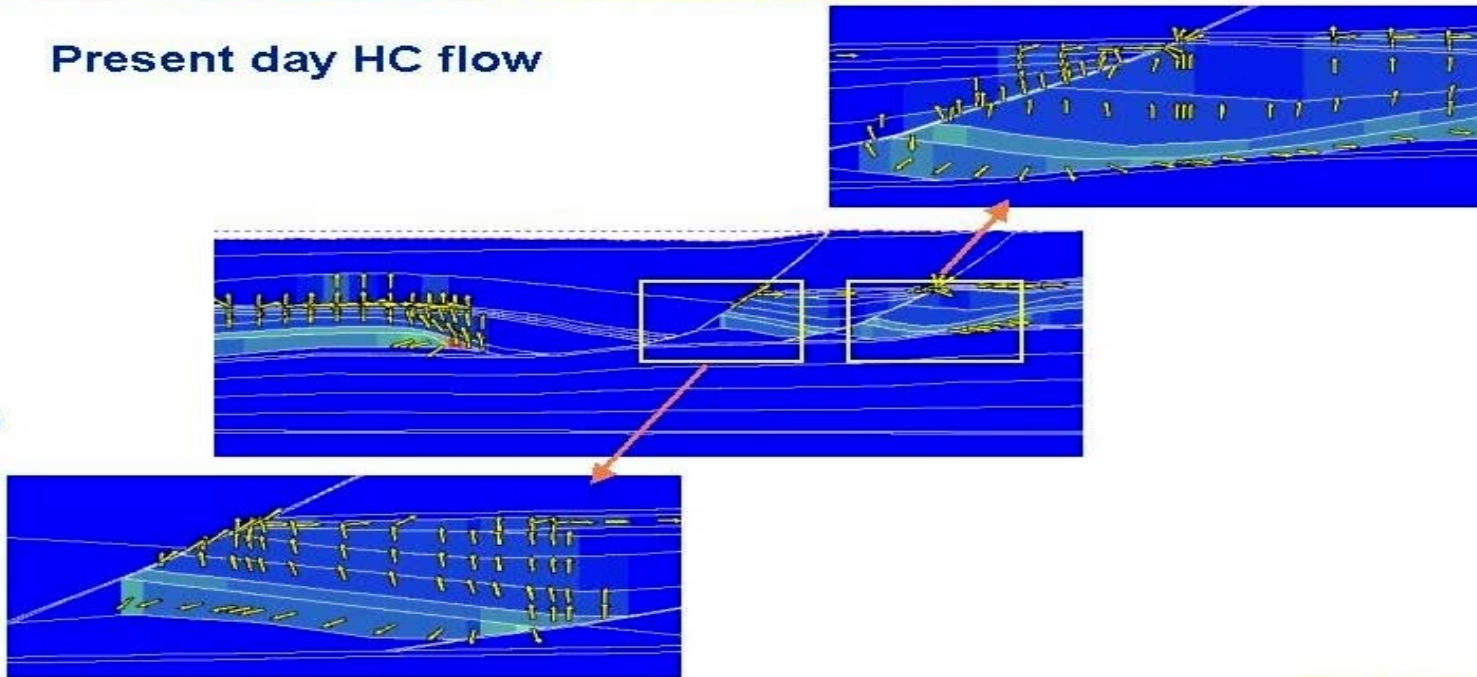


圖11 Ceres軟體地質回復後之油氣移棲應用例。

7- Application 2: Congo offshore

Present day HC flow



© Beicip-Franlab 2004

圖12 Ceres軟體應用於複雜構造之油氣移棲模擬結果。

五、 TemisPack 疑難問題研討

本所引進 TemisPack 已二年，在使用軟體上多少累積了一些經驗，但在其模擬理論以及參數選取和輸入上陸續出現了一些疑問，雖然平時可透過書信、電子郵件等方法請教法國的專家，但對於關鍵的細節仍無法以文字表達清楚，因此趁此次會議當面向 Beicip-Franlab 專家 Dr. Benoit Erout 請益，以下將主要的疑問以問答的方式列出：

問題 1、以往 TemisPack 2.6 版可以將兩種以上的岩性混合作出新的岩性來使用，為什麼 2.7 版不能作（見圖 13）？

答：由於 2.7 版的岩性輸入界面已修正過，IFP/Beicip 認為使用者可藉由岩性資料庫檔案中取用大部份的岩性，因此在 2.7 版以後取消此岩性混合功能，如果陸續有使用者反應此功能好用，會在 3.0 版以後重新加入，目前若要混合岩性，只好先在 2.6 版中作好混合的岩性，存入岩性資料庫中，再至 2.7 版中取用。

問題 2、曾經在輸入一個剖面時，在 Section Editor 上沒有斷層，但模擬結果圖形上為何會多出一個斷層（見圖 14）？

答：TemisPack 在模擬計算時，是從最古老的地層開始計算而且是從左到右的地層小格（Cell）分別計算，如果斷層的地方依據實際情形呈角度輸入的話，在回復古年代計算

(a)

