PRÉSENTATION SFEN -PACA
05 JUIN 2018

LE PÉTROLE ET LE GAZ

QUOI DE NOUVEAU ?

Pierre René BAUQUIS

Adjunct Professor IFP School and TPA Professor

Ancien directeur stratégie et plannification de TOTAL

Site internet : www.pierrerenebauquis.com

PLAN DE LA PRÉSENTATION

1. Shale oil and shale gas: two major game changers
2. What are source rocks and tight formations ?
3. shale gas, shale oil - A new industry borne in the us
4. Us shale oil and the 2014 oil price collapse
5. L’avenir du gaz naturel : quoi de neuf ?
6. Pétrole, gaz et charbon, face aux risques climatiques :
7. Conclusions : difficile de ne pas être pessimistes !

PARTIE 1

SHALE OIL AND SHALE GAS: TWO MAJOR GAME CHANGERS

A FEW SIMPLIFIED FIGURES TO ILLUSTRATE HOW SHALE OIL IS « DIFFERENT » FROM CONVENTIONNAL OIL 1

	2010	2017
USA total oil production Including NGL's	7,5 mb/d	12 mb/d
From which shale oil/LTO	0,5 mb/d	5,0 mb/d
Us oil production as % consum^{p}	40%	65%
US oil import as % consum^{p}	60%	35%

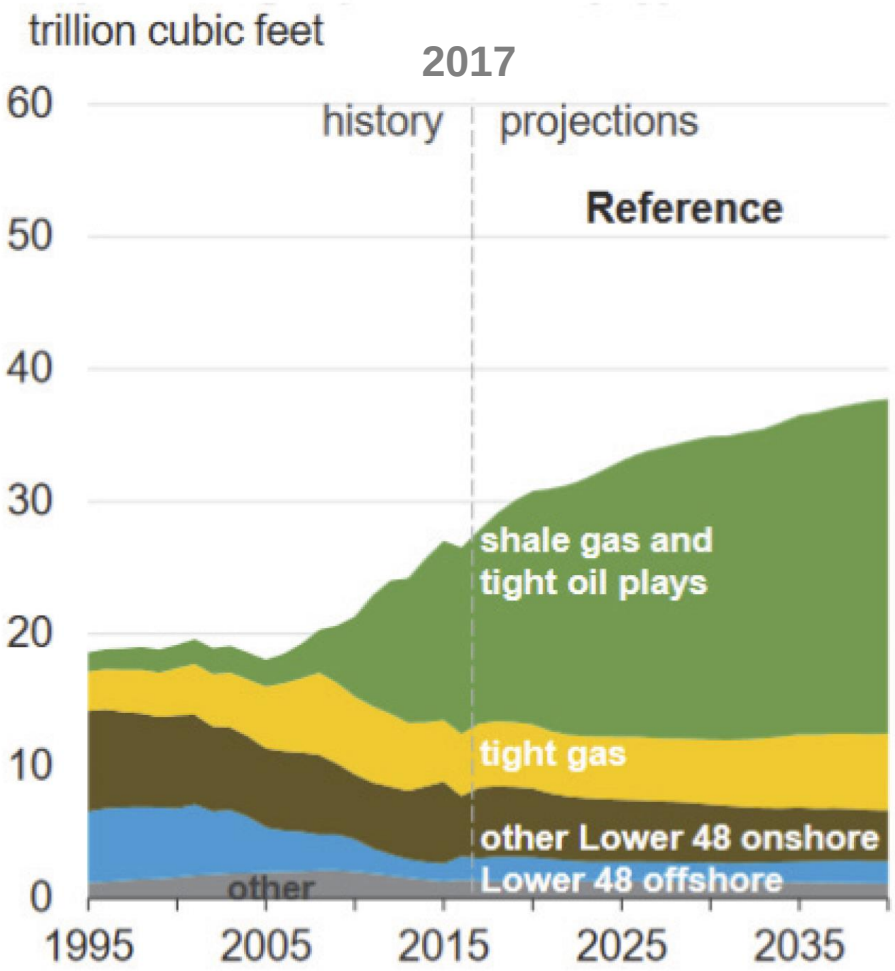
Source: PR Bauquis – 25 Avril 2015

A FEW SIMPLIFIED FIGURES TO ILLUSTRATE HOW SHALE OIL IS « DIFFERENT » FROM CONVENTIONNAL OIL 2

	Annual decline rates	Recovery rates
US conventionnal onshore	**5% / Y (after plateau)**	**50% (5% to 75%)**
US shale oil / LTO	**50% / Y (years 1 & 2)**	**5% (5% to 15%)**

Source: PR Bauquis – 25 Avril 2015

NATURAL GAS PRODUCTION IN THE US: SHALE GAS AND TIGHT GAS ALREADY REPRESENT 2/3 OF THE PRODUCTION



Source : EIA, Annual Energy Outlook 2017

A WORLD RESERVE ESTIMATE OF SHALE OIL

PRESENTED ON 15 JUNE 2017 AT THE EAGE CONGRESS BY MARC BLAIZOT

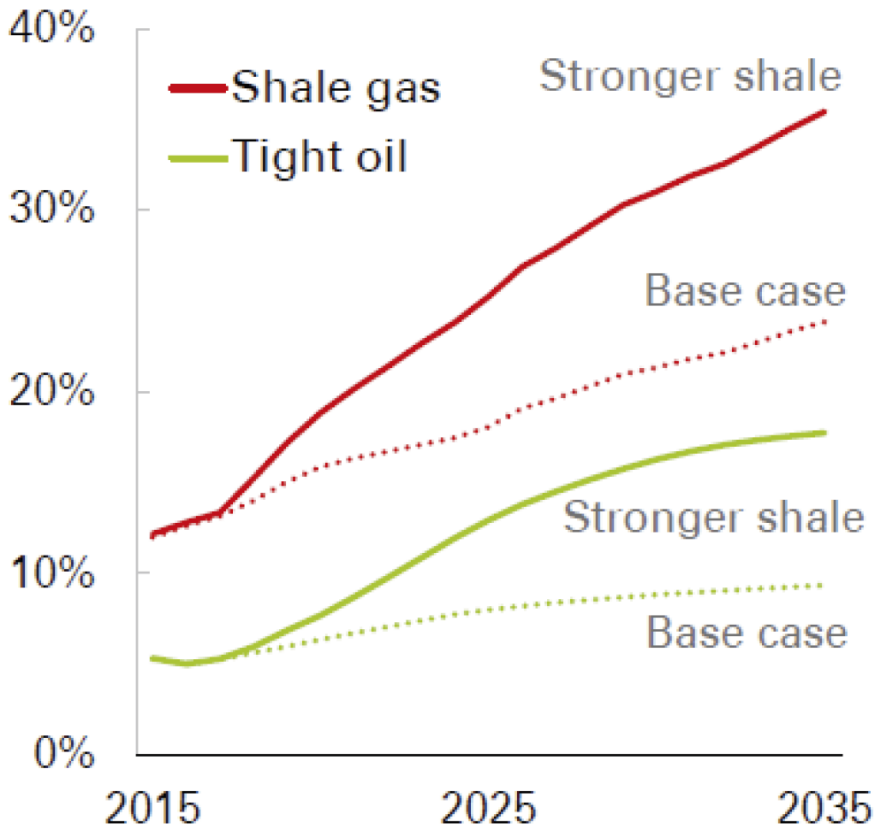
- **Methodology used: PSY (Petroleum System Yield)**
- **Retained accumulation in source rocks estimate: 75. 000 Gbo**
- **Unrisked oil reserves estimate: 10% of « in place » ie: 7.500 Gbo**
- **Reserves estimate (producible oil): 20% of « in place » ie: 1.500 Gbo (economically and environmentally producible)**

SHALE OIL/LTO COULD DOUBLE THE REMAINING WORLD RESERVES

Source : Marc BLAIZOT – Former Exploration Manager of Total
Proceeding EAGE Congress Paris – 15 june 2017

SHALE OIL AND SHALE GAS POSSIBLE SHARES OF WORLD OIL AND GAS PRODUCTIONS (2015 - 2035)

CES COURBES ILLUSTRENT LES TRÈS GRANDES INCERTITUDES SUR LES FUTURES PRODUCTIONS MONDIALES DE SHALE OIL ET SHALE GAS

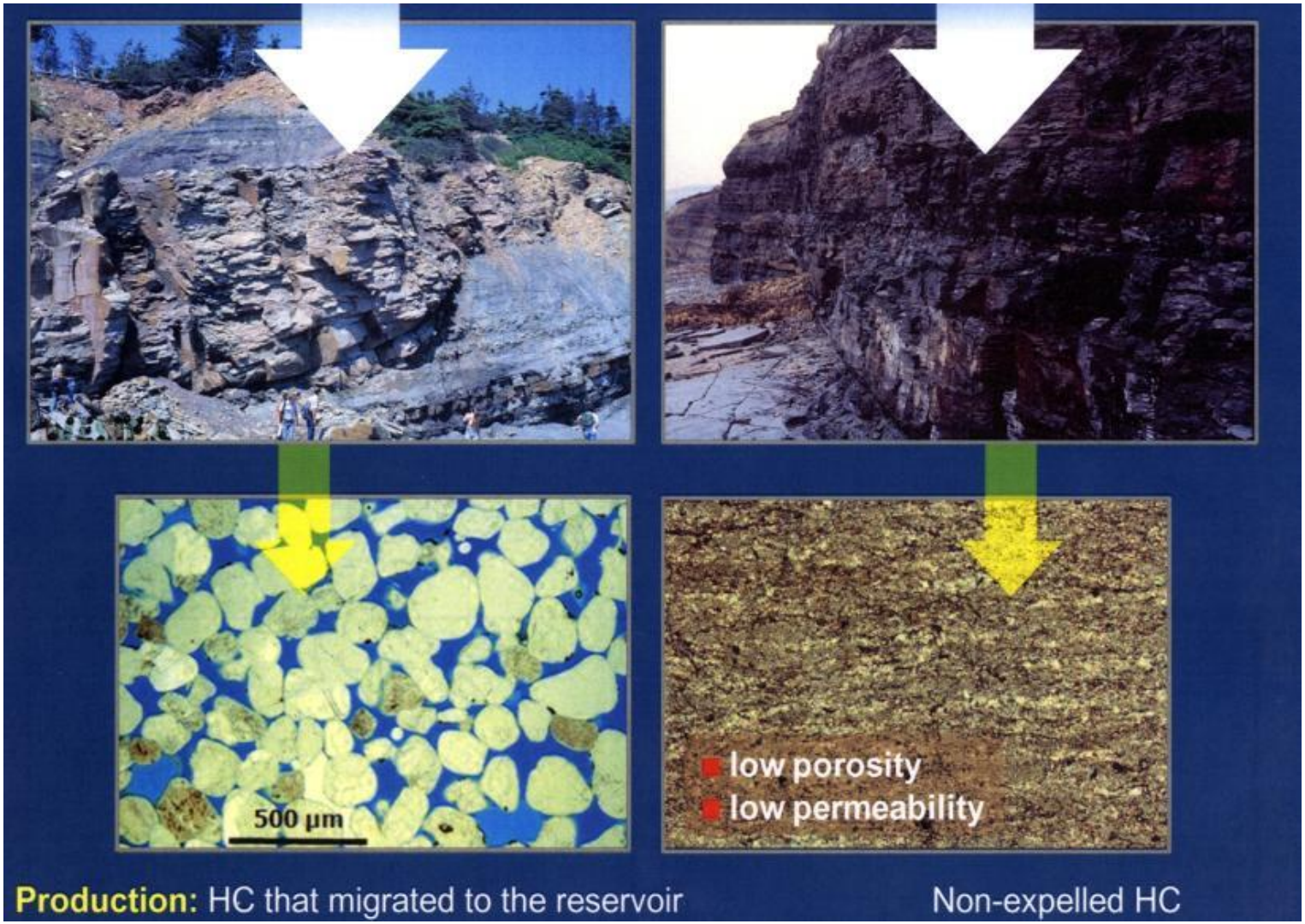


Source : BP (2016a)

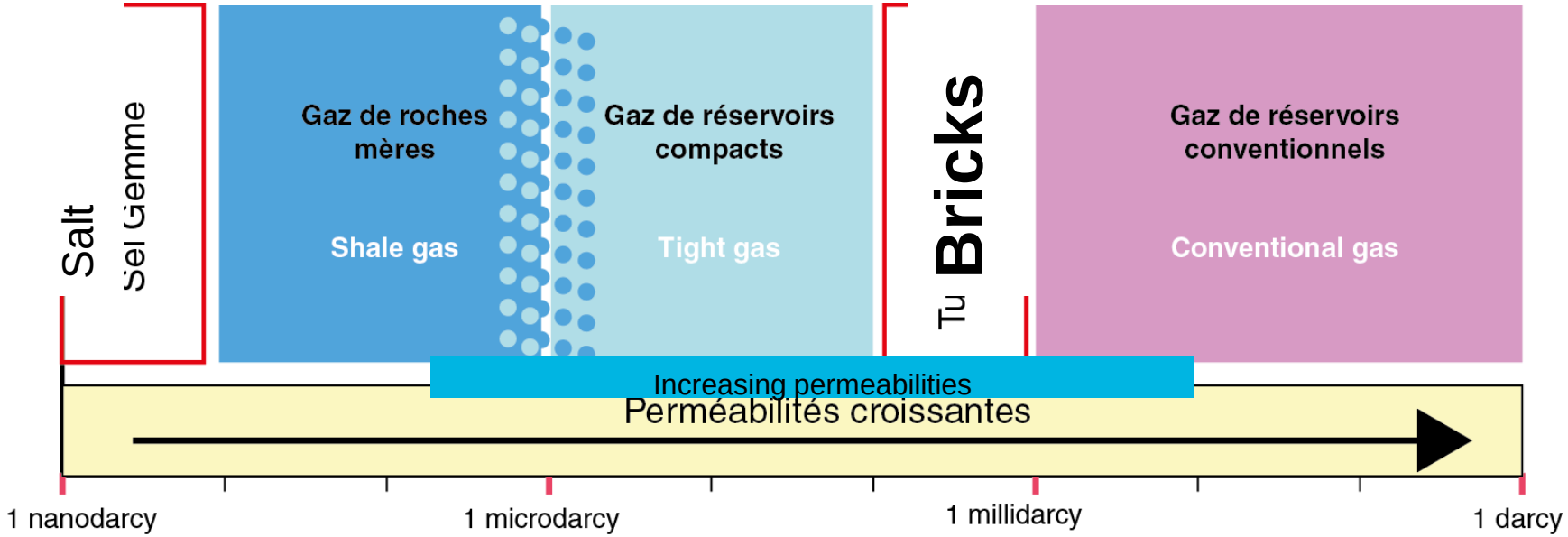
PARTIE 2

WHAT ARE SOURCE ROCKS AND TIGHT FORMATIONS ?

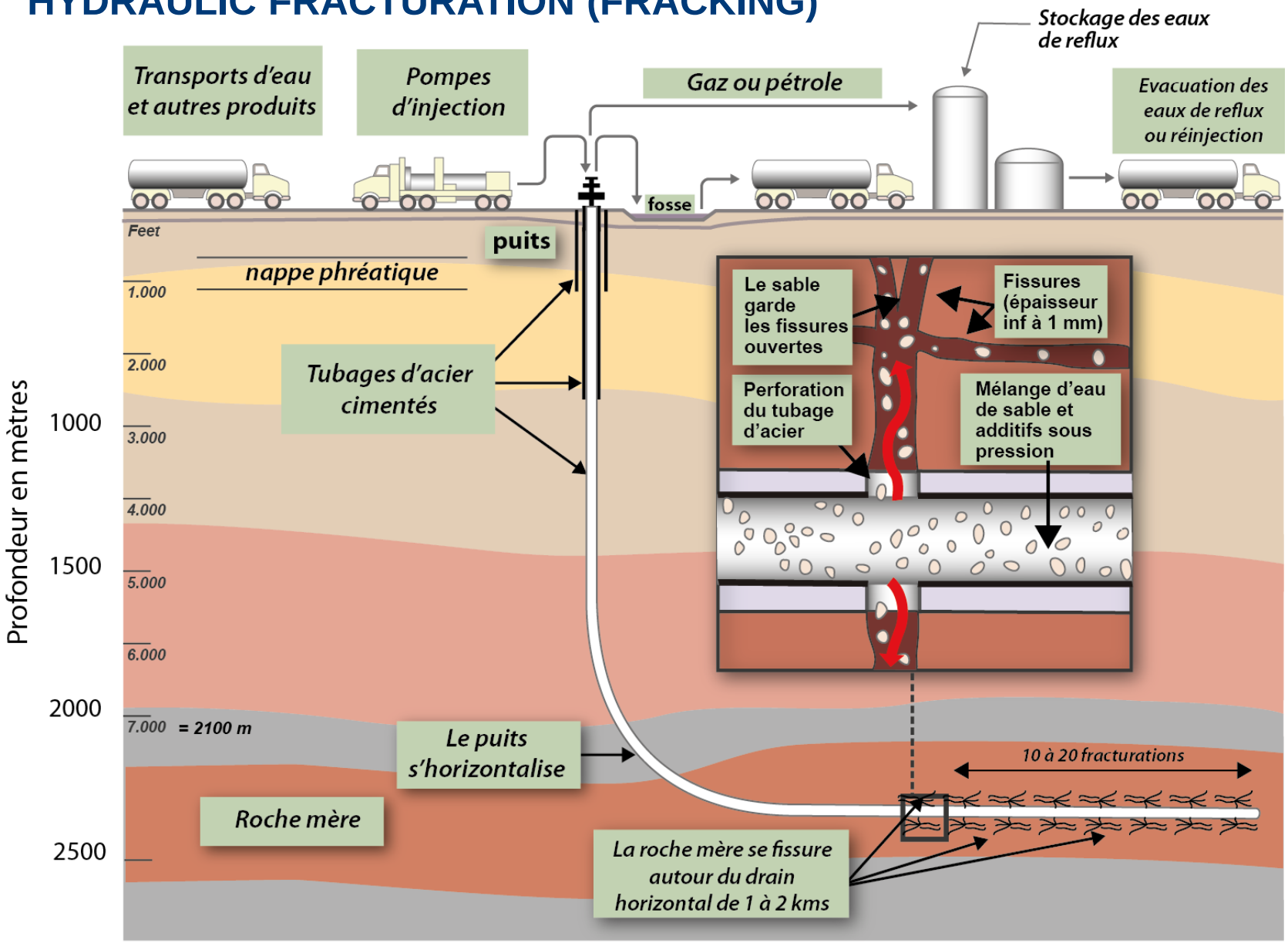
CONVENTIONAL NON CONVENTIONAL



CONVENTIONAL AND NON-CONVENTIONAL RESERVOIRS

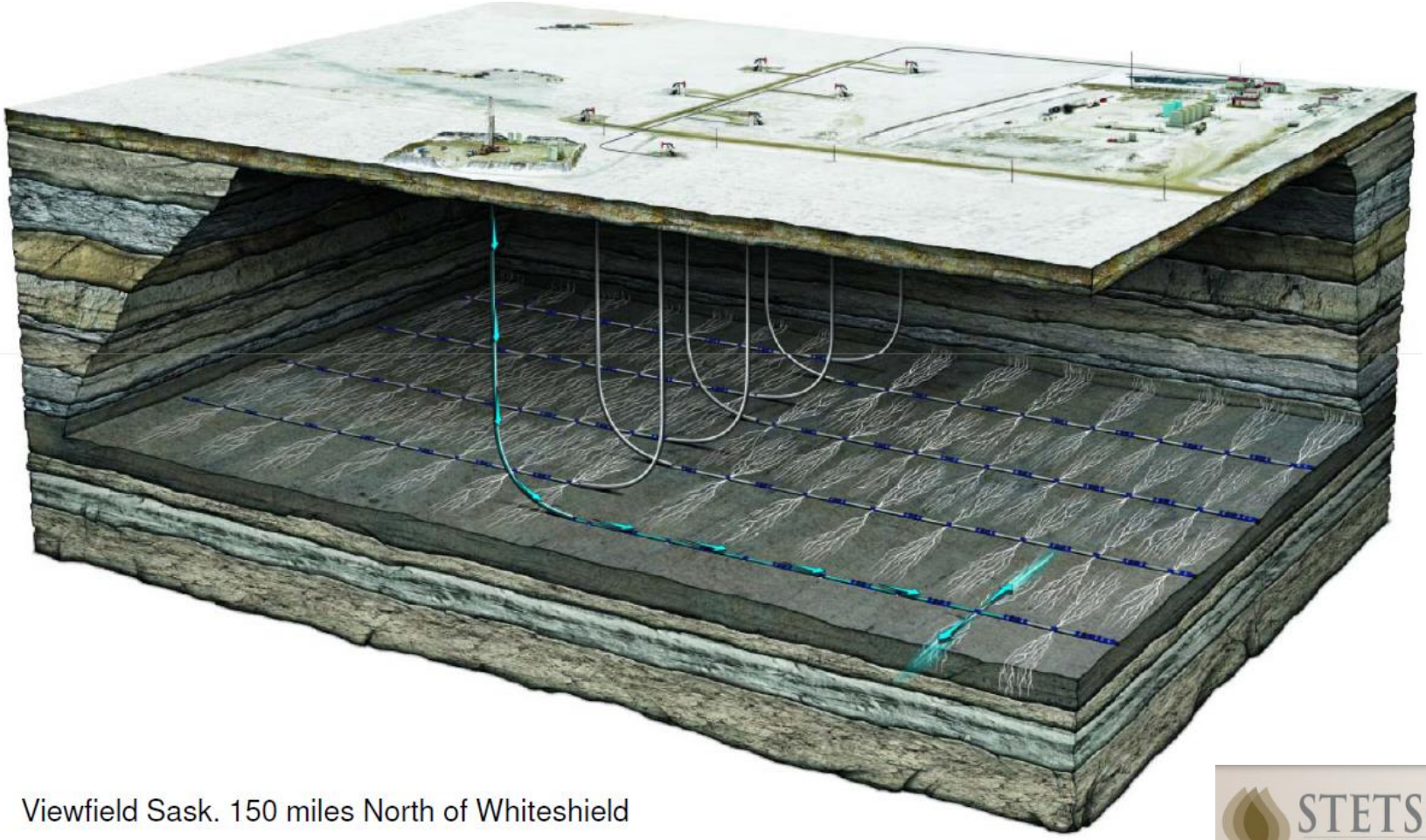


HYDRAULIC FRACTURATION (FRACKING)



source : PR Bauquis - 15 janvier 2014

SHALE GAS OR SHALE OIL TYPICAL DEVELOPMENT (USA)



