

# Un modelo basado en combustibles fósiles: riesgos e incertidumbres



Mariano Marzo  
(Facultad de Geología, UB)

**“Sistema energético sostenible, nueva economía y empleos verdes ante la crisis”**

Instituto sindical de trabajo, ambiente y salud. CCOO

Universidad Complutense, Cursos de Verano 2009

El Escorial , 28-7-2009

*"Everything that can be invented has been invented"*



Charles H. Duell,  
Director of US Patent  
Office, 1899

*"Who the hell wants to hear actors talk?"*



Harry M. Warner,  
Warner-Bros. Pictures,  
c.1927

*"Sensible and responsible women do not want to vote"*



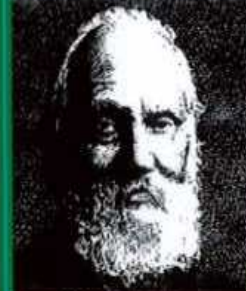
Grover Cleveland,  
1905

*"There is no likelihood man can ever tap the power of the atom"*



Robert Milliken,  
Nobel Prize in Physics,  
1923

*"Heavier than air flying machines are impossible"*



Lord Kelvin,  
President, Royal Society,  
c. 1895

*"Ruth made a big mistake when he gave up pitching"*

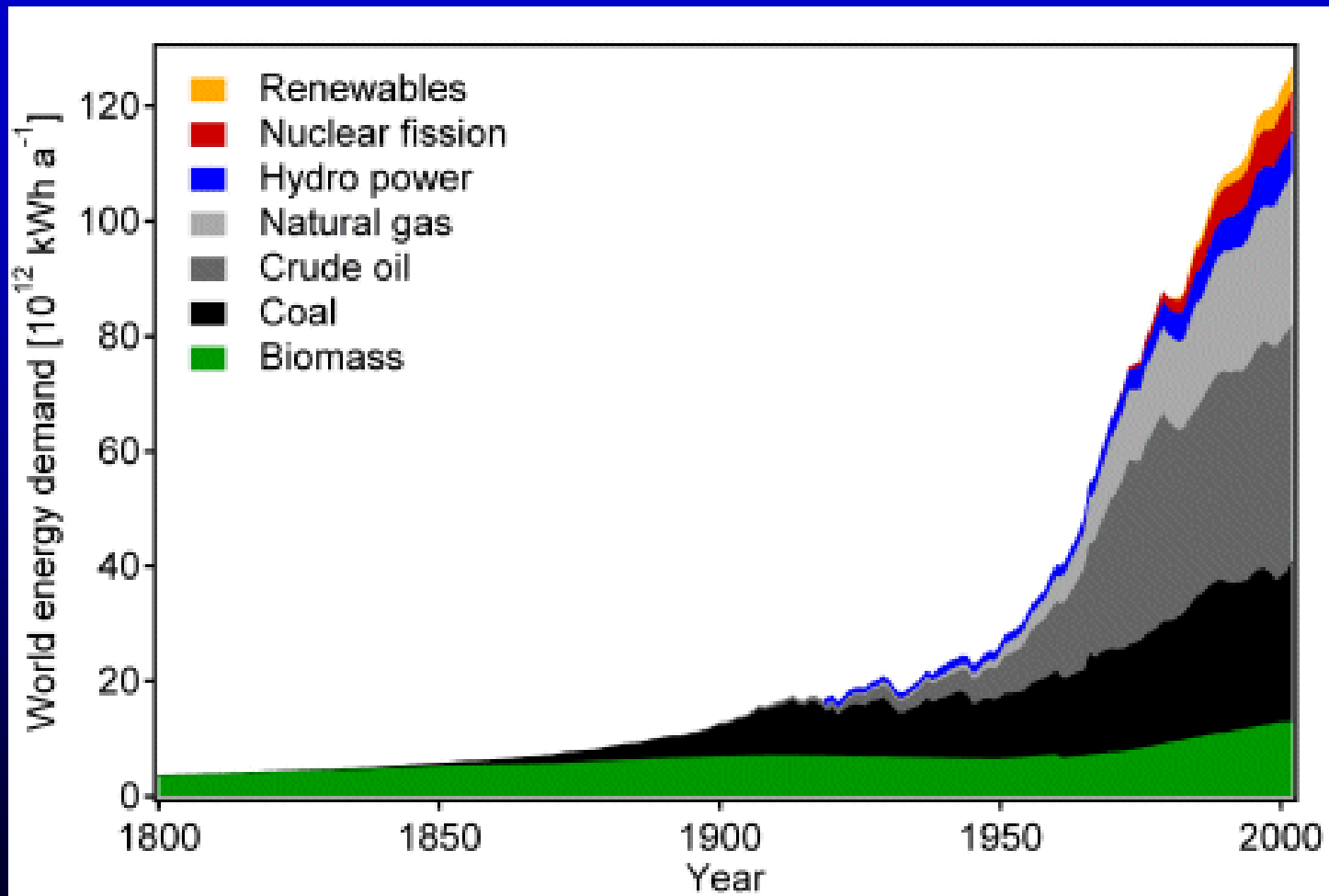


Tris Speaker,  
1921

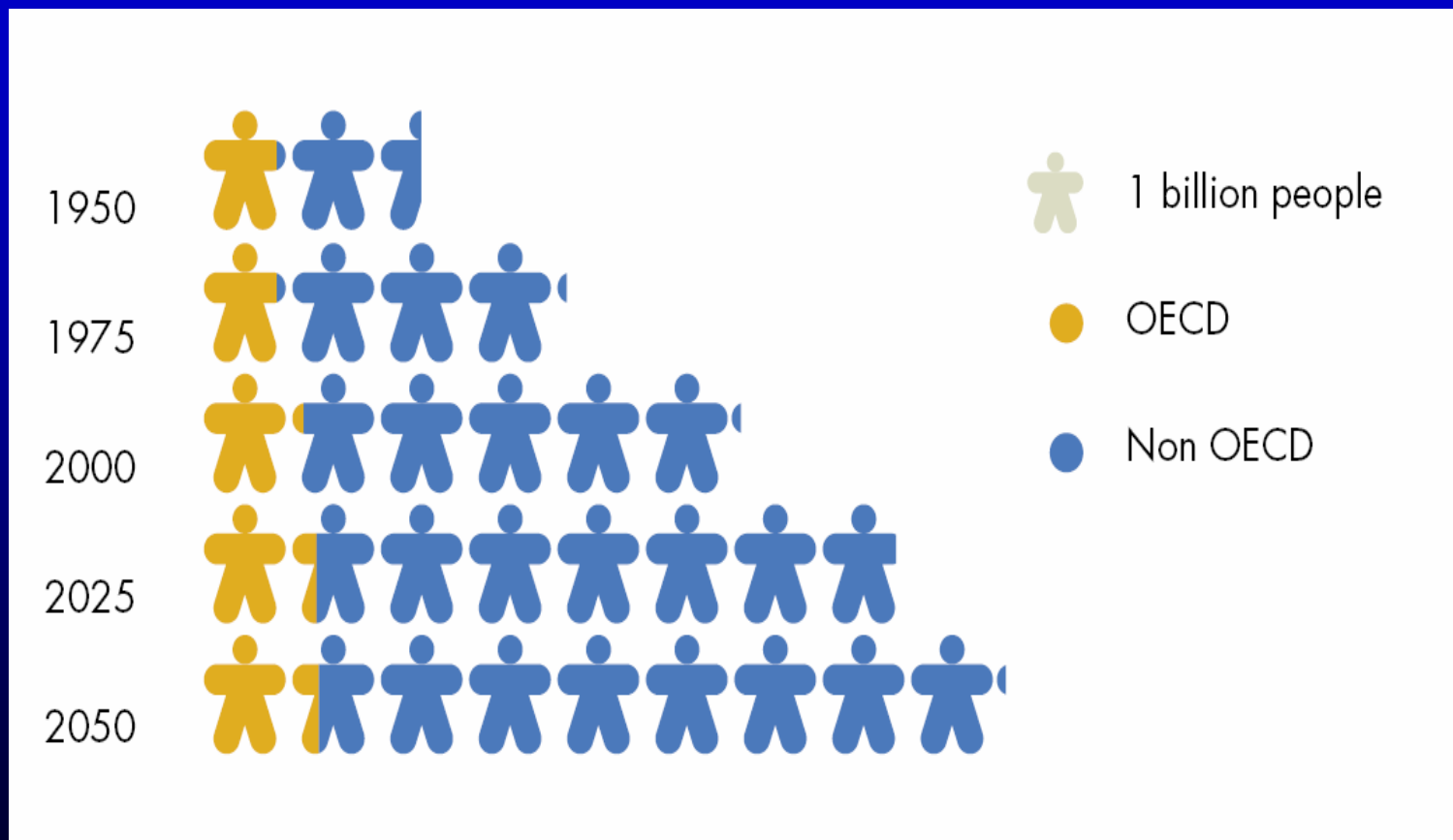
The  
future  
isn't what  
it  
used  
to be.

*There's no future in believing something can't be done. The future is in making it happen.*

## Somos el “hombre del hidrocarburo”

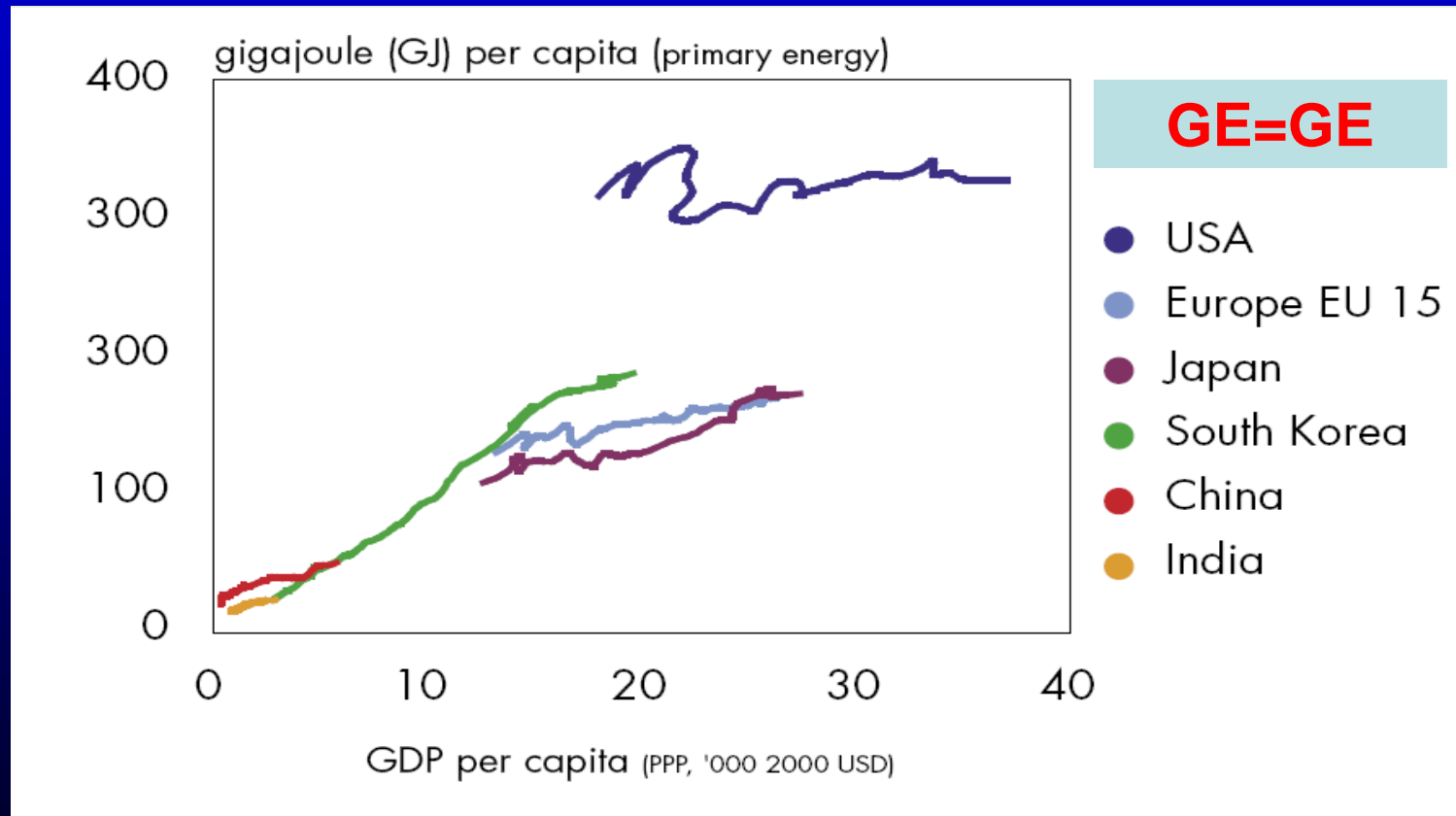


# La población mundial se ha multiplicado por más de dos desde 1950 y las previsiones apuntan a un incremento cercano al 40% para 2050



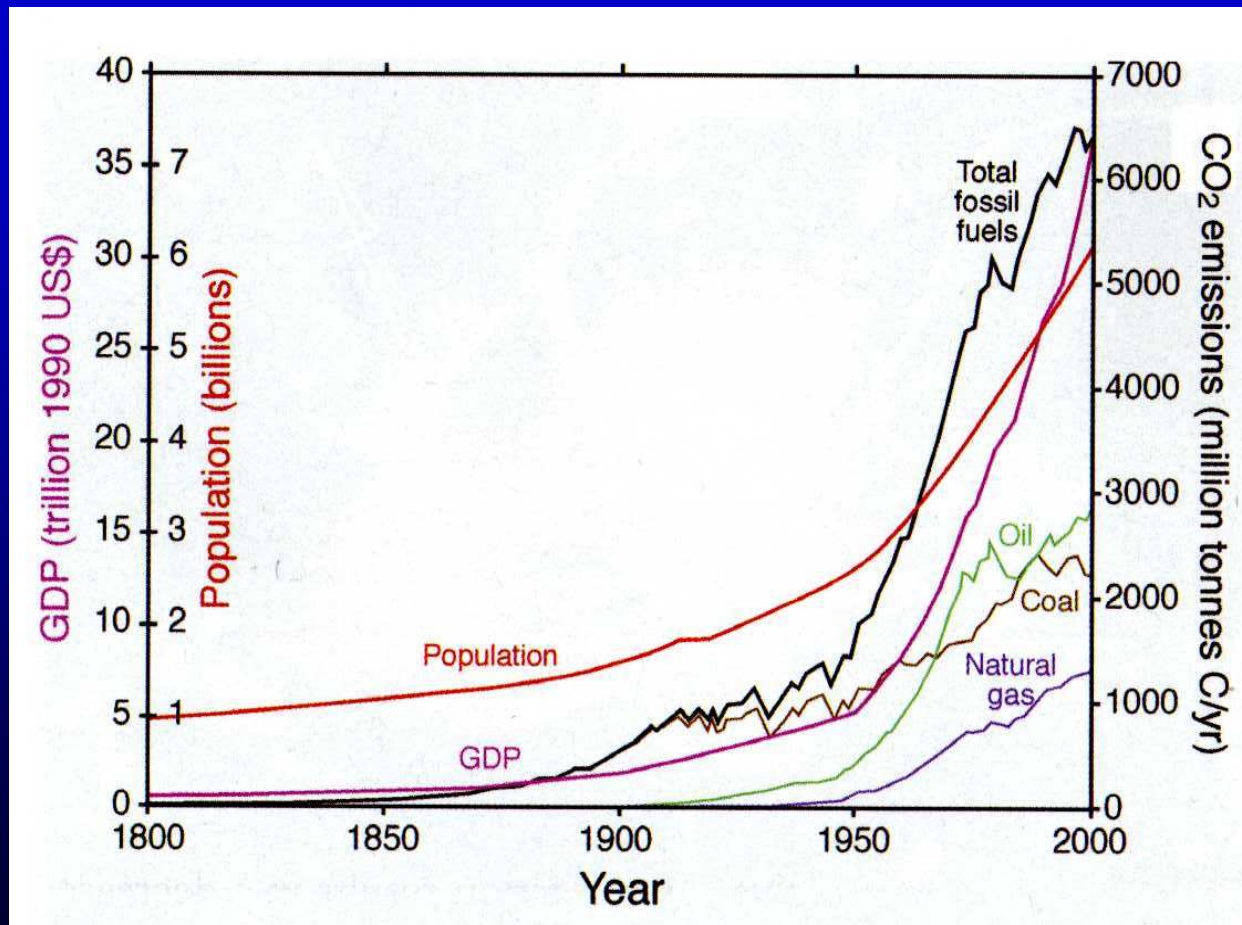
“Shell Global Scenarios to 2025”

# La historia muestra que el aumento de la riqueza y bienestar de la población requiere un aumento del consumo energético



“Shell Global Scenarios to 2025”

# El crecimiento demográfico y económico del “hombre del hidrocarburo” contamina...



J. P. Richards, Geoscience Canada, v.35, n° 1, 2008

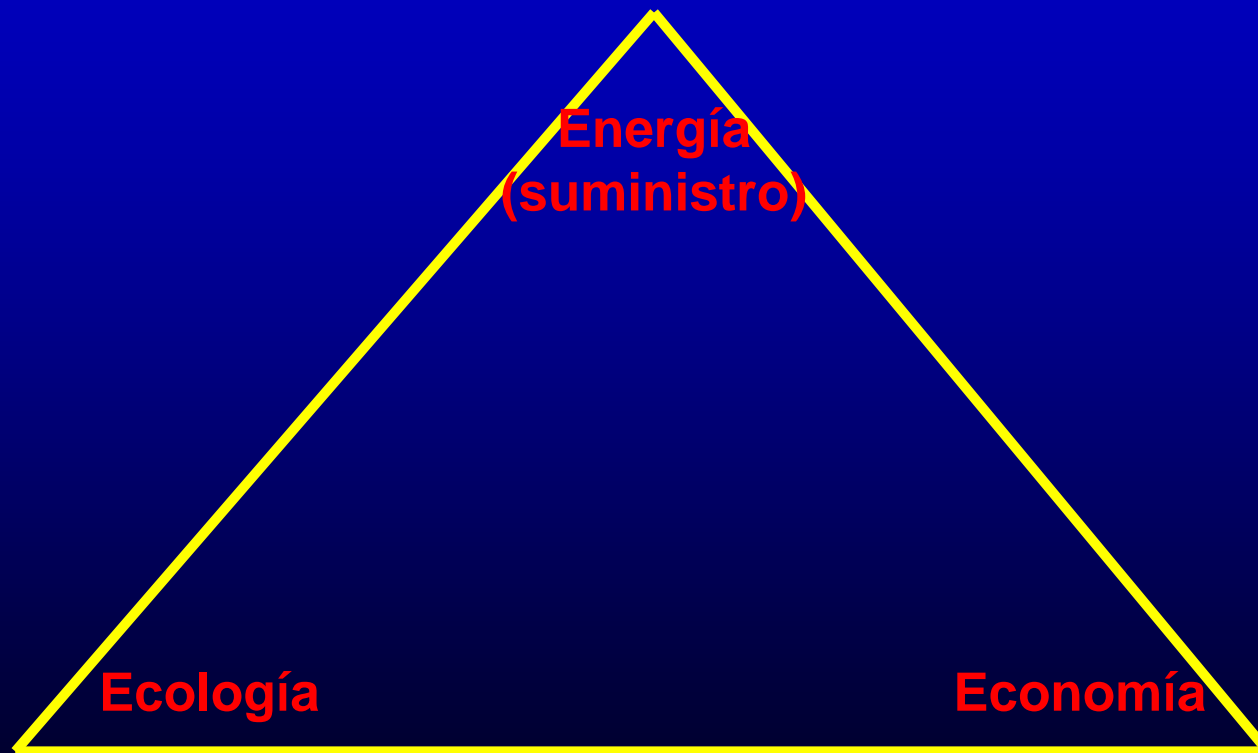
## Identidad de Kaya

$CO_2 = \text{renta per cápita ( } PIB_i/P_i \text{ )} \bullet \text{ población ( } P_i \text{ )}$   
 $\bullet \text{ intensidad energética ( } E_i/PIB_i \text{ )} \bullet \text{ factor de emisión ( } CO_{2i}/E_i \text{ )}$

**El cambio climático es, en buena parte, consecuencia de un desarrollo económico y demográfico sin precedentes, posibilidad para el uso masivo de los combustibles fósiles**



