

2^{ème} Colloque du Club Energie

AIED-IAP

**DU PETROLE AUX ENERGIES
RENOUVELABLES :
VERS UN NOUVEAU PARADIGME
TECHNICO-ECONOMIQUE**

Sidi Mohamed BAGHDADLI
Expert Géologue Pétrolier

Alger, 21 Février 2015

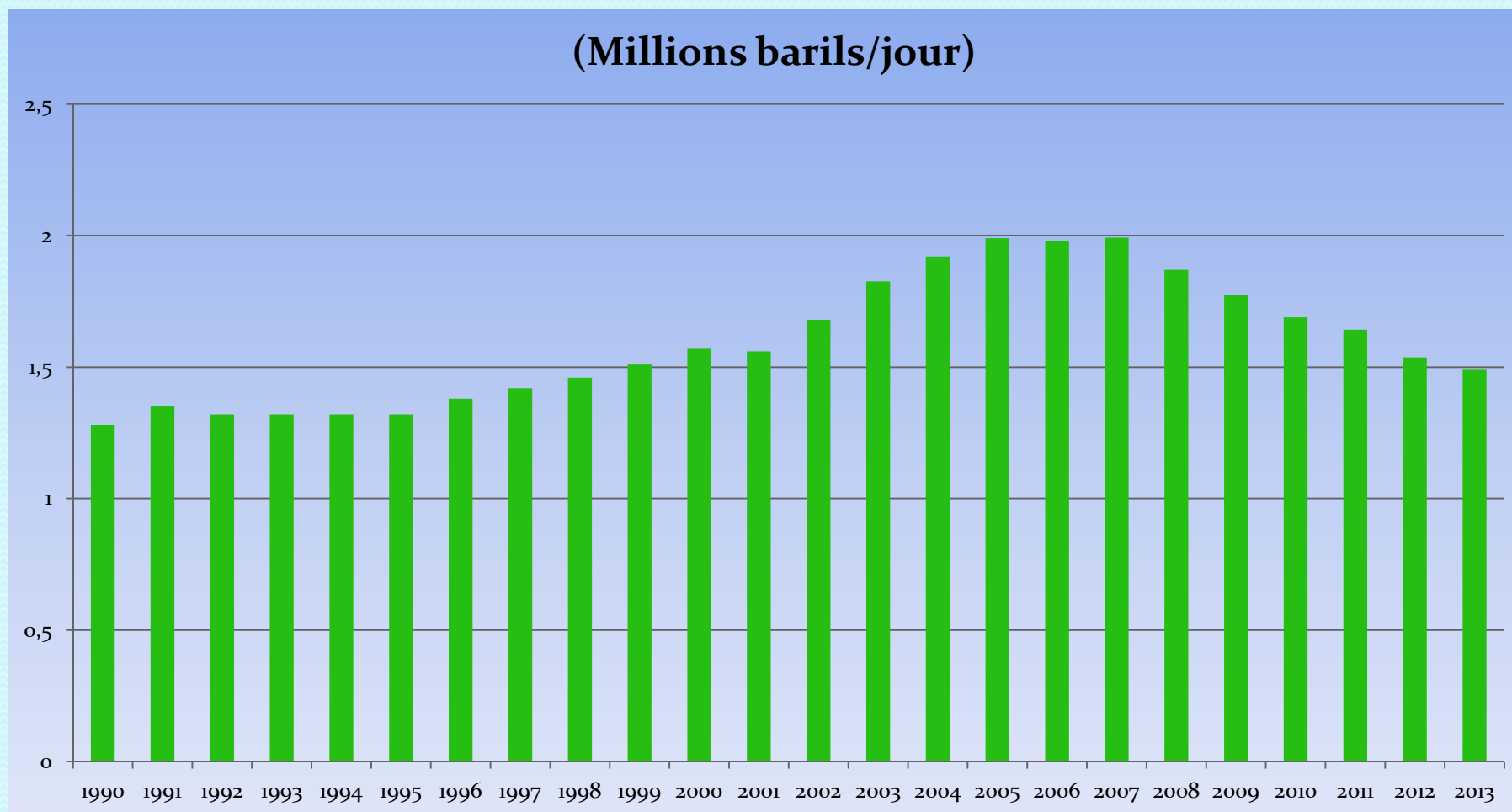


PIC PETROLE ALGERIE

L'après Pic signifie :

- Déclin exportation plus rapide que déclin production
- Mise en place rapide de solutions:
 - Développement d'énergie renouvelables
 - Economies d'énergie
 - Changement du mode de vie actuelle
- Cela se fera grâce aux hydrocarbures conventionnels (Récupération Tertiaire, Nouvelles Découvertes) et non conventionnels (mais quelles réserves ,quels coûts production et quelles rentabilités et à quelles échéances!) et prendra plusieurs années.