Viewfield Sask. 150 miles North of Whiteshield

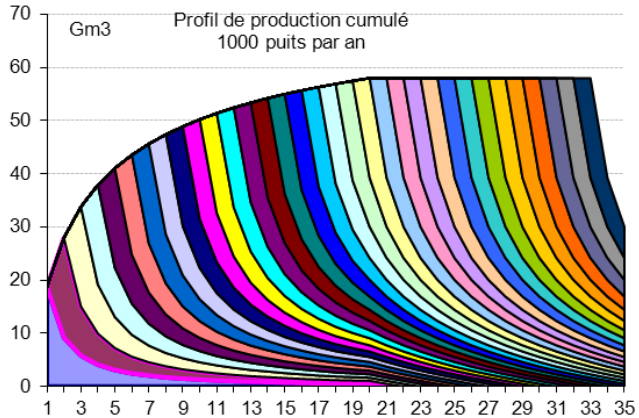
STETSON OIL & GAS LTD

SHALE OIL AND SHALE GAS: PRODUCTION MODELLING

- **Very high number of production wells**
  - US 2010 : 33,700 (50/50 P/G; 50% Hor.)
    2030 : 58,000 wells/y (80/84 : + de 80 000 wells/y)

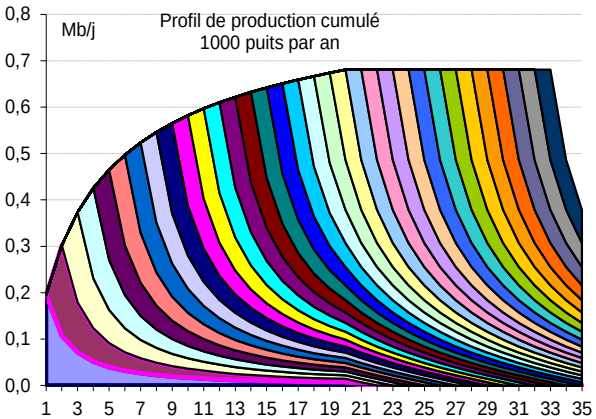
Example development base 1,000 wells per year

Shale gas-> 60 Gm3



Recovery per well: 2 BCF/ 58 Mcm

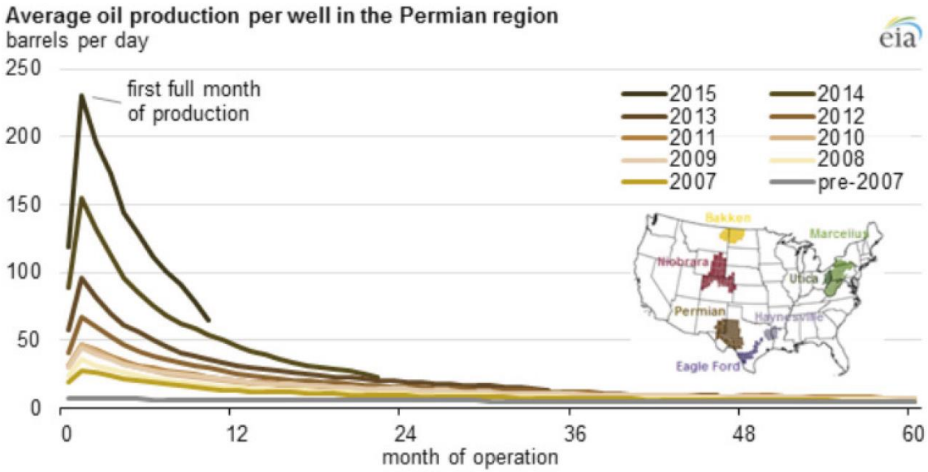
Shale oil-> 0,7 Mb/d

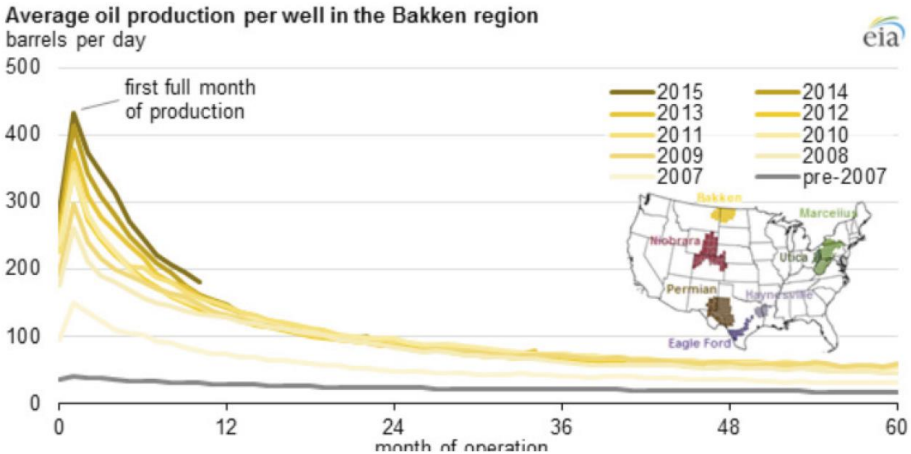


Recovery per well: 0.25 Mbbl

Guy Maisonnier 3 October, 2013

TYPICAL SHALE OIL PRODUCTION DECLINE CURVES (PERMIAN AND BAKKEN REGIONS)

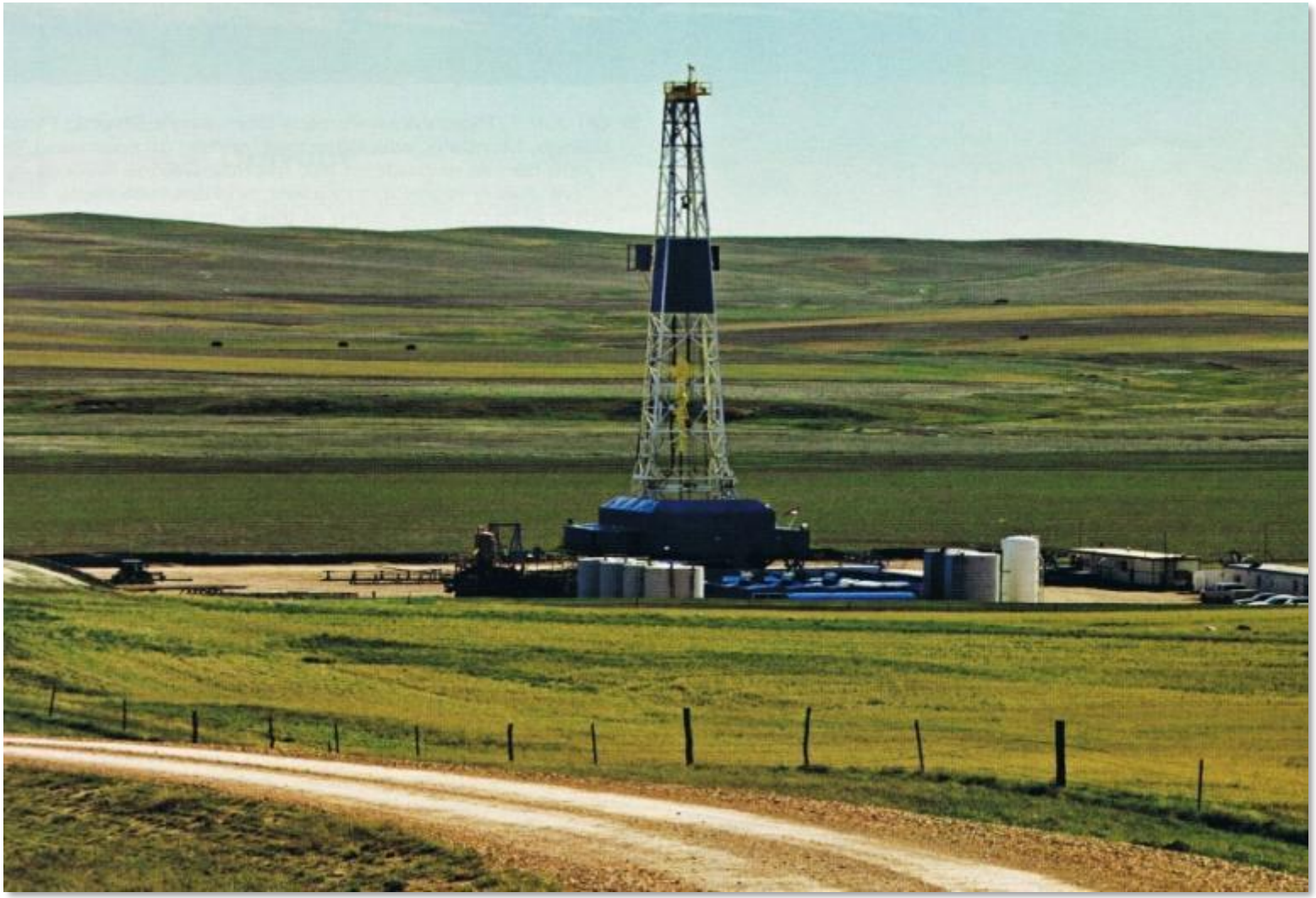




Source : EIA Drilling Productivity Report

HOW PICTURES CAN « MANIPULATE » REALITIES

A ROSY VIEW



HOW PICTURES CAN « MANIPULATE » REALITIES

A DARK VIEW

GAS SHALE EXPLOITATION

- 55 pads
- 8 wells per pad
- 300-325 wells

Dallas-Forth Worth airport

GAS PRODUCTION CLUSTERS AT DALLAS AIRPORT (DFW)

Drilling Info

Spud Date: 12/25/2010
TMD: 11,680'
TVD: 7,232'
Lateral Length: 4,026'
Drilling Days: 10
Shale Thickness: 320'

Completion Info

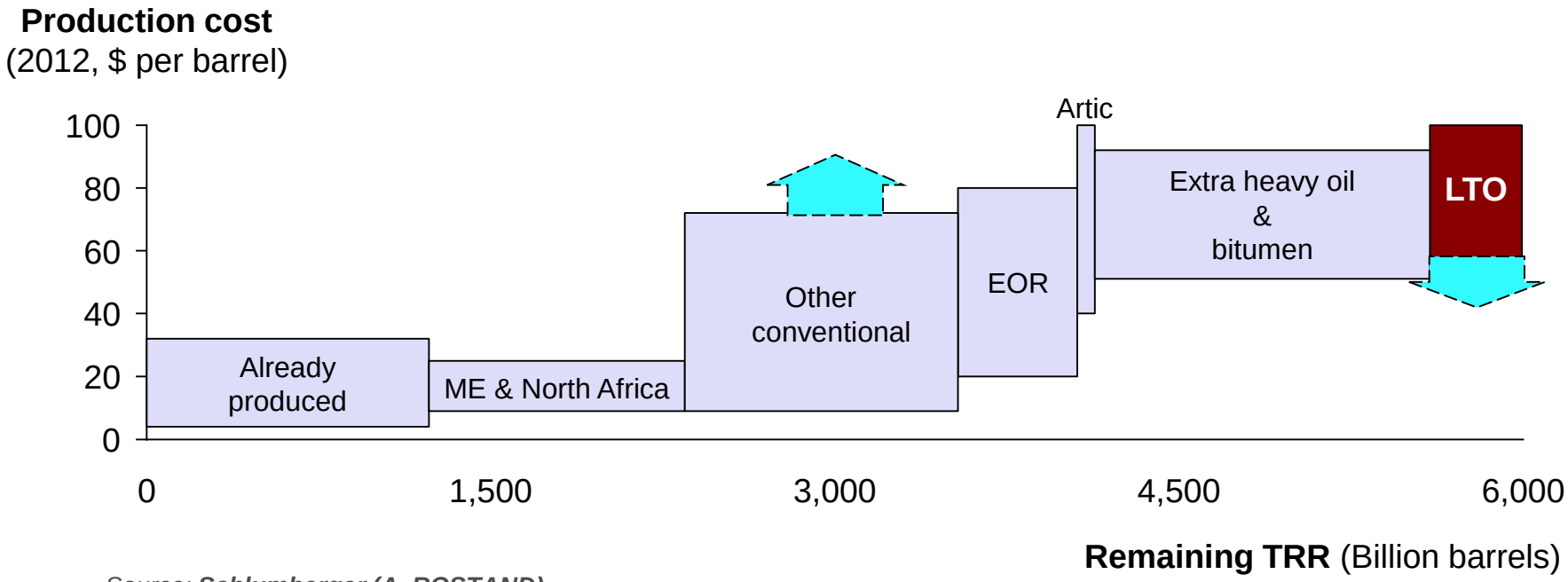
6 Stages
900,000 lbs of Proppant used
21,536 bbl of Fluid
3.6 Hours of Pump Time

Puits McCullar 4H

Sources: Chesapeake energy

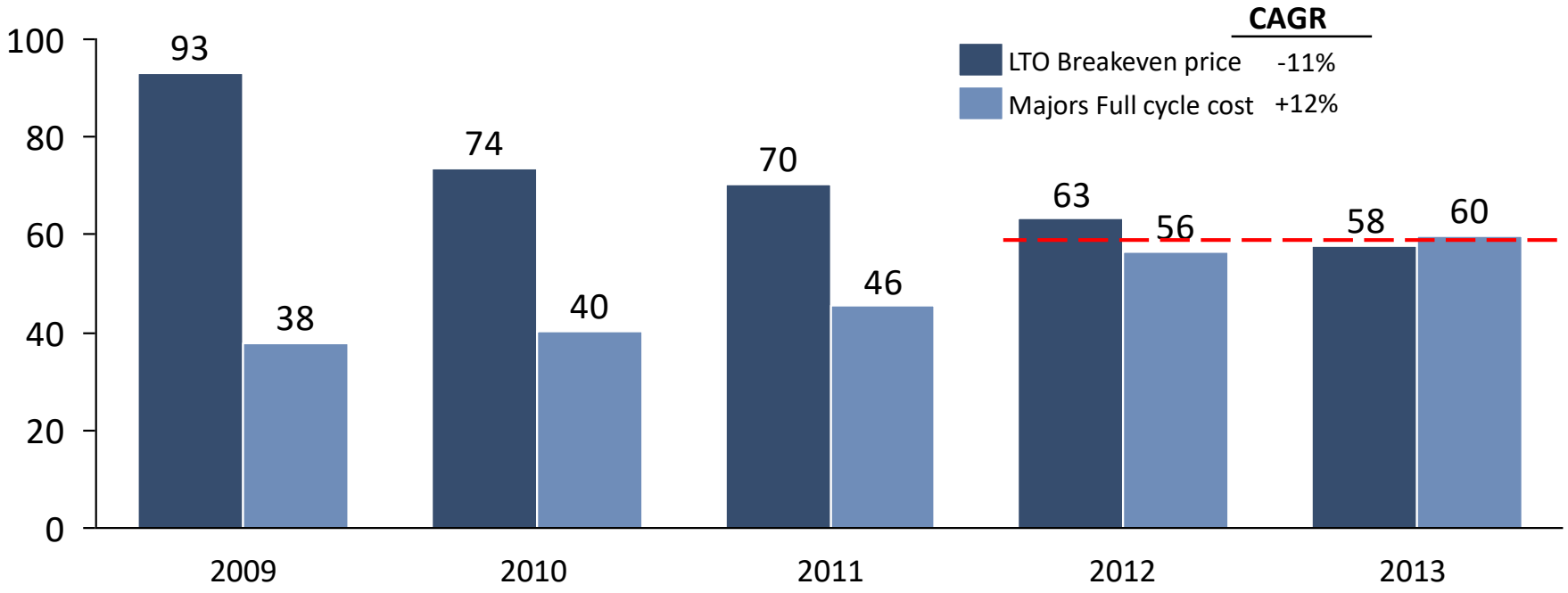
SOURCE ROCK OIL AND OTHER LTO: A FAST DECREASE OF PRODUCTION COST

SUPPLY COST OF LIQUID FUELS
$ per barrel, billion barrels



*Source: **Schlumberger (A. ROSTAND)***
Conférence Oil & Money
Londres 29-30 Octobre 2014

SOURCE ROCK OIL AND OTHER LTO: THEIR PRODUCTION COST ARE NOW SIMILAR TO CONVENTIONAL OIL.
HOWEVER COST STRUCTURES ARE TOTALLY DIFFERENT