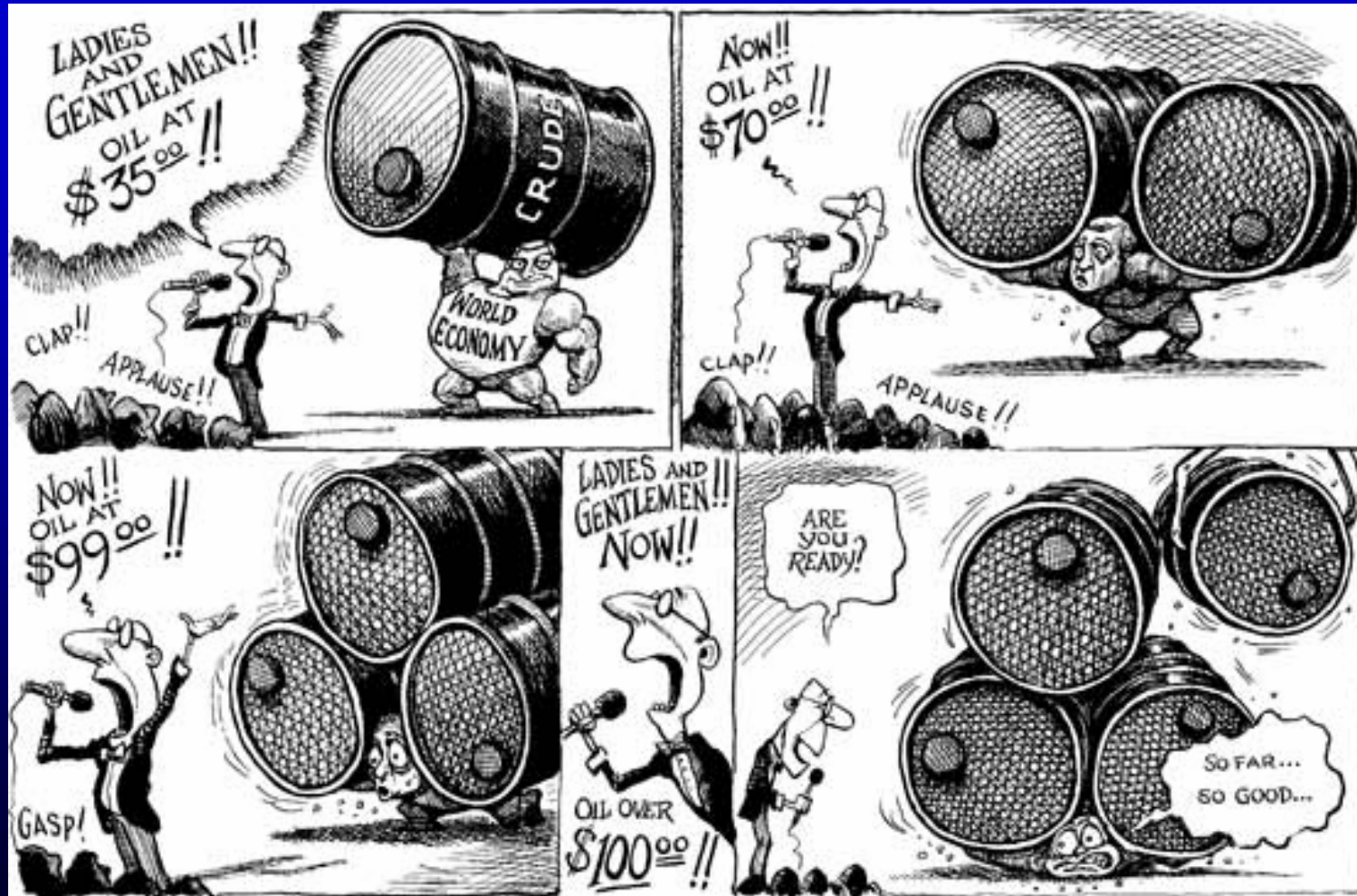
**Los 3 “frentes” de la sostenibilidad energética  
¡No solo tenemos problema en el de la ecología!**



# Evolución del precio del crudo (WTI) a 10 años vista Financial Times (29-6-2009)

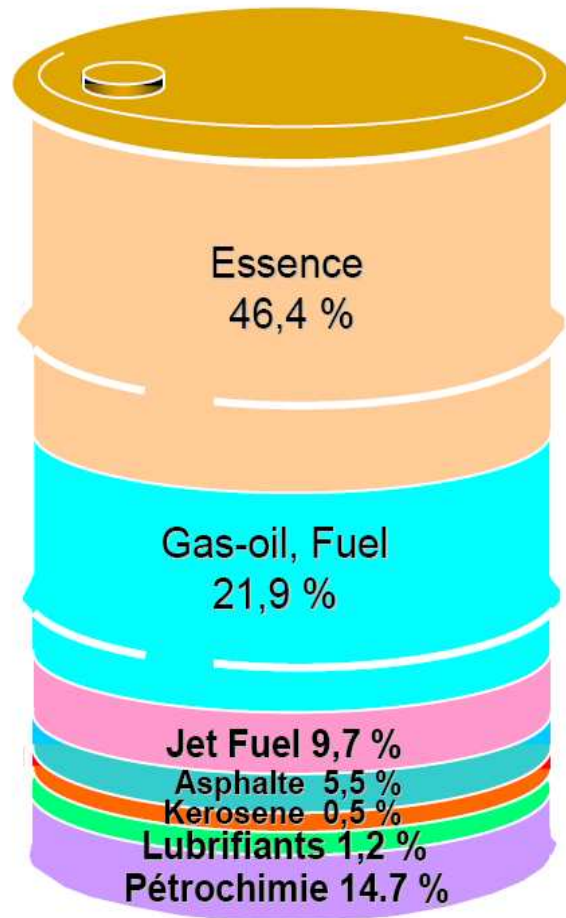


## Subida: crónica de una insensatez



Kal's cartoon, The Economist

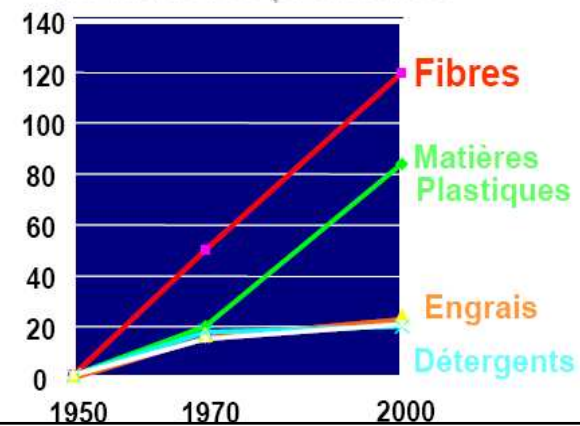
# El petróleo no es solo transporte...



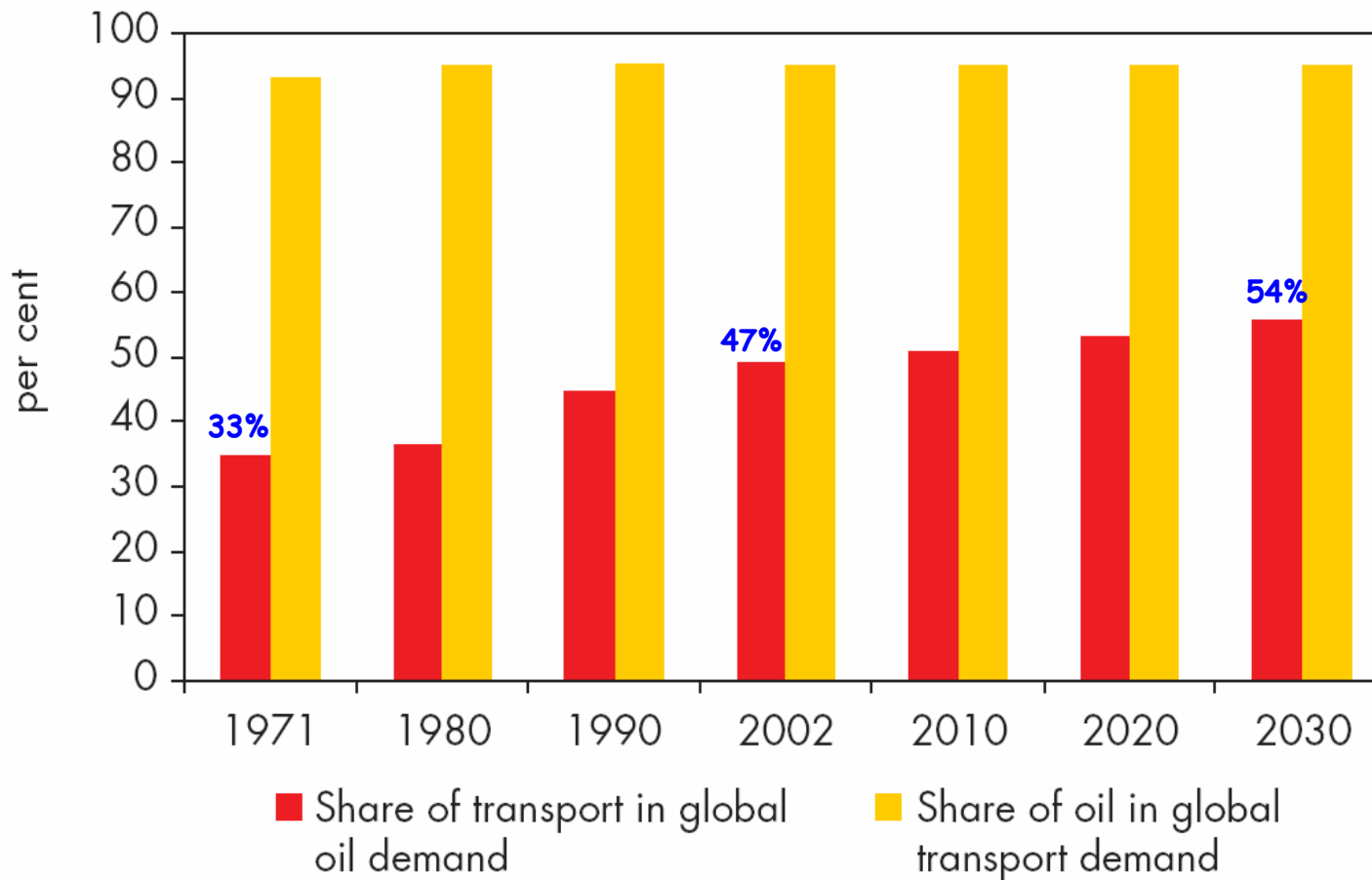
**50 % dans les transports**  
80 % routiers  
10 % aériens  
5 % maritimes  
5 % Agriculture-Pêche-Mines

**35 % dans le domestique  
et l'industrie**  
comme source d'énergie

**15 % en Pétrochimie**  
comme source  
de matières premières

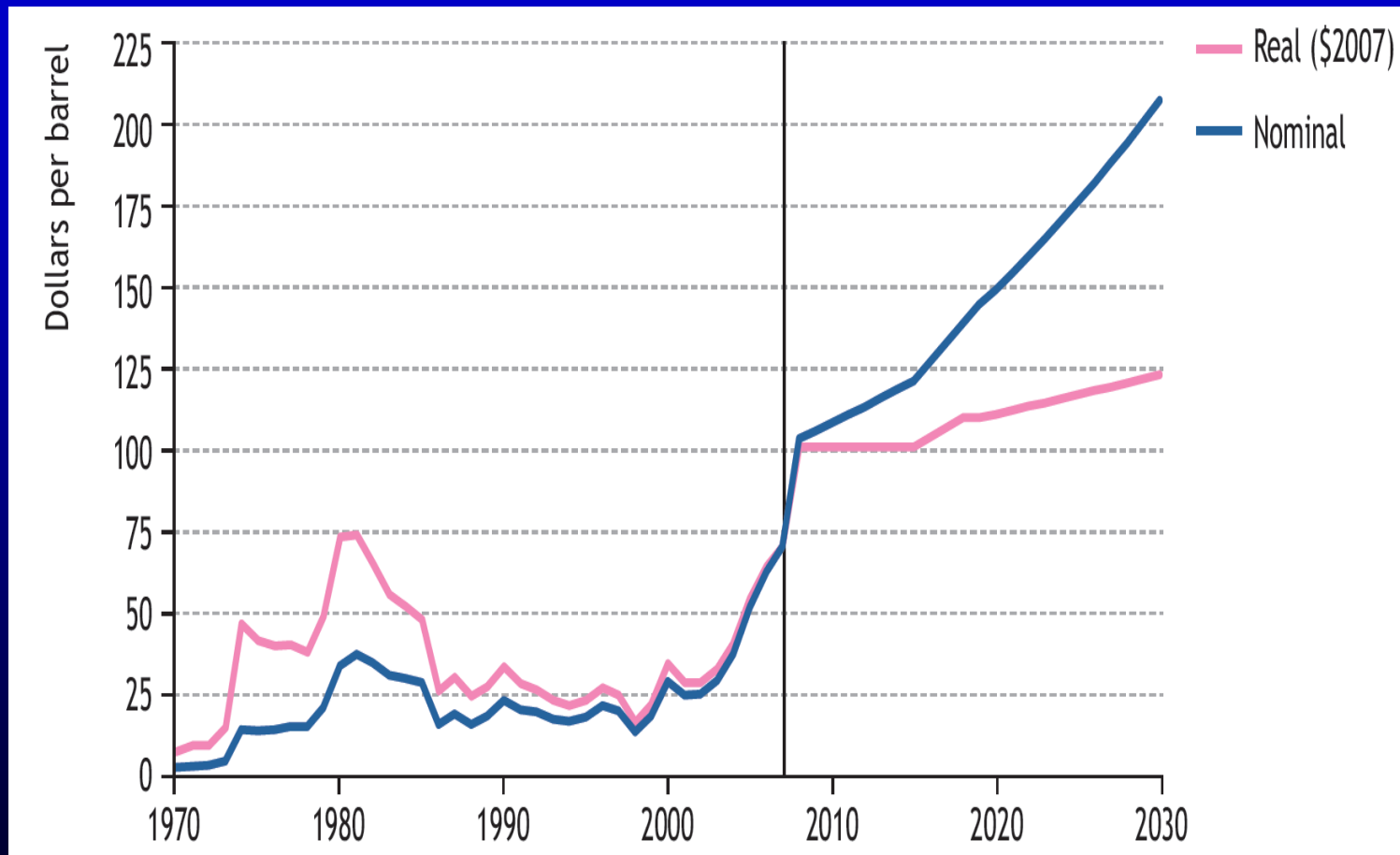


## ...pero el transporte es en un 95% petróleo



IEA, WEO 2004

## Precio promedio del crudo de importación de la AIE



IEA, WEO 2008

14

# El “orden económico internacional” en peligro



## Oil and the New Economic Order

by Gal Luft



February 2008  
Institute for the Analysis of Global Security (IAGS)

A 100 dólares el barril la OPEP podría comprar el Bank of America con los beneficios de dos meses, Apple Computers con los de dos semanas y GM en sólo 6 días. La OPEP necesitaría menos de tres años de producción para hacerse con el 20% de cada una de la 500 empresas del S&P.

Con el fin de evitar la hegemonía económica de la OPEP los consumidores deben hacer todo lo posible para despojar al petróleo de todo su poder, transformándolo de una mercancía estratégica a una mercancía más.

The world will consume 85 million  
barrels of oil today.

España: 1,6 millones (1,9 %)

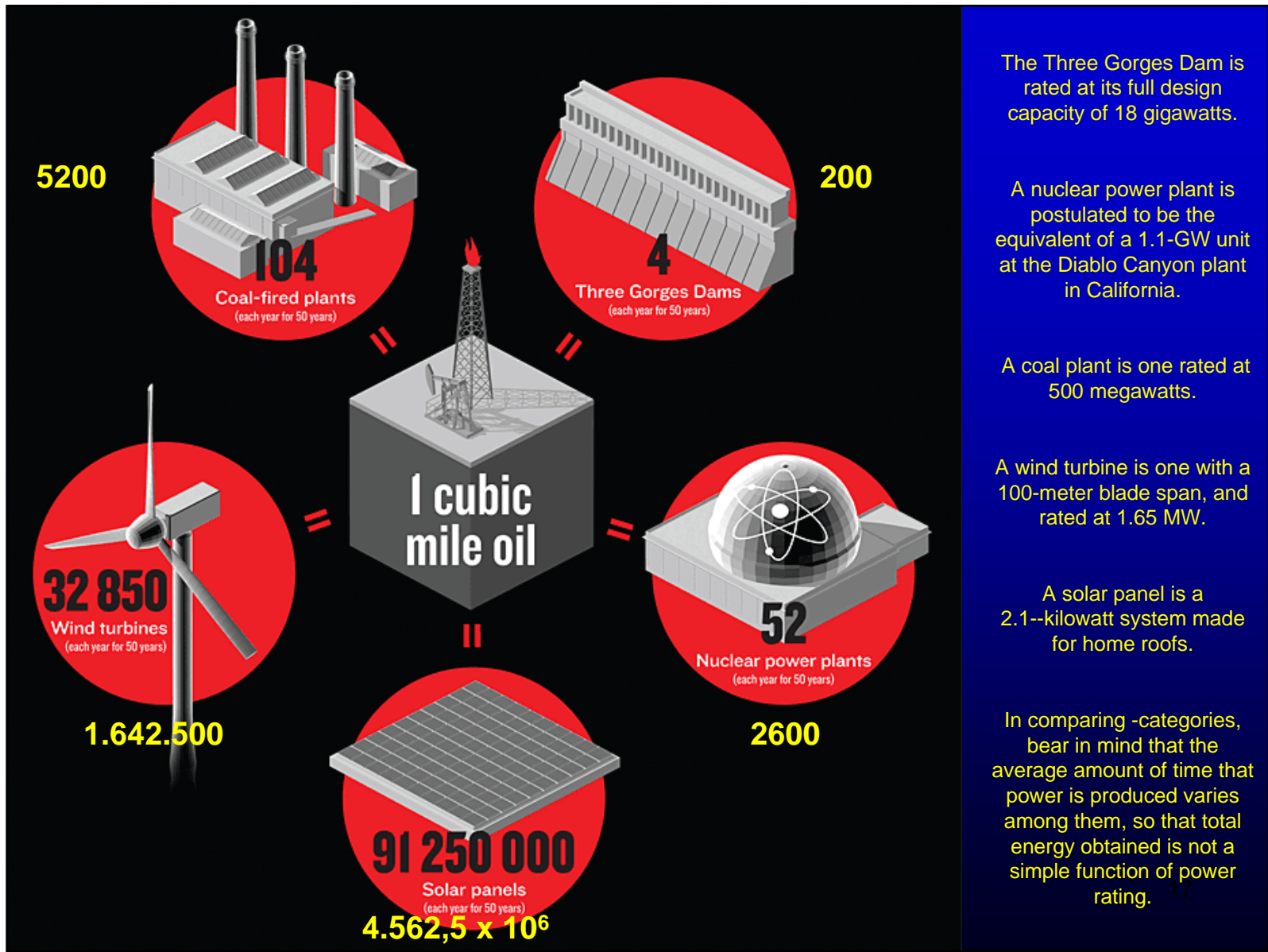
So what does that leave us for tomorrow?  
[willyoujoinus.com](http://willyoujoinus.com)

**157.000 litros por segundo**

**1 milla cúbica de petróleo por año**



Human energy™



The Three Gorges Dam is rated at its full design capacity of 18 gigawatts.

A nuclear power plant is postulated to be the equivalent of a 1.1-GW unit at the Diablo Canyon plant in California.

A coal plant is one rated at 500 megawatts.

A wind turbine is one with a 100-meter blade span, and rated at 1.65 MW.

A solar panel is a 2.1--kilowatt system made for home roofs.

In comparing -categories, bear in mind that the average amount of time that power is produced varies among them, so that total energy obtained is not a simple function of power rating.

**A largo plazo los problemas con el petróleo persistirán.  
No deberíamos salir de esta crisis igual que hemos entrado...**