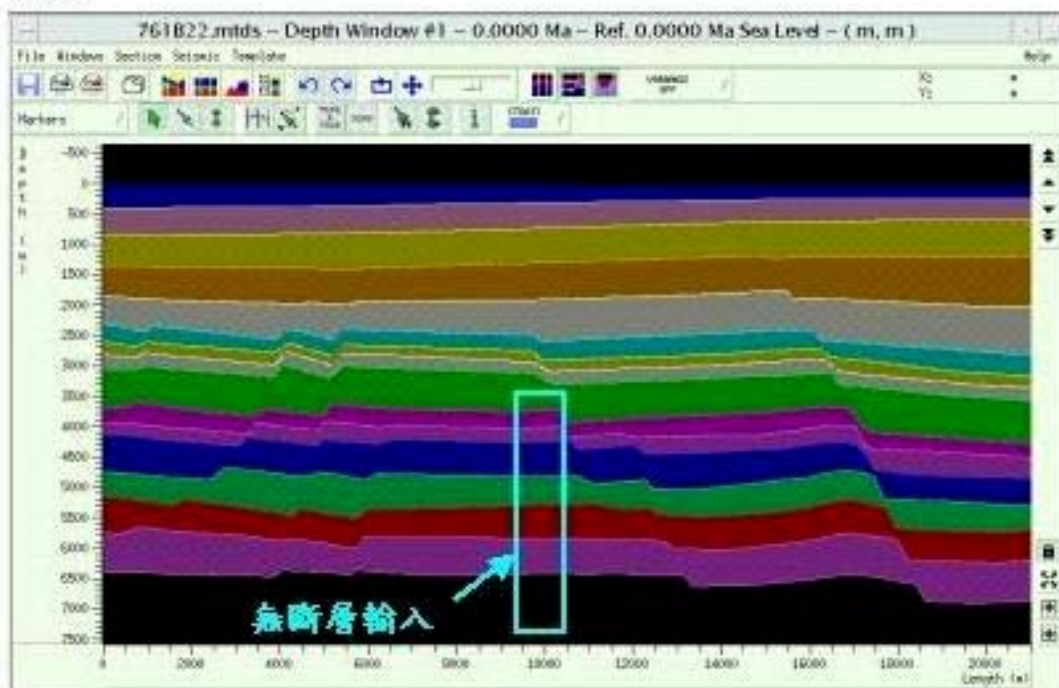


(b)



圖13 (a) TemisPack 2.6版可以混合二種岩性成為新的岩性。(b)2.7版此功已取消。

(a)



(b)

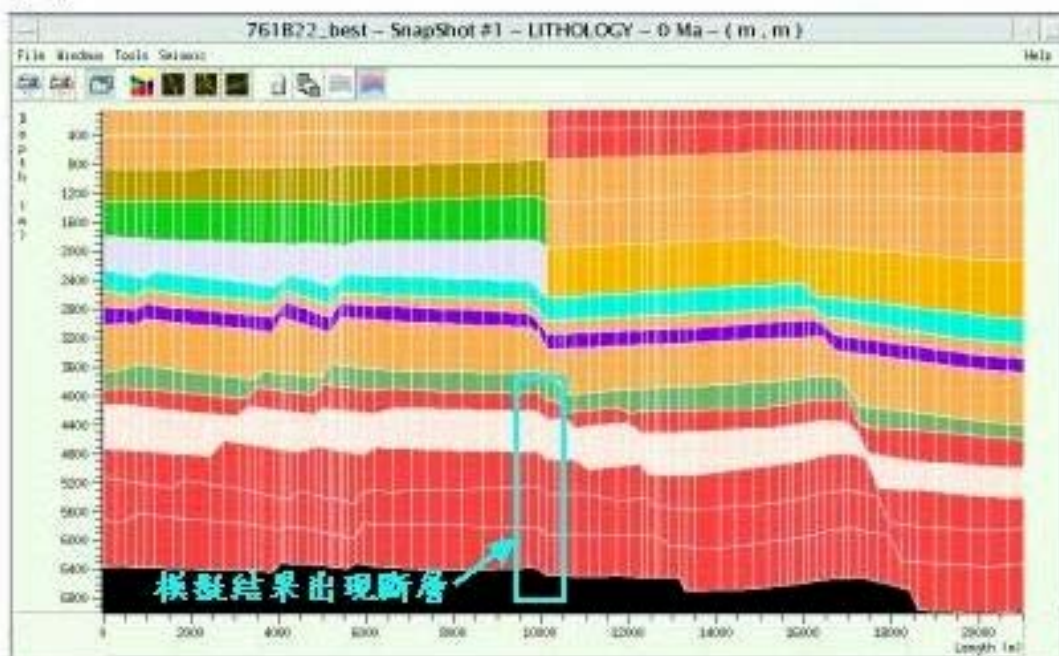
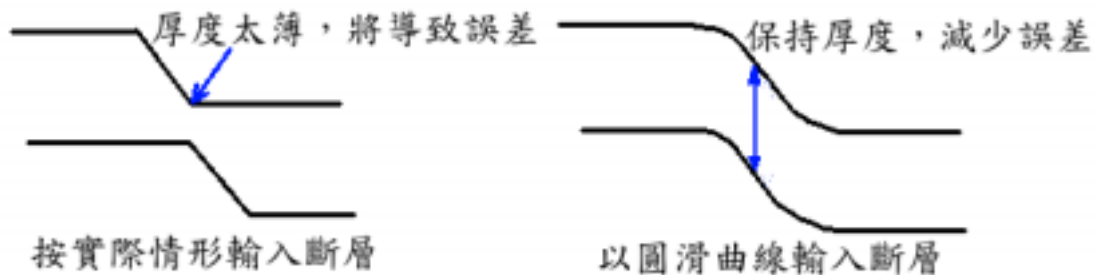