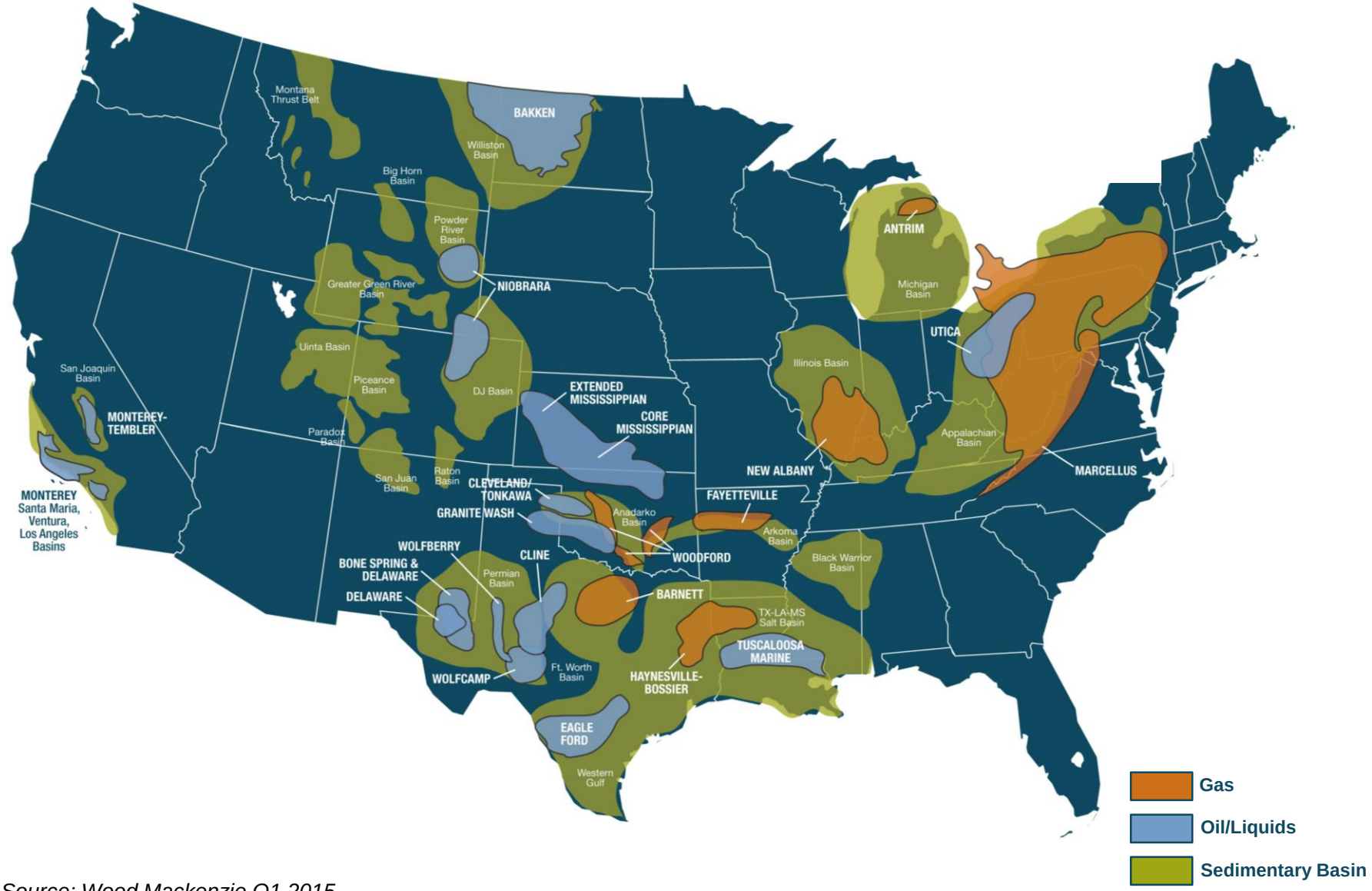
*Source: **Schlumberger (A. ROSTAND)***
Conférence Oil & Money
Londres 29-30 Octobre 2014

***1: F&D + Lifting costs**. Pure unconventional NAM players*
***2**: S&GA + F&D + Total Production + WACC. Majors*
***Source**: 1) Rystad, IHS; 2) Evaluate Energy; Goldman Sachs*

PARTIE 3

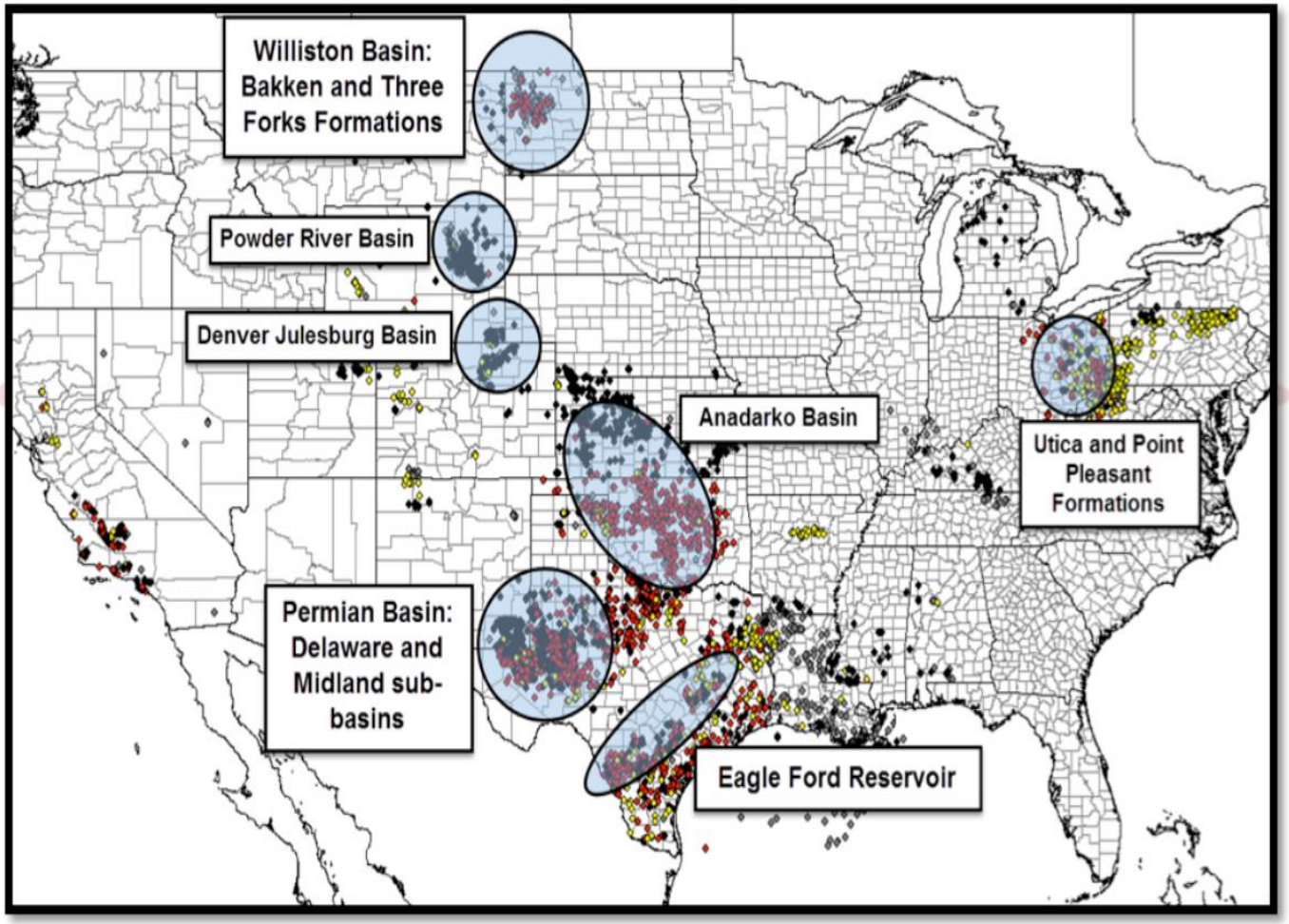
SHALE GAS, SHALE OIL
A NEW INDUSTRY BORNE IN THE US

U.S. SHALE/TIGHT GAS & LIQUIDS PRODUCTION REGIONS



Source: Wood Mackenzie Q1 2015

US SHALES PLAYS: A SIMPLIFIED MAP

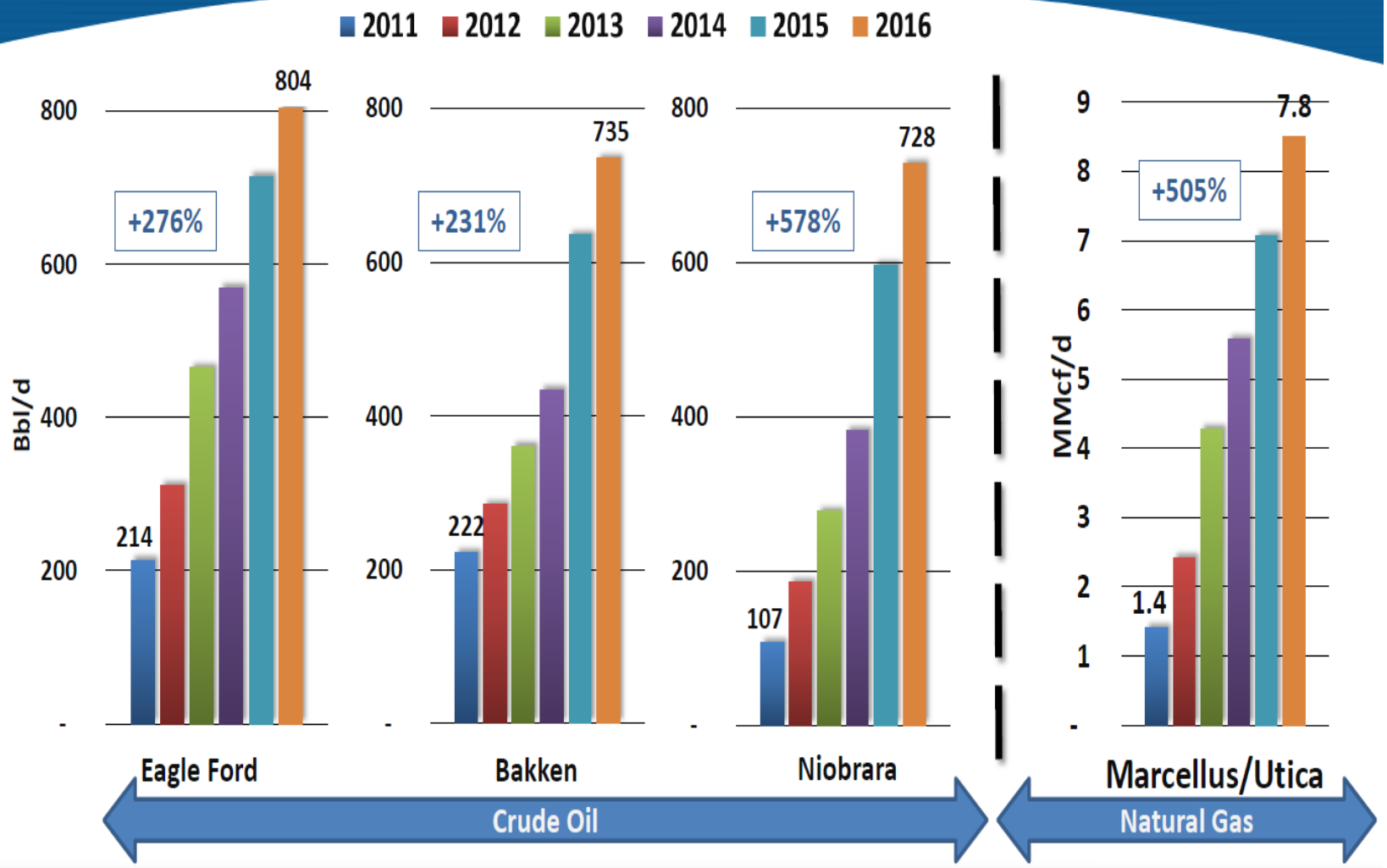


Source: EPRINC, US Oil Shale Dynamics in a Low Price Environment

Source: Drilling Info, Permits filed in past 90 days (September 2015)

Note: Black dots indicate oil, red dots indicate oil and gas, yellow dots indicate dry gas, and gray indicates all other permits including confidential product status.