**Kal's cartoon, The Economist, 15-3-2008**

# **HARD TRUTHS**

Facing the Hard Truths about Energy

A comprehensive  
view to 2030 of  
global oil and  
natural gas



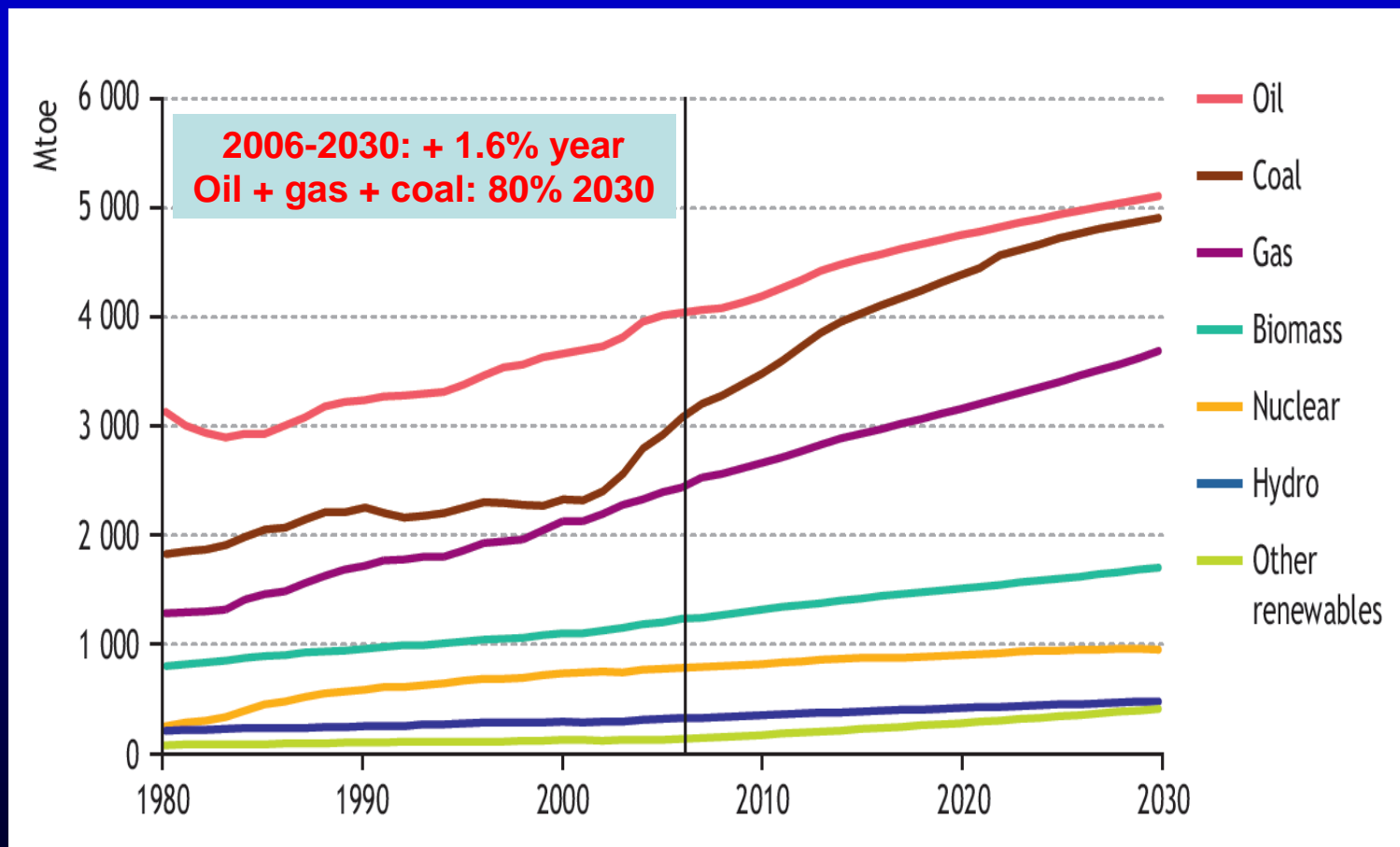
2007  
■  
NATIONAL  
PETROLEUM COUNCIL

**Facing the Hard Truths about Energy  
National Petroleum Council (July 18, 2007)**

**1**

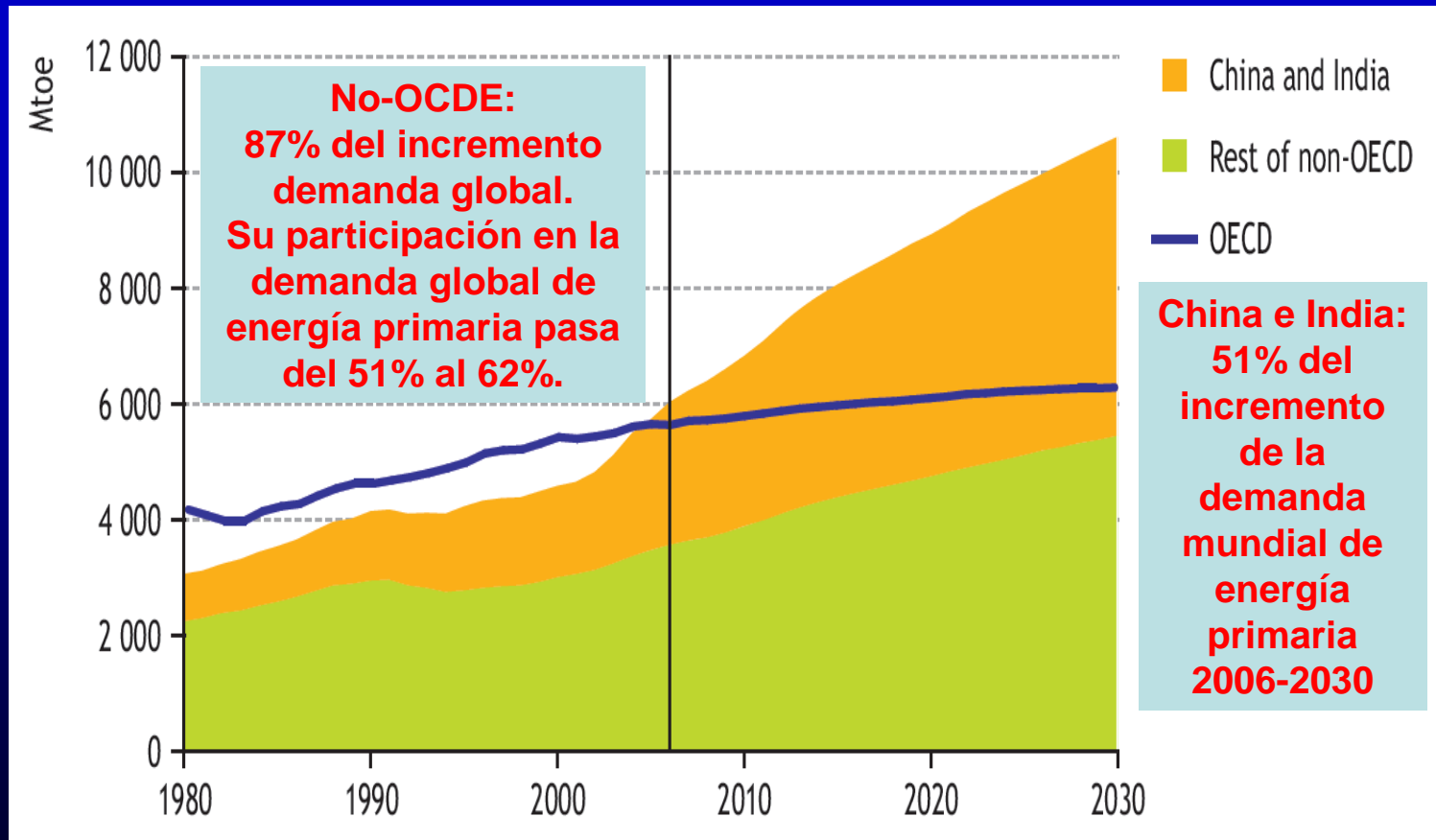
**De aquí al 2030, carbón, petróleo y gas natural seguirán  
siendo indispensables para cubrir el crecimiento previsto  
de la demanda energética global**

## Mas carbón, más petróleo y más gas...



AIE, WEO 2008

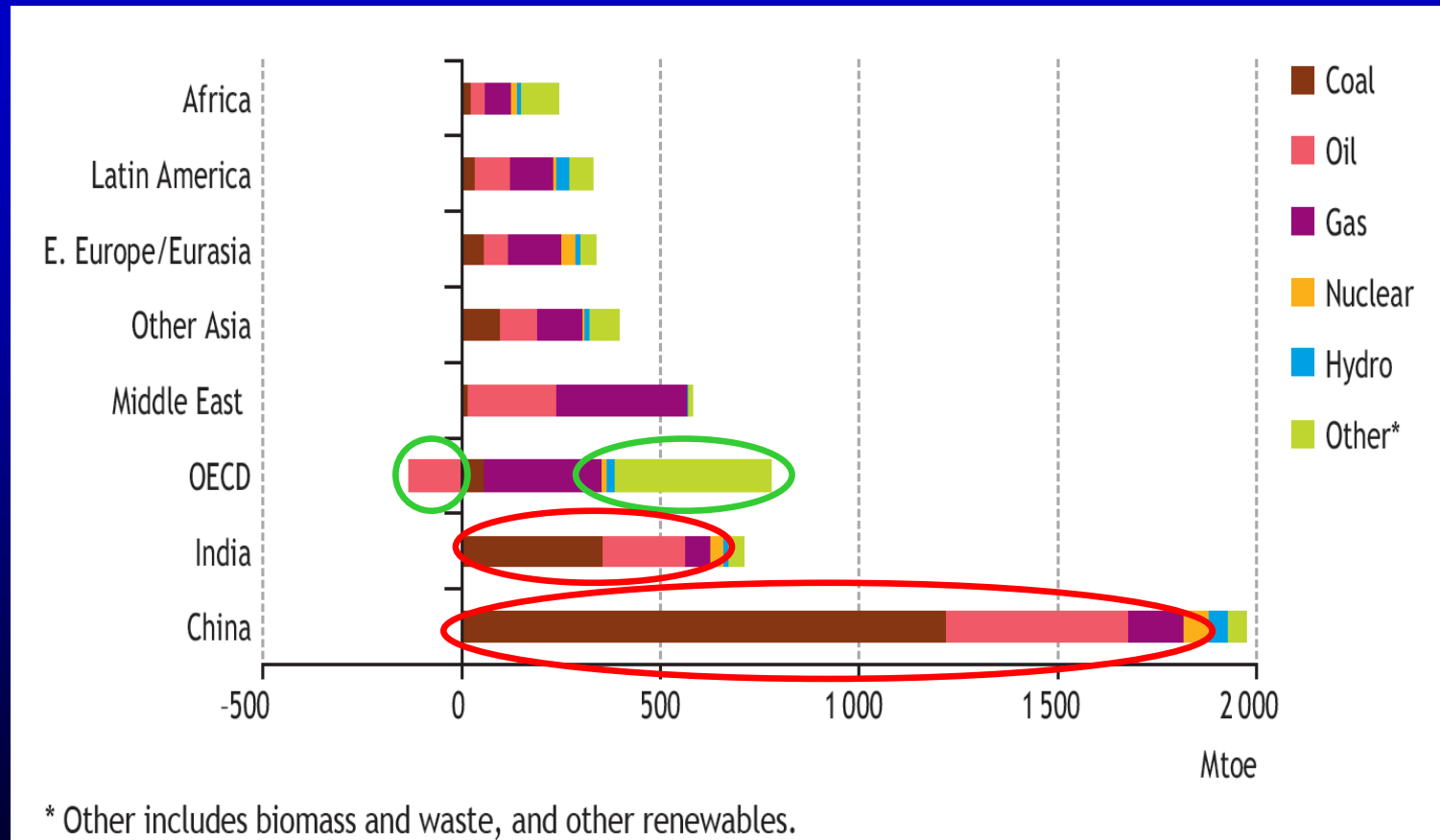
## ...para impulsar el crecimiento de los países en desarrollo



AIE, WEO 2008

22

## ¿Que energías propulsaran el crecimiento de las grandes demografías?



23

**Facing the Hard Truths about Energy**  
**National Petroleum Council (July 18, 2007)**

**2**

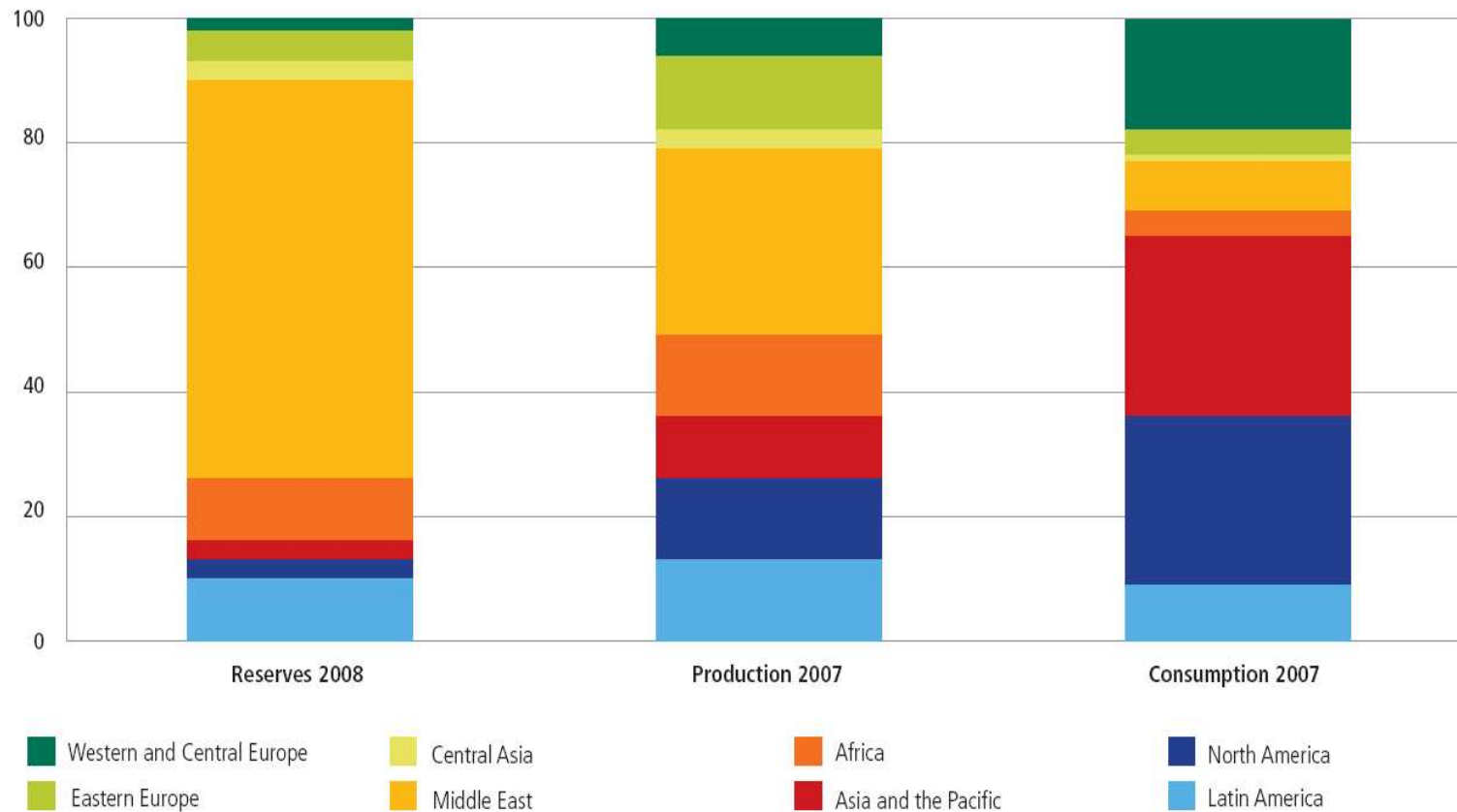
**El mundo no se está quedando sin recursos fósiles, pero el aumento continuado de la extracción de petróleo y gas a partir de fuentes convencionales presenta cada vez más riesgos y estos constituyen un serio obstáculo para asegurar la demanda a medio plazo.**

**Geopolitica**  
**Descubrimientos a la baja. Costes al alza.**  
**Nueva producción vs. declive.**  
**Más dependencia de la OPEP, Oriente Medio y Rusia.**  
**Petronacionalismo. Limitaciones al libre mercado.**  
**NOC's vs. IOC's.**  
**Inversiones astronómicas. ¿A tiempo?**

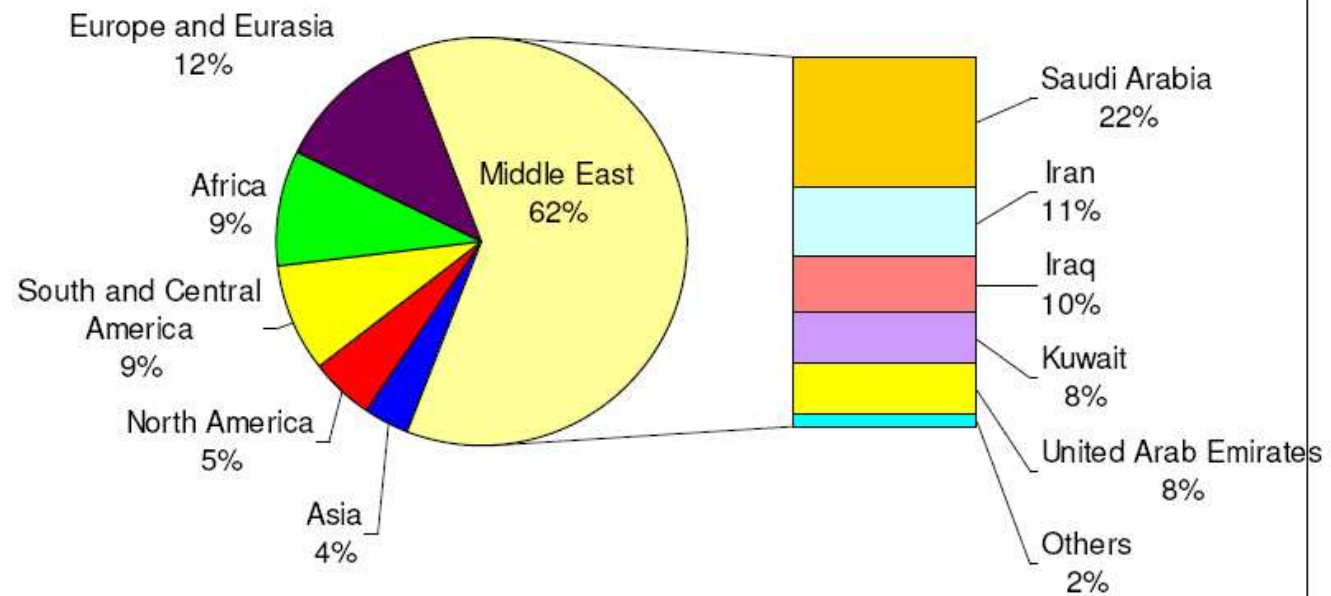


## Reserves, production and consumption

(percentage)



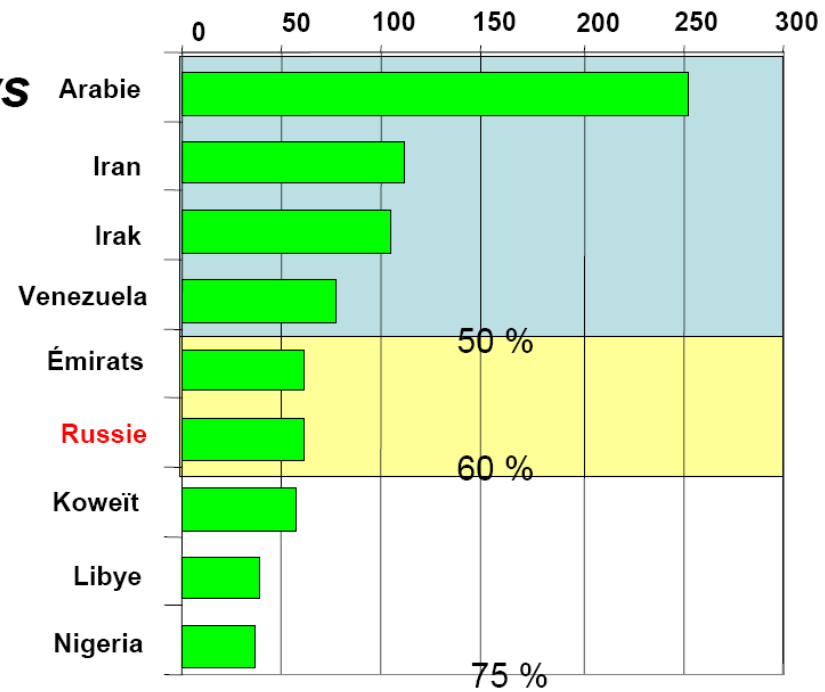
## World Oil Reserves 2005





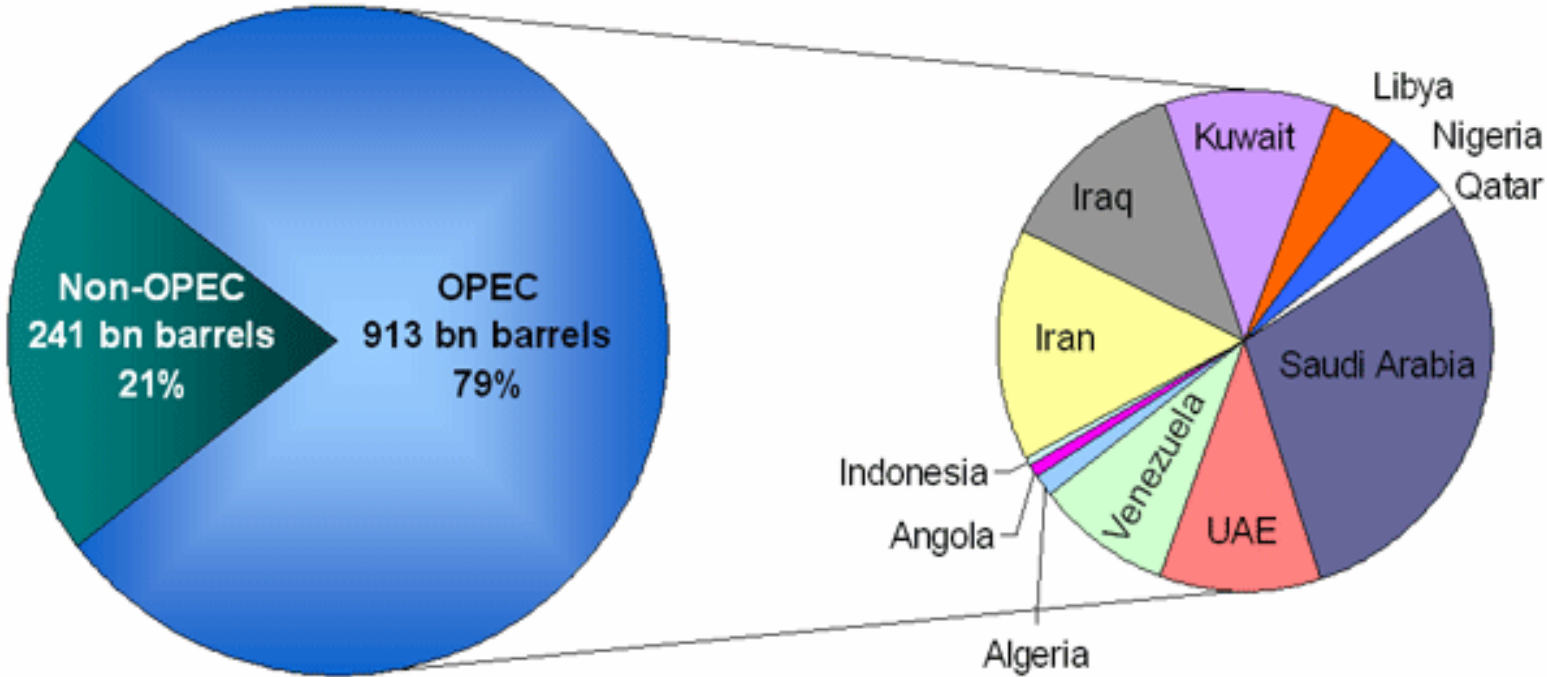
## PAR PAYS

*Au 3/4 dans 9 Pays*



Division Géologie-Géochimie-Géophysique, Rueil Malmaison 11 Mai 2006

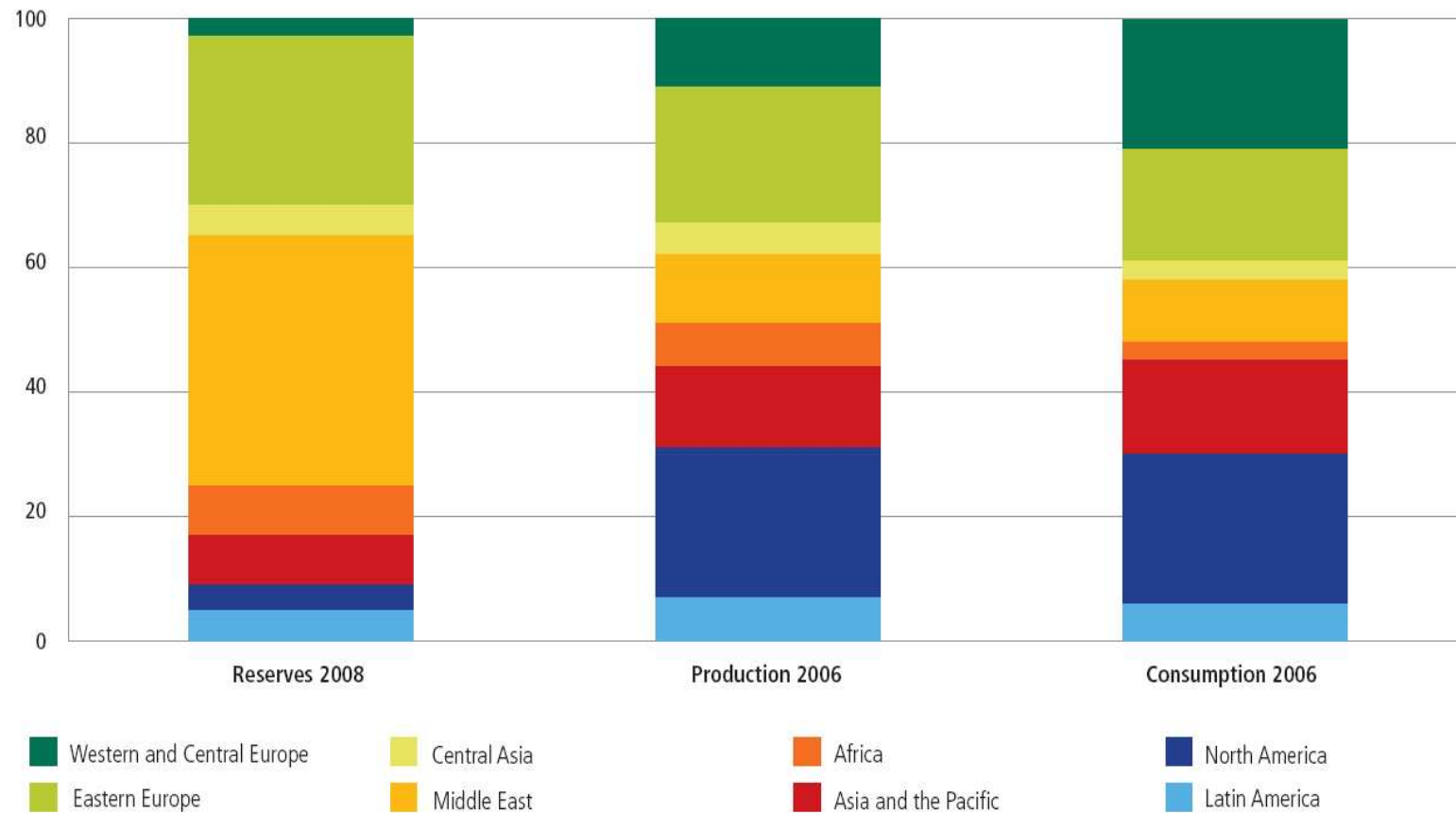
# OPEC Share of World Crude Oil Reserves (2005)