圖14 (a)剖面輸入時無斷層存在。
(b)模擬結果出現斷層。

地層厚度時會有些許誤差，以致於從古年代地層依序從下往上計算時，厚度誤差將逐層累計，所以在模擬結果的斷層處就會出現因厚度計算誤差導致地層凹凸不平或突然出現不該有斷層的現象。解決的方法是在 Section Editor 編輯斷層曲線時不要以角度點入，而是以較圓滑的曲線修正斷層落差部份，如圖 15，如此在模擬計算的誤差將減至最低。另一值得注意的地方是斷層如果是傾斜的，在編輯時若按照原形貌輸入會導致厚度不均，如下圖；用圓滑曲線輸入，即可保持地層厚度不致於相差太大，而且模擬結果仍能保持原貌。



問題 3、在 Run Editor 中，油氣生成模擬的方法有三種，分別是：

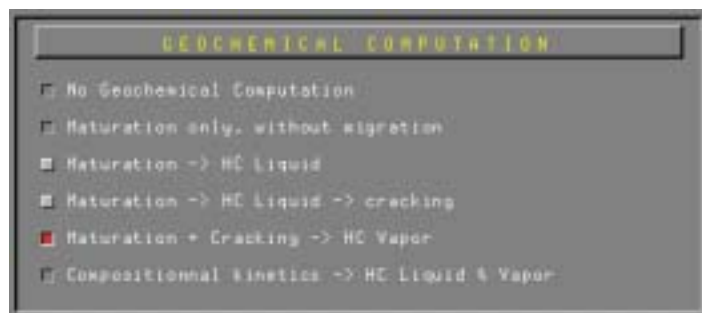
Maturation → HC Liquid

Maturation → HC Liquid → Cracking

Maturation → Cracking → HC Vapor

其生成油氣結果差異為何

（如右圖）？



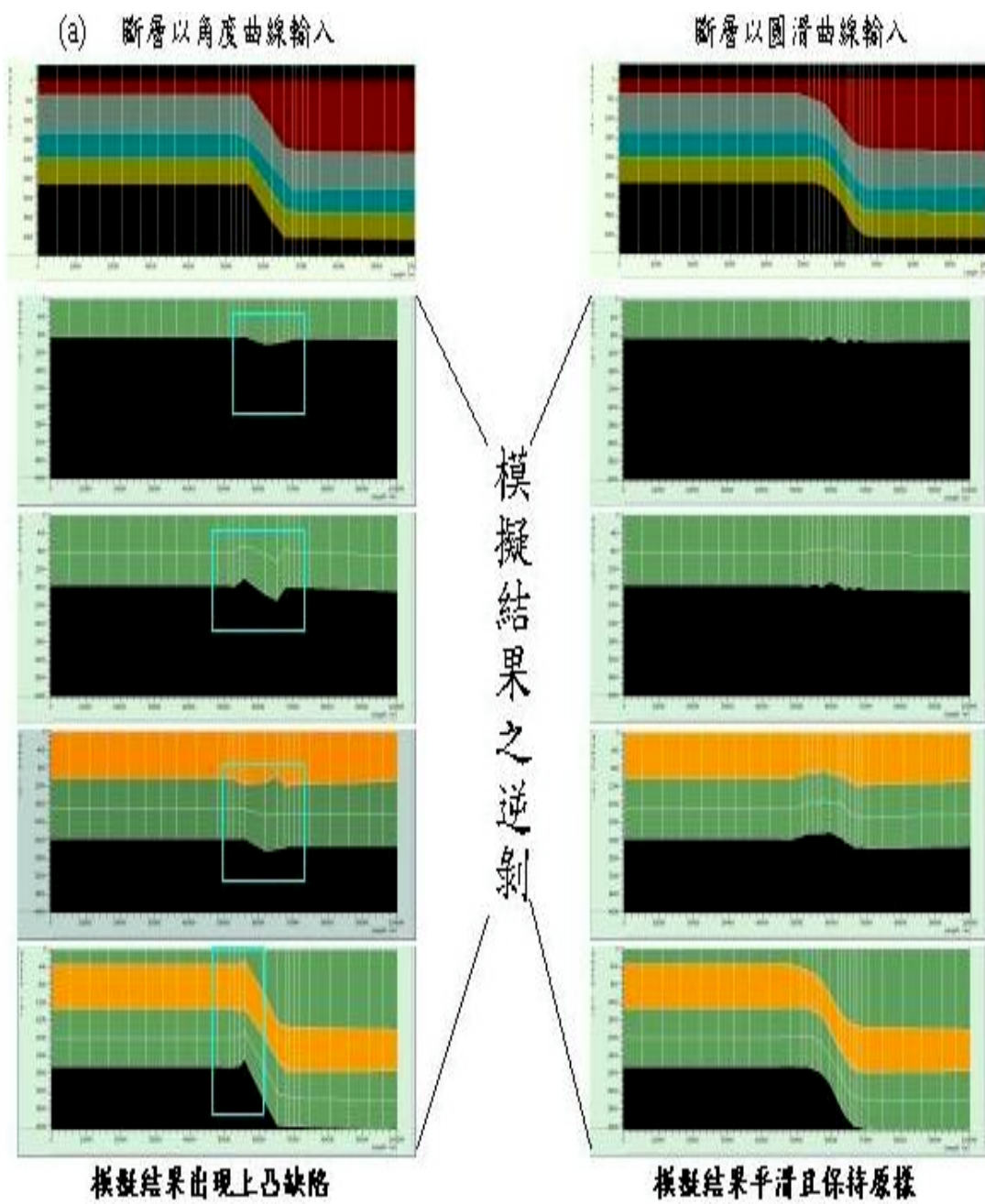


圖15 (a)斷層以角度輸入出現錯誤。(b)以圓滑曲線輸入斷層減少誤差。

答：1. Maturation → HC Liquid 是只計算由生油岩裂解生成碳氫化合物的總量，不進一步計算二次裂解，亦不分液相或氣相。

2. Maturation → HC Liquid → Cracking 是模擬計算生油岩先生成液相碳氫化合物後再經二次裂解，但整體仍為液相碳氫化合物，當其移棲時，仍為液相而無氣相碳氫化合物的運移。