Oil and Gas Production Added Per Rig

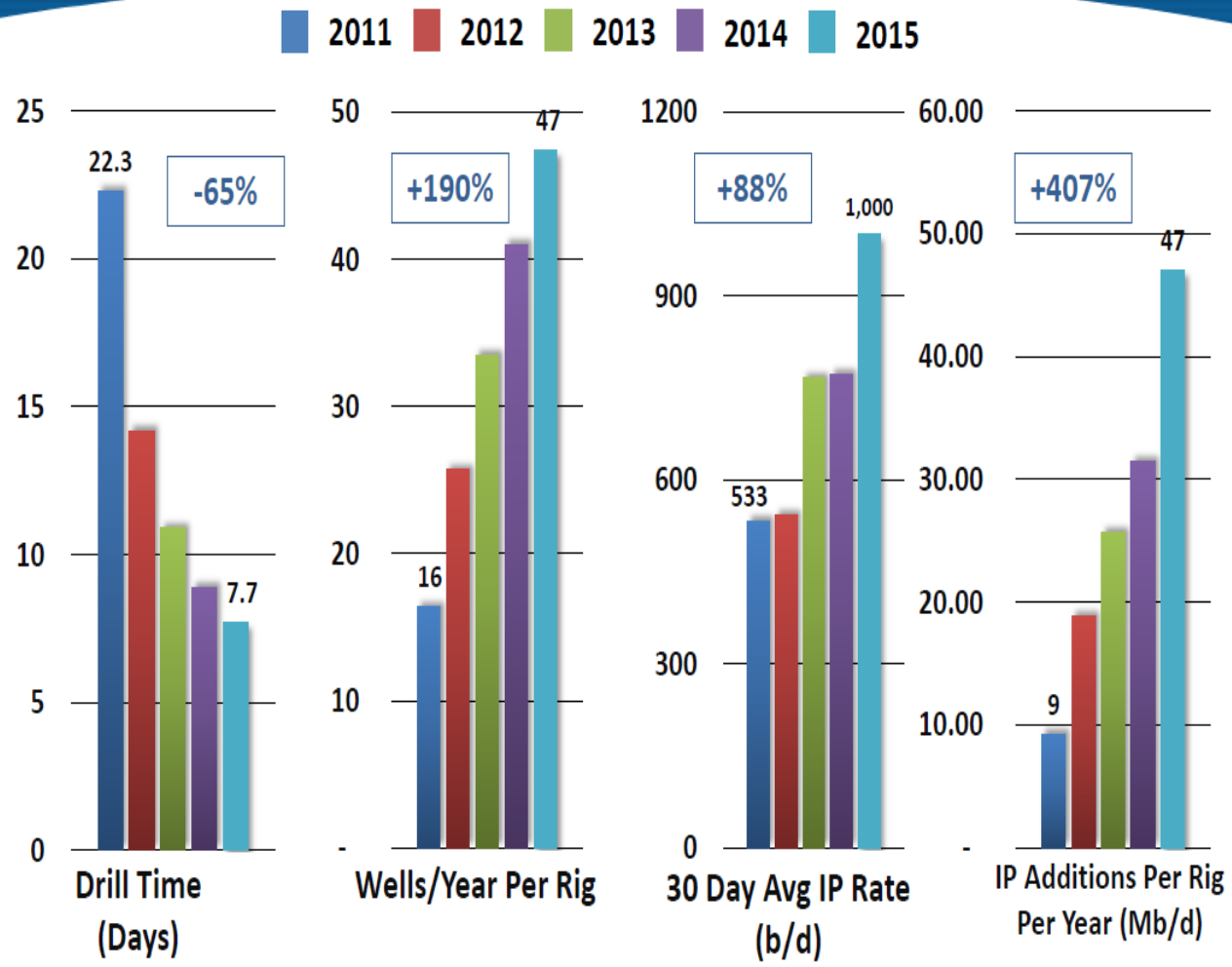


© Copyright 2016 RBN Energy

Source: EIA

7

EOG Eagle Ford Productivity Gains



RBN Energy LLC

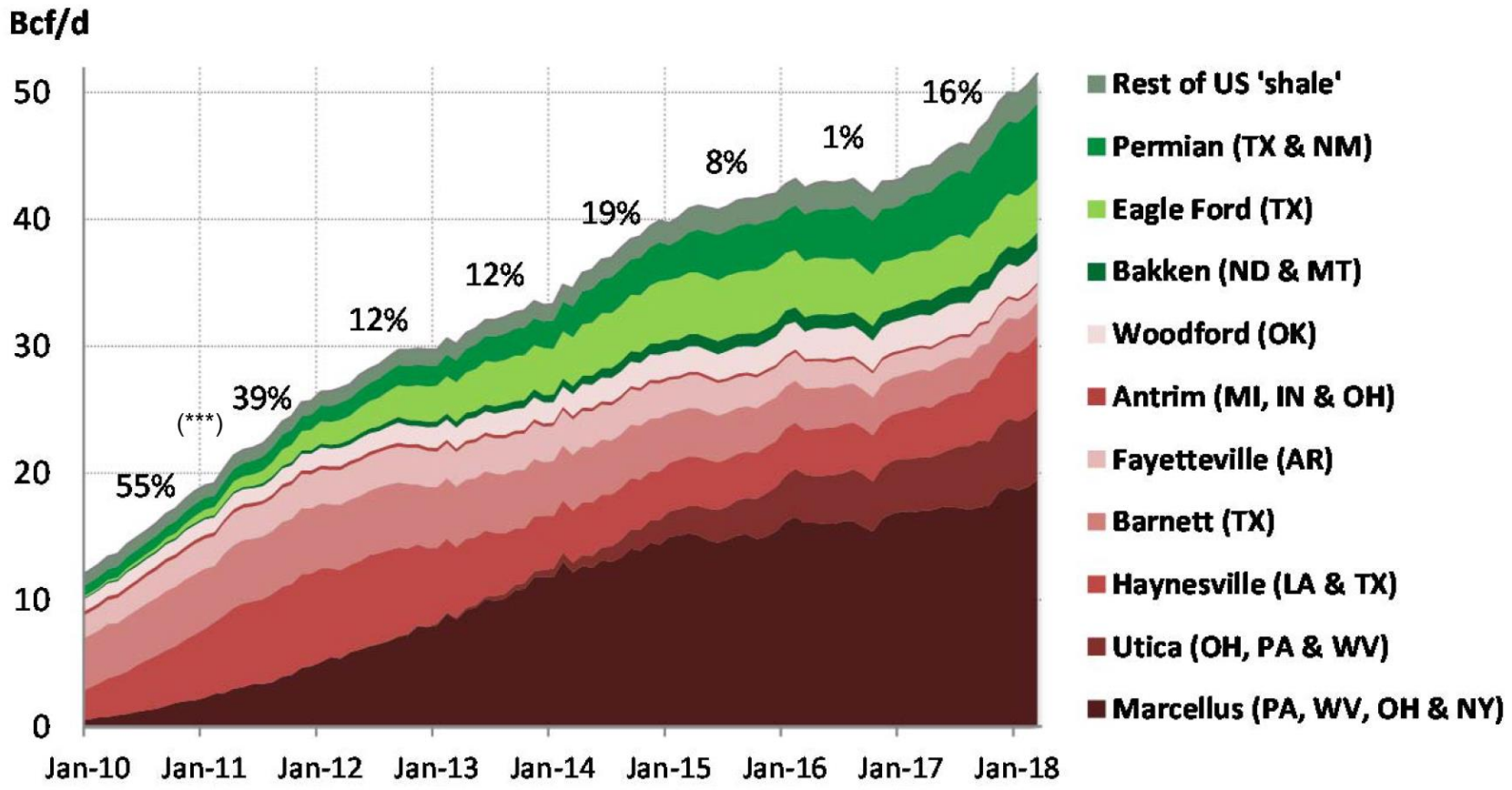
© Copyright 2016 RBN Energy

Source: EOG

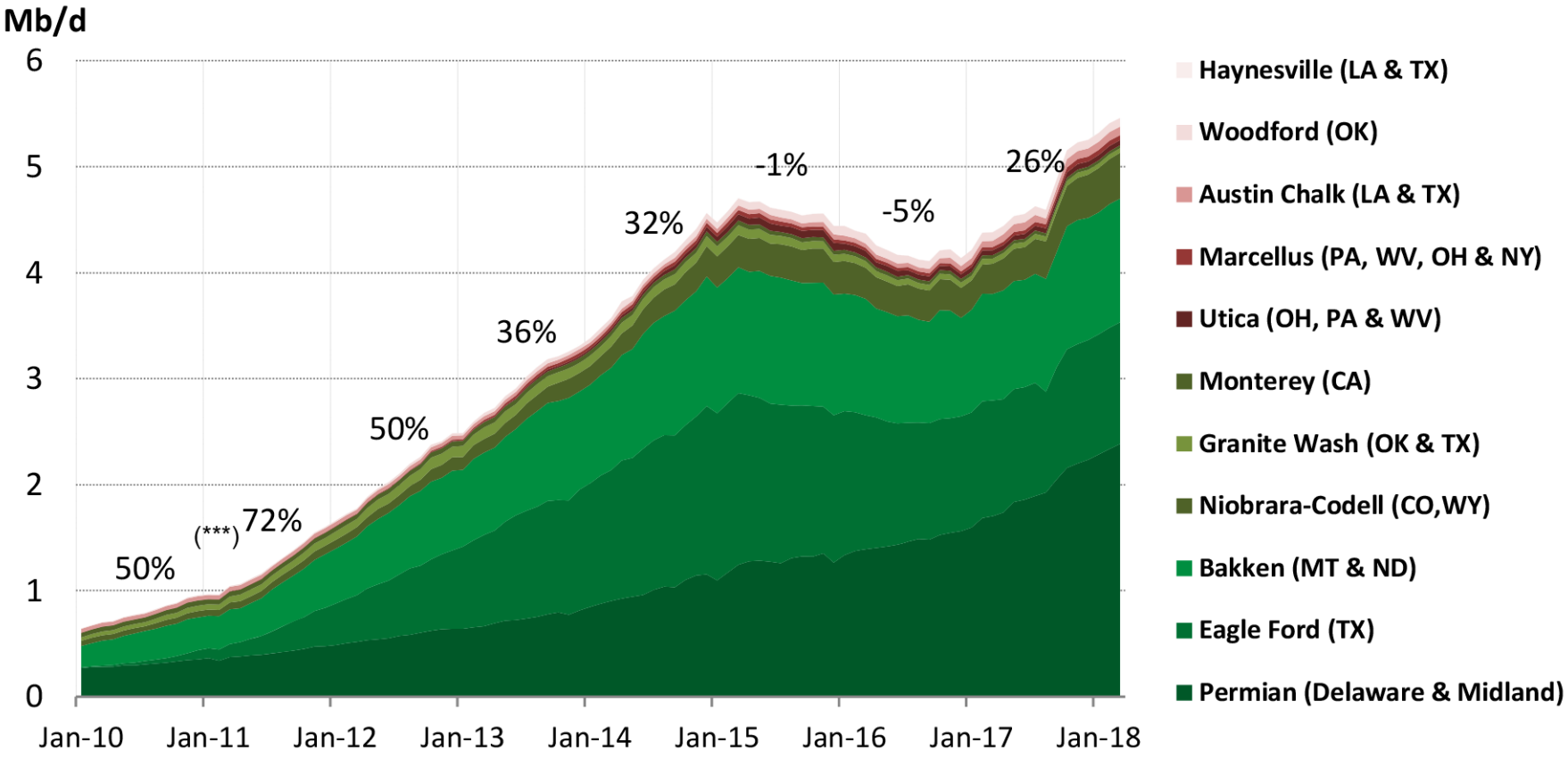
SFEN-PACA – 05 Juin 2018

27

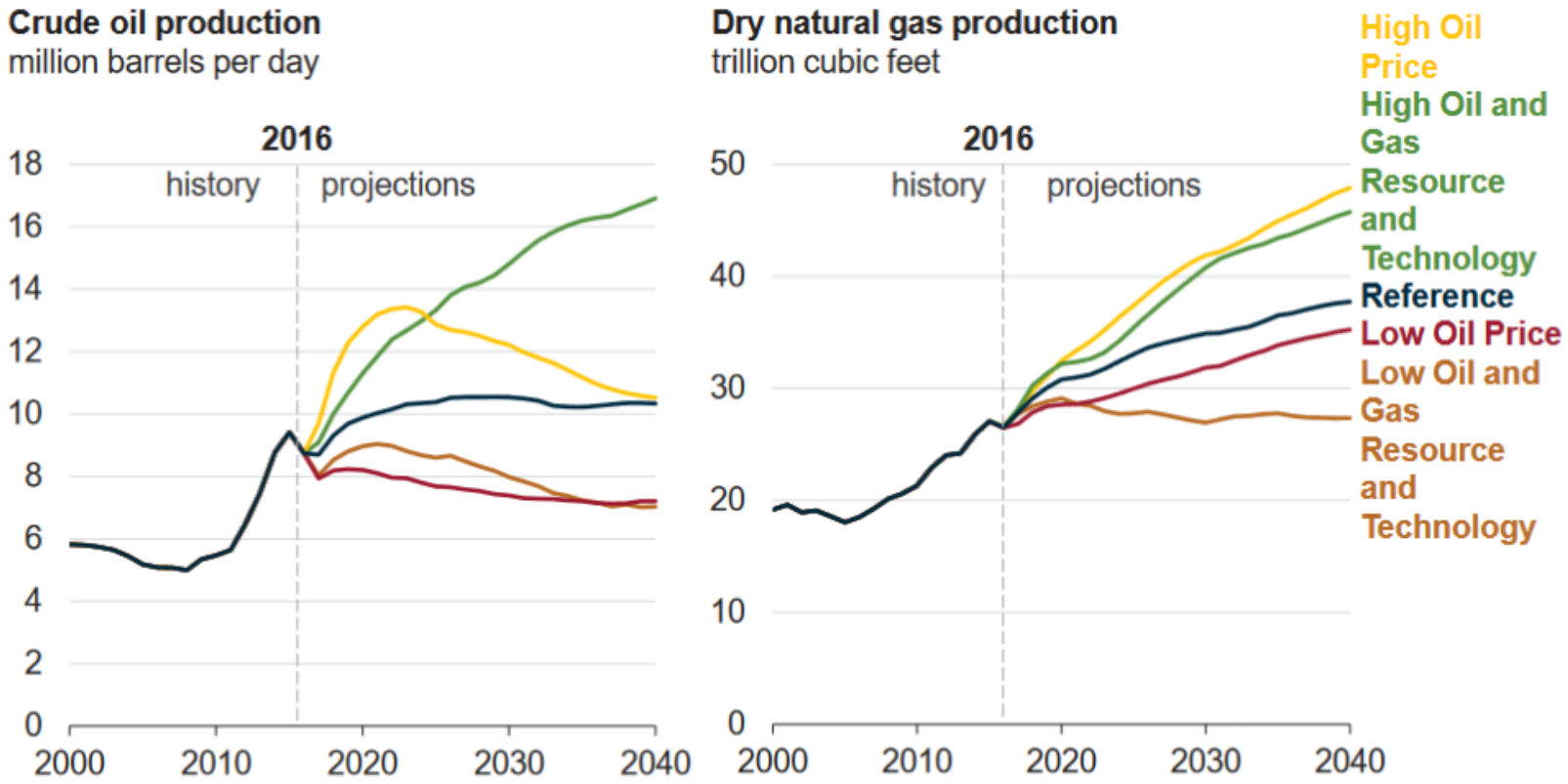
US SHALE GAS MAJOR PLAYS (2010 – 2018)



US SHALE OIL / LTO MAJOR PLAYS (2010 – 2018)



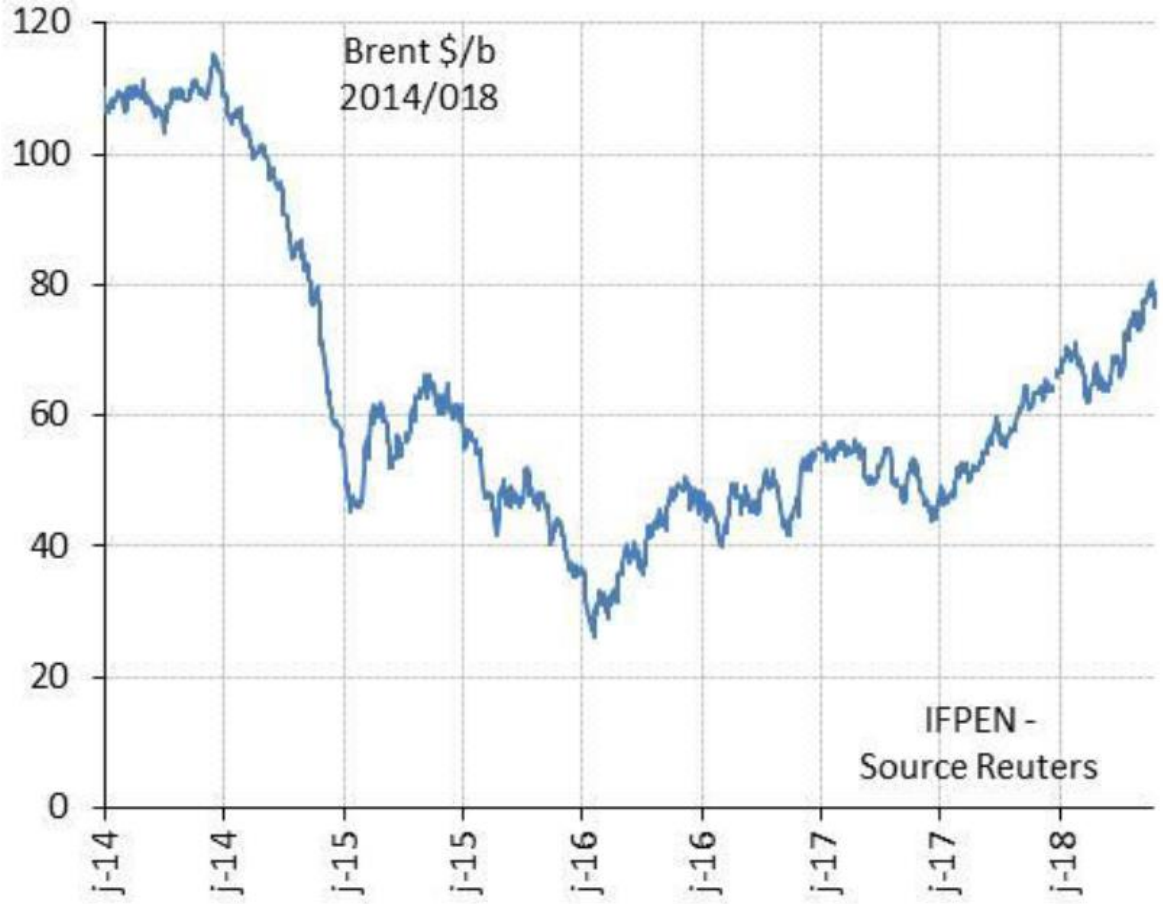
LES SCÉNARIOS PRODUCTION AMÉRICAINE EIA (2017)
LES PÉTROLES ET GAZ DE SCHISTES CONCENTRENT LES INCERTITUDES



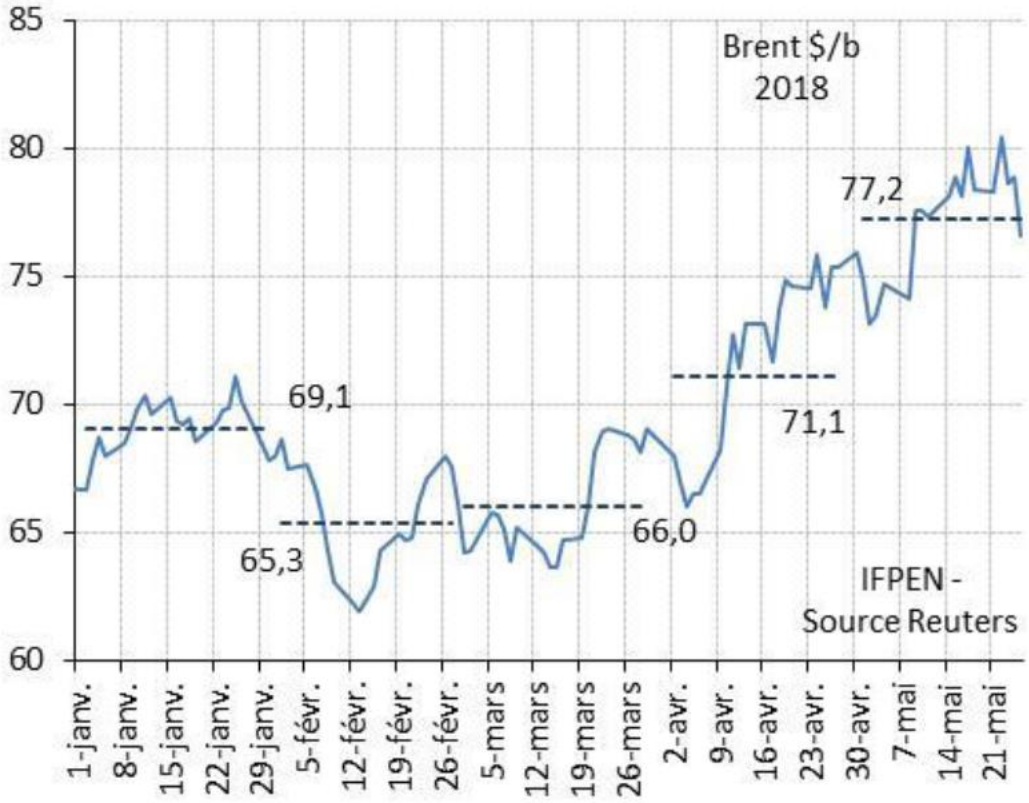
PARTIE 4

US SHALE OIL AND THE 2014 OIL PRICE COLLAPSE

PRIX DU BRENT EN $/b DE JANVIER 2014 À MAI 2018



PRIX DU BRENT EN $/b DE JANVIER 2018 À FIN MAI 2018



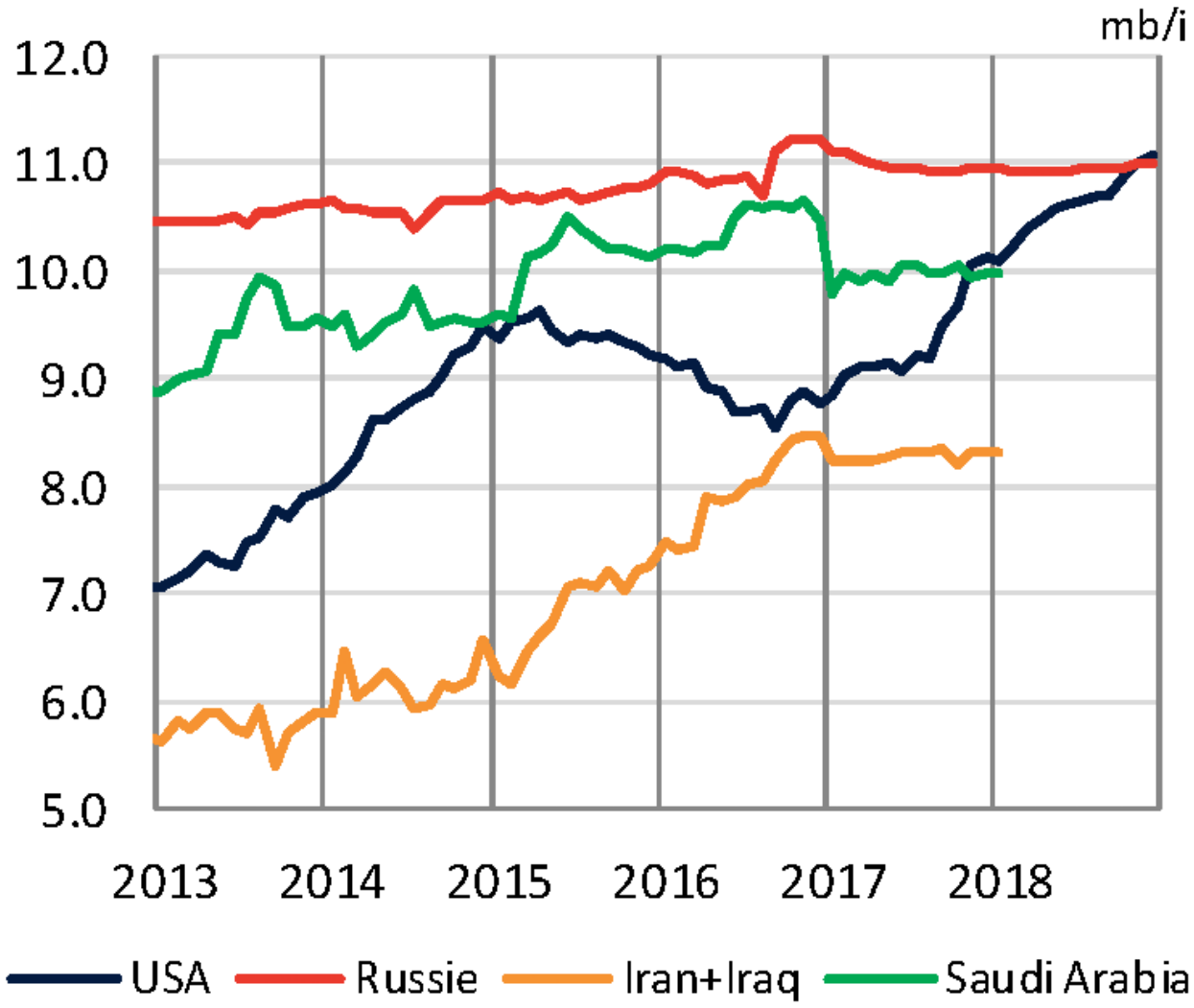
(Moyenne 2018 : 69/78 $/b, si prix ±10$/b par rapport au cours actuel)

DECEMBER 2014: A POLITICAL VIEW OF OIL PRICE COLLAPSE AS ILLUSTRATED BY MEDIAS

POUR L'ÉQUILIBRE DES PRIX DU PÉTROLE IL Y A 3 SUPER-JOUEURS…
POUR L'ÉQUILIBRE DES PRIX DU GAZ IL N'Y EN A QUE 2

(*) US Shale Ressouces

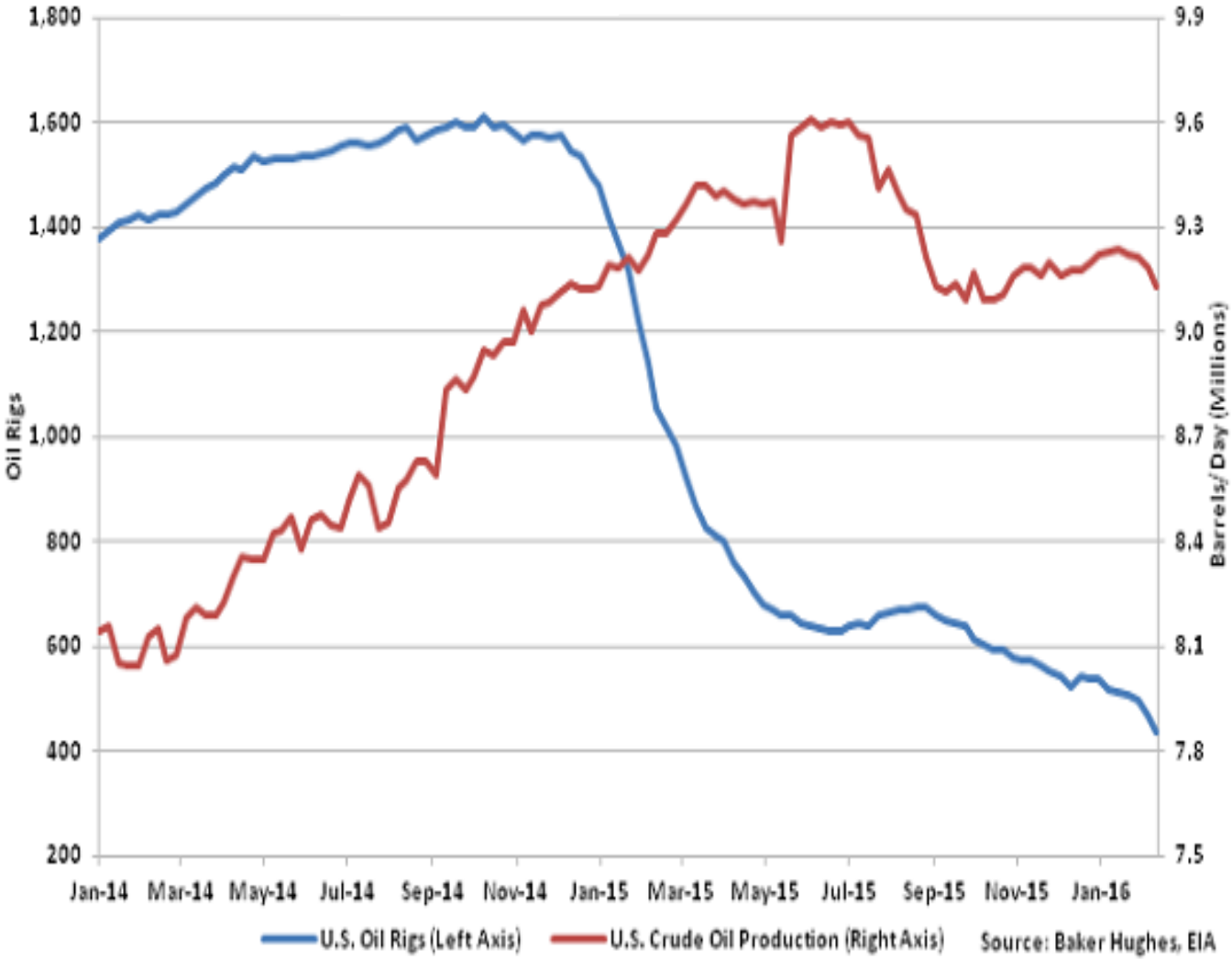
LES GRANDS PAYS PRODUCTEURS DE 2013 À 2018