## NATURAL GAS IN THE WORLD

### Reserves, production and consumption

(percentage)

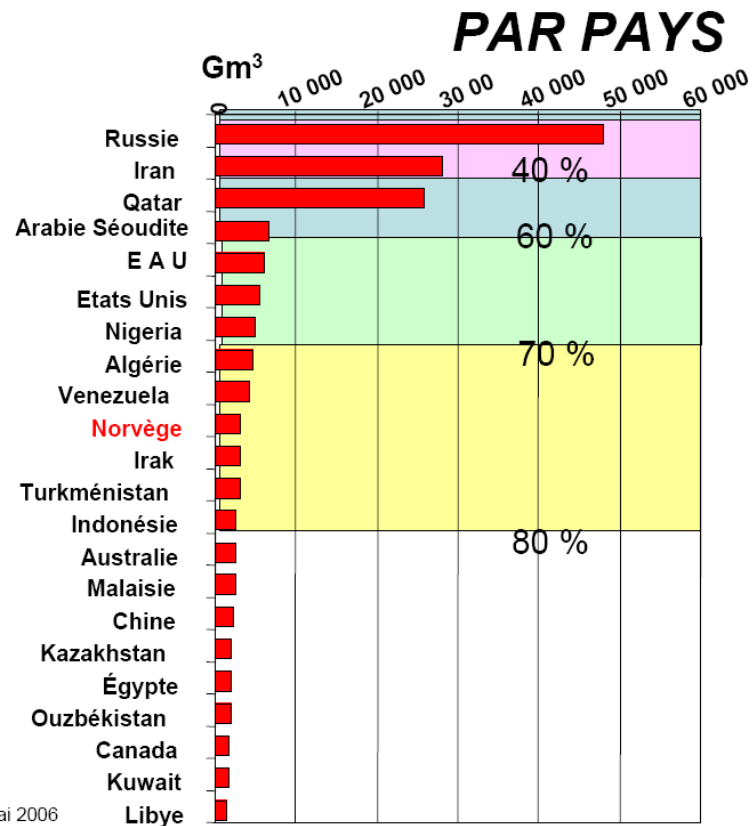


World Oil and Gas Review 2008, ENI



**Au 3/4 dans 9 Pays  
(90 % dans 22 Pays)**

Rang	PAYS	Réserves / Habitant
1	Qatar	36 833
2	Emirats Arabes Unis	1 439
3	<b>Brunei</b>	<b>858</b>
4	Norvège	687
5	Koweït	623
6	Turkmenistan	509
7	Iran	418
8	<b>Trinidad 8 Tobago</b>	<b>410</b>
9	<b>Oman</b>	<b>369</b>
10	Russie	333

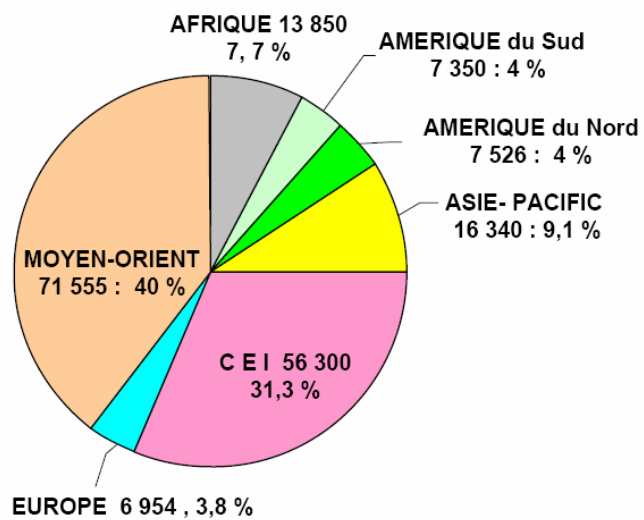


Division Géologie-Géochimie-Géophysique, Rueil Malmaison 11 Mai 2006

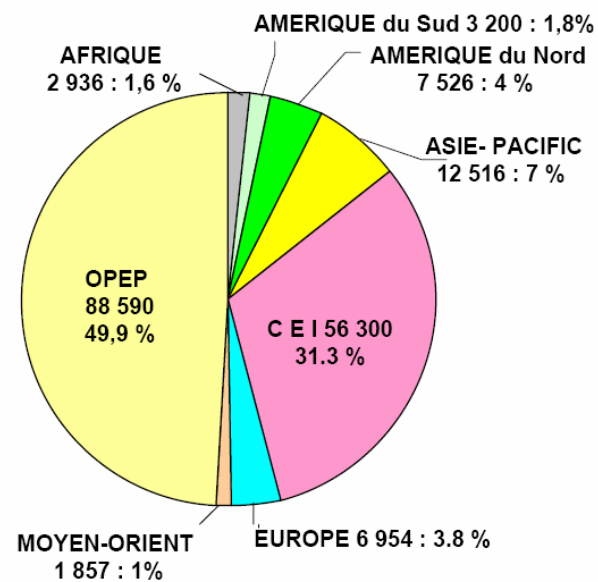


## GAZ en Gm<sup>3</sup>

### PAR GRANDES RÉGIONS



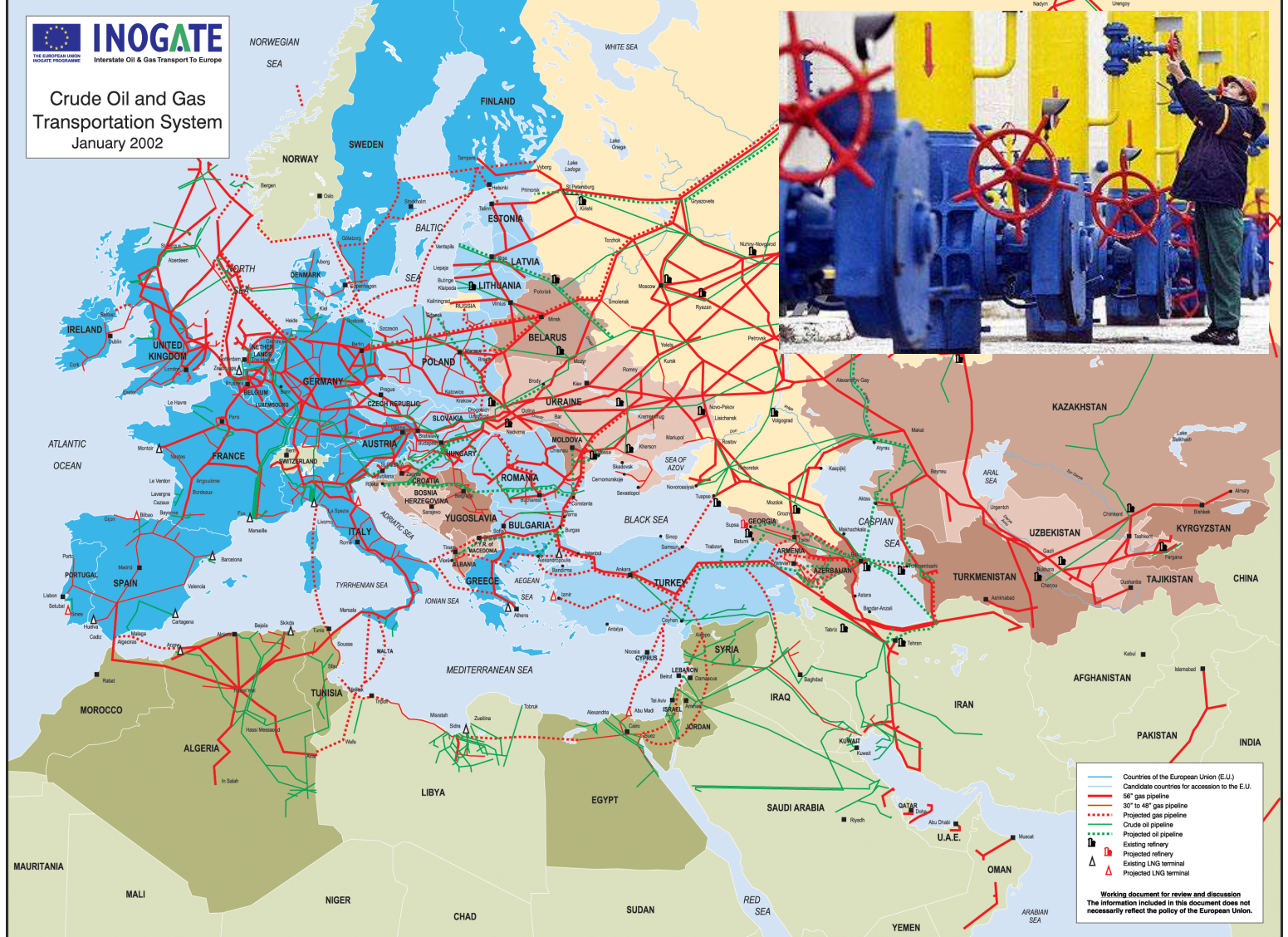
### PAR GRANDES RÉGIONS / OPEP



Division Géologie-Géochimie-Géophysique, Rueil Malmaison 11 Mai 2006



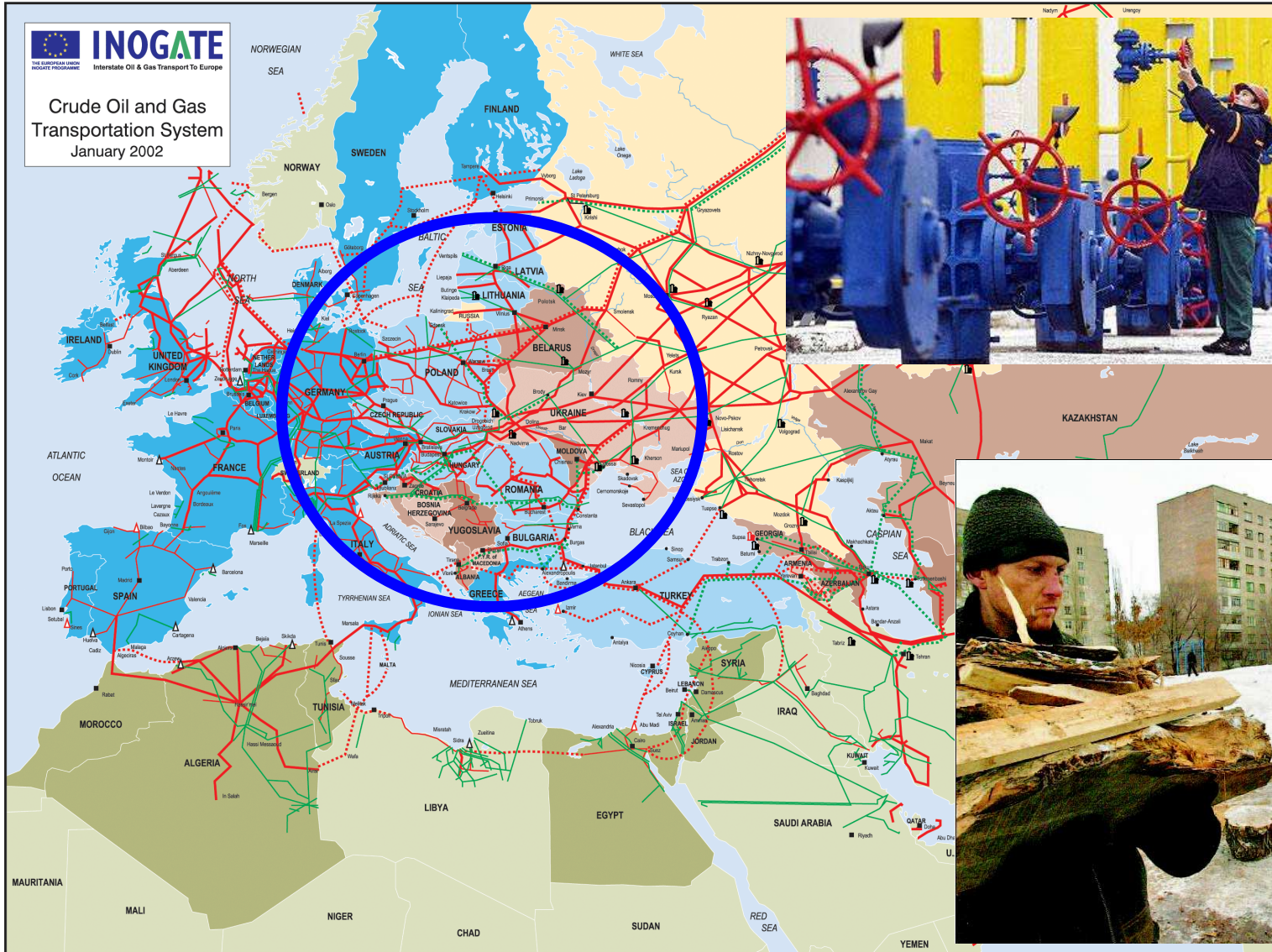
### Crude Oil and Gas Transportation System January 2002



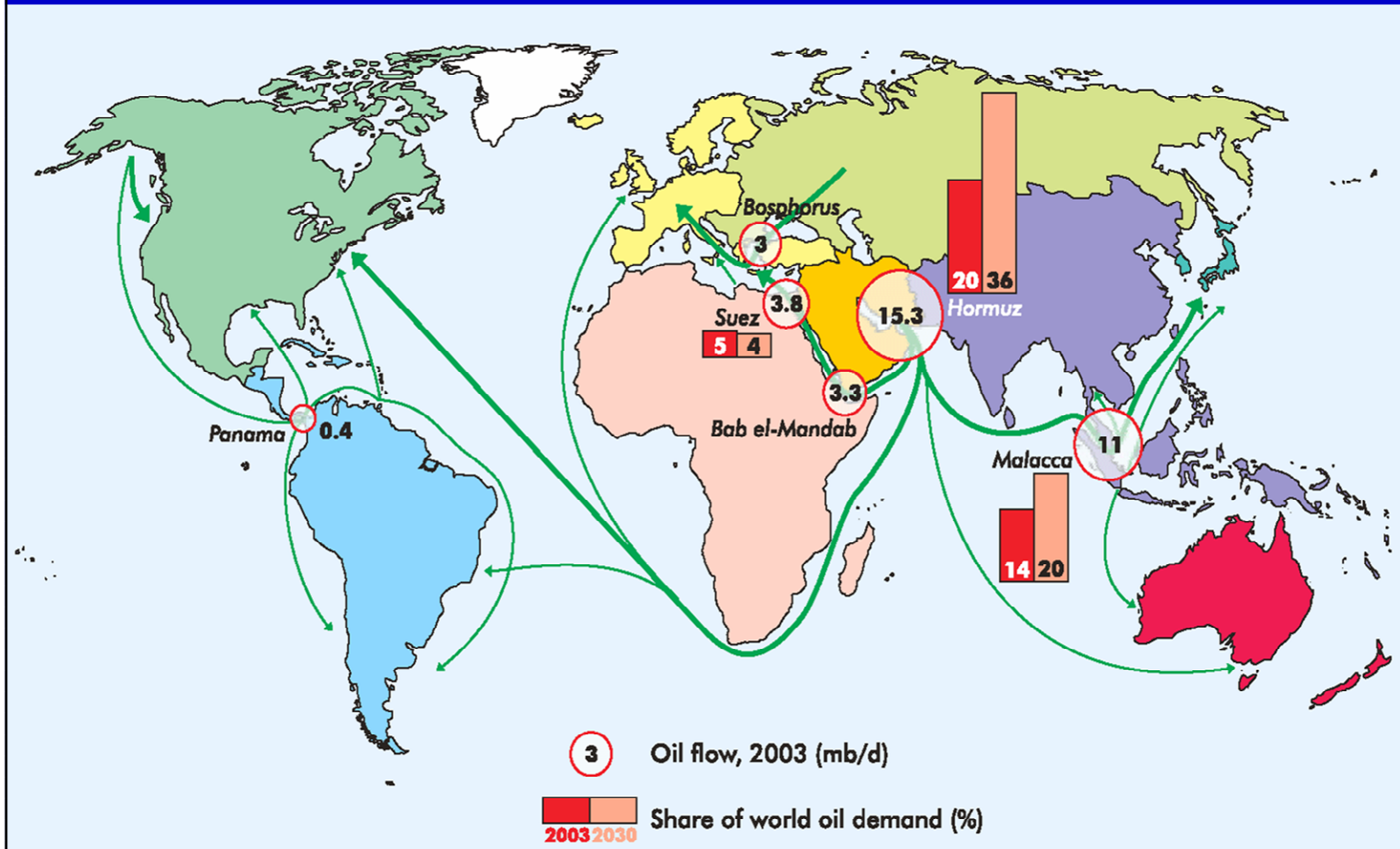
Working document for review and discussion  
The information included in this document does not necessarily reflect the policy of the European Union.