PRODUCTION PÉTROLE & LIQUIDES



Entre 2006 et 2013: Production : - 25% / Exportations: - 29%

SCENARIO PROBABLE POUR LES HYDROCARBURES LIQUIDES SUR LES RESERVES ACTUELLES +PROBABLES & POSSIBLES

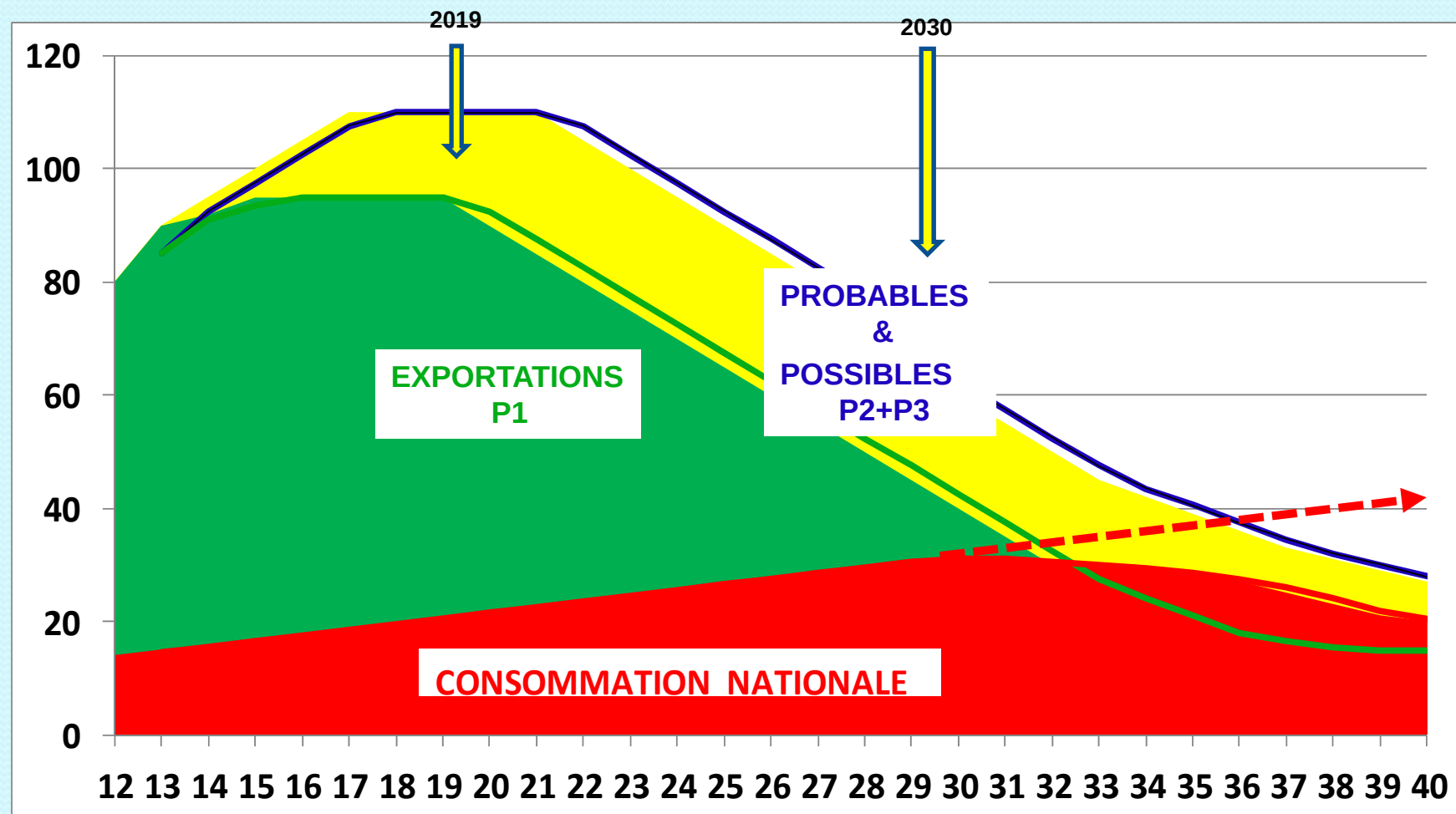


■ Consommation Nationale

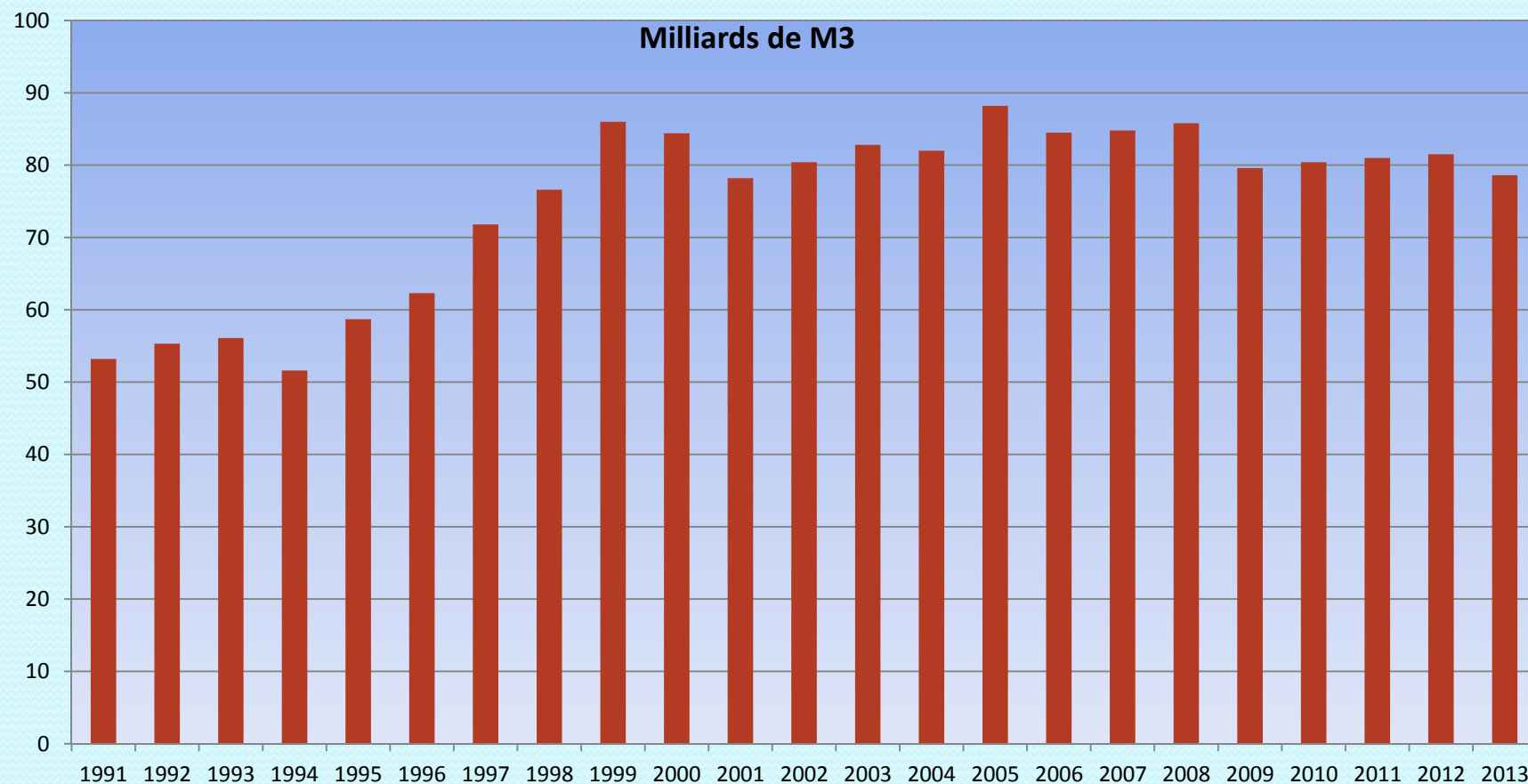
■ Production P1

■ Production P1+P2+P3

MM TEP



PRODUCTION GAZ



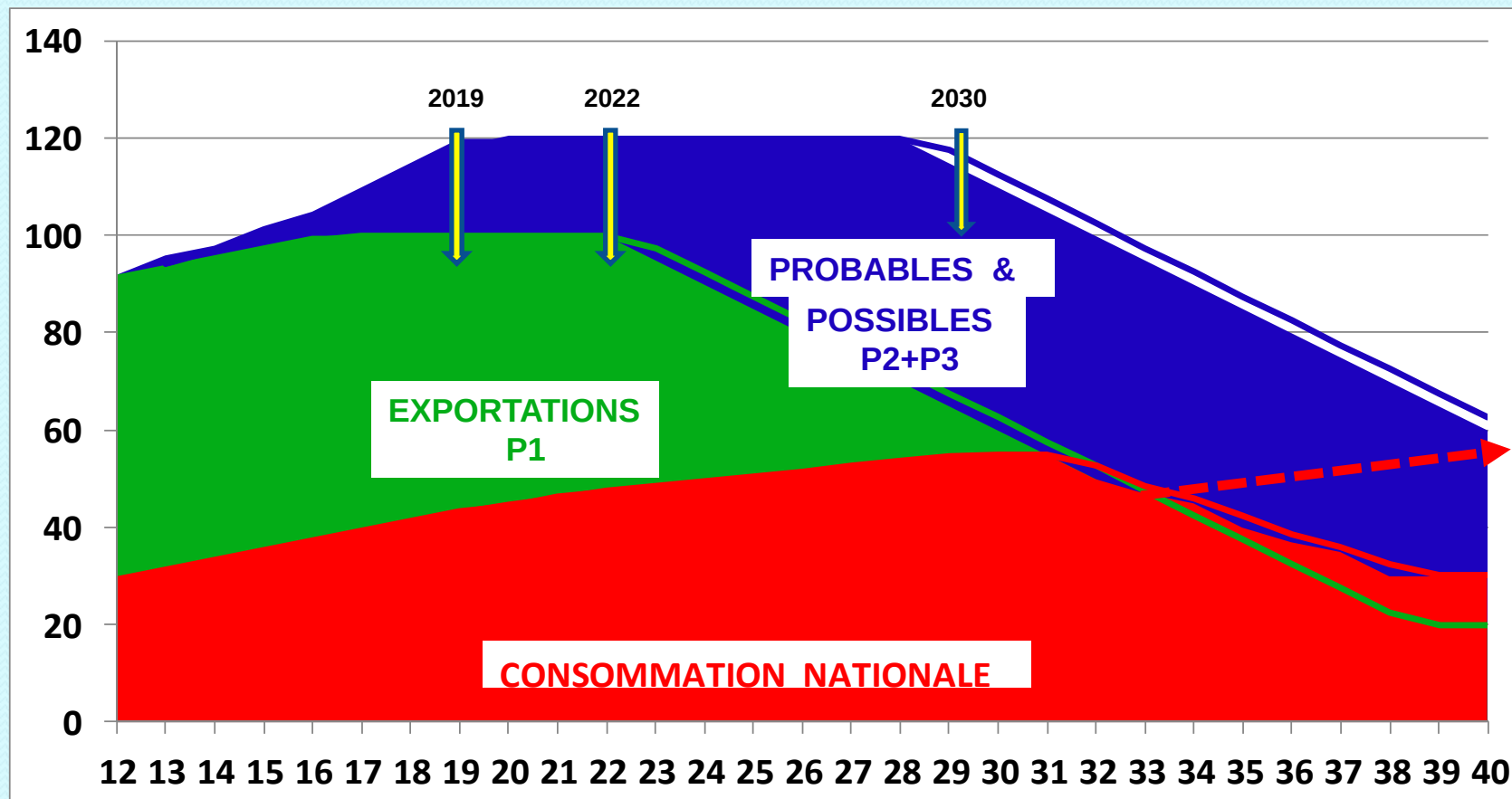
Entre 2006 et 2013: Production Gaz: - 14.5% / Exportations: - 22.5%