3. Maturation → Cracking → HC Vapor 是先計算生油岩生成液相碳氫化合物的總量，此液相碳氫化合物再裂解為氣相，當碳氫化合物移棲時，只有氣相碳氫化合物運移，液相碳氫化合物仍停留在生油岩中。

一般在作模擬時，此三種情況最好都作，比較其差異，再從實際情形，如礦區為產油或產氣或者生油岩類型為產油或產氣類型為主來判斷三者中何者最可靠。

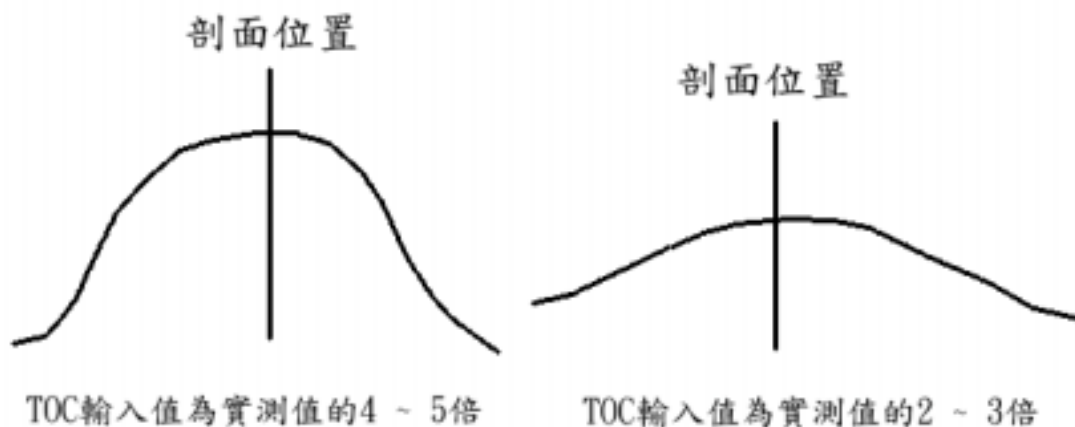
問題 4、在作複合動力模式 (Compositional Kinetic) 時，油母質動力參數中的 15 個組份百分比如何決定？因為不知如何輸入此組份參數，所以拿使用手冊中較近似台灣地區的印尼 Mahakam Delta 的油母質參數資料稍作修改使用，但結果有差異，不知有何方法獲得此參數？

答：唯一的方法是送岩樣至 IFP，請他們代為分析，決定此 15 個動力參數，否則用手冊的參數值修改，較難獲得正

確的模擬結果。

問題 5、以前在作模擬時，用實測的有機碳含量（TOC）輸入生油岩參數資料時，模擬結果沒有油氣，經詢問 Beicip 美國分公司黃澤輝博士，依據他的說法，TOC 要以實測值的 2 到 3 倍輸入，視油氣移聚範圍（Drainage area）而定，為什麼要如此？實際輸入的倍數又如何決定？

答：由於 TemisPack 是二維的模擬軟體，模擬計算時是將剖面的橫向厚度定為 1 米，因此生油岩生成油氣的有機物來源忽略了橫向，若以實測 TOC 值輸入，油氣的生成模擬將因此減少，此時應先判斷此剖面所經區域的儲油氣構造形貌，例如若此剖面是通過相當傾斜的背斜構造，且儲油層相對較大時，TOC 應放大為 4~5 倍，如下圖，若構平緩，儲油層相對不大，則 TOC 放大至 2~3 倍即可。