Crude Oil and Gas  
Transportation System  
January 2002



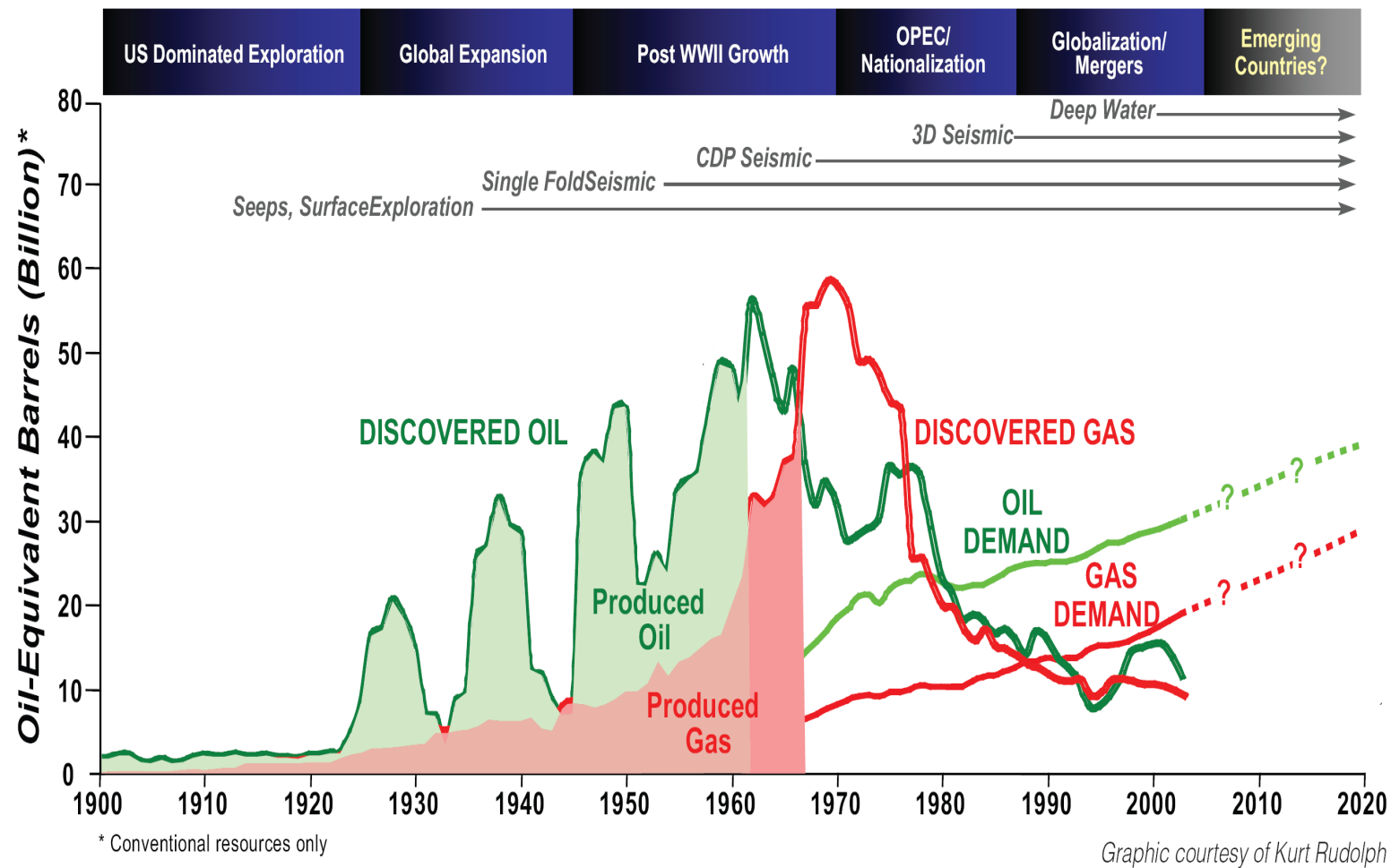
# “Choke points”



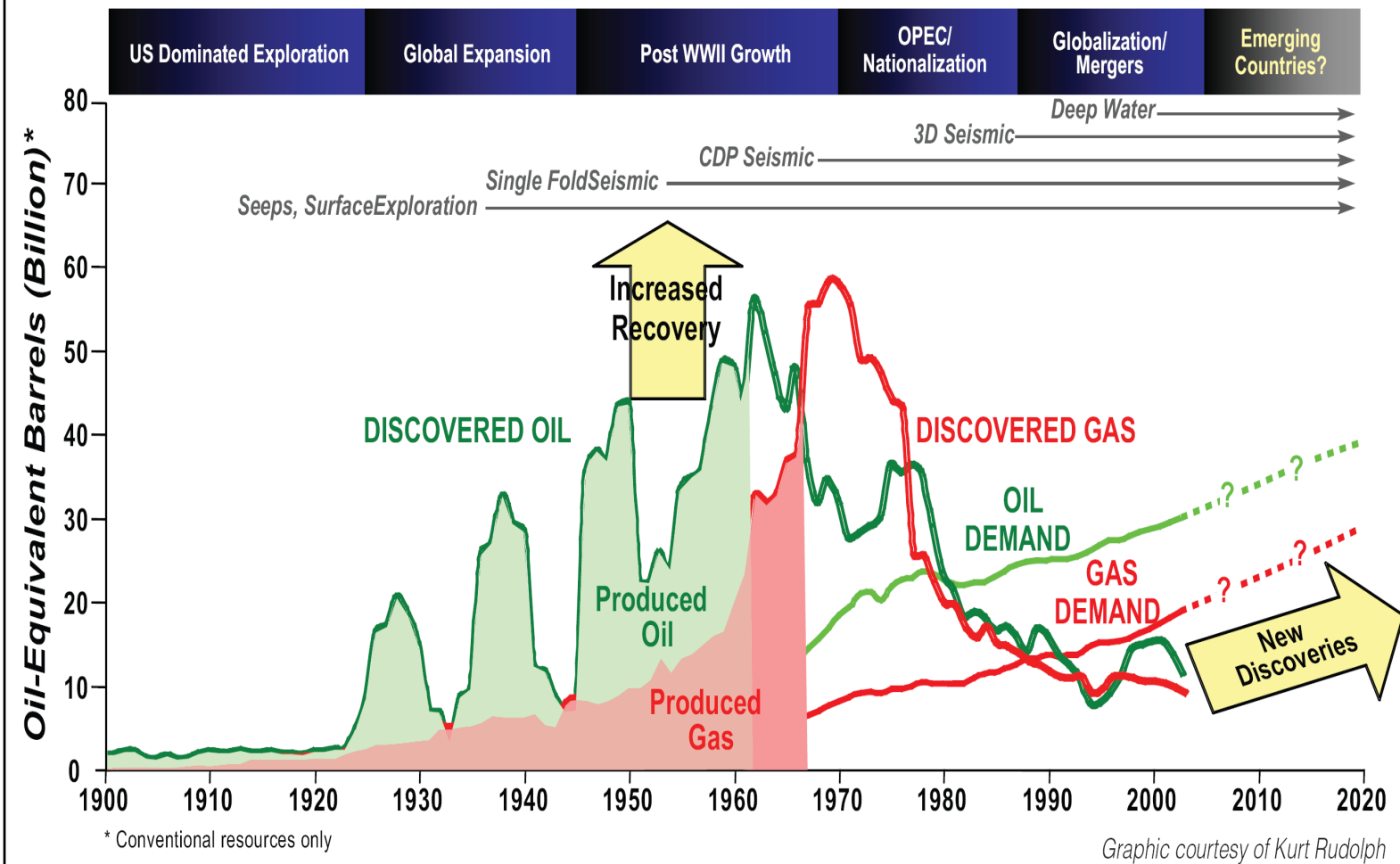
IEA, WEO 2004

35

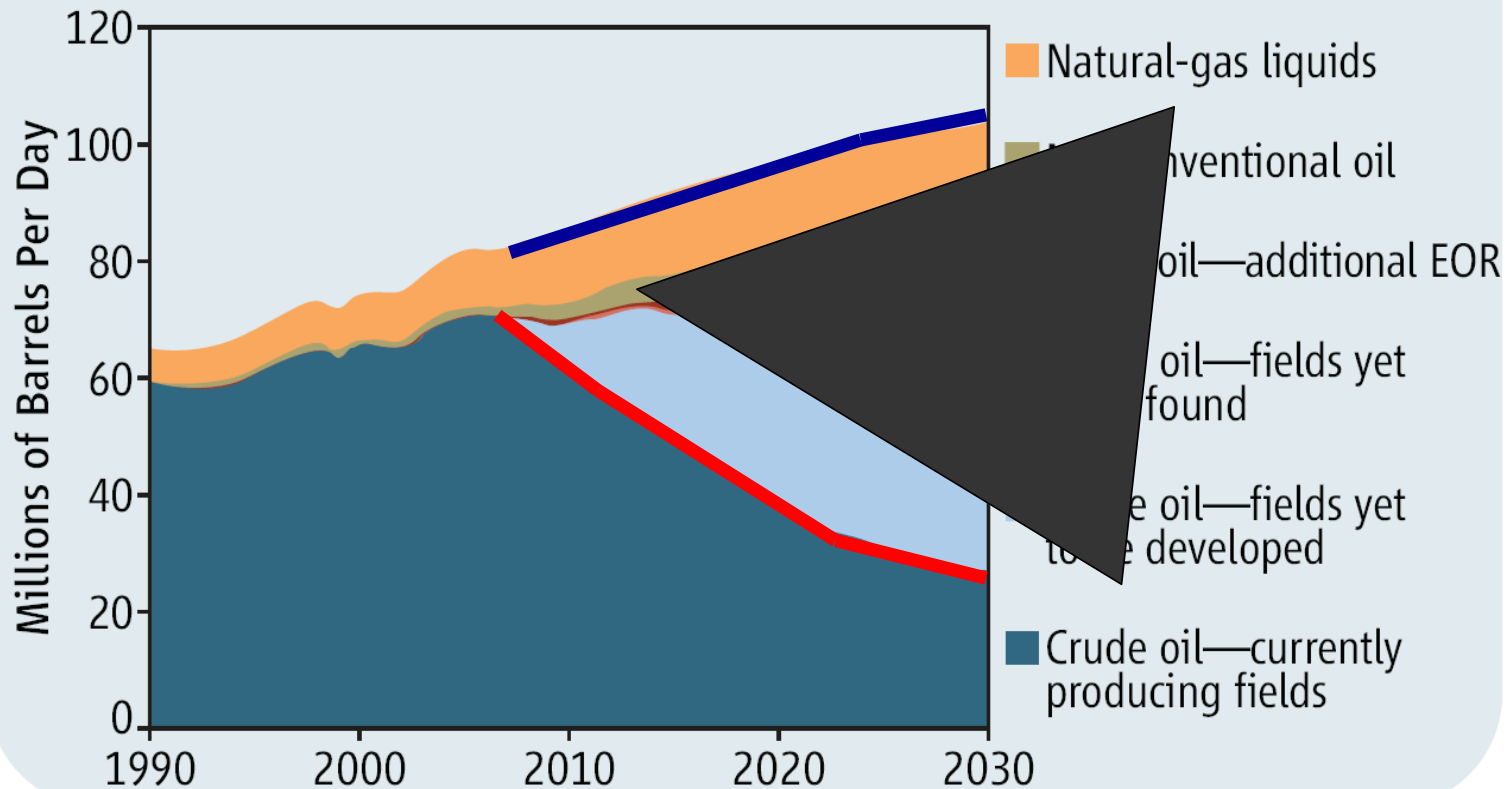
## Historical Perspective



## Historical Perspective

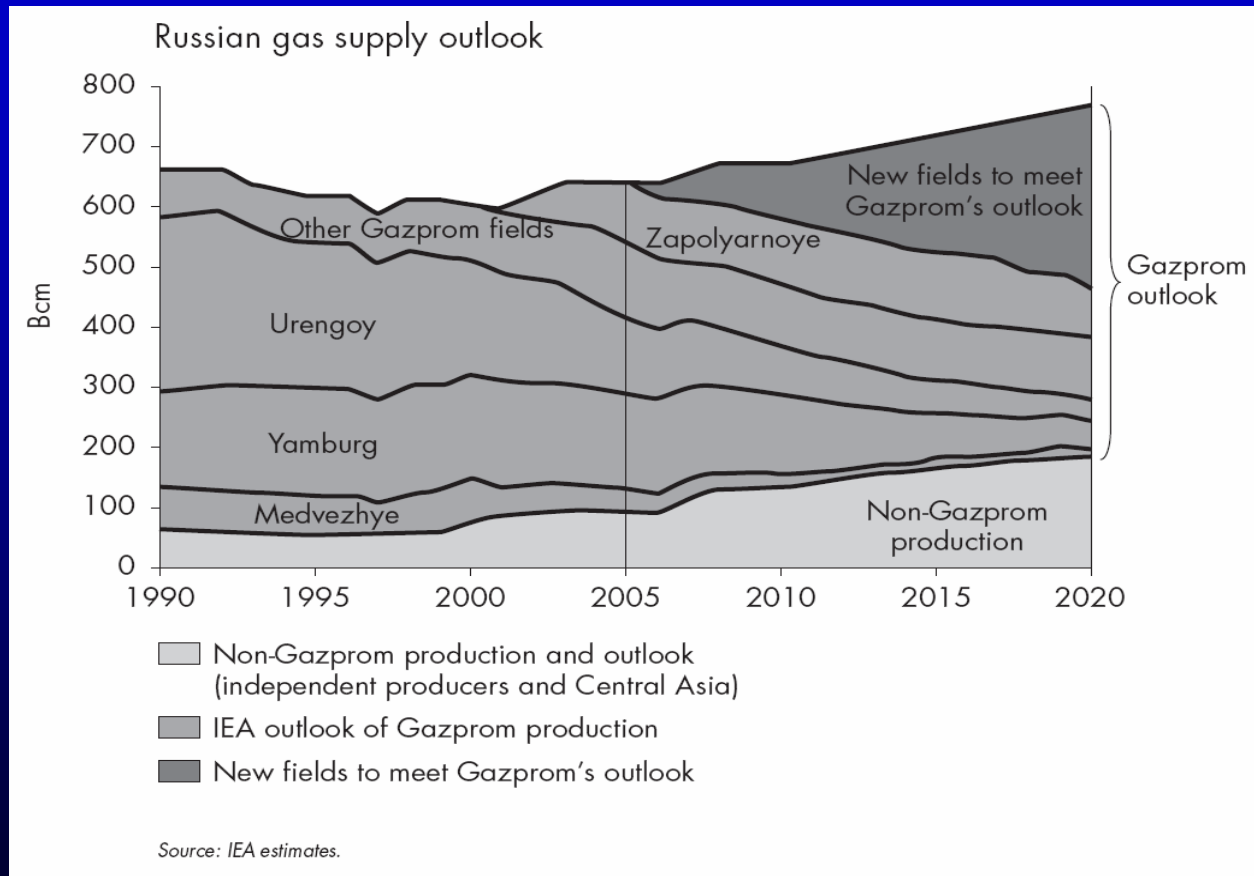


## IEA WORLD OIL PRODUCTION SCENARIO

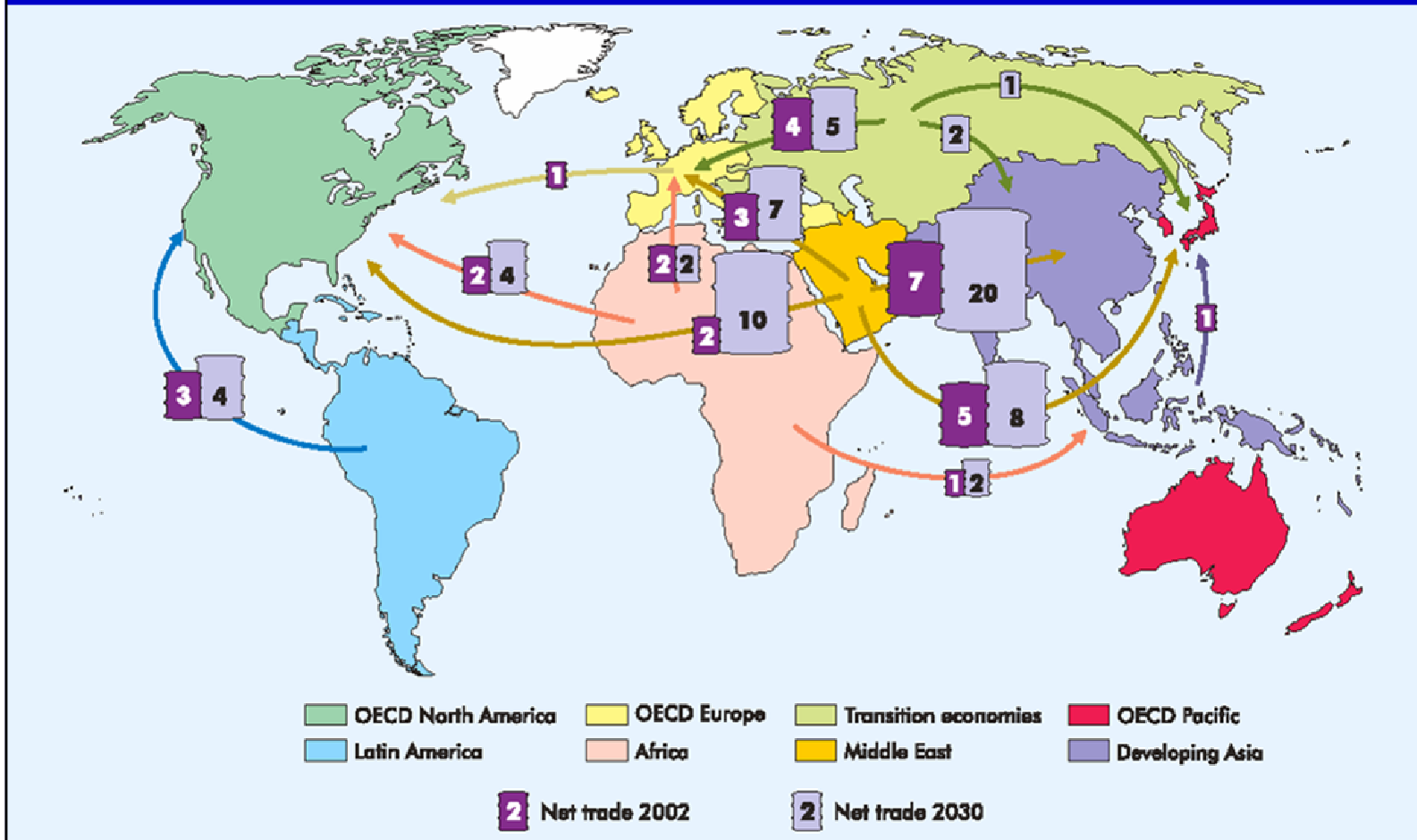


**It'll work, if ...** In this scenario from IEA, the world's rising demand for fluid fuels will be met by growing unconventional oil and natural-gas liquids production, but only if OPEC expands its production of crude oil.

# Guerra del gas: el problema va a ser alimentar los gasoductos



# Comercio mundial de petróleo (10<sup>6</sup> barriles/día)



IEA, WEO 2004

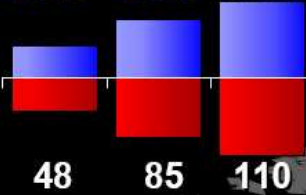
# Gas Trade Grows Increasingly Significant

2010 2020 2030

## Total Regional Trade

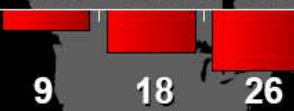
Net Exports, GCFD

Net Imports, GCFD & % Regional Demand



## North America

10% 18% 24%



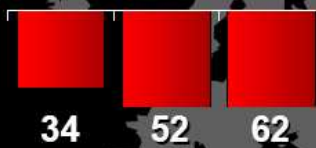
## Latin America

4 7 9



## Total Europe

53% 65% 70%



## Africa

16 21 25



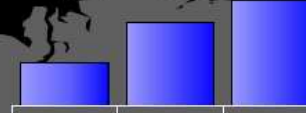
## Middle East

10 21 31



## Russia/Caspian

18 36 45



## Asia Pacific

9% 18% 21%



ExxonMobil

# Reservas: IOC's vs NOC's

Figure 1: World oil reserves by company



Source: Wood Mackenzie

Figure 2: World gas reserves by company



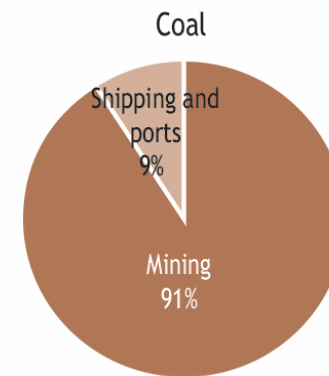
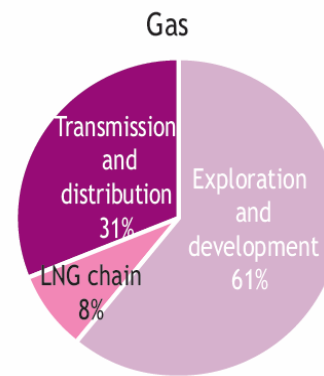
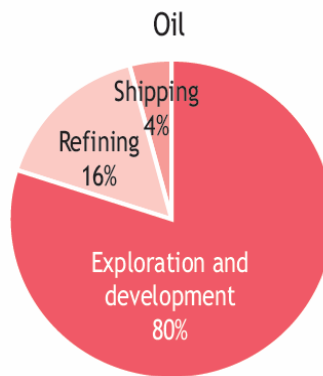
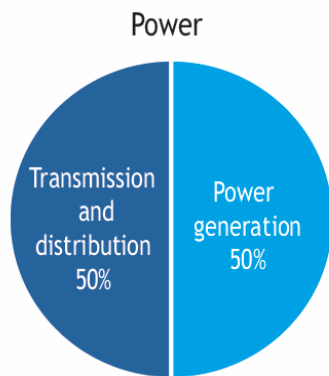
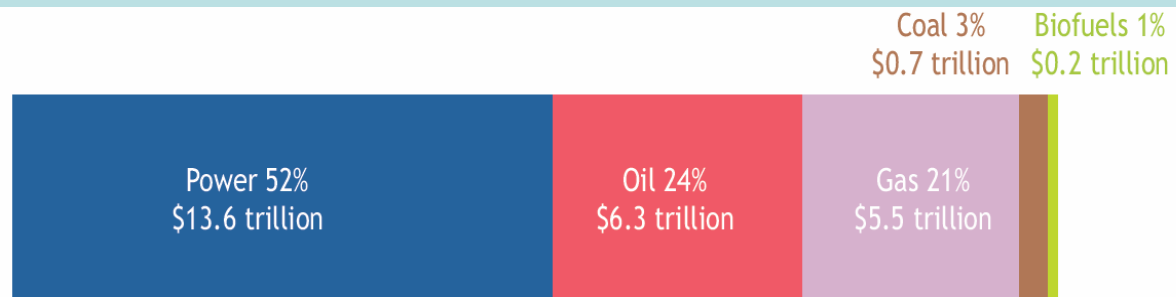
Source: Wood Mackenzie

