

Le gaz naturel: quelle croissance, quels marchés, dans un contexte de prix élevés du pétrole?

# Les perspectives de la filière GTL

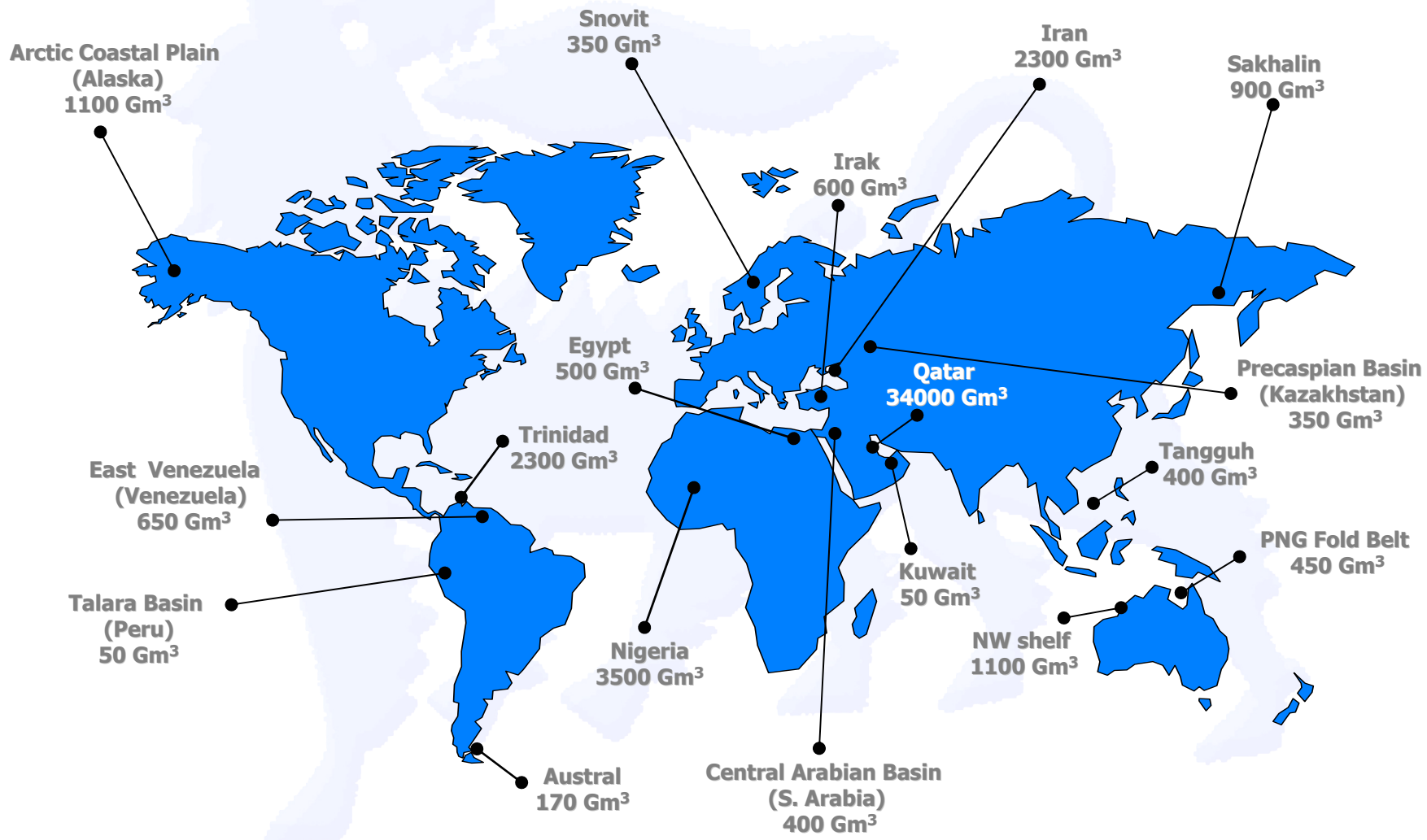
**Francesco Zofrea**  
**Président , EniTecnologie**

# Le gaz naturel: une ressource stratégique non entièrement exploitée

Comme conséquence des restrictions économiques et/ou techniques au transport international du gaz une partie importante de gaz n'est pas exploitée:

- ❑ Les réserves vérifiées de gaz naturel sont égales à 180 000 milliards de m<sup>3</sup>.
- ❑ Mais ces chiffres ne comprennent pas les réserves de gaz "inexploitables", qui ont été estimées à 25 000 milliards de m<sup>3</sup>, équivalentes à environ 14% des réserves vérifiées.
- ❑ La production annuelle de gaz naturel se chiffre à environ 3 000 milliards de mètres cube; cette donnée ne comprend pas le gaz non utilisé (réinjecté dans le gisement, brûlé ou dispersé) qui est de l'ordre de 420 milliards de m<sup>3</sup>.