問題 6、模擬結果中的油氣飽和度（Hydrocarbon Saturation）是指油氣自生油岩生成後在生油岩中的飽和度還是油氣

經二次移棲後在儲油岩層中的飽和度？

答：這是指油氣最後的模擬結果，也就是說油氣經生排移聚計算，最後到達儲油岩層（Reservoir），和岩層孔隙率的體積比，其結果很容易看出油氣聚集的地方，對研究區域的油氣潛能判斷是最佳的指標。

問題 6、油氣 移棲的最後模擬結果有二項，一是 Mean HC Flow，另一是 True HC Flow，如圖 16，何者才是真正的模擬結果？

答：True HC Flow 才是正確的油氣移棲方向及流速模擬結果，Mean HC Flow 是將算出的碳氫化合物流速再和碳氫化合物體積及岩層孔隙等作一統計運算，目的只是驗證油氣移棲的正確性。

問題 7、曾經執行一個複合動力參數模擬計算花了將近三天的時間才計算完成，是否因為參數輸入錯誤或其他因素影響？

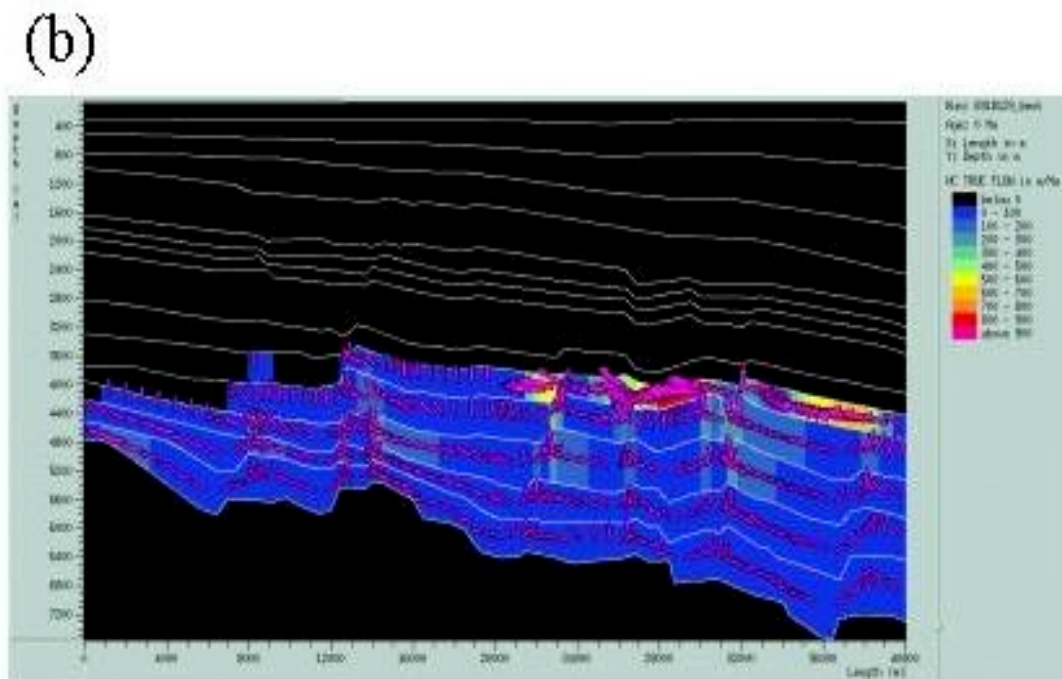
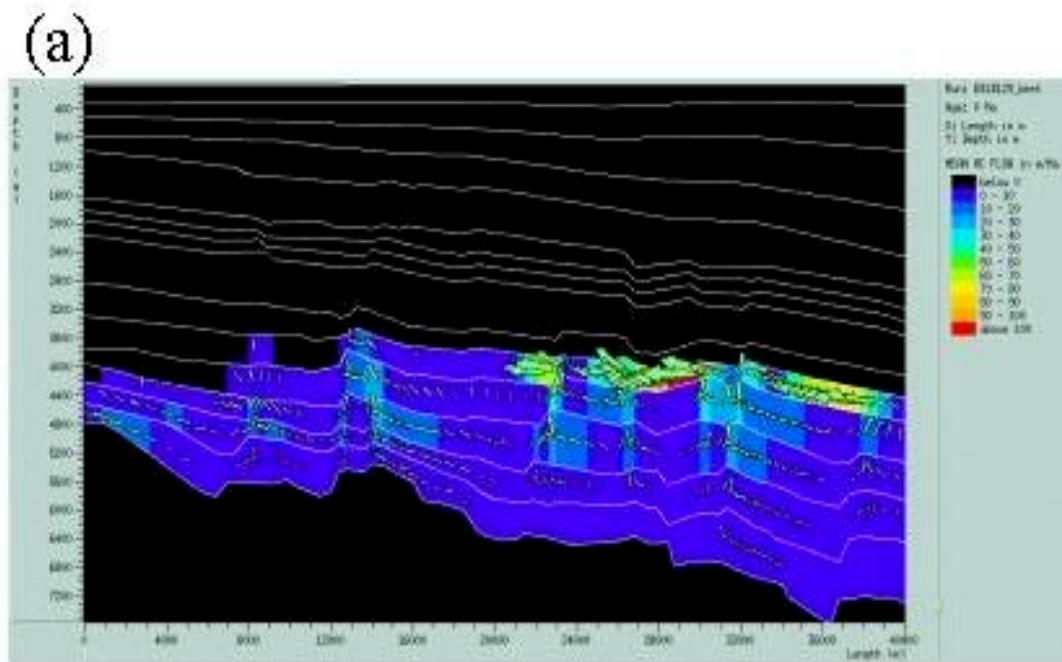