SCENARIO PROBABLE POUR LE GAZ NATUREL BASE SUR LES RESERVES ACTUELLES +PROBABLES & POSSIBLES



■ Consommation Nationale ■ Production P1 ■ Production P1+P2+P3

Mds M3



PIC PETROLE MONDIAL

- Pic production:
 - Atteint en 2006 (d'après AIE) et il en coûtera beaucoup plus cher pour extraire le pétrole restant
 - Baisses cycliques (2009 ; 2015)
- Pic par habitant(1979):

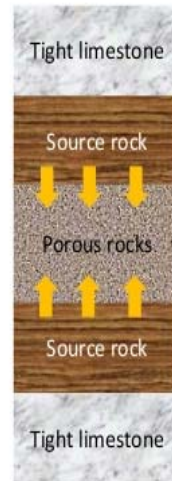
Croissance de la population mondiale plus rapide que les découvertes de nouvelles réserves
- Evolution Fracturation Hydraulique et Forage Horizontal
 - Développement de nouvelles ressources aux USA, huile à partir des réservoirs compacts(Tight oil) et gaz à partir des argiles roches mères (Shale Gas)
 - Cette avancée technologique a produit un boom dont on dit qu'il est aujourd'hui un « Game changer »

PRINCIPAUX TIGHT OIL PLAYS: UN AVANTAGE GEOLOGIQUE

PLAY BAKKEN

Charging the Bakken reservoir

- The middle Bakken dolomite member is the principal oil reservoir (at ~3.2 km depth)
- Once the Bakken organic-rich shales are in the oil window, they try to expel oil to all directions
- They are sealed from above and below by tight limestones so they expel the oil towards the more porous dolomite
- Porosities in the Bakken dolomites average about 5%, and permeabilities are very low, averaging 0.04 millidarcies.
- However, the presence of horizontal fractures makes the dolomites an excellent candidate for horizontal drilling
- Overpressure generated by the oil may produce micro-fractures thereby enhancing their permeability



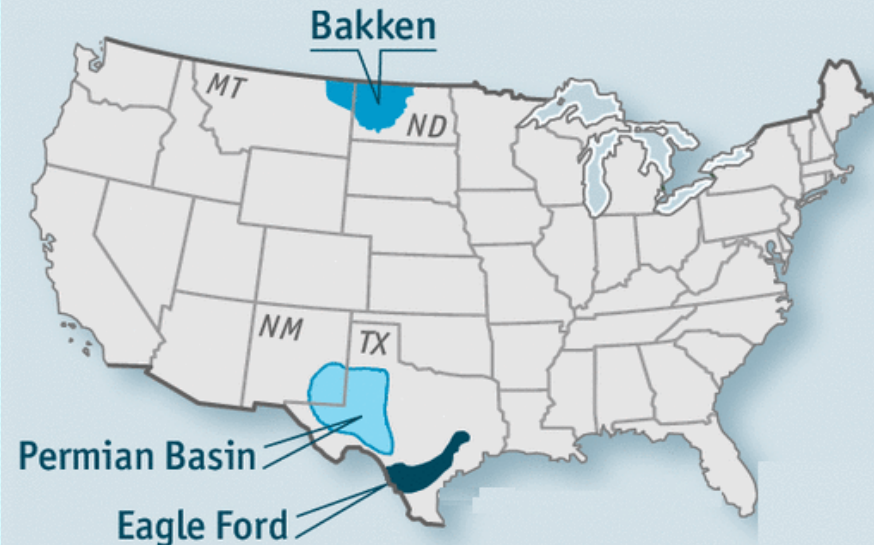
Upper Bakken
(oil source)

Middle Bakken
(oil reservoir)

Lower Bakken
(oil source)

Where frackers frack

Biggest tight-oil production basins



The Bakken Formation

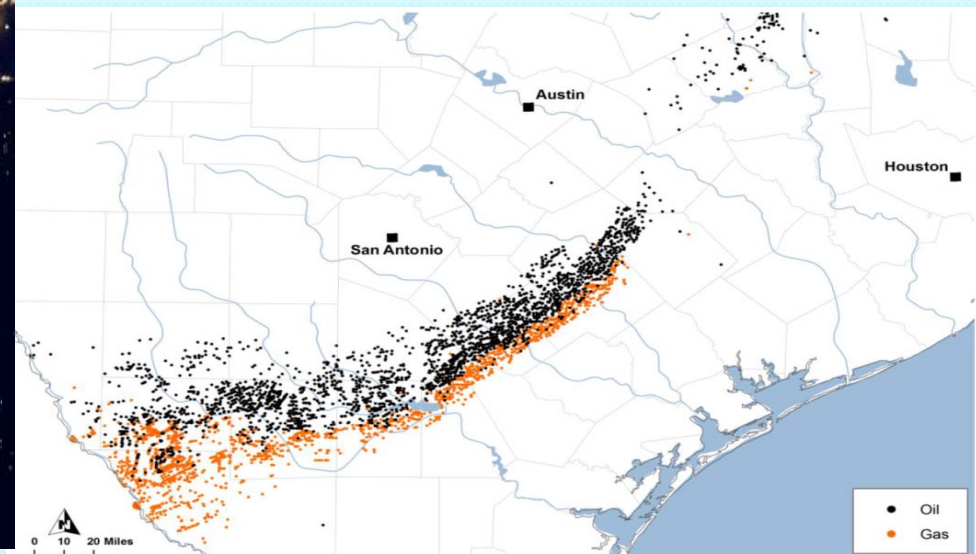
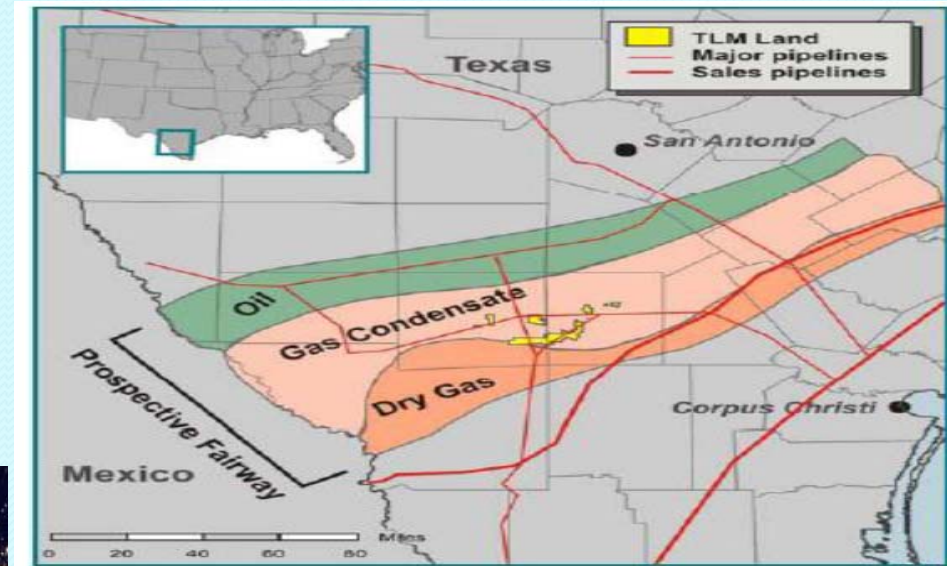