PRODUCTION AMÉRICAINE DE LIQUIDES 2011/2019

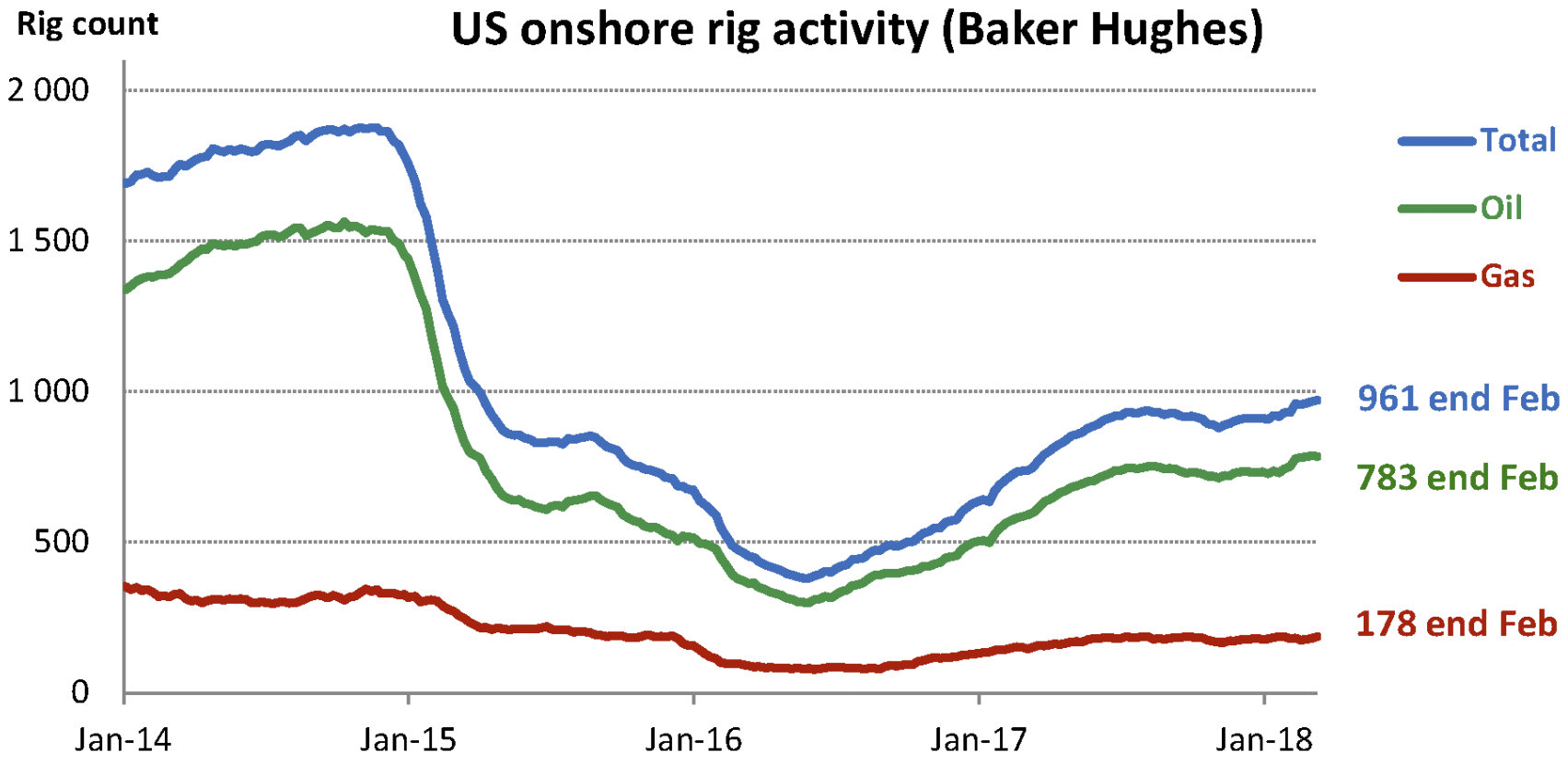
IFPEN source EIA

TOTAL US OIL RIG COUNT VERSUS US CRUDE OIL PRODUCTION (AND 2013 TO EARLY 2016)

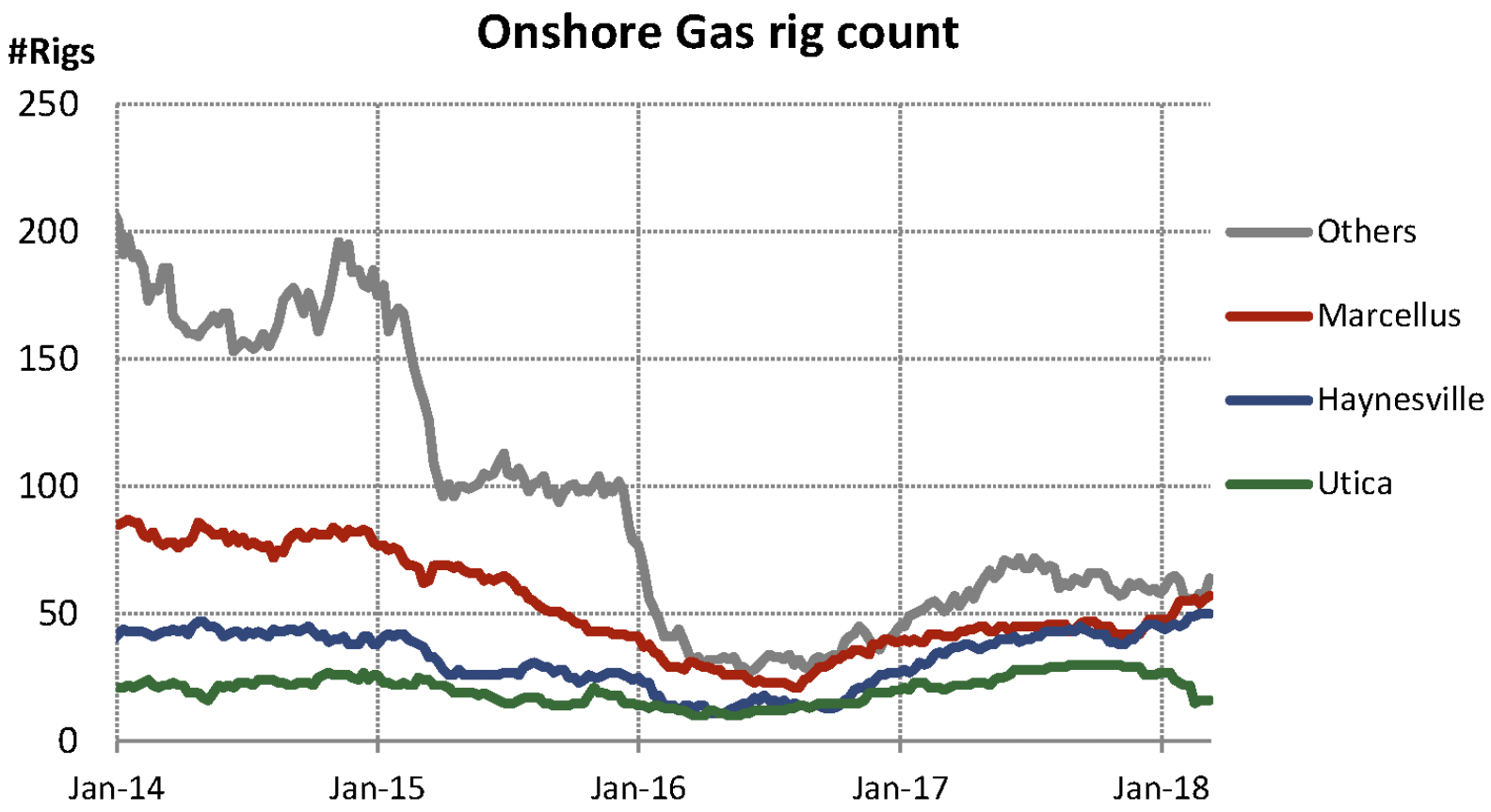


Source: Kent Moors, Calpital Research Group, March 2016

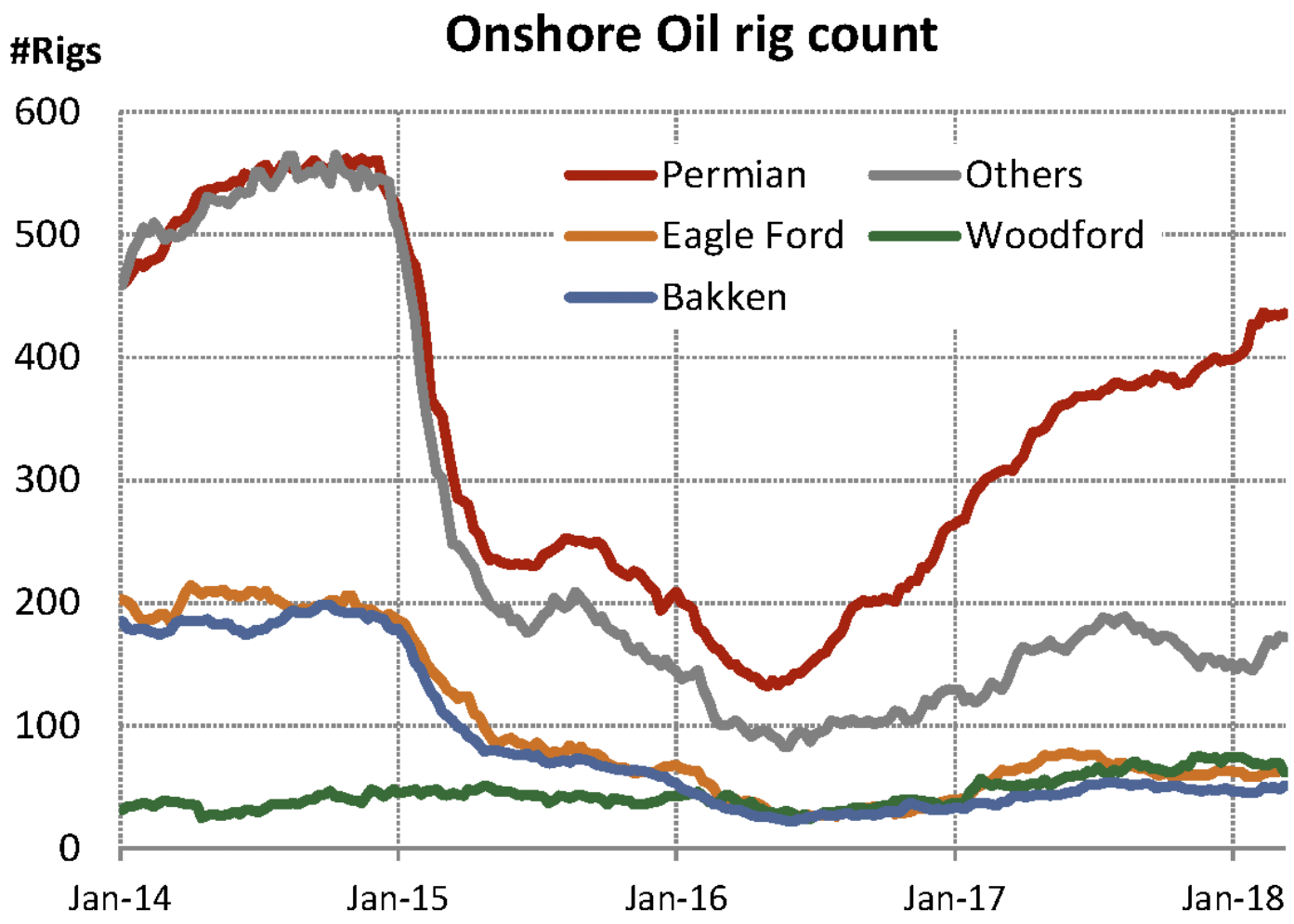
NOMBRE TOTAL DE RIGS À TERRE AUX US



NOMBRE DE RIGS « FORANT AU GAZ » PAR ZONES

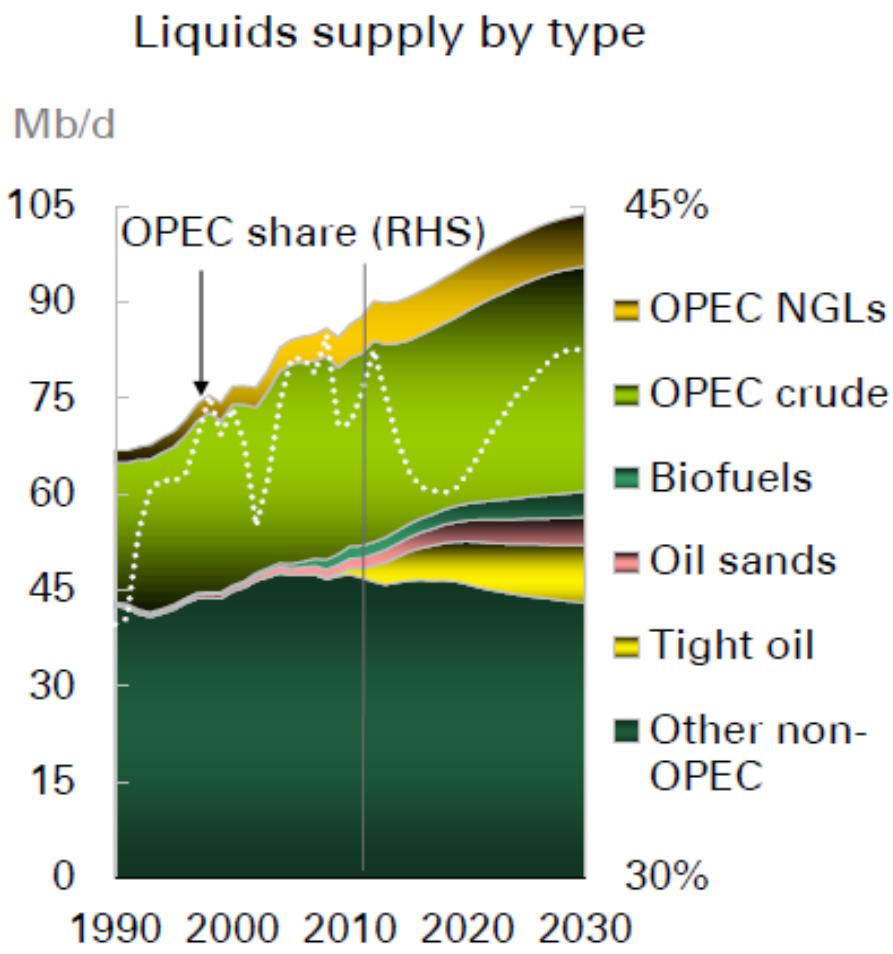


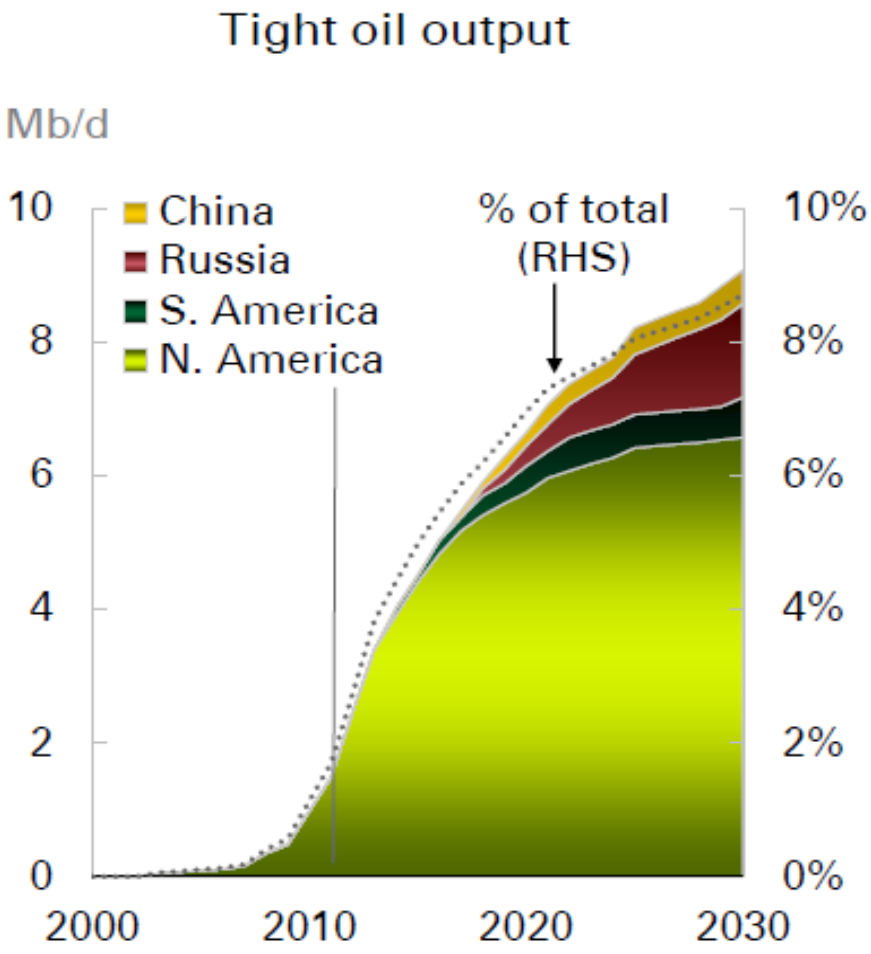
NOMBRE DE RIGS « FORANT À L'HUILE » PAR ZONES