# Las NOC's también se expanden internacionalmente



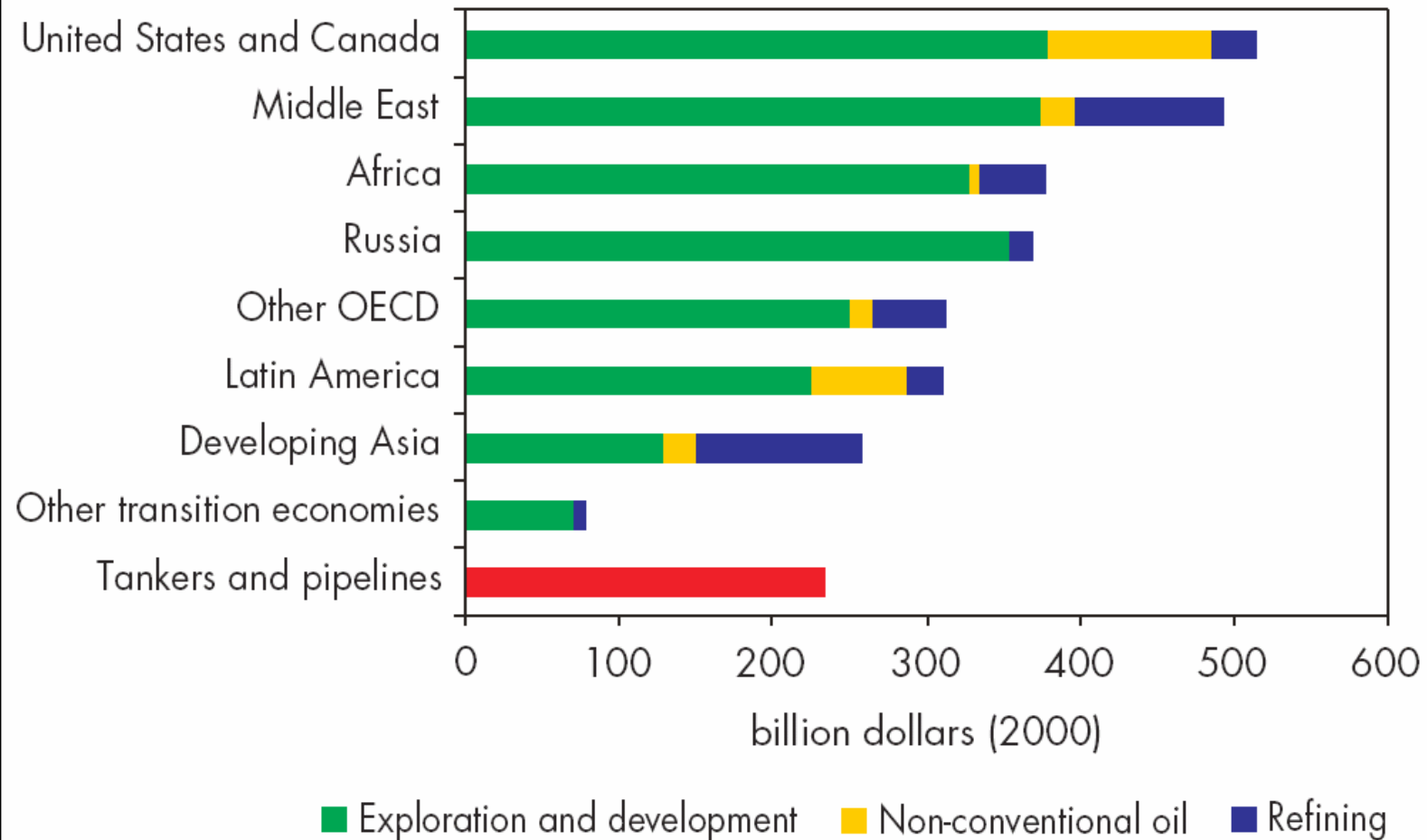
# Inversiones 2007-2030

**26.300.000.000.000**  
**1.140.000.000 por año**



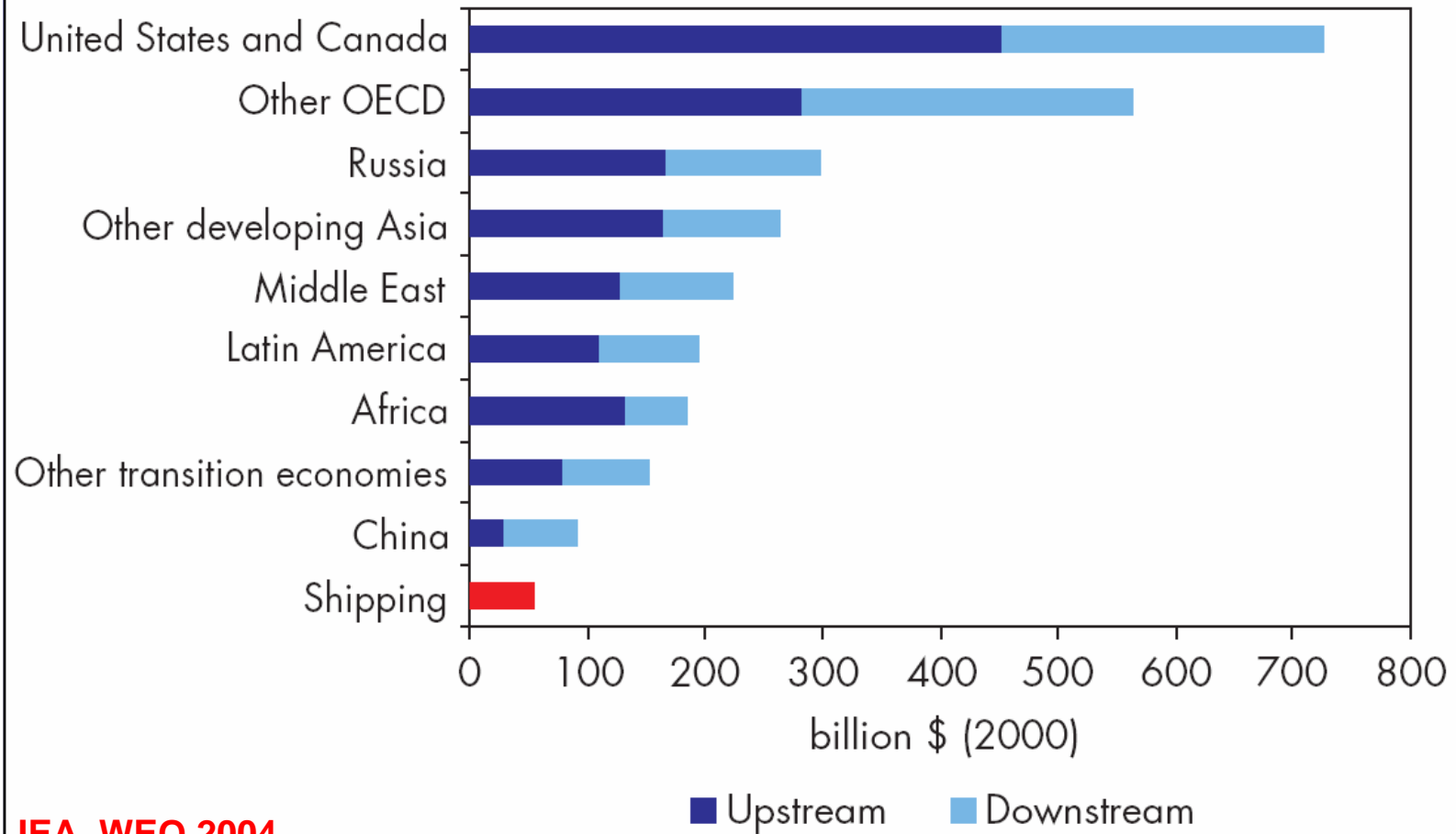
44

## Petróleo: donde y en que hay que invertir (E&P 70%)



IEA, WEO 2004

# Inversiones en gas



IEA, WEO 2004

# **The Energy Outlook in 2030 According to Total**

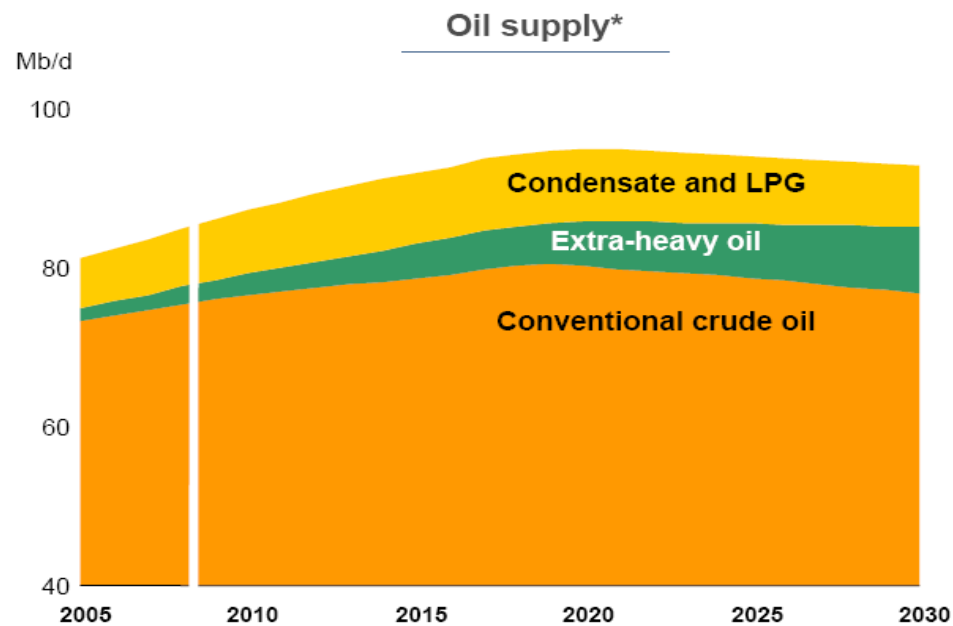
---

**Jean-Jacques Mosconi**  
**Vice President, Strategic Planning & Economic  
Intelligence**

Energy & Environment Press Seminar - June 2, 2008



# La producción de petróleo se estabilizará alrededor de 95 Mb/d en 2020



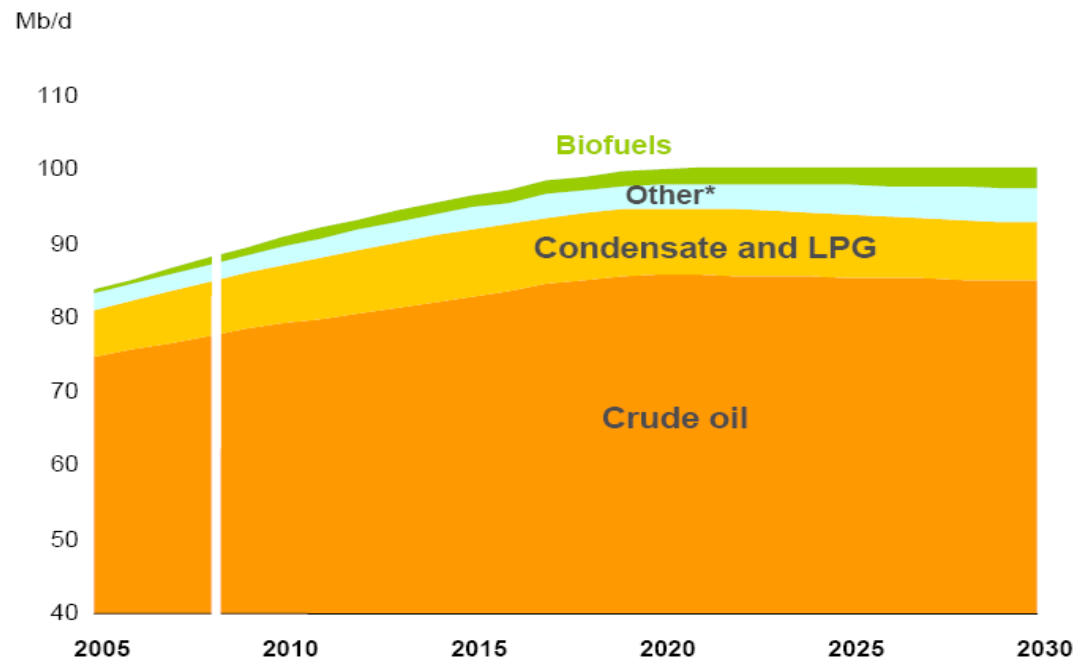
*Developing extra-heavy oil requires substantial capital expenditure and raises major environmental challenges*

\* Excluding biofuels, CTL, GTL.

6 Energy & Environment Press Seminar - June 2, 2008



# La demanda de líquidos se tendrá que adaptar a un límite de suministro cercano a los 100 Mb/d en 2020

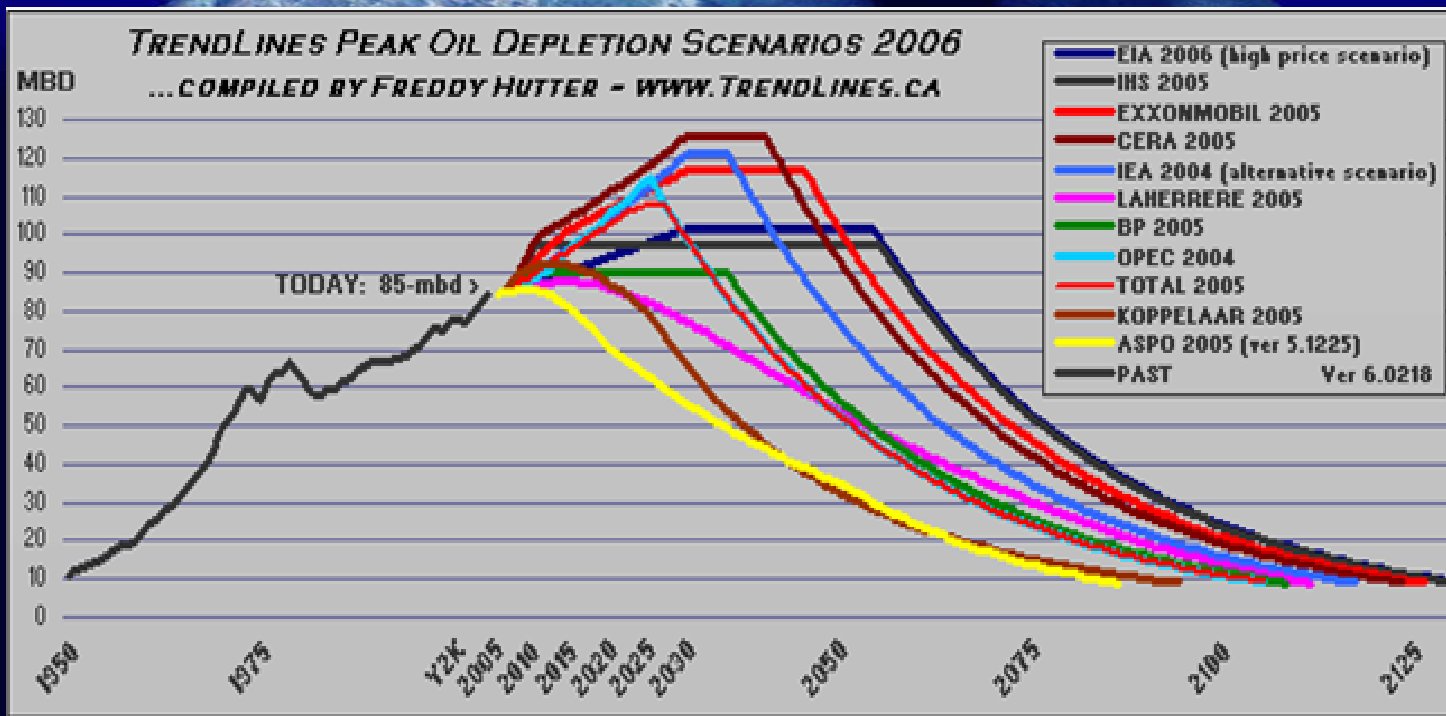


\* Other: GTL + CTL and refining gains.

7 Energy & Environment Press Seminar - June 2, 2008



# La parte sumergida del iceberg



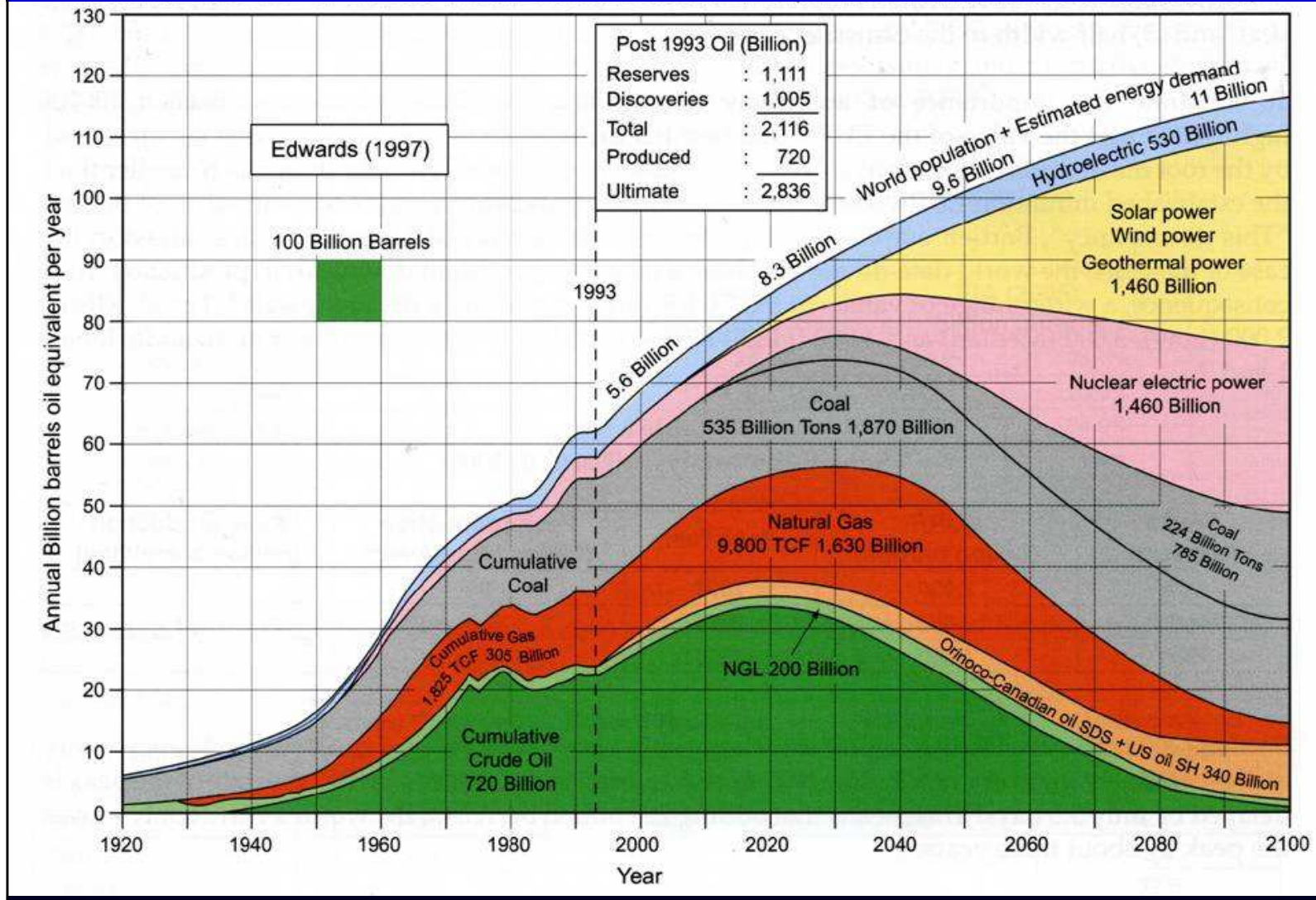
**Facing the Hard Truths about Energy  
National Petroleum Council (July 18, 2007)**

**3**

**Mitigar los riesgos en el suministro de petróleo y gas requerirá expandir otras fuentes energéticas económicamente viables, como el carbón, la nuclear, las renovables y la explotación de recursos fósiles no convencionales. Cada una de estas fuentes presenta desafíos específicos a superar en los campos de la seguridad, impacto ambiental, costes económicos y de aceptación política y social. Su desarrollo y comercialización suscitará nuevas necesidades de infraestructuras**