圖16 油氣移棲之(a)Mean HC Flow. (b)True HC Flow 模擬結果。

parameters) 中修正內定誤差容許值，如 Time step management 中的 DTini 和 DTmax 二值改小，從 0.01 改為 0.005。再來如 Newton Convergence 的值改大，如 0.0001 改為 0.001，如此可花較短的時間計算，但相對的模擬結果會較不準確。

除了討論 TemisPack 的問題外，Dr. Erout 亦向筆者介紹了 Temis3D 的功能，Temis3D 顧名思義是以三維的地質架構輸入，再模擬其生油岩成熟度、油氣生成、移棲等，因此最後的結果可以瞭解整個區域的油氣來龍去脈，。通常以三維的震測解釋資料輸入，若無三維震測，亦可用多條二維震測剖面及井下資料輸入再組合成三維地層架構。地質架構完成，其後續的模擬如同 Temis2D，只是所有的模擬均在三維模式中計算，模擬結果可以在觀圖視窗中以任一旋轉角度看圖或列印，如圖 17 為三維之油氣飽和度以及黑色箭頭所示之油氣移棲方向，亦可設定任一剖面觀察，如圖中呈直角的二個剖面，圖 18 為另一角度觀看油氣飽和度，其中間部份的圓柱為油氣垂直運移的通路，圖 19 為油氣最終的聚集處，即儲油層的油氣分佈