TIGHT OIL OUTPUT WILL DRIVE LIQUIDS SUPPLY

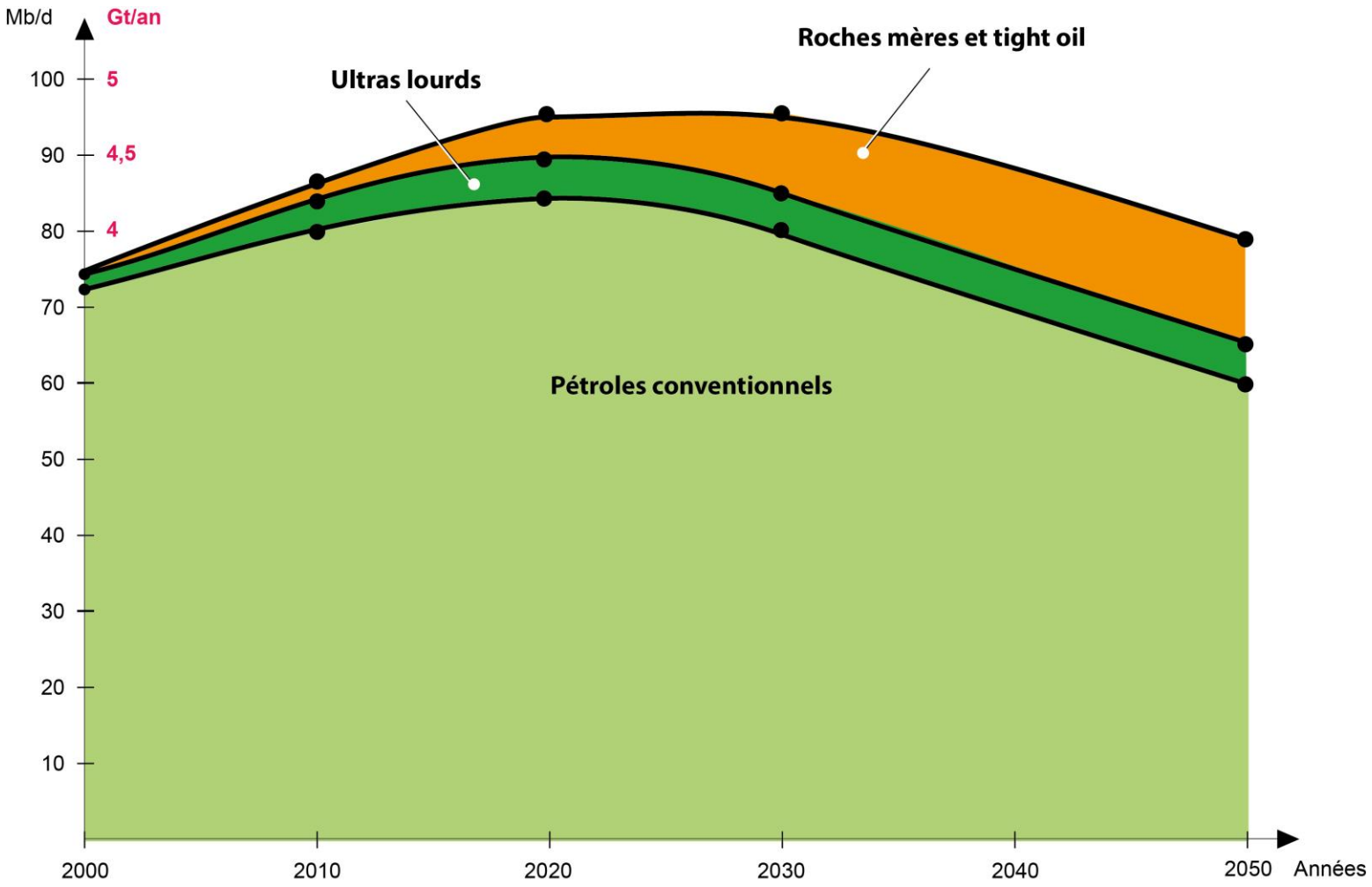
A VISION BY BP





Source: BP Energy Outlook 2030

A VISION FROM THE AUTHORS (PR BAUQUIS – A PERRODON) OF WORLD NATURAL HYDROCARBON LIQUIDS 2015 - 2050



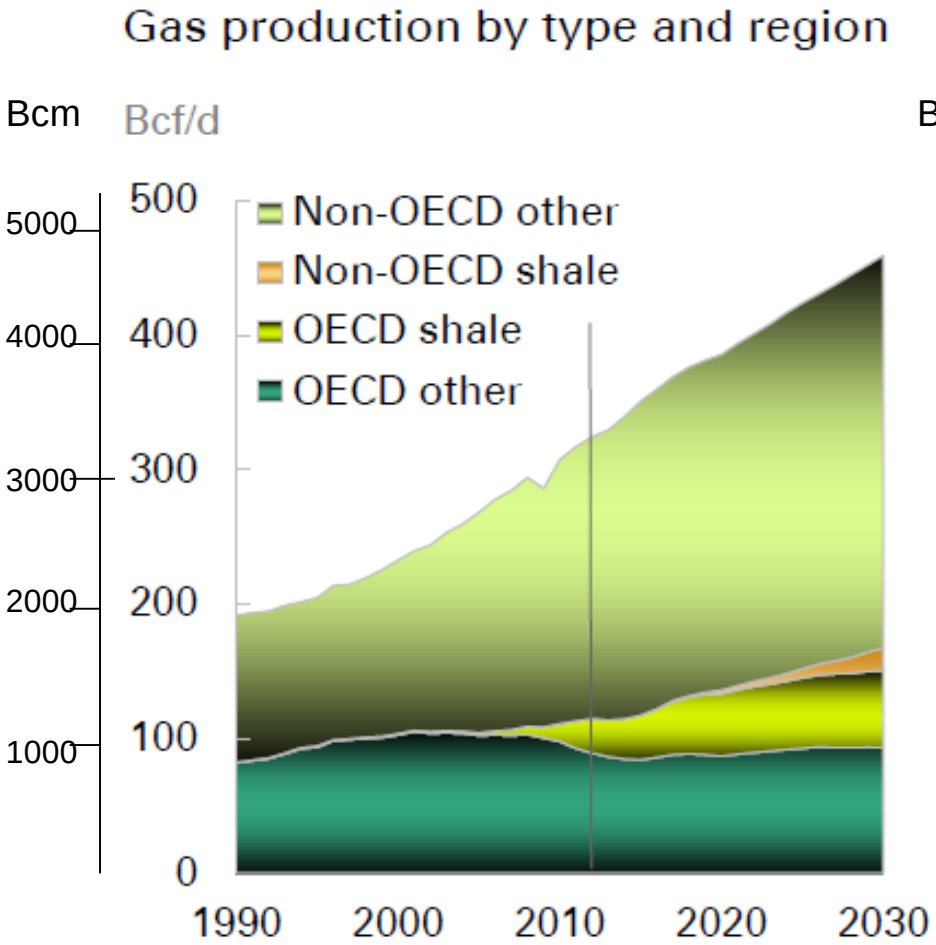
Source Alain PERRODON & PR BAUQUIS – 20 Novembre 2015

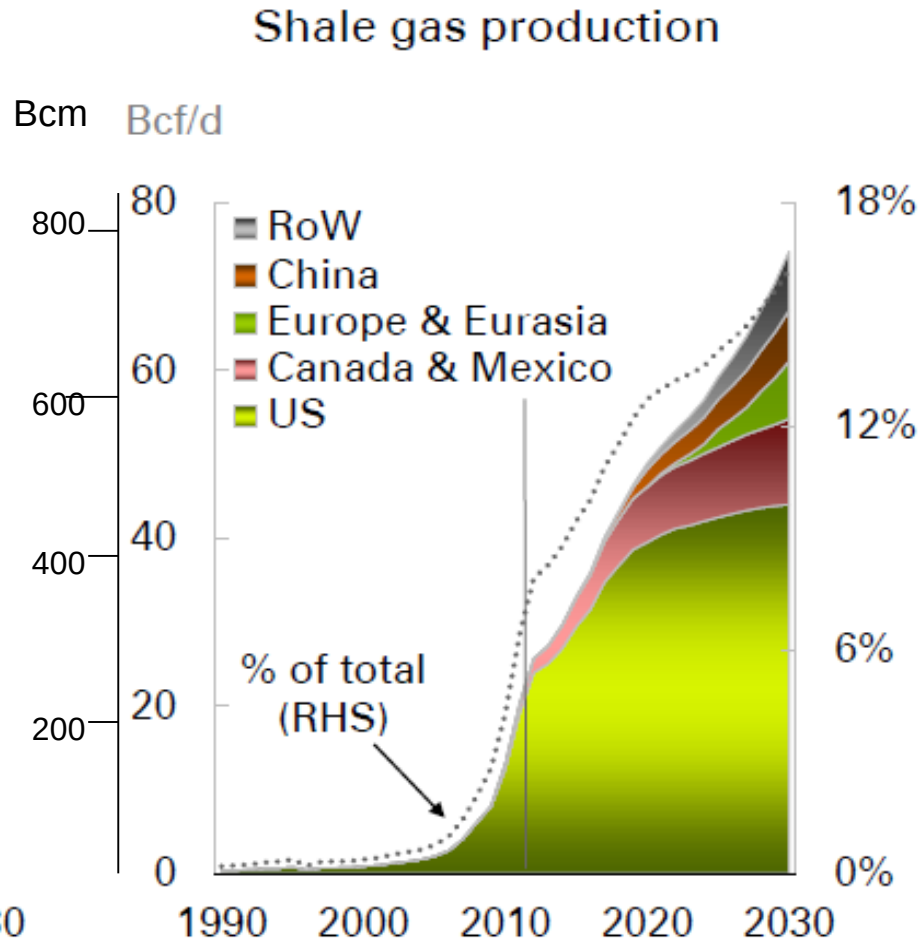
PARTIE 5

L’AVENIR DU GAZ NATUREL : QUOI DE NEUF ?

SHALE GAS PRODUCTION WILL GROW, IN & OUTSIDE US

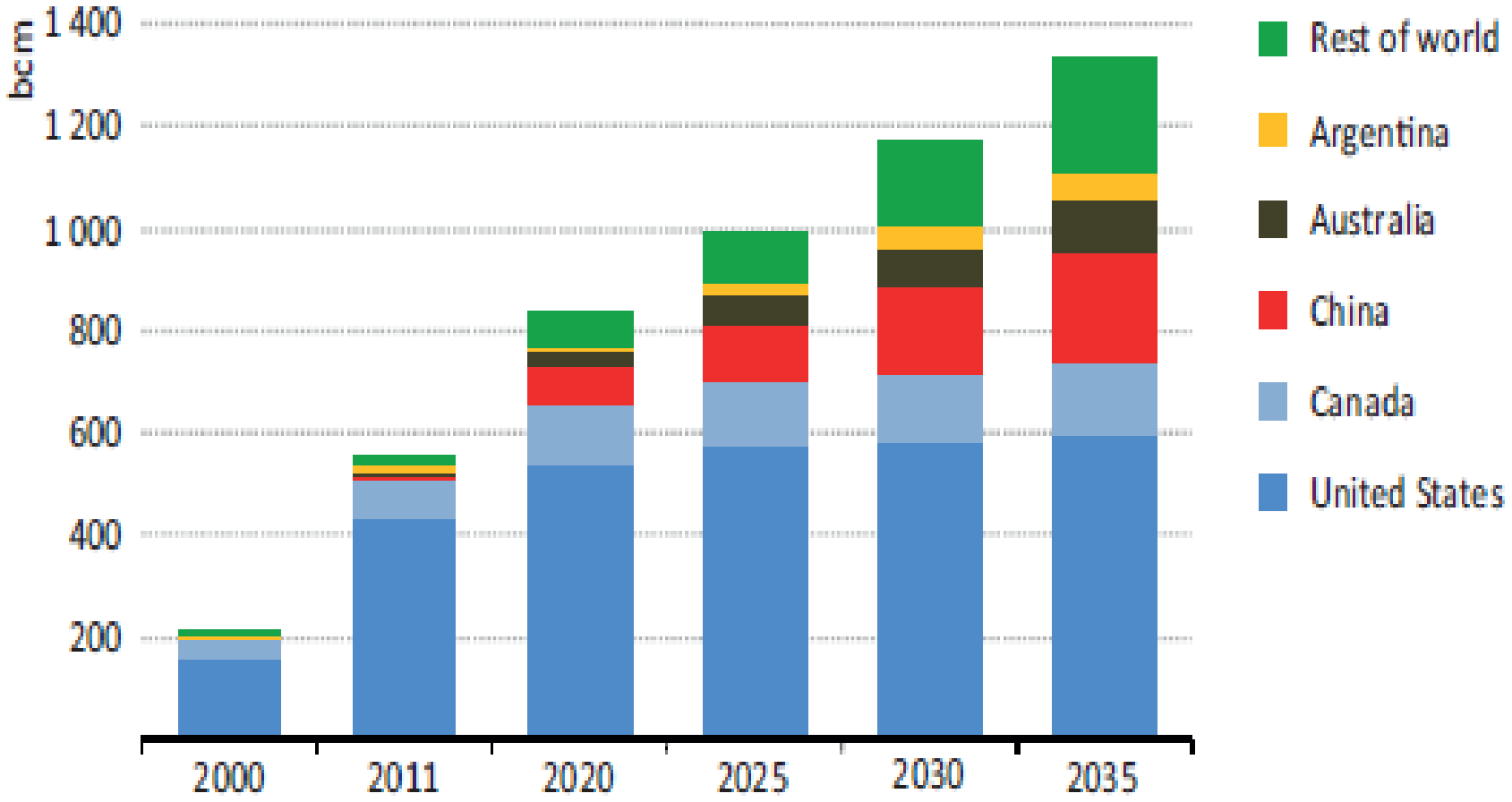
A VISION BY BP





Source: BP Energy Outlook 2030

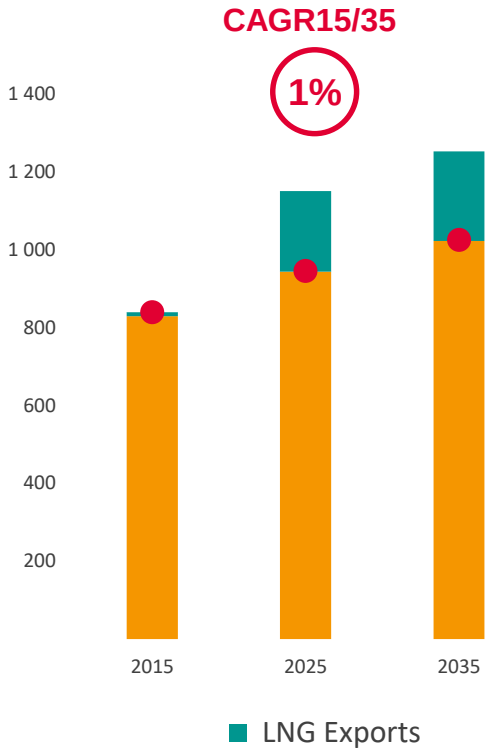
UNCONVENTIONAL GAS PRODUCTION BY SELECTED COUNTRIES (TIGHT GAS + SHALE GAS + CBM)



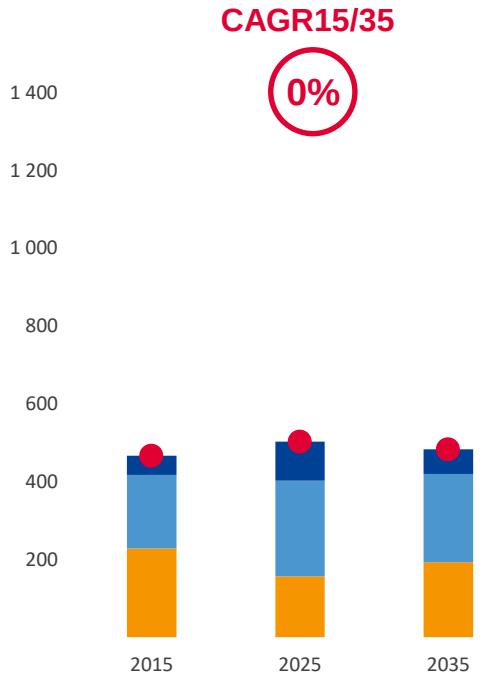
Source: IEA WEO 2013

GAS DEMAND IN KEY AREAS (2015 – 2035)

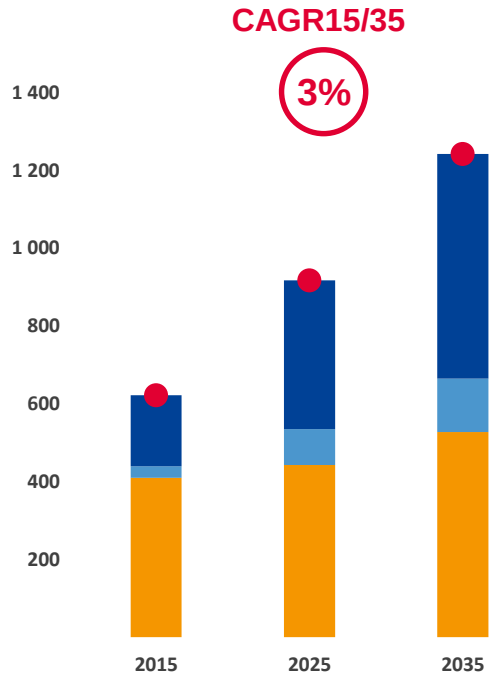
North America
Bcm/y



Europe
Bcm/y



Asia Importers
Bcm/y



LNG export area

Limited potential growth
for gas if historic trend is pursued
but potential upside

LNG is essential
to balance gas market despite increasing production and pipe imports **if LNG is affordable**

SURVOL DES NOUVEAUX MARCHÉS DU GAZ

- **Des marchés matures (West Europe, Japon) aux marchés à très grands potentiels (Chine, Inde).**

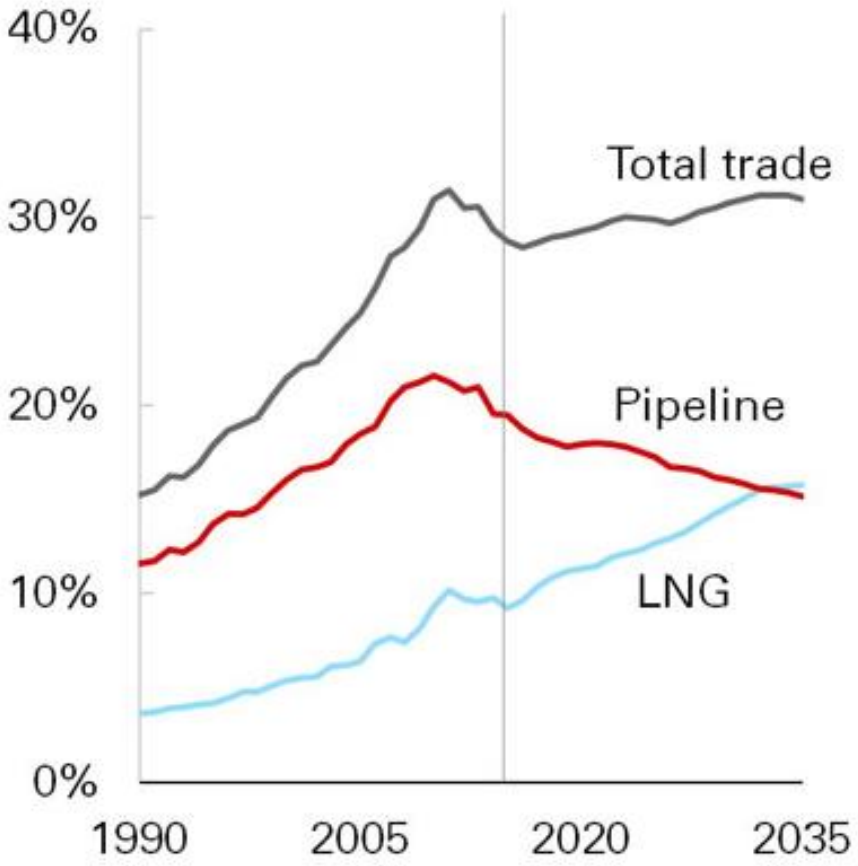
- **De nouveaux marchés grâce aux mesures « anti-charbons », coûts d'émissions du CO_2.**

- **Amorçage de nouveaux marchés pour l'électricité grâce au FSRU (MENA, Afrique, Amérique Latine, Asie).**
  Exemples: Maroc, Côte d'Ivoire, Afrique du Sud, Brésil, Pakistan…

- **De nouveaux usages à grands potentiels : les transports maritimes en remplacement des fuels lourds (des ferries en mer du Nord à l'accord entre Total et CGA-CGM).**

- **D'autres nouveaux marchés de niche pour le GNL qui pourraient grossir : transports routiers, nouveaux usages industriels, aviation ?**