- Occupies about 520,000 km² of the subsurface of the Williston Basin
- The Bakken is 46 m thick in NW North Dakota and it thins to the SE
- Upper and lower members consist of hard, siliceous, black organic-rich shales which form effective seals for the middle member
- The middle member comprises five variable lithologies, from siltstones to fine-grained sandstone and limestone, all with low permeability and porosity
- It is the temporary switch to oxygen-rich conditions that produced the shale-silt-shale sandwich in the Bakken formation

TIGHT OIL:PLAY EAGLE FORD

(du pétrole, du condensat et du gaz)

Bakken et Eagle Ford sont les 2 piliers du boom US (huile & gaz) situés dans des Etats à habitat dispersé (N.Dakota & Texas) et produisent 2/3 production US

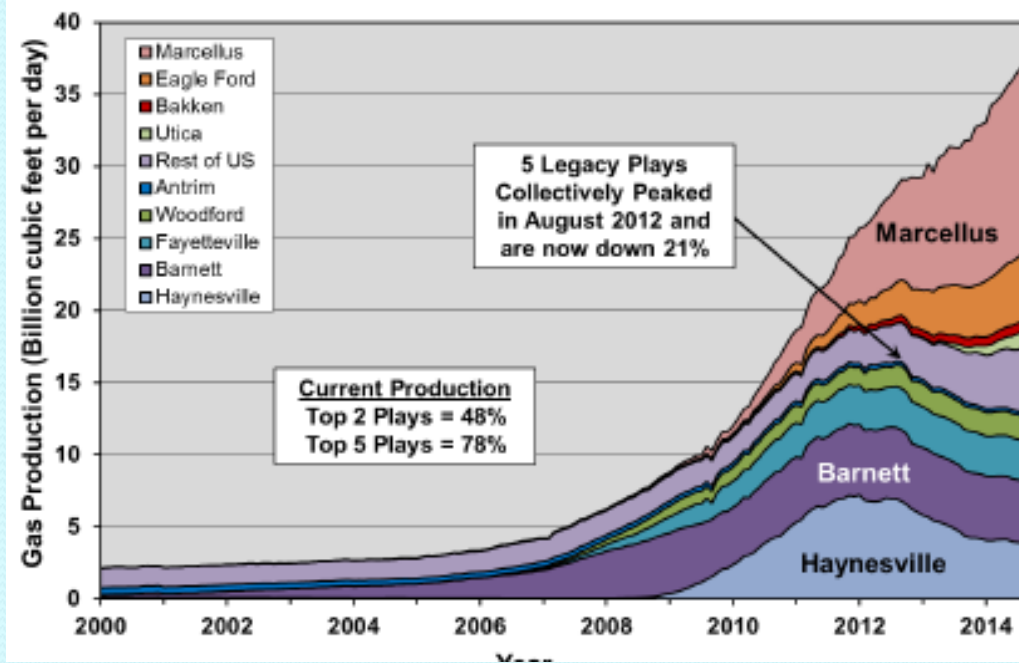
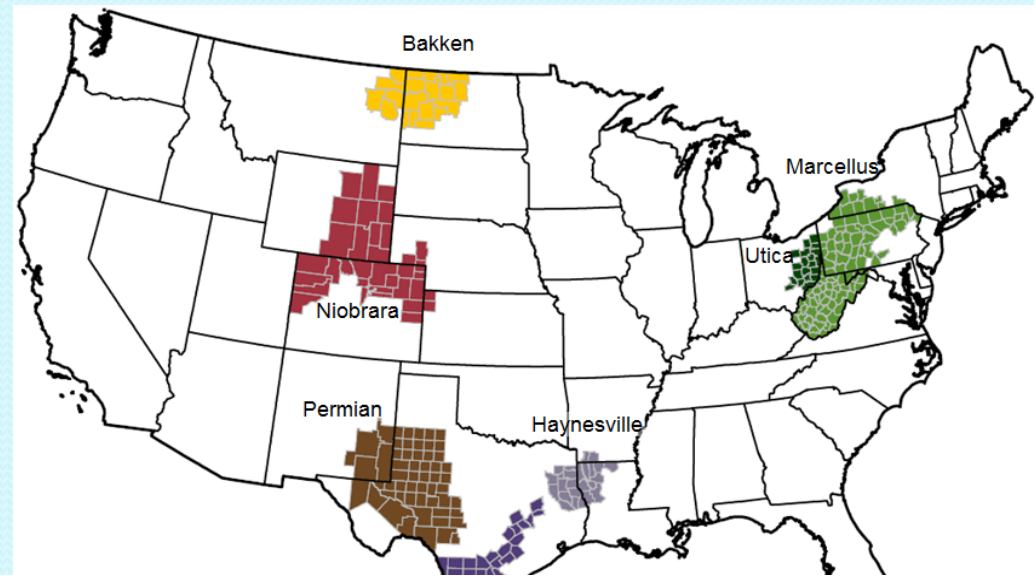


PRINCIPAUX SHALE GAS PLAYS US

Présence plusieurs roches mères d'où plusieurs shale plays:

Barnett, Haynesville, Antrim, Fayetteville, Woodford(en déclin depuis 2012)

Marcellus ,le plus grand play produit avec Eagle ford 48% du total



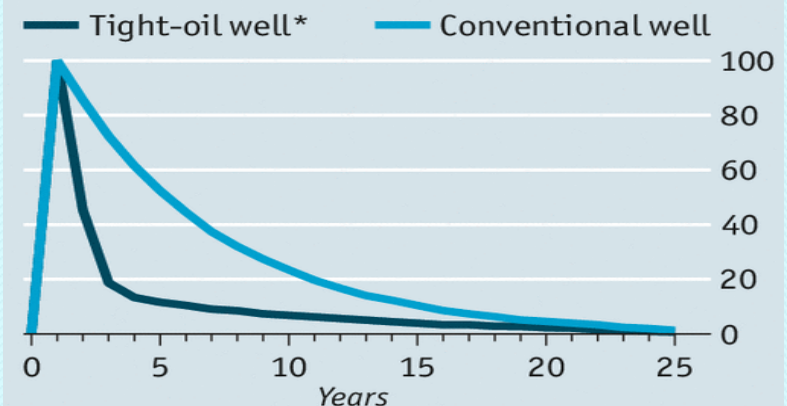
SHALE GAS ET TIGHT OIL US

Le Shale Boom est-il durable!

- Faible taux de récupération
- Faible Productivité des puits et leur rapide Déplétion
- Croissance production à des prix en augmentation et qui requiert :
 - Forage intensif (treadmill: tapis roulant) avec des coûts collatéraux financiers et environnementaux
 - Forer plus et plus vite pour un retour sur investissement plus rapide
- Levier de manipulation de « la main invisible du marché »