51

# Sin fusión u otro “breakthrough” ¿será así el futuro?







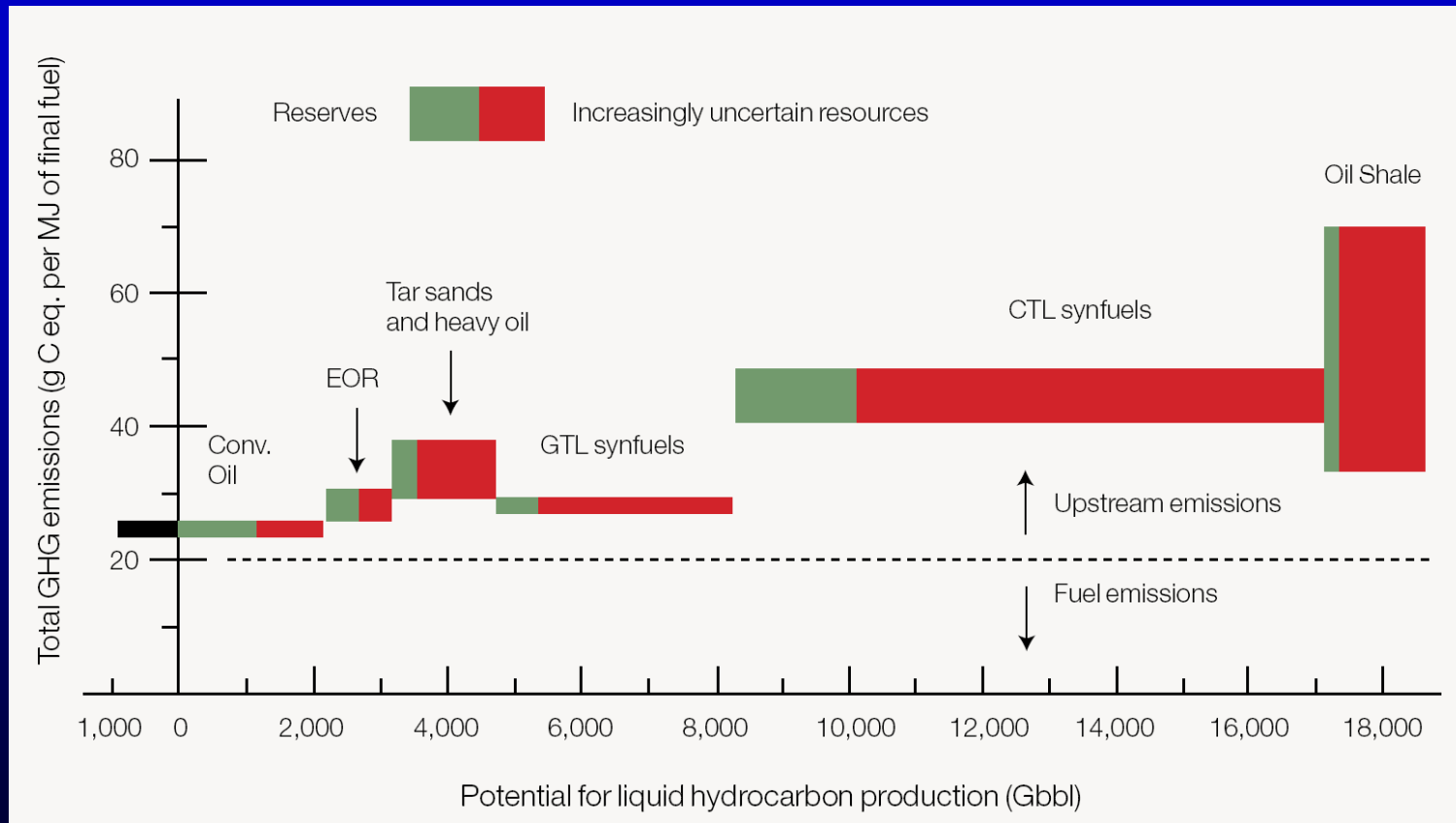




*400 tonne trucks, the size of a house,  
at the Shell Albian mine.*

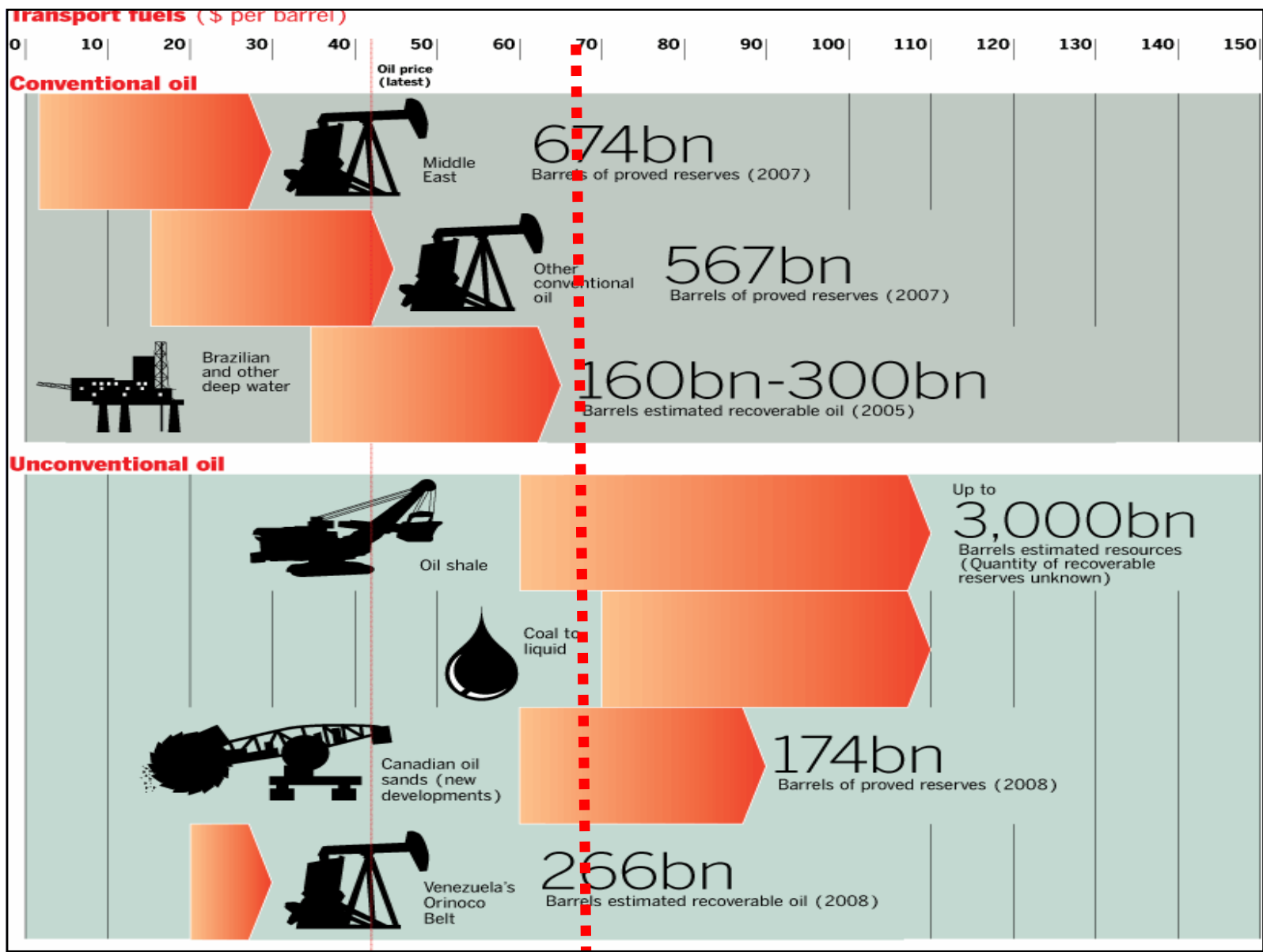


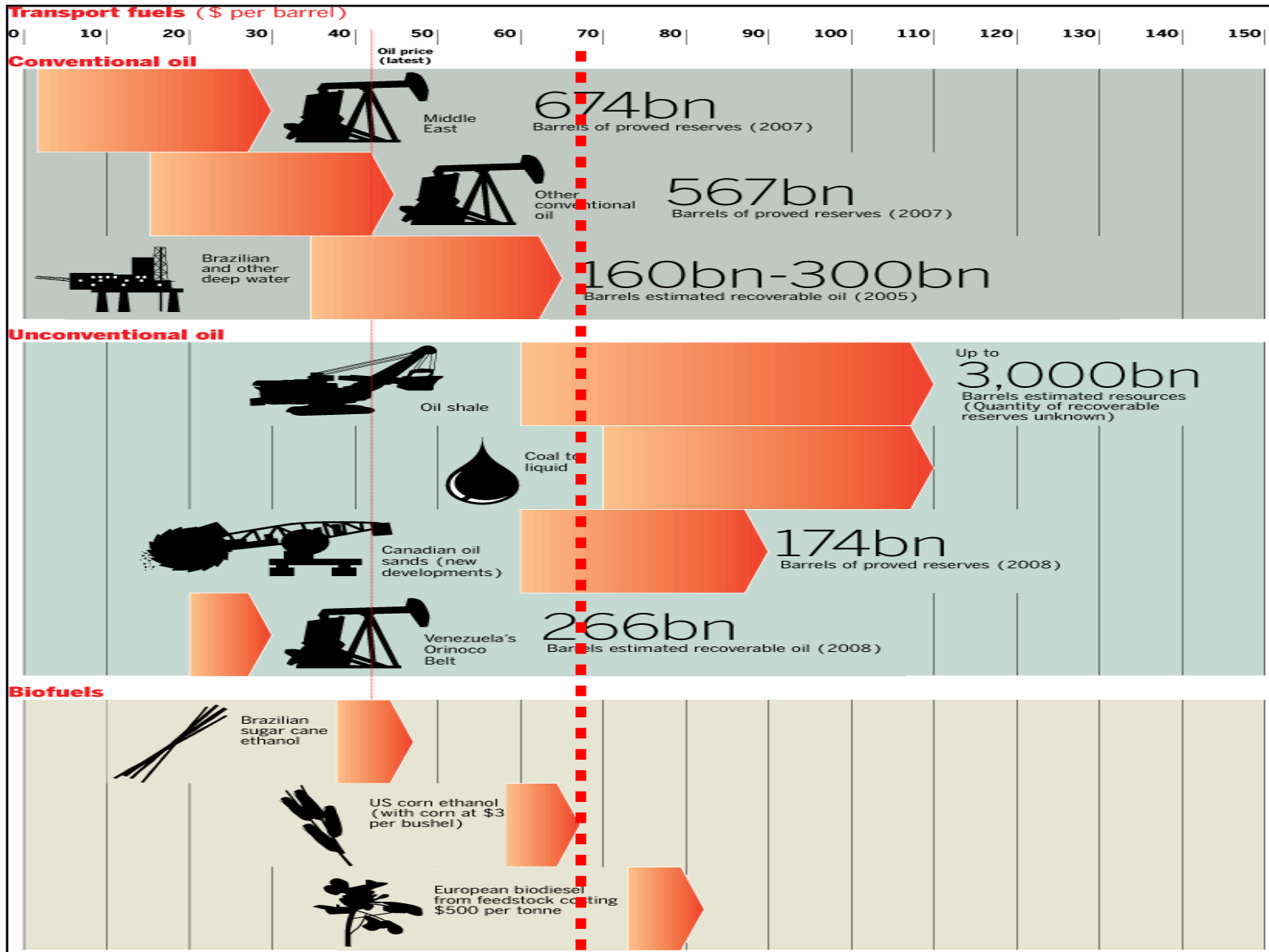
# Greenhouse gas emissions for fossil hydrocarbon fuels production



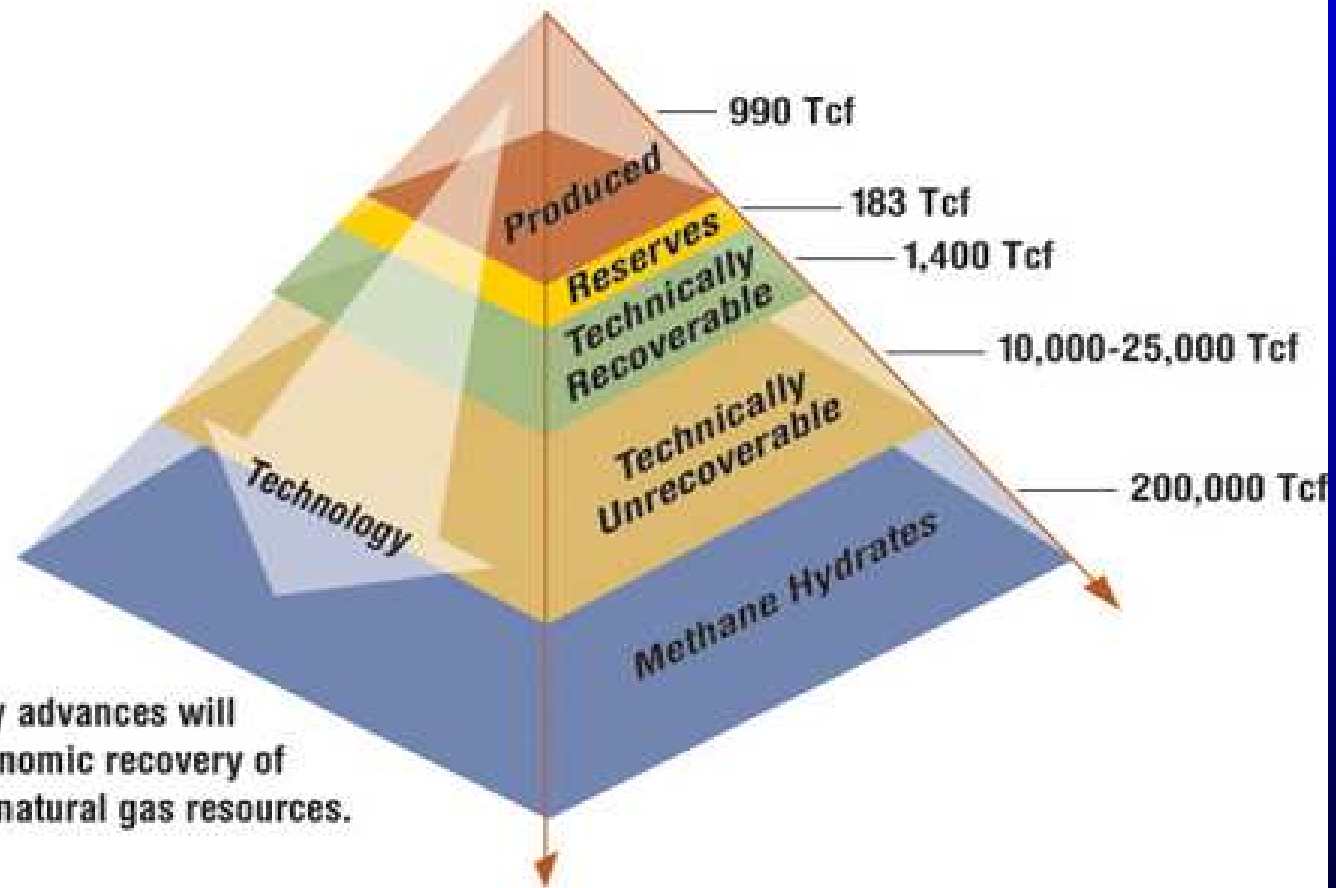
Brandt and Farrell (2006)

58





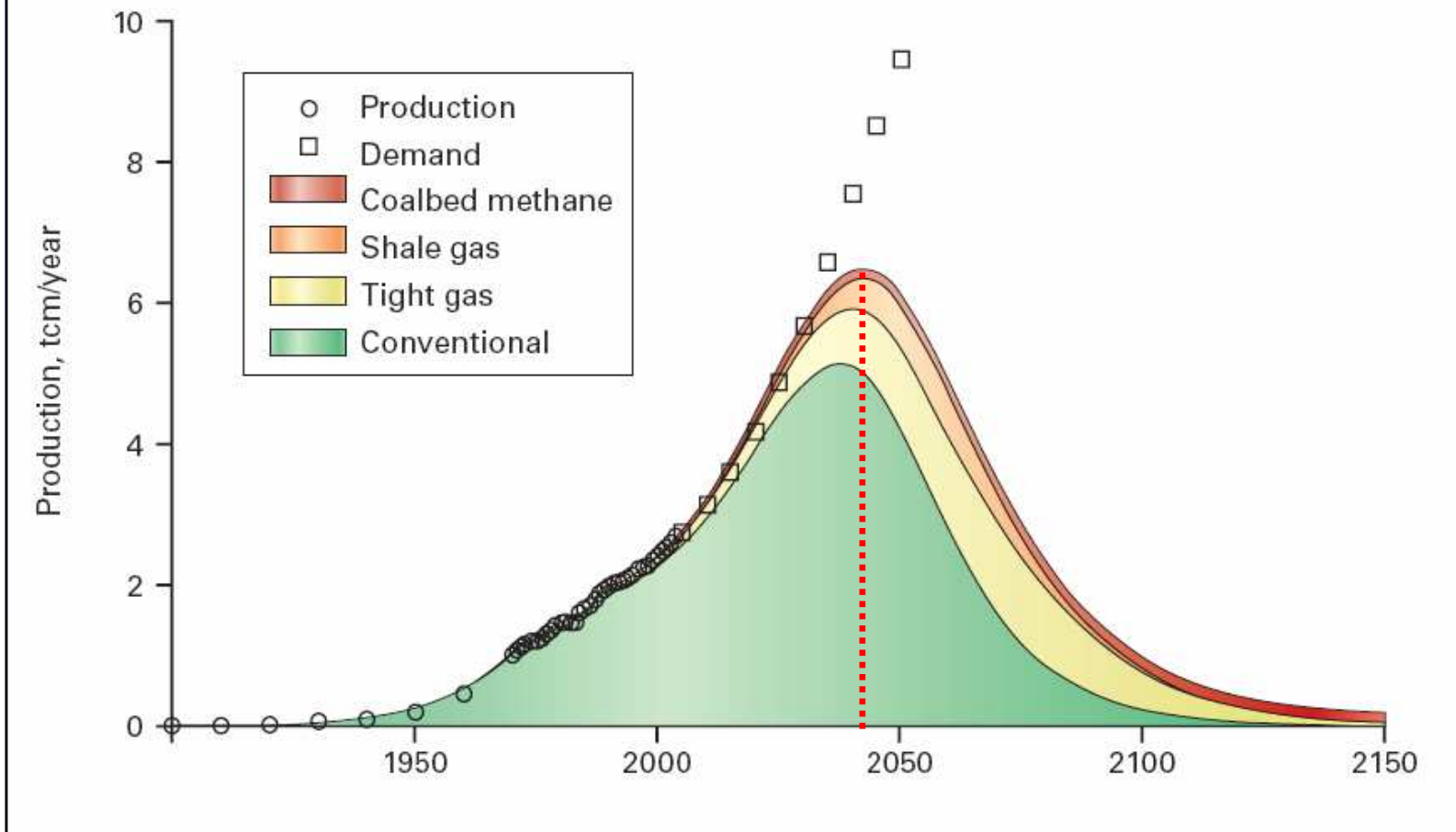
## Profile of Domestic Natural Gas Resources



Technology advances will enable economic recovery of additional natural gas resources.

Sources: EIA, National Petroleum Council, U.S. Geological Survey

# Producción y demanda mundial de gas natural (convencional y no convencional)



S.H. Mohr & G. M. Evans Univ. Newcastle, Callaghan, Australia,  
Oil & Gas Journal / Dec. 17, 2007

62

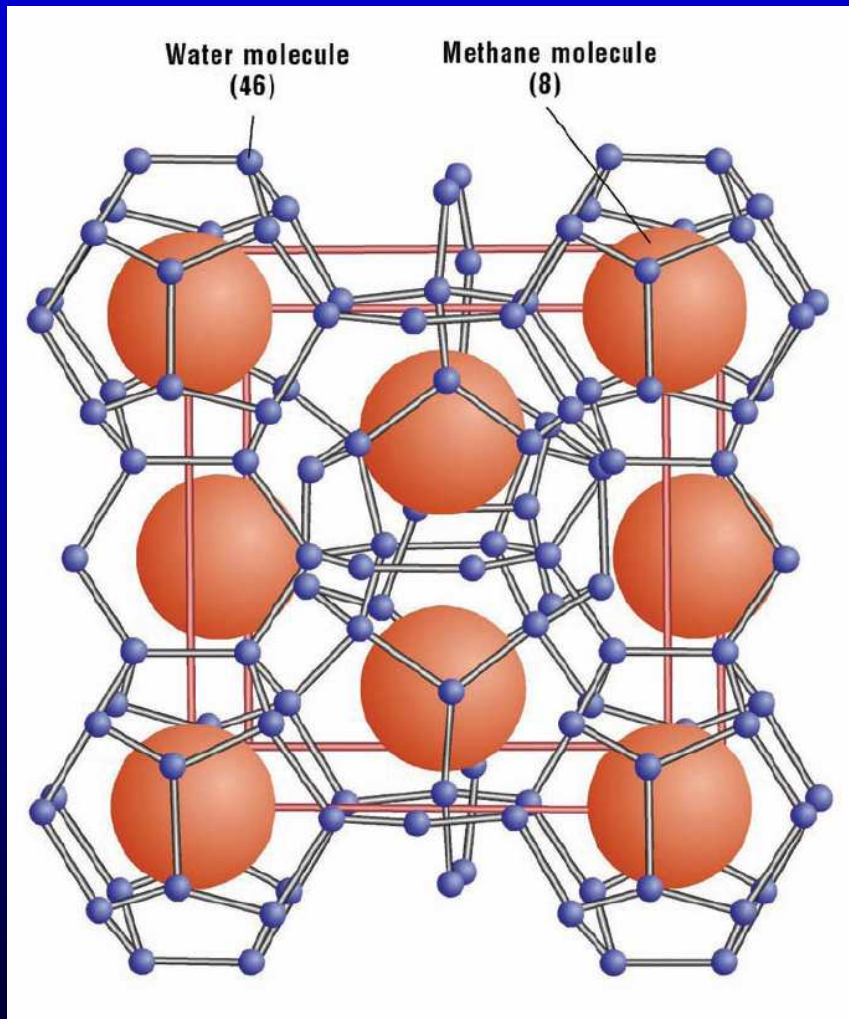
# HIDRATOS DE GAS

**Photograph of gas hydrate demonstrating that the methane within the ice matrix will burn when lit.**

**Gas hydrate consists of a mixture of methane gas trapped within a water lattice that is frozen in place.**

**Hydrates concentrate 160 times more methane in the same space as free gas at atmospheric pressure.**





**Facing the Hard Truths about Energy  
National Petroleum Council (July 18, 2007)**

**4**

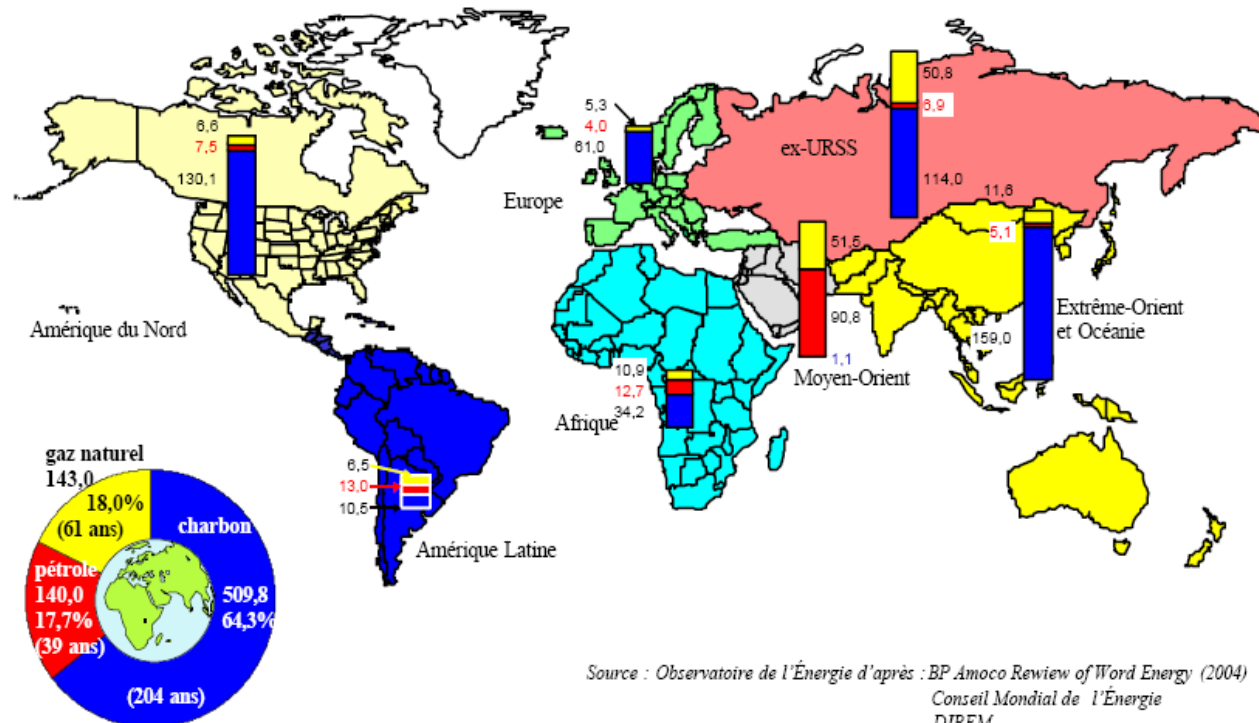
**No debe confundirse independencia energética con la necesidad de reforzar la seguridad energética. El primer concepto no es realista en un futuro inmediato, mientras que la seguridad puede ser sustancialmente mejorada mediante la moderación de la demanda, la expansión y la diversificación de los recursos domésticos, así como por el robustecimiento de la inversión y el comercio global. Ningún país, ni comunidad de países, puede aspirar a su propia seguridad si no es dentro del marco de la seguridad energética global.**