ECHANGES INTERNATIONAUX DE GAZ NATUREL

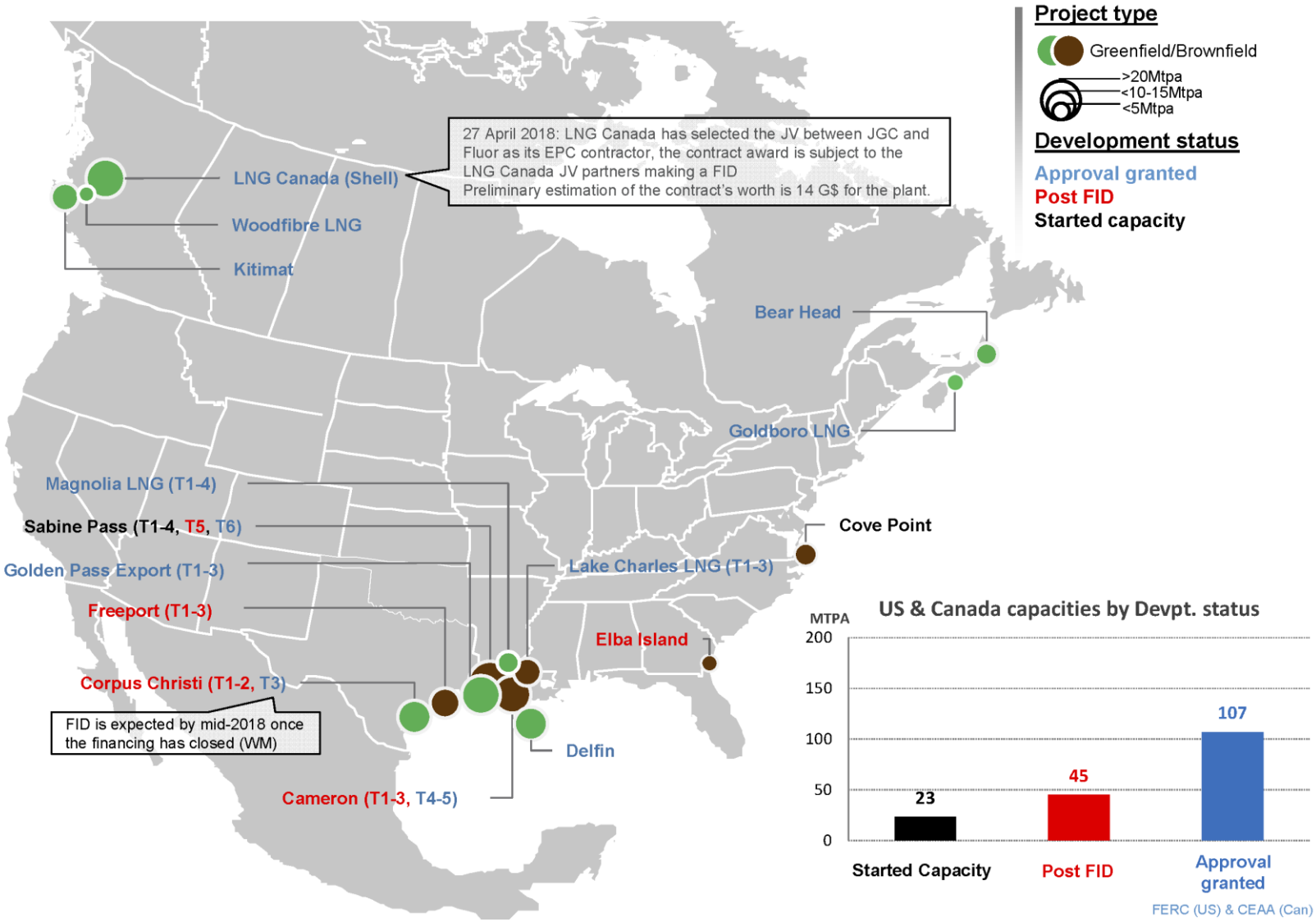


Source : BP Outlook 2035, 2017

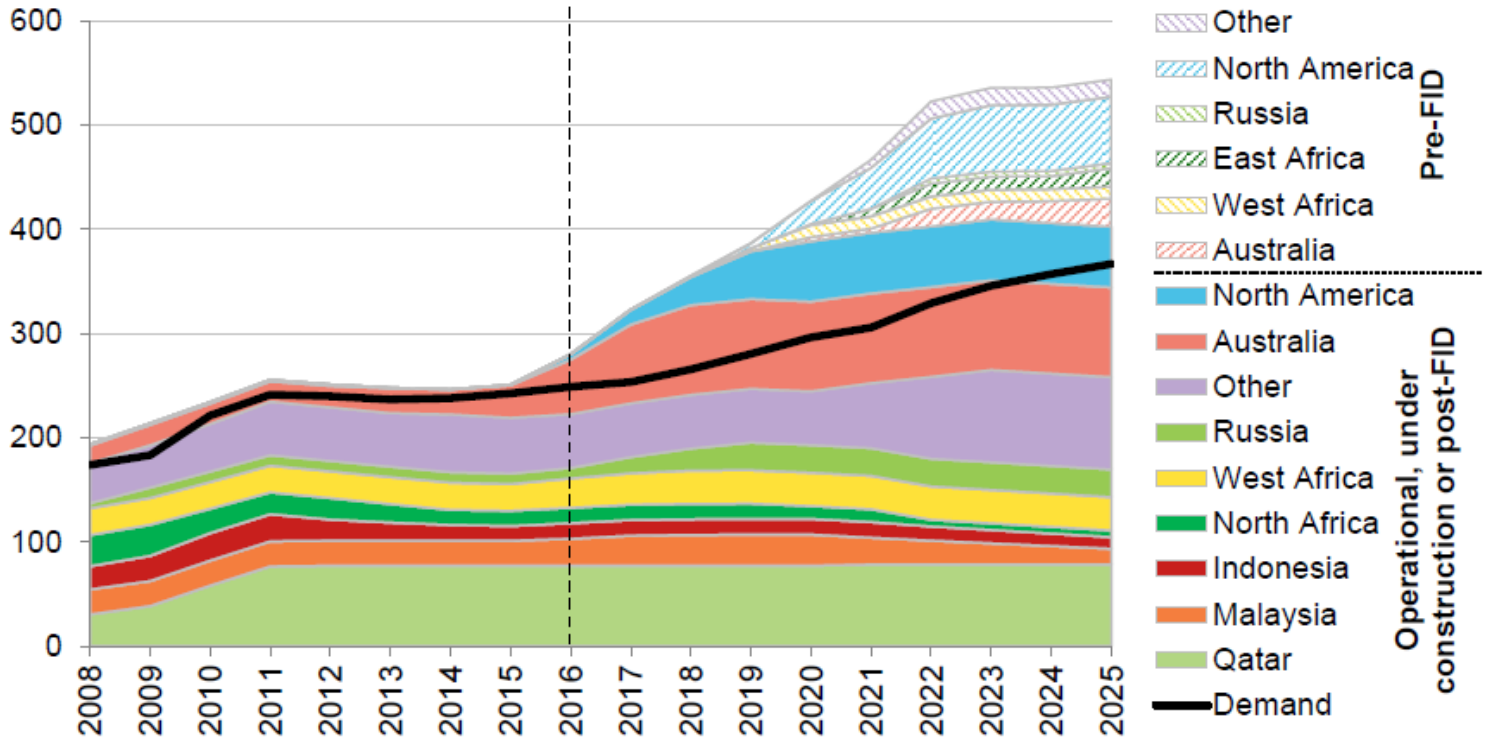
QUOI DE NEUF ?

- **Ce chapitre de l'exposé se fera sans projection de slides.**
- **Il se constituera d'une « promenade en hélicoptère » dans les grandes sources possibles de shale gas d'une part et dans quelques projets de FSRU, de LNG et de FLNG d'autre part.**
- **Le fil conducteur sera un regard sur l'avenir au regard des nouveaux marchés et des nouvelles technologies concernant le GNL.**

NORTH AMERICA LNG INDUSTRY WILL PLAY A MAJOR ROLE, NOT ONLY BECAUSE OF IT'S POTENTIAL CAPACITIES BUT ALSO AS A « PRICE MAKER » FOR THE WORLD LNG INDUSTRY



CAPACITÉS DE LIQUÉFACTION DE GAZ NATUREL

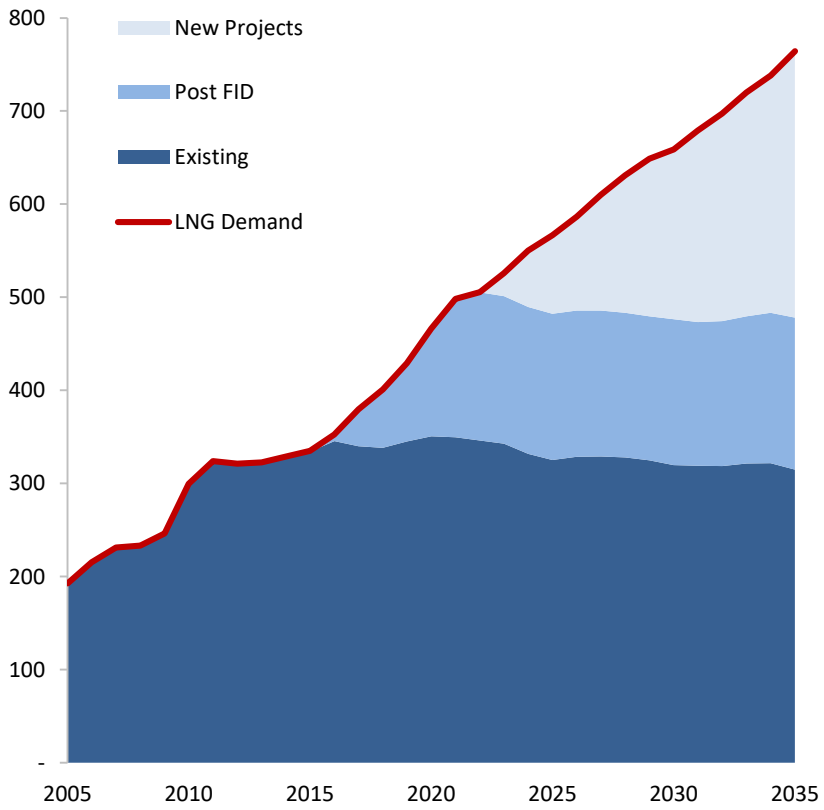


Note: Pre final investment decision (Pre-FID) projects with <50% chance of success are excluded.

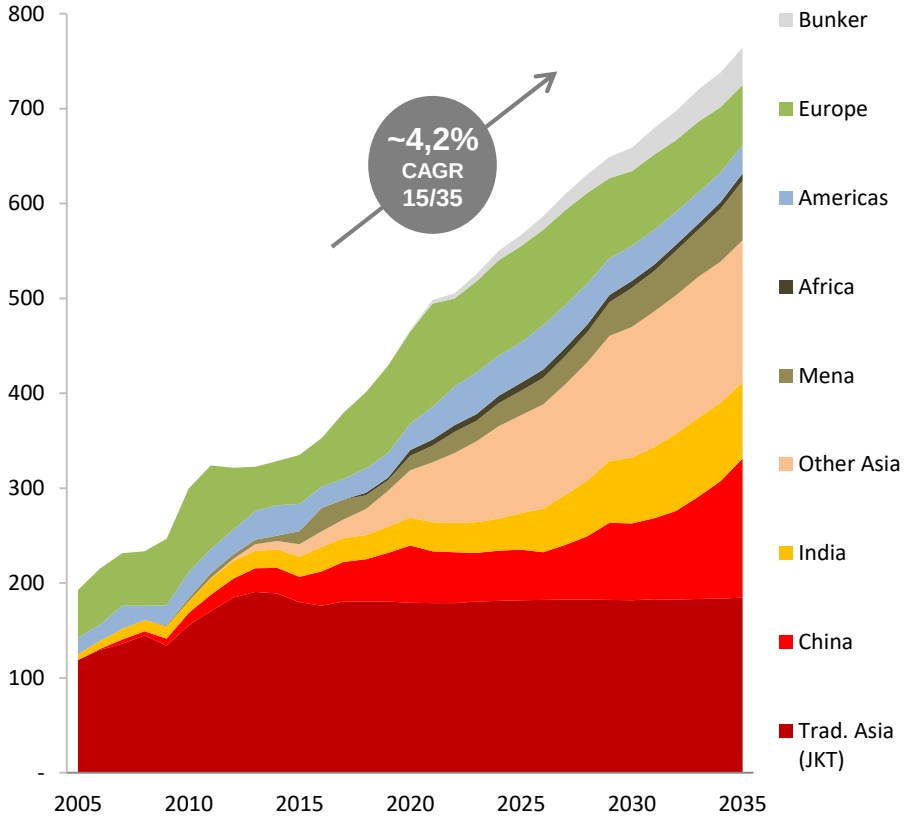
Source: Bloomberg New Energy Finance

GLOBAL LNG BALANCE ~ +4,2% / YEAR (2005 – 2035)
COMPETITION AMONG NEW SUPPLY AREAS, WHILE ASIA PULLING THE DEMAND

LNG Supply
Bcm



LNG Demand
Bcm



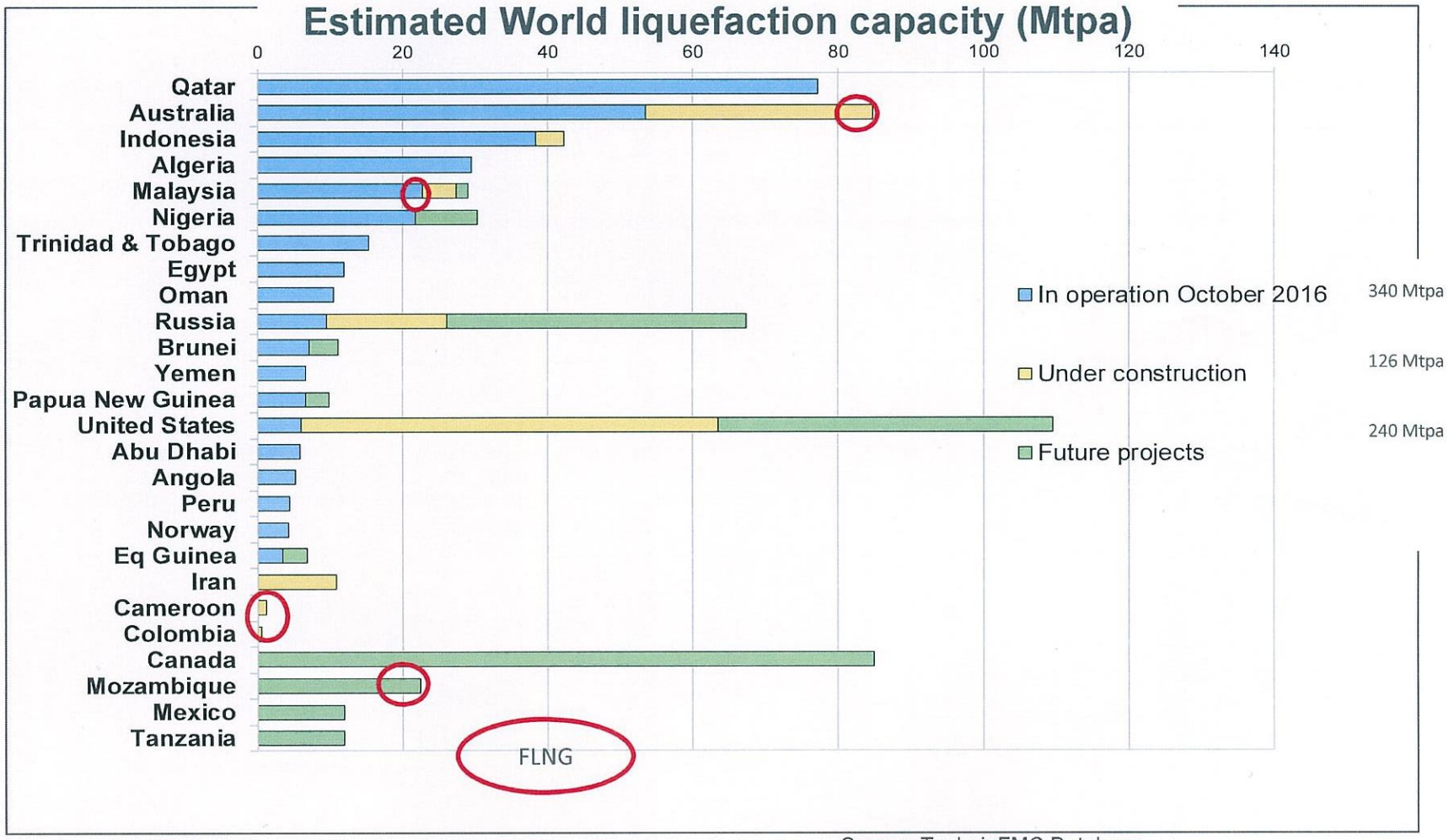
Europe is absorbing the excess of supply in the coming years.

After 2023, need for LNG projects from new supply areas to be sanctioned.

Additional pockets of demand should appear mainly in Asia and MENA and in new uses such as bunkering.

PROJETS DE GNL ET DE FLNG DANS LE MONDE

LE FLNG EST UNE TECHNOLOGIE ÉMERGENTE



Source: TechnipFMC Database

PARTIE 6

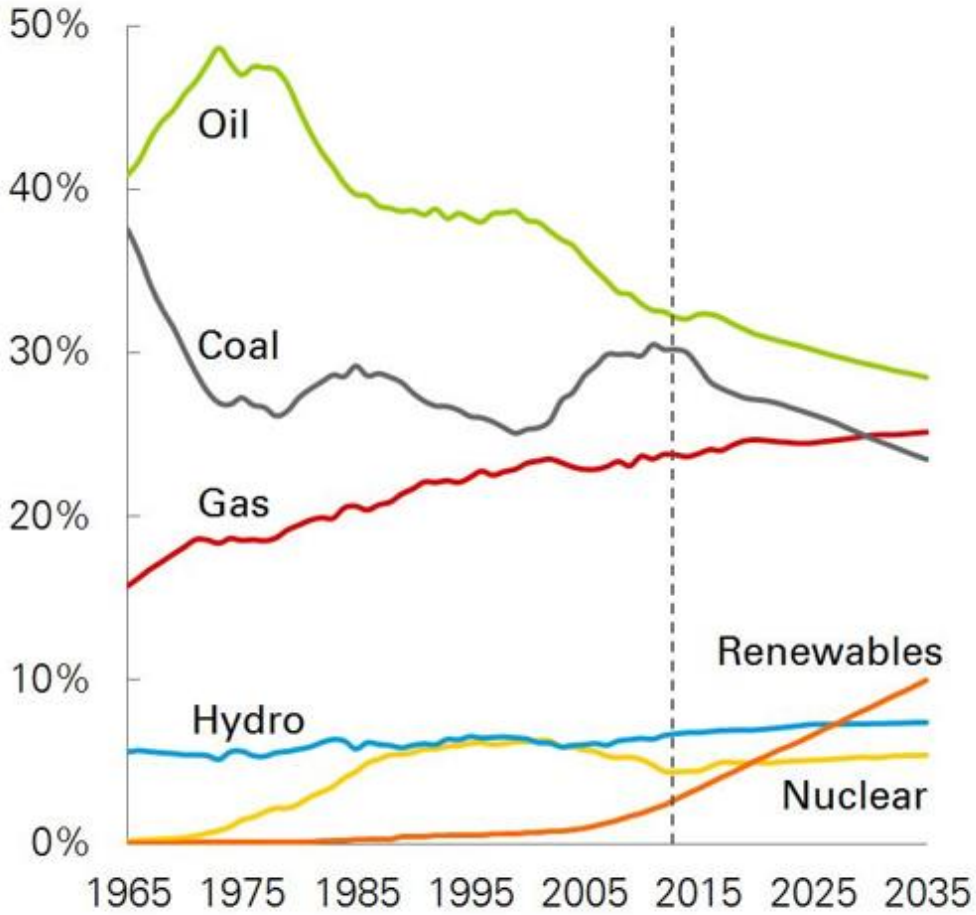
PÉTROLE, GAZ ET CHARBON, FACE AUX RISQUES CLIMATIQUES :