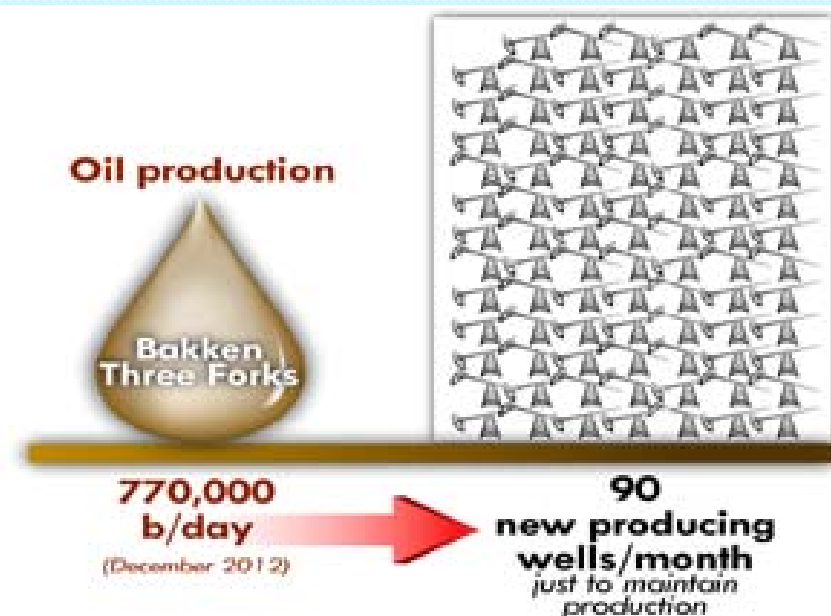
Quick hit v slow burn

Typical production curves of different kinds of oil well
Peak production=100%



Source: International Energy Agency

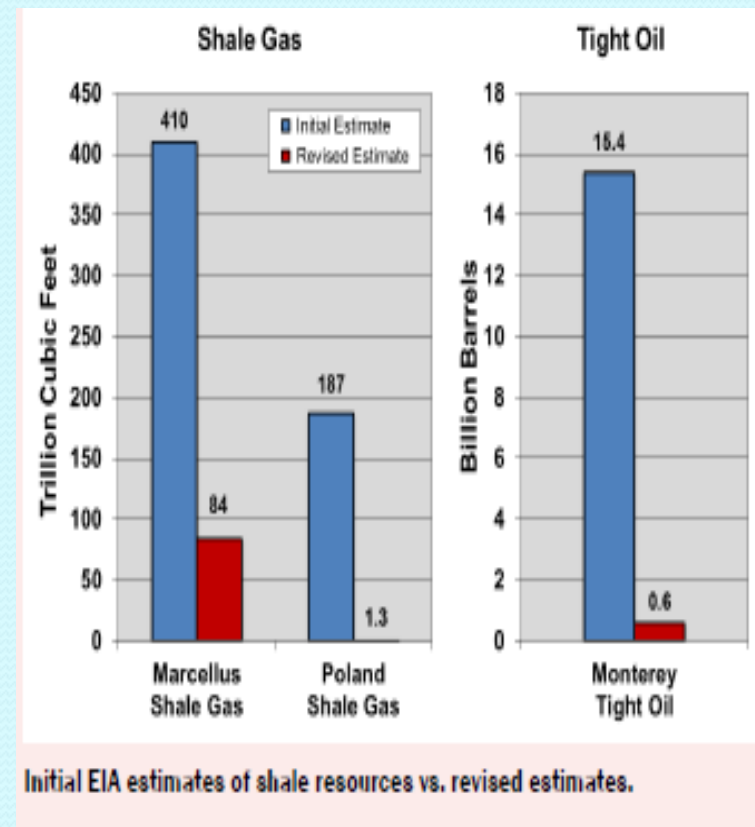
*Including shale



MYTHES & REALITES DU SHALE GAS

MYTHE DE L'ABONDANCE & SURESTIMATION DES RESERVES

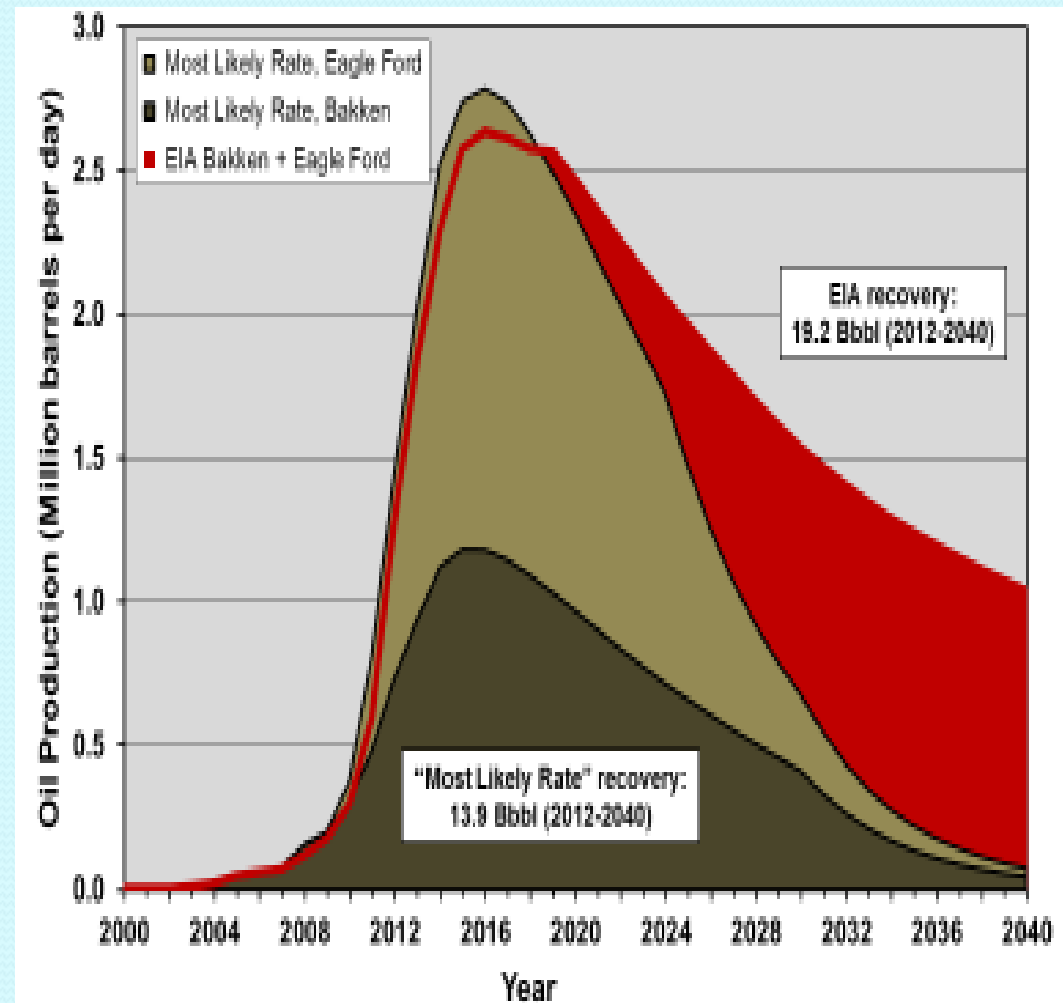
- Les ressources ne sont pas des réserves et les mauvais réservoirs ne peuvent pas être plus performants que les bons (**faible productivité des puits** et **faible taux de récupération**)
- Prévisions officielles venant de l'US-EIA: **estimations très optimistes** et **surévaluations** des capacités de production basées sur les puits les plus productifs se trouvant dans les « **sweet spots** »
- David Hughes, géologue indépendant a étudié tous les plays (63 000 puits à mi- 2014) et a donné ses révélations dans un rapport fin 2014



MYTHES & REALITES DU SHALE GAS

Le rapport TIGHT OIL:

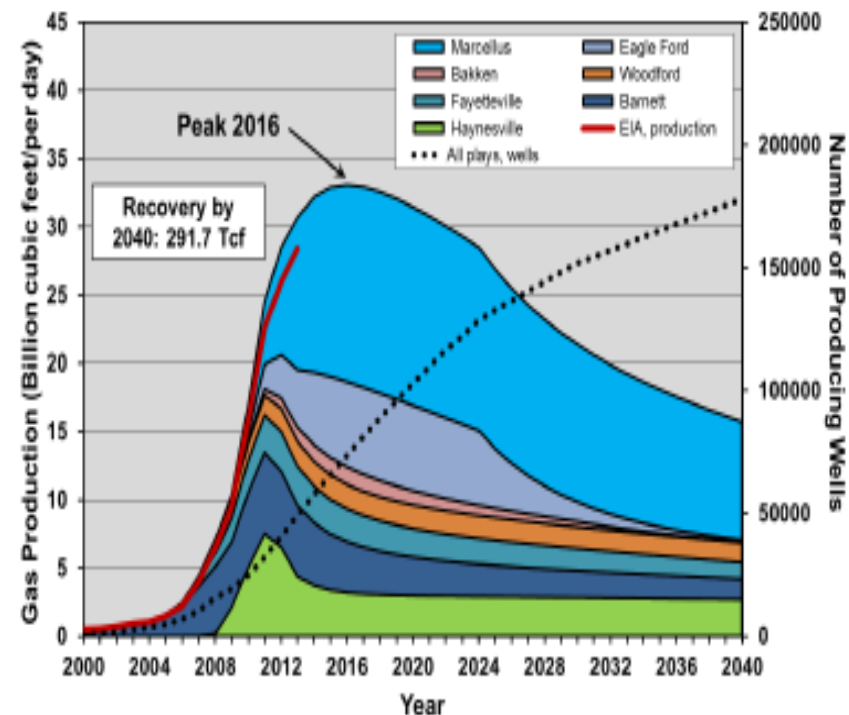
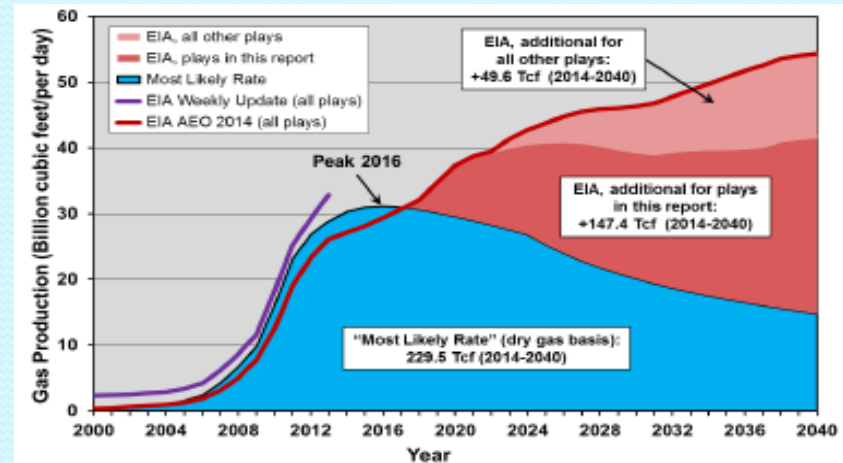
- La production d'huile de la majorité des plays atteindra le Pic avant 2020
- La production des 2 Top plays (BAKKEN & EAGLE FORD: 2/3 de production) sera en dessous des prévisions de 28%
- La production totale des 2 plays annoncée à 1 Million b/j en 2040 ne sera que de 75 000 b/j



MYTHES & REALITES DU SHALE GAS

Le rapport SHALE GAS:

- 4 des 7 Top shale gas plays sont déjà en déclin
- Quelque 130 000 puits additionnels devront être forés pour atteindre la production projetée en 2040, en plus des 50 000 aujourd'hui, ce qui nécessiterait , au coût de 7 millions \$ le puits, \$910 milliards sans les autres coûts



Spécificités du Boom « Shale » US

- Avantage géologique
- Propriété du sol et Droits miniers privés
- Politiques : R&D, fiscalité, leasing(bail)de parcelles au début à bas prix pour revendre plus cher plus tard aux grandes sociétés
- Tissu industriel dynamique: multitude de compagnies indépendantes, des sociétés de service à proximité, un parc appareil de près de 1600 (dont 98% pour le forage horizontal) comparé aux 1400 dans le reste du monde, durées forage et complétion réduites de moitié
- L'existence ancienne de technologies clefs (forage horizontal fracturation et sismique 3D) plus quelques innovations (cartographie fractures par microsismique...) pour une exploitation complexe (multifrac...)
- Structure marché et marché capitaux

- Rentabilité des shale gas reste encore controversée par
 - valeurs très dispersées des performances des puits
 - difficultés de prévoir le potentiel et la durée de production des puits et du prix du gaz

En ce qui nous Concerne

- Les shales « oil & gas » feront probablement partie de notre Mixte Energétique (si rentabilité prouvée)
- Mais risquent de:
 - retarder le développement des énergies renouvelables
 - d'aggraver notre dépendance aux hydrocarbures (rente) et la vulnérabilité de notre économie

MODELE DES RESSOURCES

RESSOURCES FOSSILES (épuisables)

- Leur **Localisation**, la complexité de leur **Extraction** et les **Process** de **Transformation** ont donné :
- Naissance d'**Infrastructures** Hautement **Centralisées** et **Monopolistiques** (organisation verticale)
- Conséquences:
 - **Organisation pyramidale** des entreprises (hiérarchisées et bureaucratisées)
 - **Gestion marchande** du monde
 - Modes de **consommation capitalistiques** (société de consommation)
 - Naissance de **pôles urbains congestionnés** (banlieues tentaculaires..)
 - **Dégâts** considérables à la biosphère
 - Nombreuses **guerres** du pétrole

Facture de l'Age des Energies fossiles

Dégâts sur la Biosphère

- **Changements climatiques** (négociations dominant les relations internationales)
- **Ecosystèmes déséquilibrés** alors que leurs capacités sont limitées: déforestation, érosion des sols, productions agricoles bouleversées...
- **Déchets et matières polluantes** en constante augmentation

Prise de conscience mondiale des périls de la vie sur notre planète par l'addiction de l'économie aux combustibles fossiles et de la nécessité de réviser certains concepts économiques:

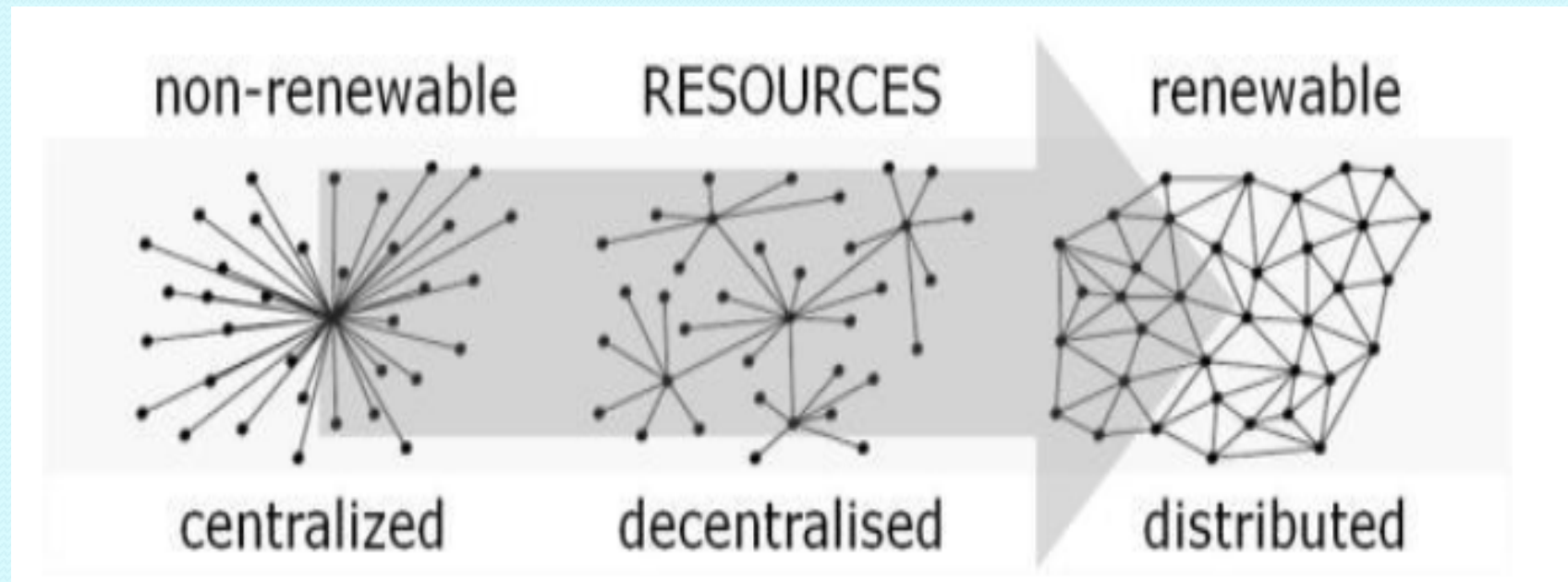
- **La fascination pour le seul PIB**, indicateur global et de court terme, pour mesurer l'activité économique (valeur ajoutée et non le stock de capital) a fait oublier de se focaliser sur la richesse par habitant
- **Le PIB mesure la rapidité de gaspillage de nos ressources** et leur conversion en flux monétaires et le taux avec lequel notre richesse en hydrocarbures est déplétée et le plus tôt serait le mieux. Ce **PIB** là mesure-t-il un **produit** ou un « **coût** intérieur brut! »