65

# ¿Cómo minimizar la inseguridad de suministro?

## Réserves énergétiques mondiales (1<sup>er</sup> janvier 2003)

Unité : Milliard de tep

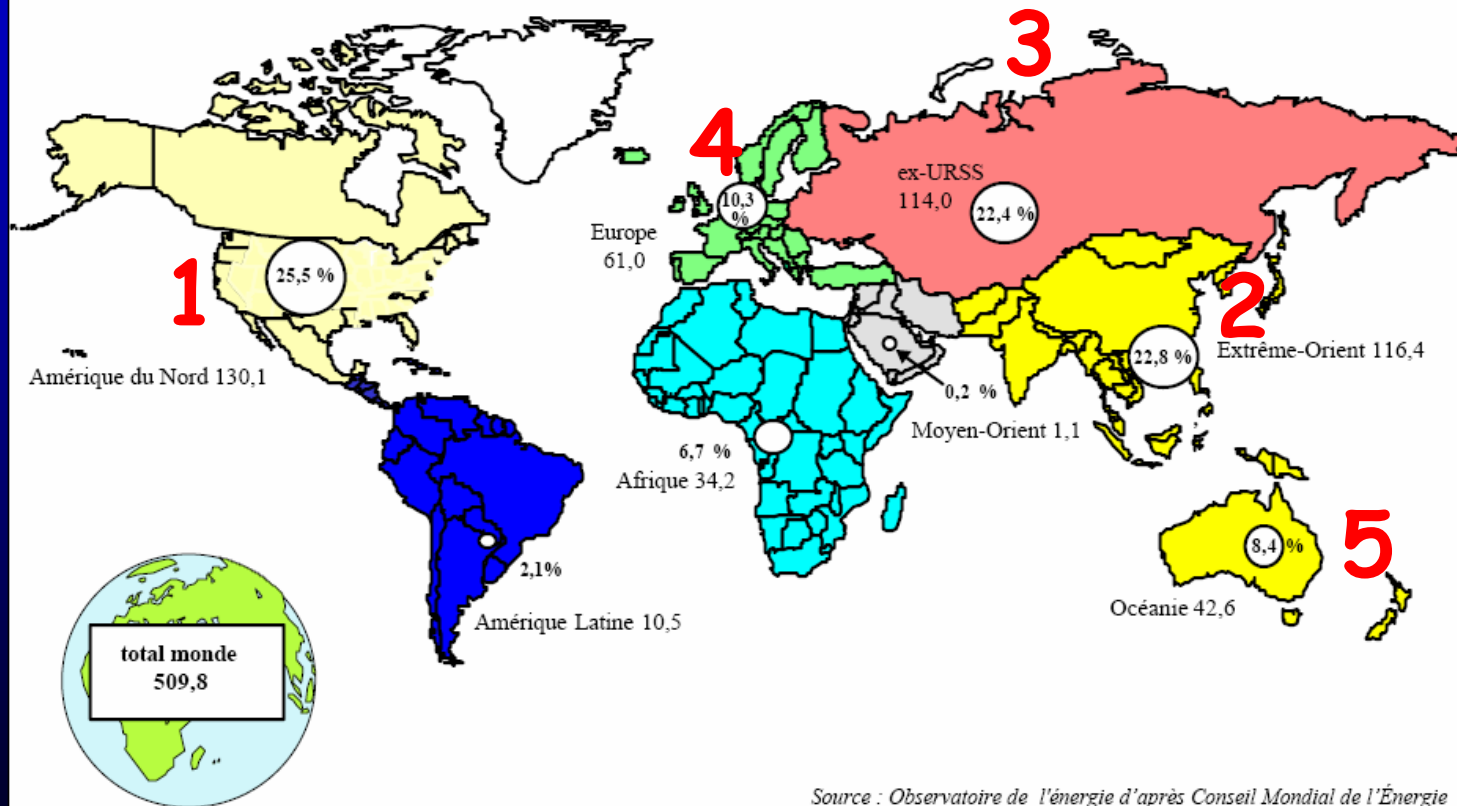


Source : Observatoire de l'Énergie d'après : BP Amoco Review of World Energy (2004)  
 Conseil Mondial de l'Énergie  
 DIREM

# El futuro protagonismo del carbón ¿será limpio?

## Réserves mondiales prouvées de charbon (1<sup>er</sup> janvier 2000)

Unité : Milliard de tep

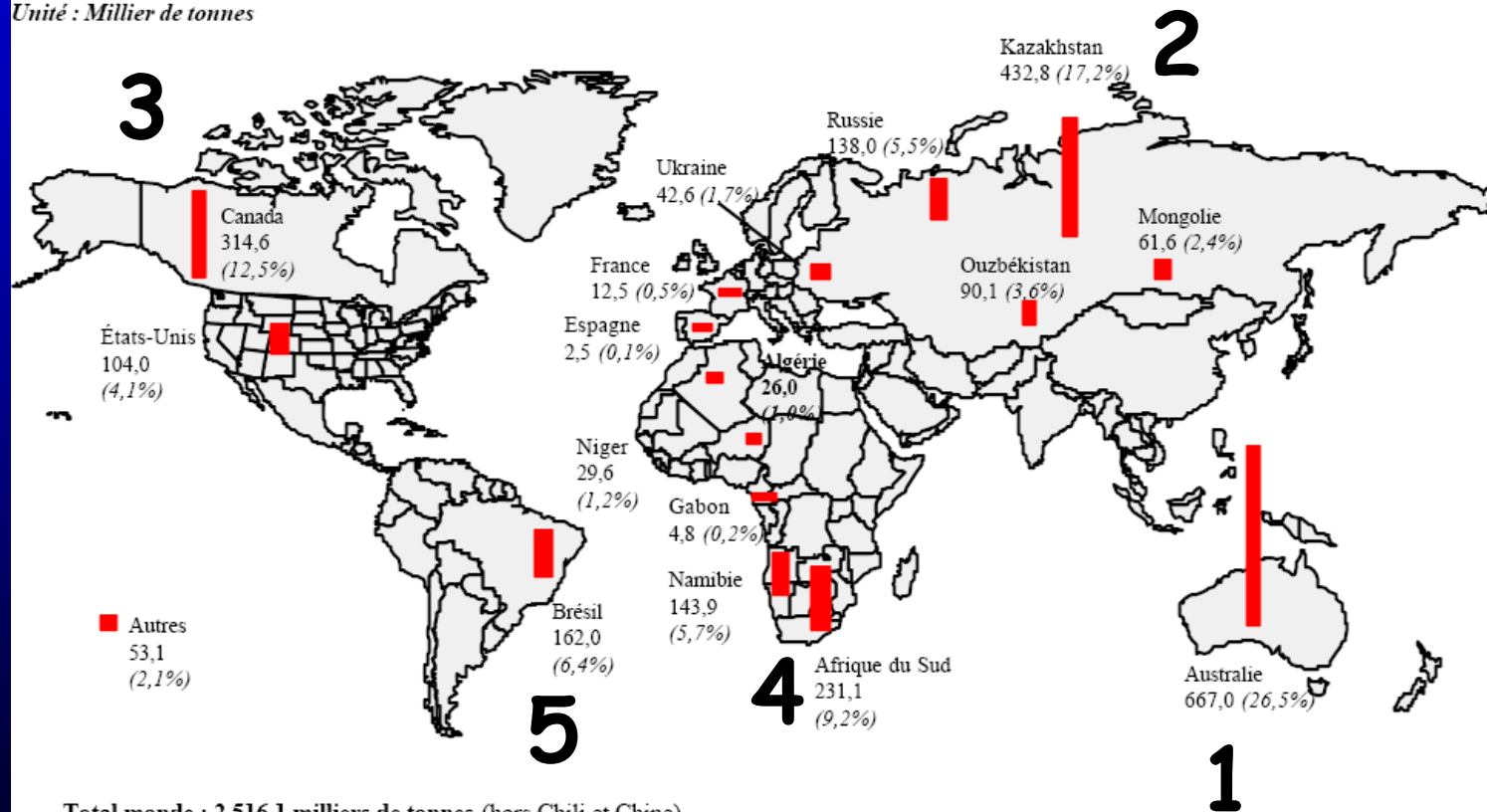


Source : Observatoire de l'énergie d'après Conseil Mondial de l'Énergie

# ¿ Renacimiento nuclear ?

## Réserves mondiales prouvées d 'uranium\* (1. 1. 2001)

Unité : Millier de tonnes



Total monde : 2 516,1 milliers de tonnes (hors Chili et Chine)

(\*) ressources raisonnablement assurées récupérables à moins de 80\$/kg U

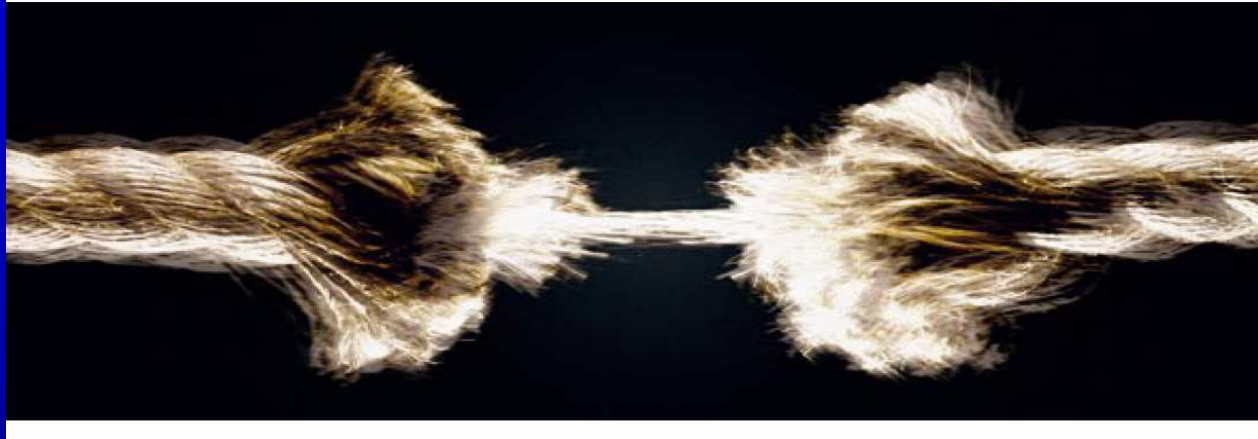
Source : Observatoire de l'énergie d'après AIEA/OCDE 2001

**Facing the Hard Truths about Energy  
National Petroleum Council (July 18, 2007)**

**5**

**Gran parte del personal cualificado de la industria energética emprenderá el camino de la jubilación en el transcurso de la próxima década. Urge planificar y poner en práctica un ambicioso programa de reclutamiento y preparación de nuevo personal**

## Labour and skills crisis could stall oil and gas boom

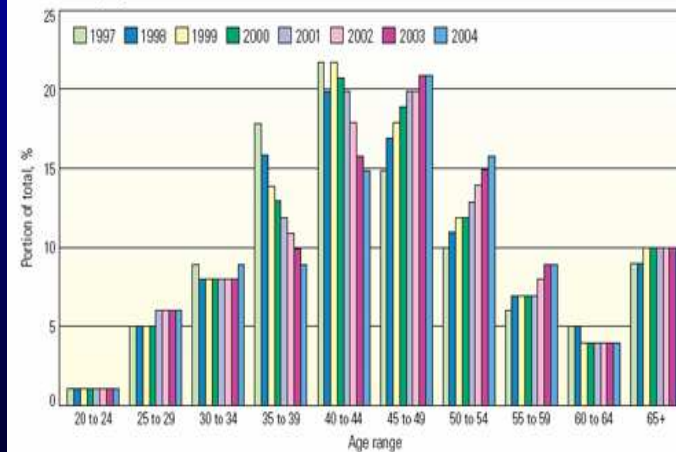


Petroleum Degrees Granted in USA



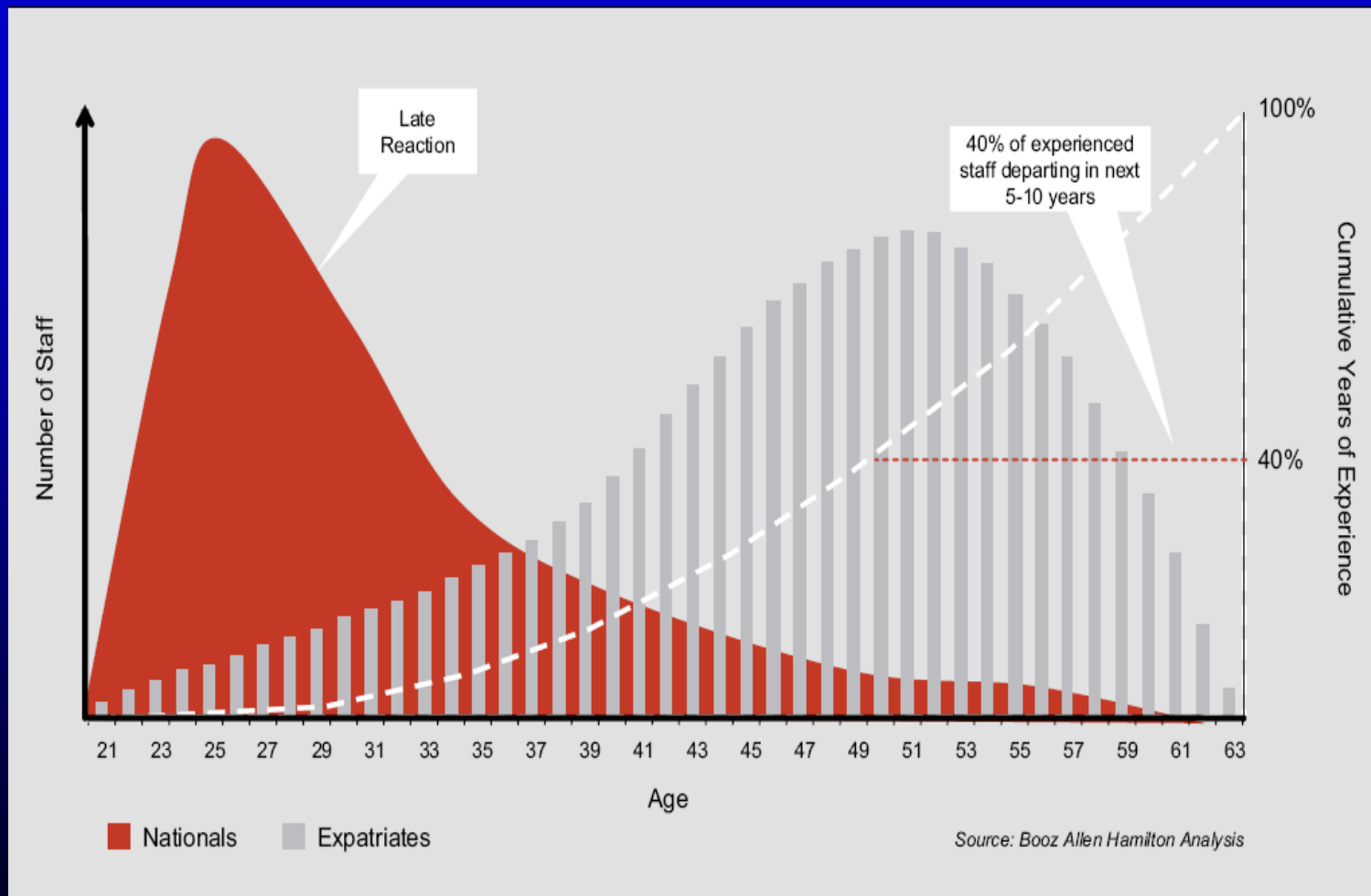
Source: Society of Petroleum Engineers

Average Age of SPE Members



70

# Perfil del staff en una típica NOC de Oriente Medio



The 2005 SBC study revealed enough Petrotechnical graduates in the world, but many needed relocating



## Urge poner en práctica un ambicioso programa de reclutamiento y preparación de nuevo personal

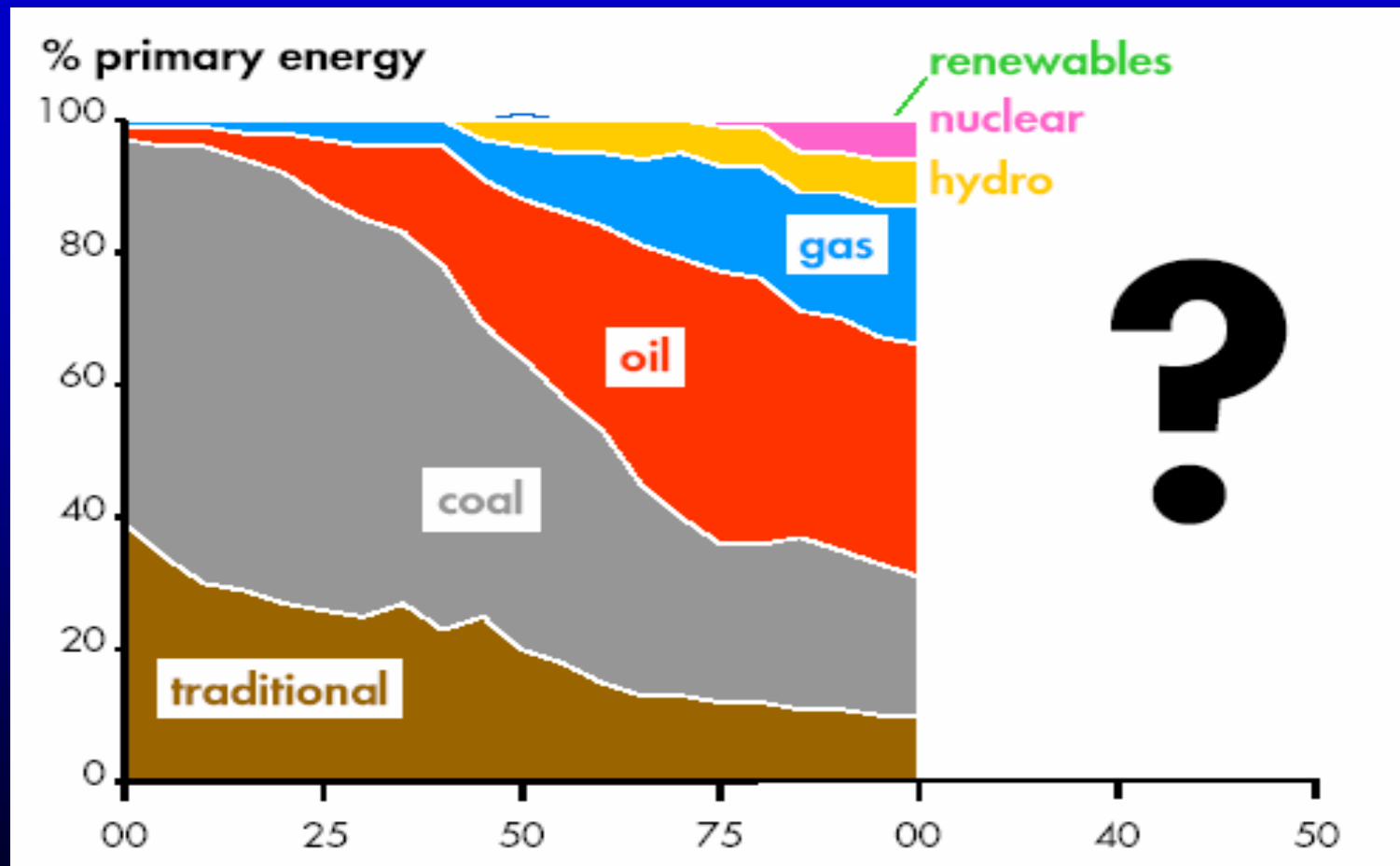


El sueño ...



Newsweek, 6-13 September 2004

... implica una revolución energética



## Buscar el equilibrio entre las 3 “es”...

Integrar la política energética con las políticas económicas, ambientales, de seguridad, asuntos exteriores y de I+D

### Pacto de estado y estados



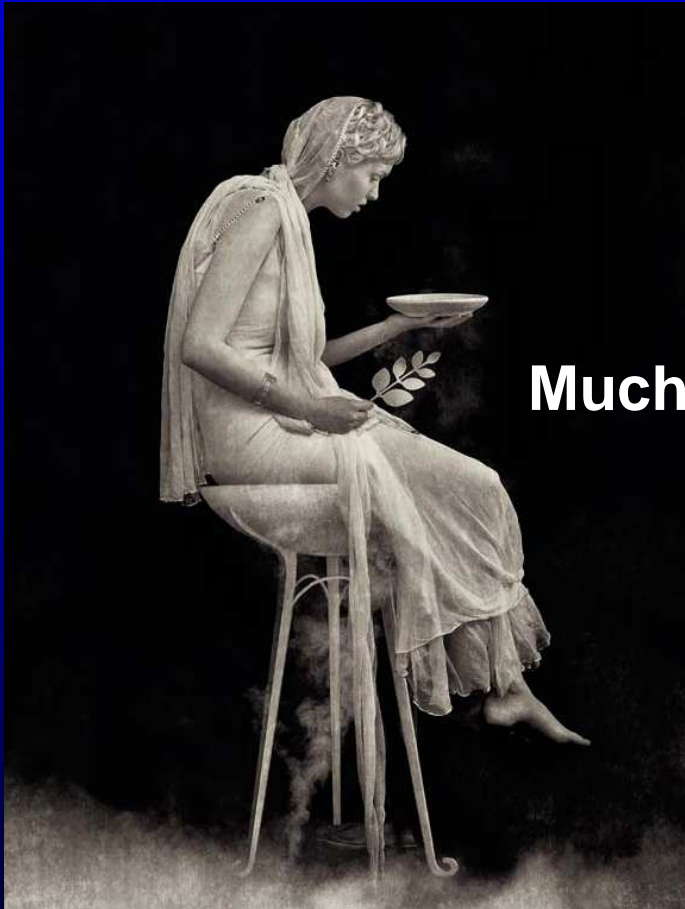
## Cuidado con las prioridades



La pirámide de Maslow para la energía y el desarrollo humano

77

# Geología, hidrocarburos y el oráculo de Delfos



Muchas gracias