UNE INCOHÉRENCE ENTRE PRÉVISIONS ÉNERGÉTIQUES MONDIALES ET L'OBJECTIF « 2°C » D'ICI 2100

UNE TRAJECTOIRE INSOUTENABLE : DES MOUVEMENTS ÉCOLOGIQUES ET DES RESPONSABLES POLITIQUES INCAPABLES DE HIÉARCHISER LES OBJECTIFS

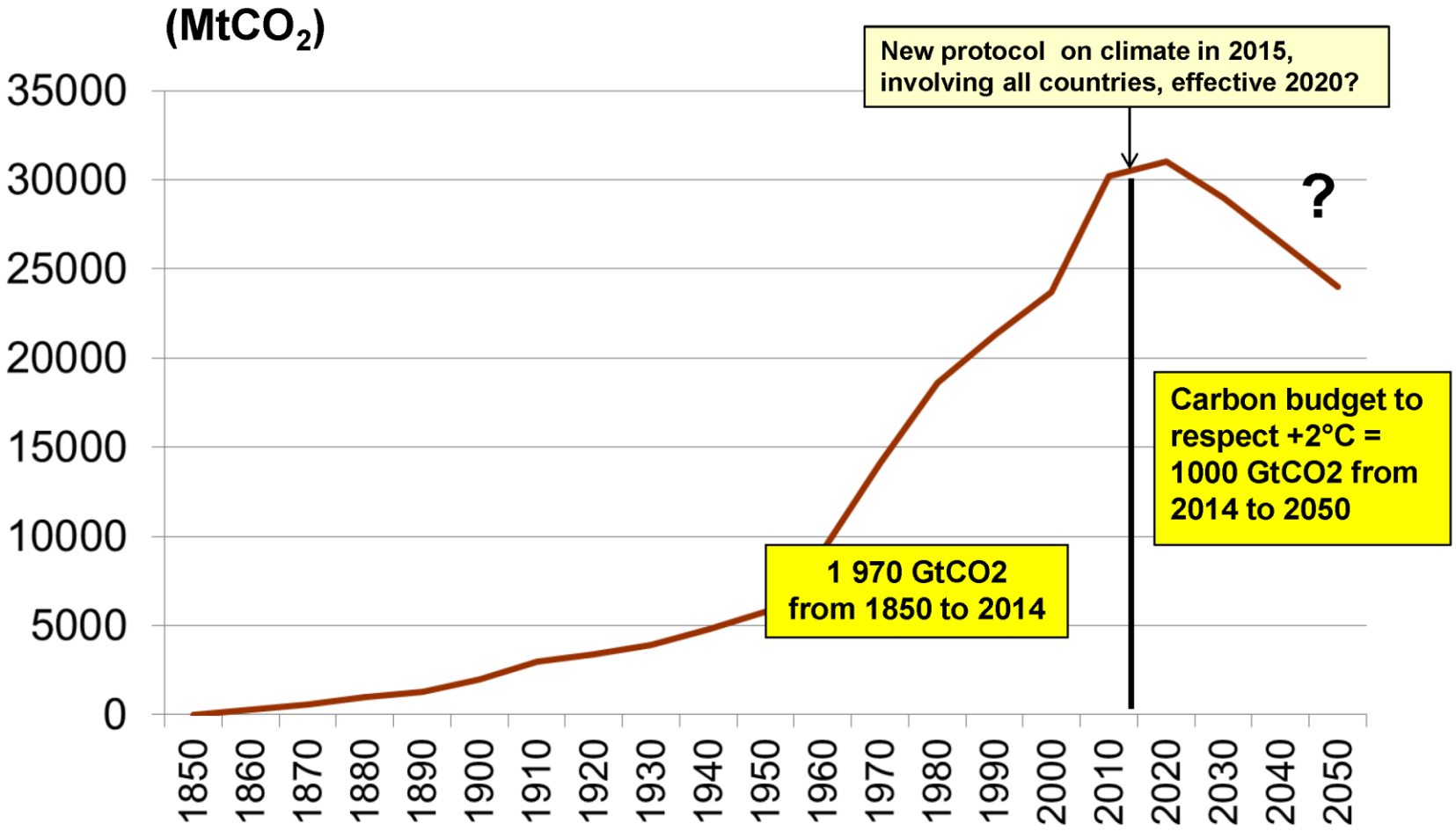
PART DES DIFFÉRENTES SOURCES D'ÉNERGIE (1965 – 2035)

LA GRANDE INERTIE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES AU PLAN MONDIAL

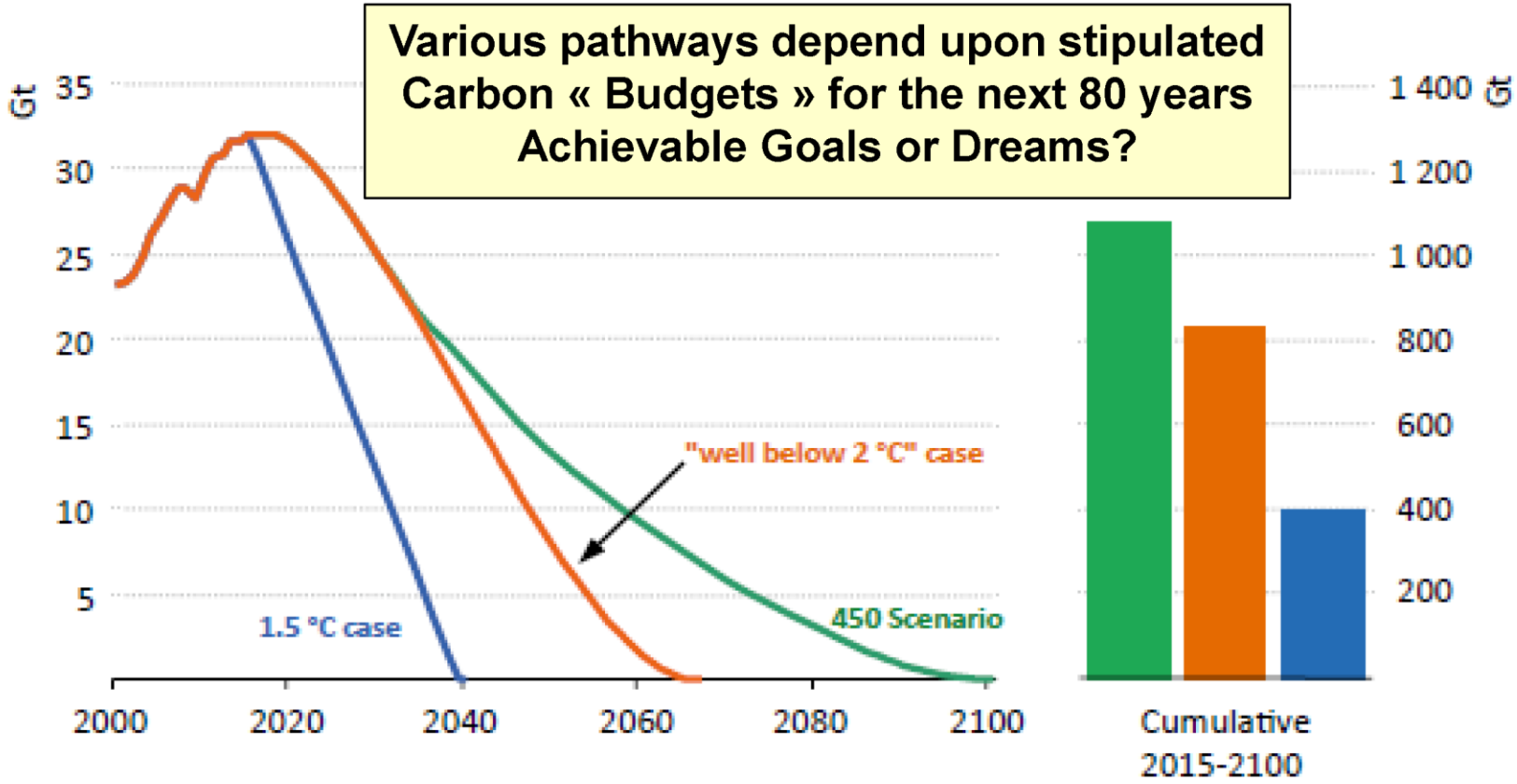


Source : BP Outlook 2035, 2017

CO_2 ENERGY BUDGET: NEED TO REVERSE THE TREND



PATHWAY TO GET 1.5°C INSTEAD OF 2.0°C (IEA WEO 2016)



Without net-negative emissions, energy sector CO_2 emissions fall to zero by 2040 for a 50% chance of 1.5 °C and around 2060 for a 66% chance of 2 °C

Source: IEA WEO 2016

« Budget » Fossil Energy Production:

 # 1 000 GtCO2 / 2,9 toe = 345 Gtoe

345 Gtoe/11 Gtoe = 31 years of production Fossil

« Budget » Hydrocarbons Production, assuming Coal is completely stopped as from tomorrow and fully replaced by Natural Gas:

 # 1 000 GtCO2 / 2,6 toe = 385 Gtoe

385 Gtoe/11 Gtoe = 35 years of production HC

PARTIE 7

CONCLUSIONS : DIFFICILE DE NE PAS ÊTRE PESSIMISTES !

CONCLUSIONS AU PLAN MONDIAL

Il faudrait favoriser l'électricité peu carbonnée pour les transports, le chauffage et la climatisation. Priorité à la « décarbonation » de l'électricité.

Ceci suppose d'organiser des transferts financiers massifs pour stopper toutes constructions de centrales à charbon et fermer au plus vite possible celles existantes.

Ces transferts seraient en faveur des EnR, du nucléaire et du gaz naturel.

En pratique ceci nécessiterait de mettre en place des systèmes de « prix du CO_2 » avec plancher élevé (disons 100 $/T de CO_2 de 2020 à 2030) et des plafonds (disons 200$/T de CO2 de 2020 à 2030).

Les espoirs fondés sur le stockage du CO_2 (CCS), l'exploitation des biomasses (biofuel, biogaz), où l'hydrogène énergie sont totalement déraisonnables au plan des analyses coûts versus bénéfices.

L'utilisation de CO_2 en chimie de masse paraît à priori peu réaliste pmais demande à être revue (progrès de la catalyse ?)

CONCLUSION EN FRANCE

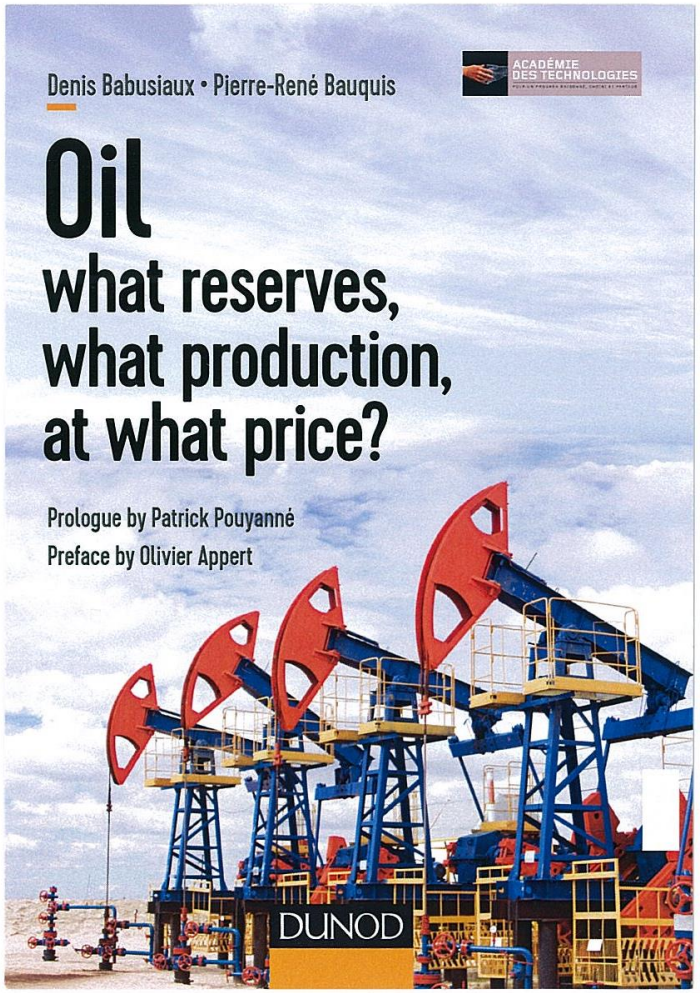
L’acharnement antinucléaire des écologistes et la désinformation systématique par l’ADEME conduit à des politiques absurdes face aux risques climatiques, bien plus importants que les risques nucléaires.

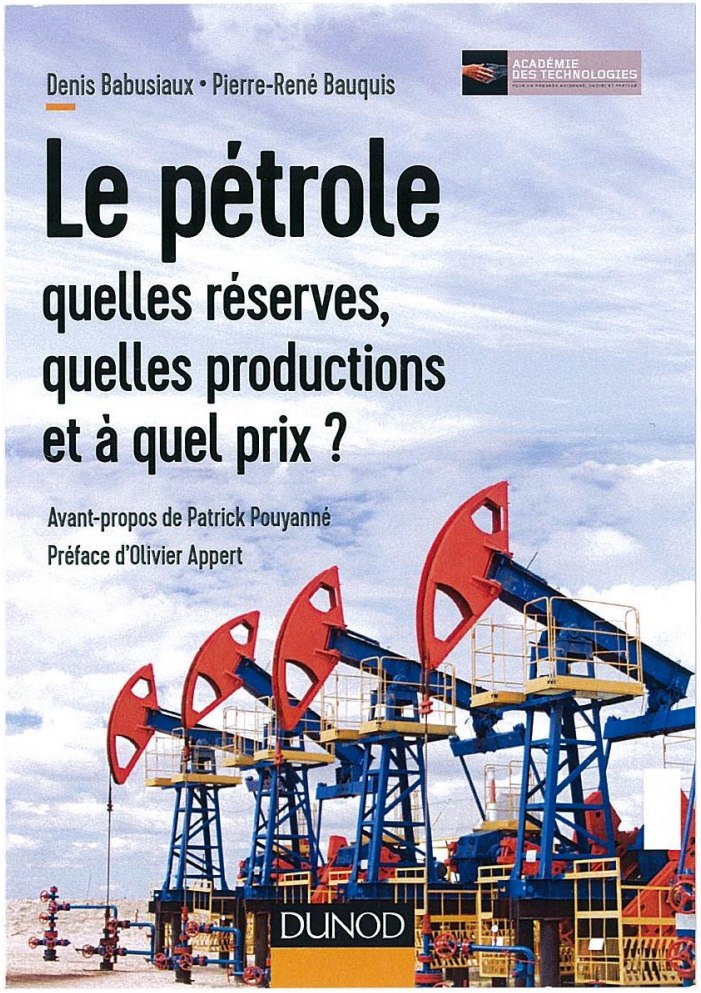
En France on concentre les « dépenses vertes » sur l’électricté… qui est déjà décarbonnée, au lieu d’utiliser ces moyens financiers pour réduire l’usage des énergies fossiles dans le logement et les transports (remplacement par l’électricité).

En France on a décidé de politiques énergétiques majeures sur des bases incohérentes élaborées par des organismes incompétents ou par des politiques aux motivations court terme pour des question de long terme.

Exemple : RT 2012, interdiction fracturation hydraulique, interdiction exploration pétrolière et gazière, fermetures de centrales nucléaires (exemple de Fessenheim), sans critères rationnels pour le choix des centrales qu’il faut fermer si la Loi l’exige. « Absurdum Lex sed Lex »…

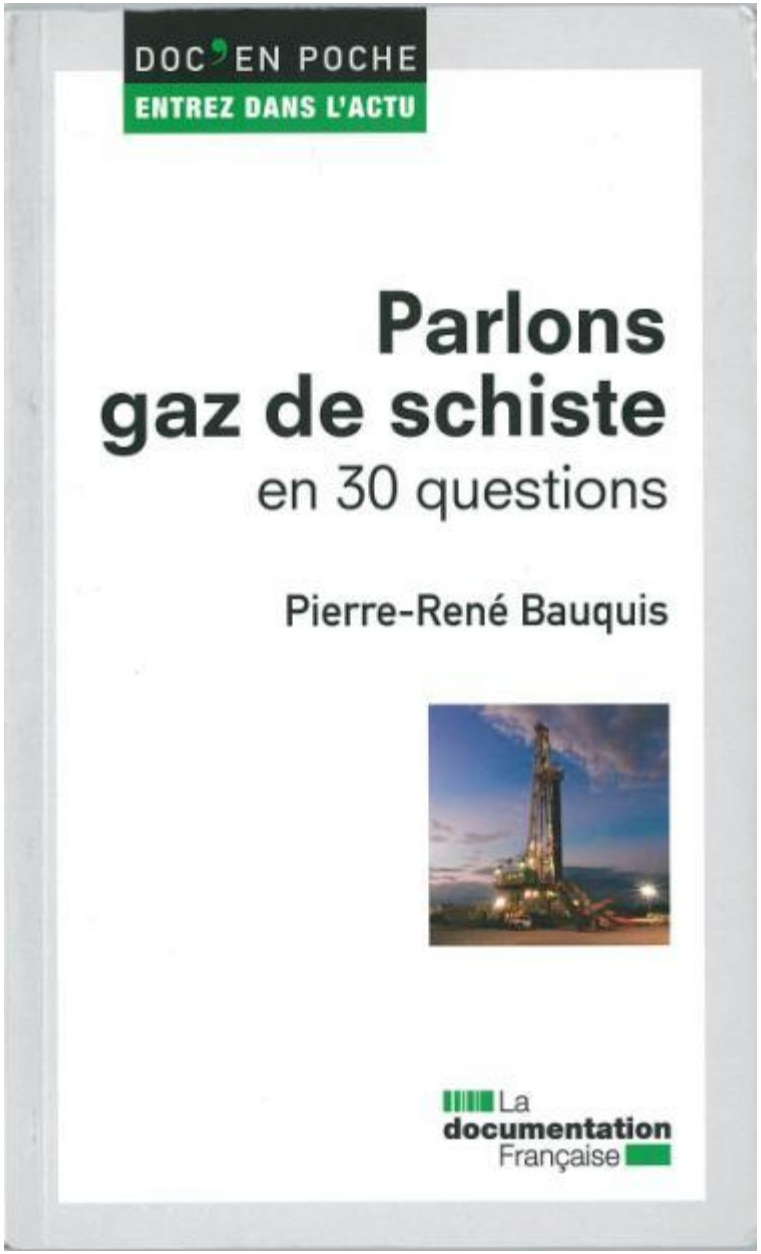
SORTIE EN FRANÇAIS LE 15 NOVEMBRE 2017, EN ANGLAIS LE 30 NOVEMBRE ET EN RUSSE LE 10 DÉCEMBRE : DISPONIBLE EN FRANÇAIS CHEZ VOTRE LIBRAIRE AU PRIX DE 29,90 EUROS ET EN RUSSE (SUR DEMANDE AUX AUTEURS)





VERSION RUSSE PUBLIÉE PAR L'INSTITUT RUSSE DU PÉTROLE DE MOSCOU

- Version russe lancée le 9 décembre 2017 à Moscou par l'université GUBKIN (l'IFP – School russe)
- La même journée, MM POUYANNÉ et POUTINE inauguraient YAMAL LNG et le chargement du « Christophe de Margerie »
- Ce projet devrait produire à pleine capacité durant une cinquantaine d'années….



- **Pour savoir l'essentiel sur les « gaz de schistes » un petit ouvrage d'initiation pour 5,90 euros publié par la Documentation Française.**
- **Offrez-le à tous vos amis, et à tous les écologistes de votre connaissance.**
- **L'auteur (P.R. BAUQUIS) est totalement indépendant et les droits d'auteur vont à de bonnes œuvres.**
- **Pour « une mise à jour » sur les shale oil, voir article Denis Babusiaux PR Bauquis dans la revue de l'énergie de décembre 2017**

(သင့်ကို) ကျေးဇူးတင်ပါတယ်

Bedankt

Terima Kasih

gracias

Thank you

谢 谢

Cám ơn

شكرا

спасибо

merci

grazie

Obrigado

ขอบคุณมาก

Tusen takk