MODELE DES RESSOURCES (suite)

Caractéristiques des RESSOURCES RENOUVELABLES

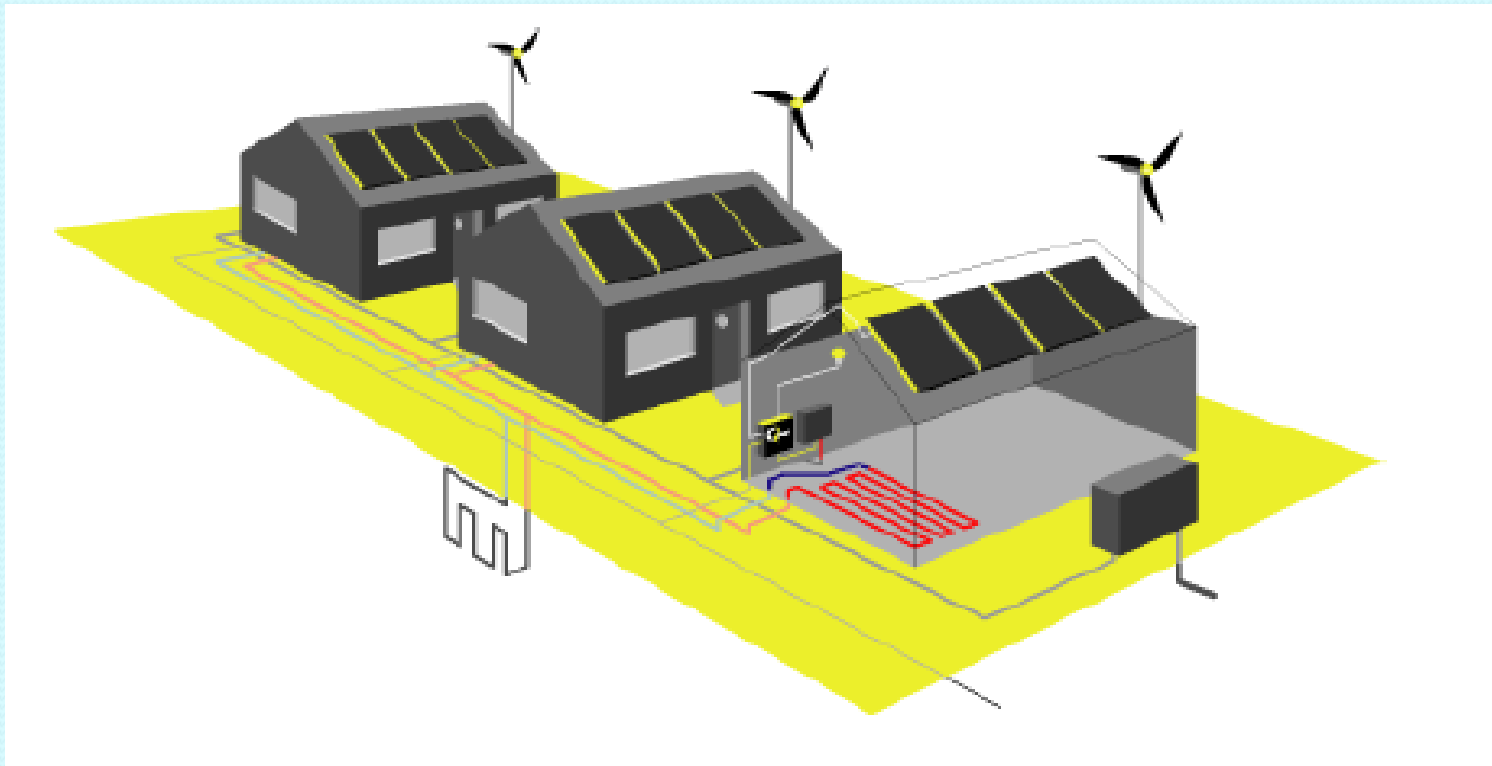
- Basées **localement**, **abondantes** et **disponibles** partout
- **Systèmes de génération** énergétiques **décentralisés** (organisation horizontale)
- Utilisées grâce à des **processus simples**
- **Distribuées** et structurées en «**microgrids** » ou réseau
- **Modulaires** : applications allant des milliwatts au mégawatts
- **Offre infinie**(soleil et vent gratuits)
- **Avantages** certains sur l'environnement (effet de serre réduit)
- **Grands réservoirs d'emplois** et de **nouveaux métiers**
- **Energie durable** seul **levier clé** d'un **développement durable**

Du non renouvelable centralisé au renouvelable distribué



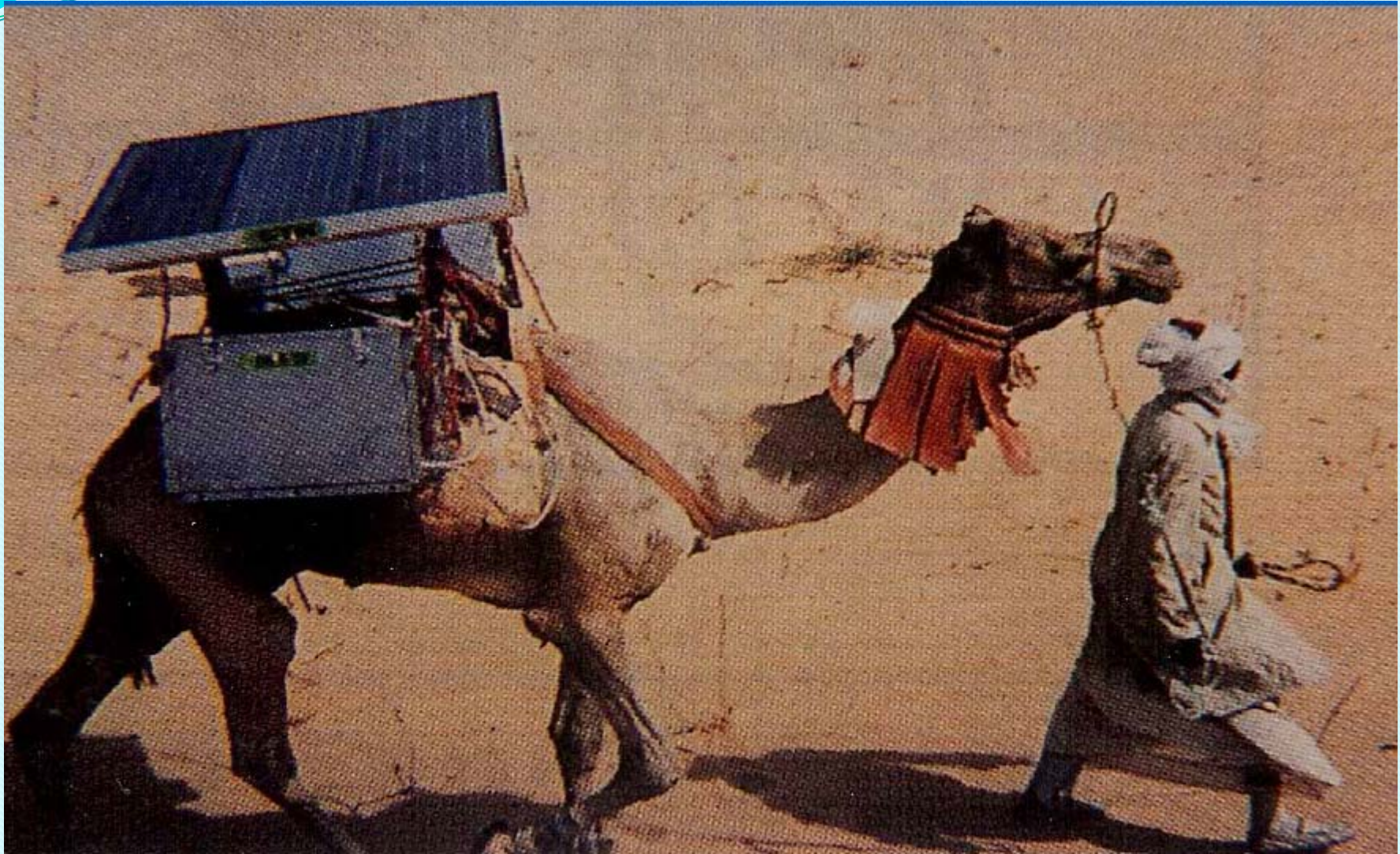
Energie renouvelable distribuée :