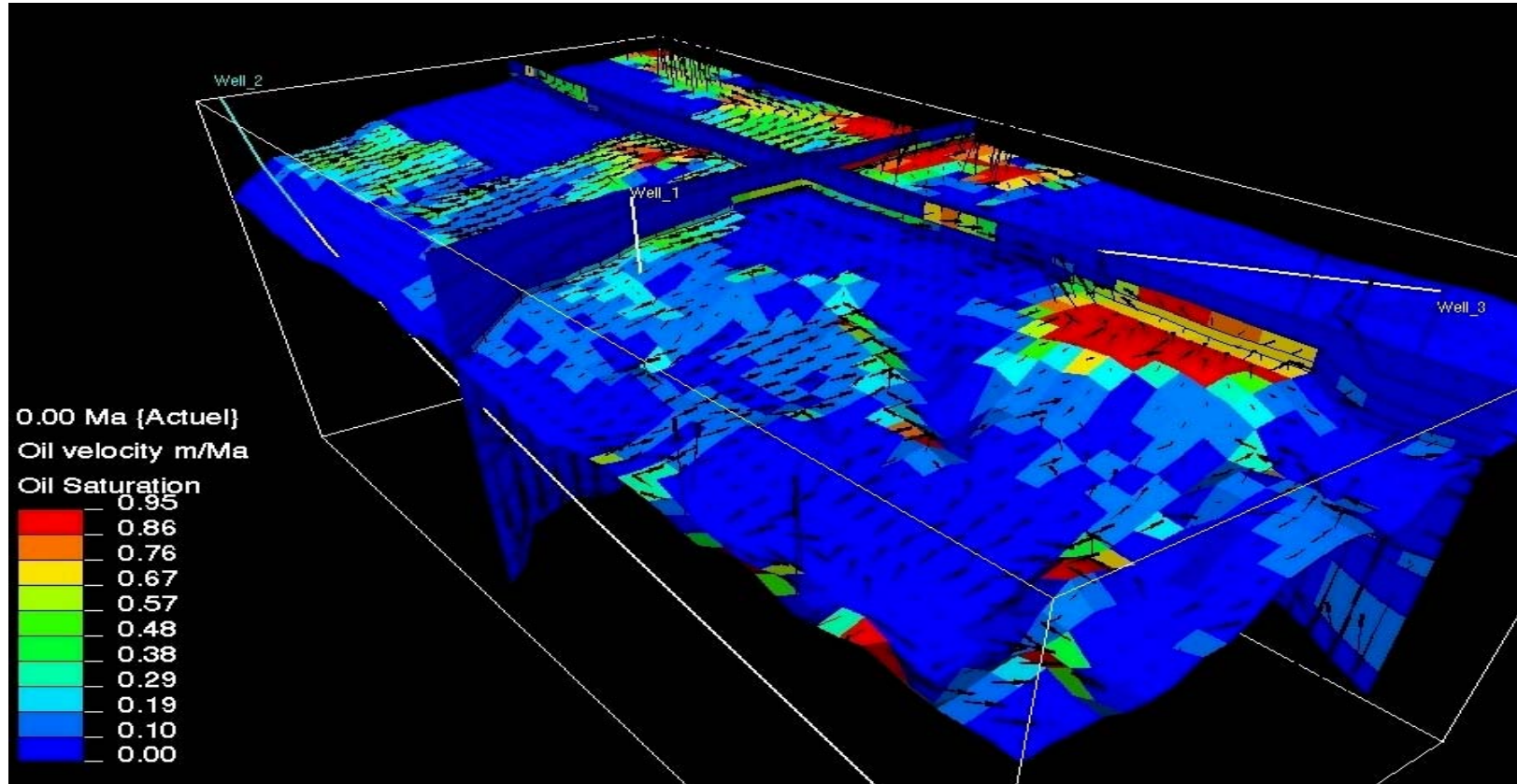


圖17 Temis3D 三維油氣飽和度及油氣移棲方向模擬結果。

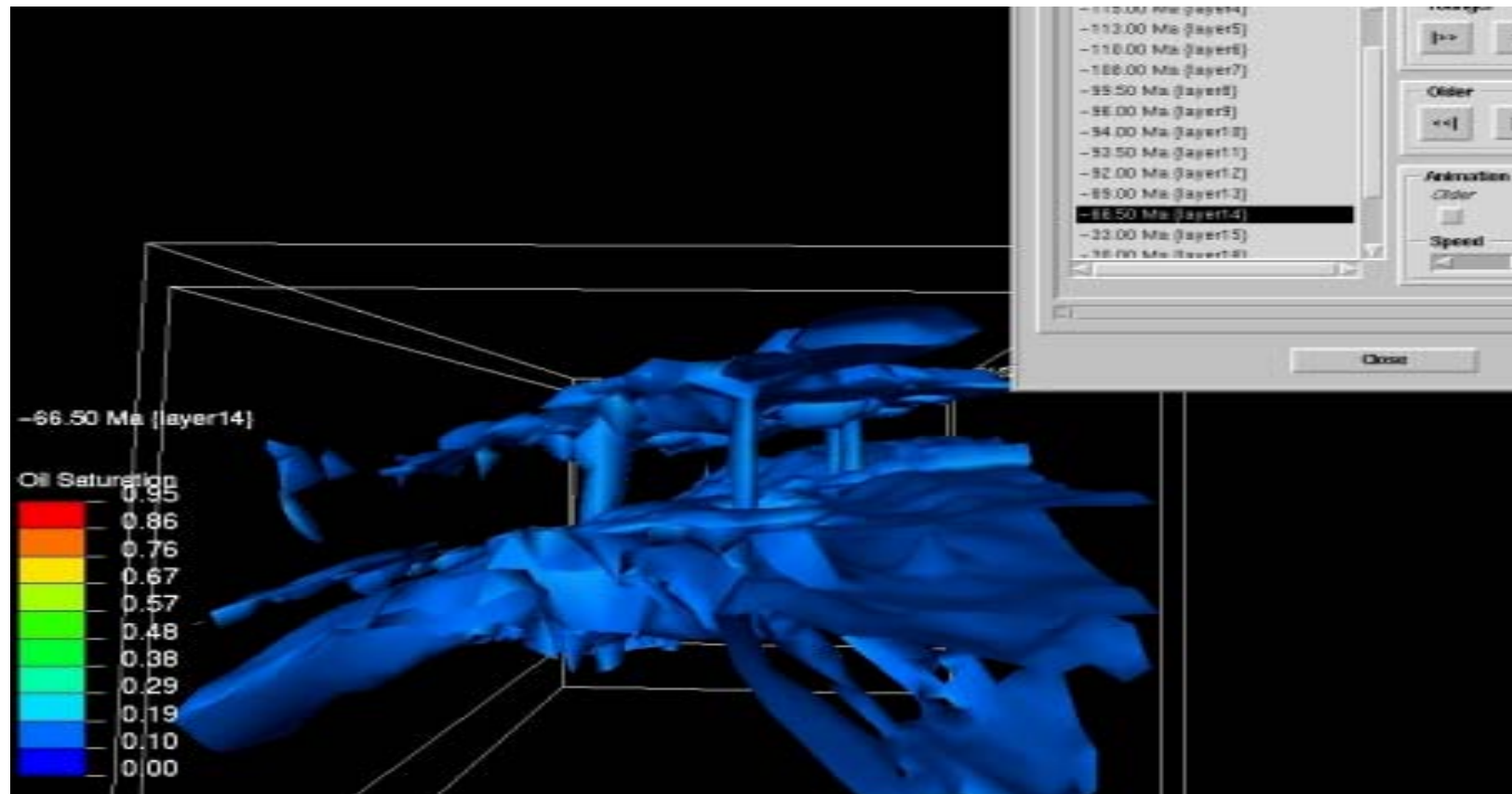


圖18 Temis3D 三維油氣飽和度之模擬結果。

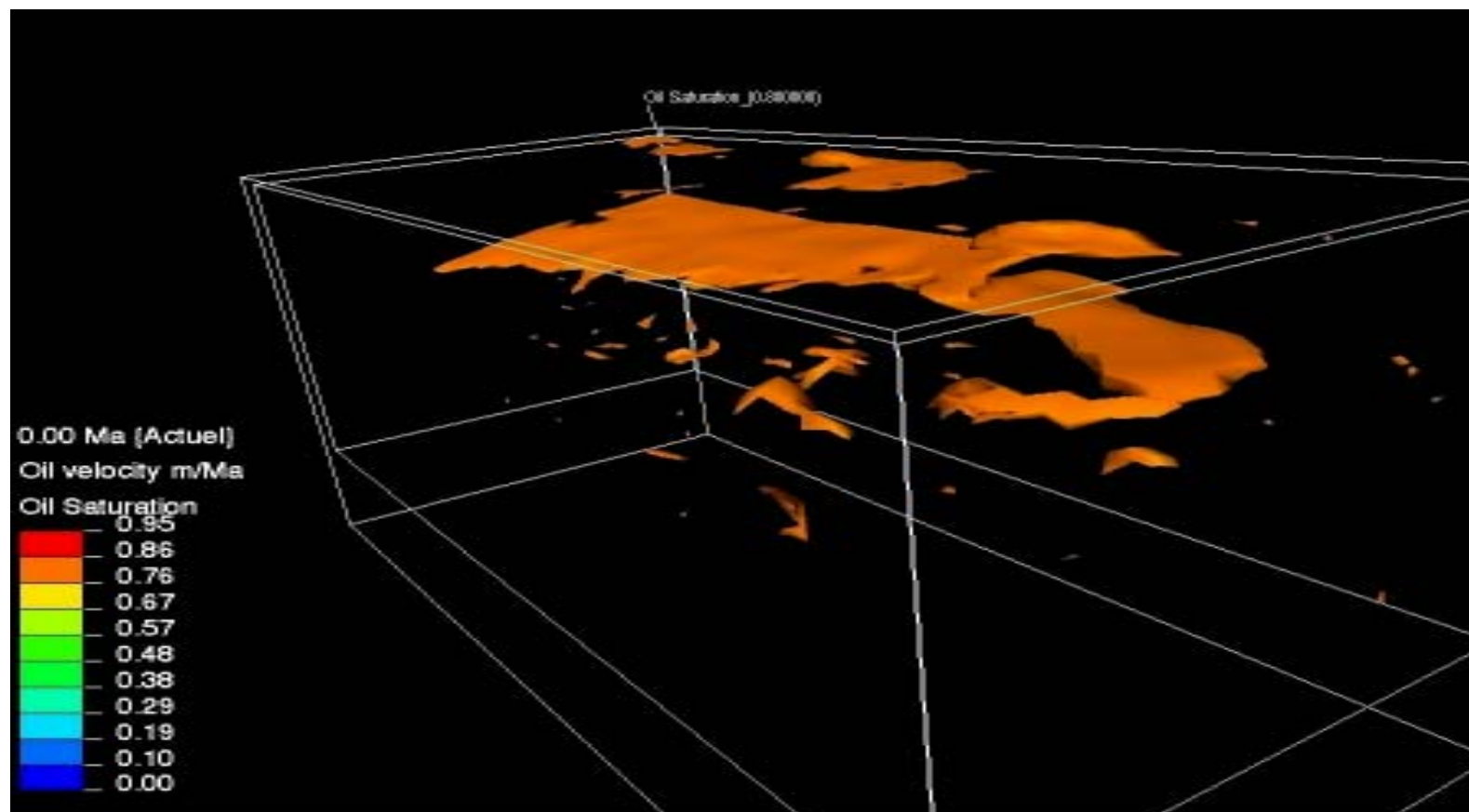


圖19 Temis3D 三維儲油氣層之模擬結果。

六、心得與建議

此次參加 TemisPack 軟體用戶會議，第一個印象就是英、德國等大石油公司的團隊與會，如 BP 公司有 5 人，Statoil 則更派出 9 人團隊參加，經詢問，其研究單位從 1986 年 IFP 開始發展 TemisPack 即出資參與軟體研發，且盆地模擬均有一研究小組專門負責礦區的盆地石油系統評估，所以使用的軟體都是最新的，其軟體應用的評估文獻(Case study) 也常發表於各期刊， Statoil 公司與會研究人員也在此次會議簡短的報告 Temis3D 在北海礦區的應用。相較於國外的作法，本公司的盆地模擬軟體由探研所地球化學組的有限人力擔任，且限於經費沒有參加 IFP 的軟體研發計劃，因此無法和國外大油公司相較。至於 Temis3D 軟體，所投入的人力也許須超過 Temis2D 二倍以上，加上目前本公司的國外探勘業務不多，以筆者之見，目前不急於引進 Temis3D。

基於盆地模擬軟體的引進和往後不斷的有油氣潛能評估的須求，筆者建議應至少隔年派一至二人參加軟體用戶年會，一方面瞭軟體的發展趨勢，吸收新知，另一方面可以和國外油公司的研究人員互相交換心得，知己知彼，才能真正明瞭盆地模擬應用於石油系統的探勘方法。