Définie comme des **unités de génération de petite taille** alimentées par des ressources renouvelables **au point ou près du point d'utilisation** où **l'utilisateur devient le producteur**(individus ou groupes, petites entreprises)et que ces unités sont connectées entre elles(partage des surplus)pour former un **Réseau Local d'Energie Renouvelable (microgrids)** connecté avec d'autres **Réseaux similaires**



Représentation schématique de la génération d'énergie renouvelable distribuée

Une énergie démocratique



Emergence de Révolutions Industrielles

quand de nouvelles **modalités de communication**
convergent avec de **nouveaux systèmes énergétiques**

- Première Révolution Industrielle

- La Presse imprimée
- Charbon et Machine à Vapeur (Chemin de Fer & Télégraphe)

- Seconde Révolution Industrielle

- Television , Radio et Telephone (communication centralisée et diffusée verticalement)
- Pétrole, Moteur à Combustion Interne, et Nucléaire (l'automobile, les infrastructures routières...)

- Troisième Révolution Industrielle -- “ Smart Grids”

- Révolution numérique (Internet, World Wide Web, Réseaux sociaux (communication latérale)
- Energies Renouvelables: Solaire, Eolien, Geothermal ...

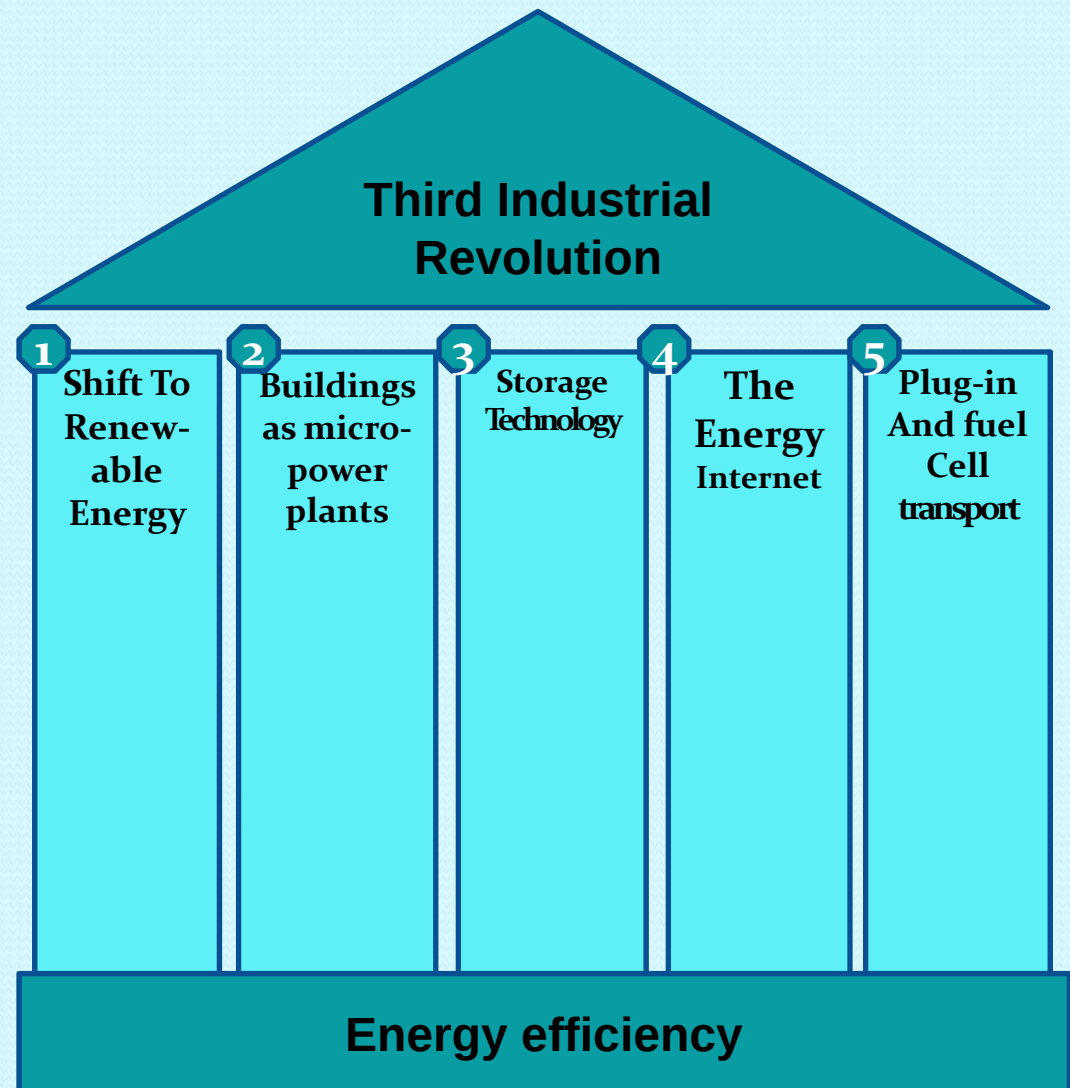
Cohabitation Tram et Calèche (début années 1900)



Comment passer aux Renouvelables: Système basé sur le concept de microgrids

Les 5 Piliers du Plan Stratégique
d'après J.Rifkin

- 1- **Généraliser** les énergies renouvelables (axe création d'emplois important)
- 2- **Transformer Bâtiments** en mini centres énergétiques
- 3- **Permettre** aux bâtiments de **stocker** cette énergie intermittente (pile à hydrogène et autres...)
- 4- **Favoriser création de Réseaux intelligents**(Smart Grids)
- 5- **Favoriser la mobilité douce** comme l'électromobilité (action sur transport des personnes et du fret)



Le Nécessaire Changement

Mais Quel Changement?

- L'Age Industriel alimenté par des Energies Fossiles tire à sa fin (mais le pétrole et le gaz continueront à couler mais avec un débit de plus en plus faible et des coûts de plus en plus élevés)
- Personne ne peut croire que le charbon, le pétrole, le gaz, le shale gas sont des énergies en devenir.
- Faut-il continuer à investir dans des industries et des technologies faisant partie de l'ère du pétrole en déclin!
- Ou bien trouver la bonne voie qui mène vers un nouveau modèle de développement durable avec de nouvelles énergies et technologies industrielles propres

Vers un nouveau Paradigme Technico-Economique

- Cette rupture technologique exige la concomitance d'évolutions industrielles, réglementaires et de société
- Naissance d'un **nouveau paradigme**:
 - **Fusion** des technologies d'internet et des énergies renouvelables pour créer de **nouvelles infrastructures**
 - L'**utilisateur** devient le **producteur**, des milliers de petits producteurs généreront leur propre énergie verte
 - Nouvelle ère conduite par les **gens** et non par les **marchés**
 - Changement dans la manière de **vivre** et de consommer

Vers un nouveau Paradigme Technico-Economique

- Après la Démocratisation de l'information & de la connaissance c'est la démocratisation de l'énergie
- Jusqu'à récemment cela était considéré comme **utopique**:
 - **récentes prédictions** donnent un remplacement des combustibles fossiles à **l'horizon 2035-2040**
- Pour l'Algérie il est temps de rompre avec la **croyance** d'un **développement linéaire suicidaire**:
 - c'est l'occasion de mettre en place des Masters Plans par régions, par villes
 - cette **approche territoire** doit se faire avec des experts mais aussi les acteurs institutionnels ,économiques, les universités, les associations locales...
 - commencer par les régions où des patrimoines sont menacés (les forêts, les cultures, l'architecture, les villes historiques ...)

Un tel changement dépend énormément des politiques publiques

Vous ne pouvait pas changer
quelque chose en luttant contre la
réalité .

Vous pouvait changer quelque chose
en construisant un nouveau modèle
qui rendrait le modèle existant
obsolète.