# Grandes réserves inexploitées de gaz dans le monde



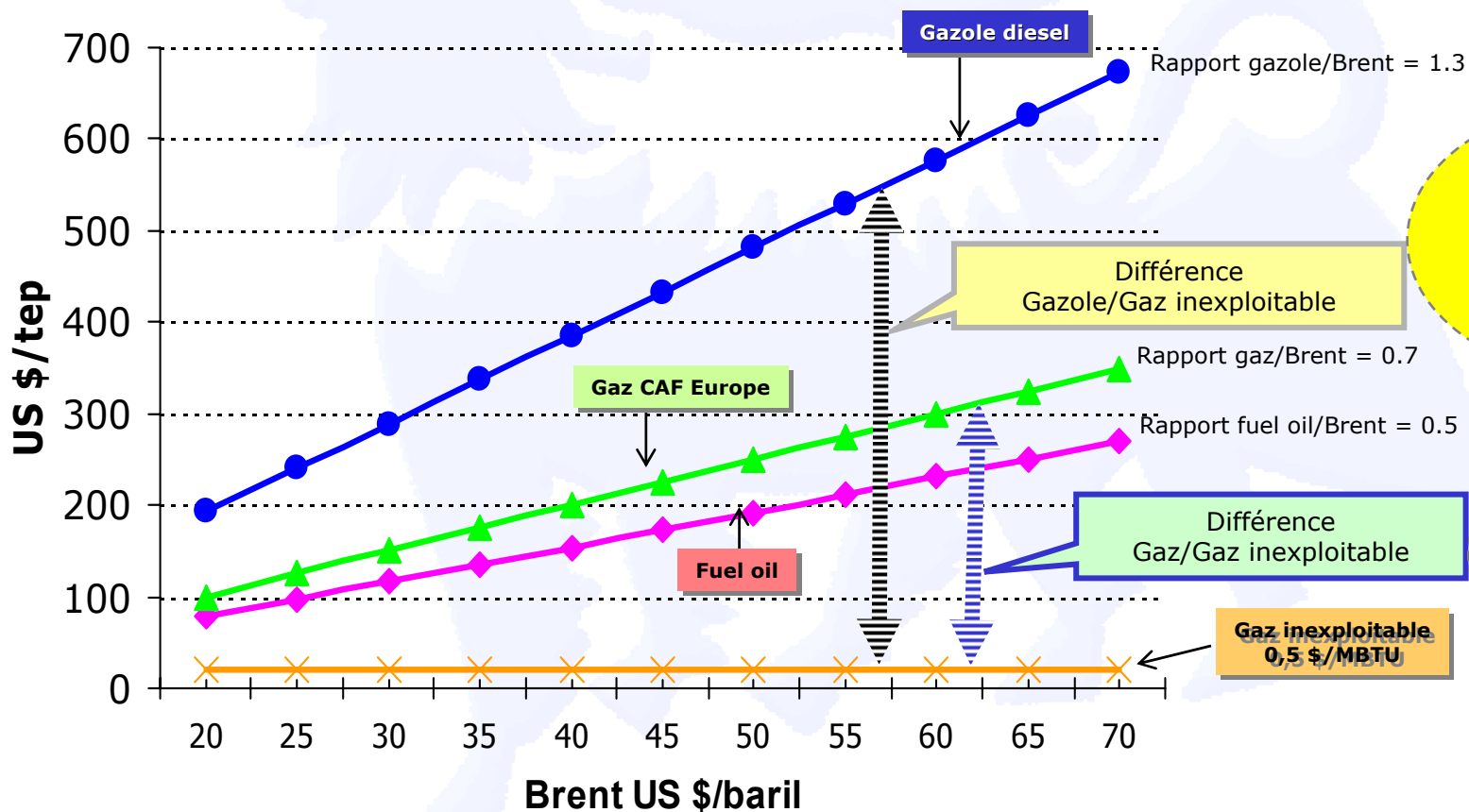
# **Une nouvelle option pour l'exploitation du gaz "inexploitable" est offerte par les familles de procédés innovateurs dénommés Gas to Liquids (GTL)**

- **Le GTL consiste dans la transformation chimique du gaz naturel en distillats moyens (typiquement, mais non seulement, gazole pour véhicules moteur) transportables naturellement au stade liquide avec la logistique pétrolière normale.**
- **Dans le cas du GTL comme du GNL, le transport est en conséquence effectué par navire.**
- **Cependant, l'option GTL se différencie considérablement du GNL. En effet:**
- **L'option GNL consiste à:**
  - a) liquéfier le gaz naturel par voie physique (cryogénique)**
  - b) le transporter par des navires spéciaux réfrigérés et le décharger au stade liquide**
  - c) le re-gazéifier**
  - d) utiliser le gaz naturel pour la génération de chaleur et/ou d'énergie électrique**
- **A la fin de la chaîne (sur le marché) on obtient nouvellement le gaz naturel et les procédés intermédiaires de liquéfaction/regazéification ne servent que pour le transport.**

## **Une nouvelle option pour l'exploitation du gaz "inexploitable" est offerte par les familles de procédés innovateurs dénommés Gas to Liquids (GTL)/2**

- **L'option GTL consiste au contraire à: transformer le gaz naturel par voie chimique en un produit liquide analogue aux distillats moyens obtenus du raffinage du pétrole, le transporter avec la logistique pétrolière normale et à utiliser sur les marchés finaux des véhicules à moteur.**
- **Le marché final d'utilisation du GTL est donc différent de celui du gaz naturel et est régi par des logiques et des dynamiques différentes.**

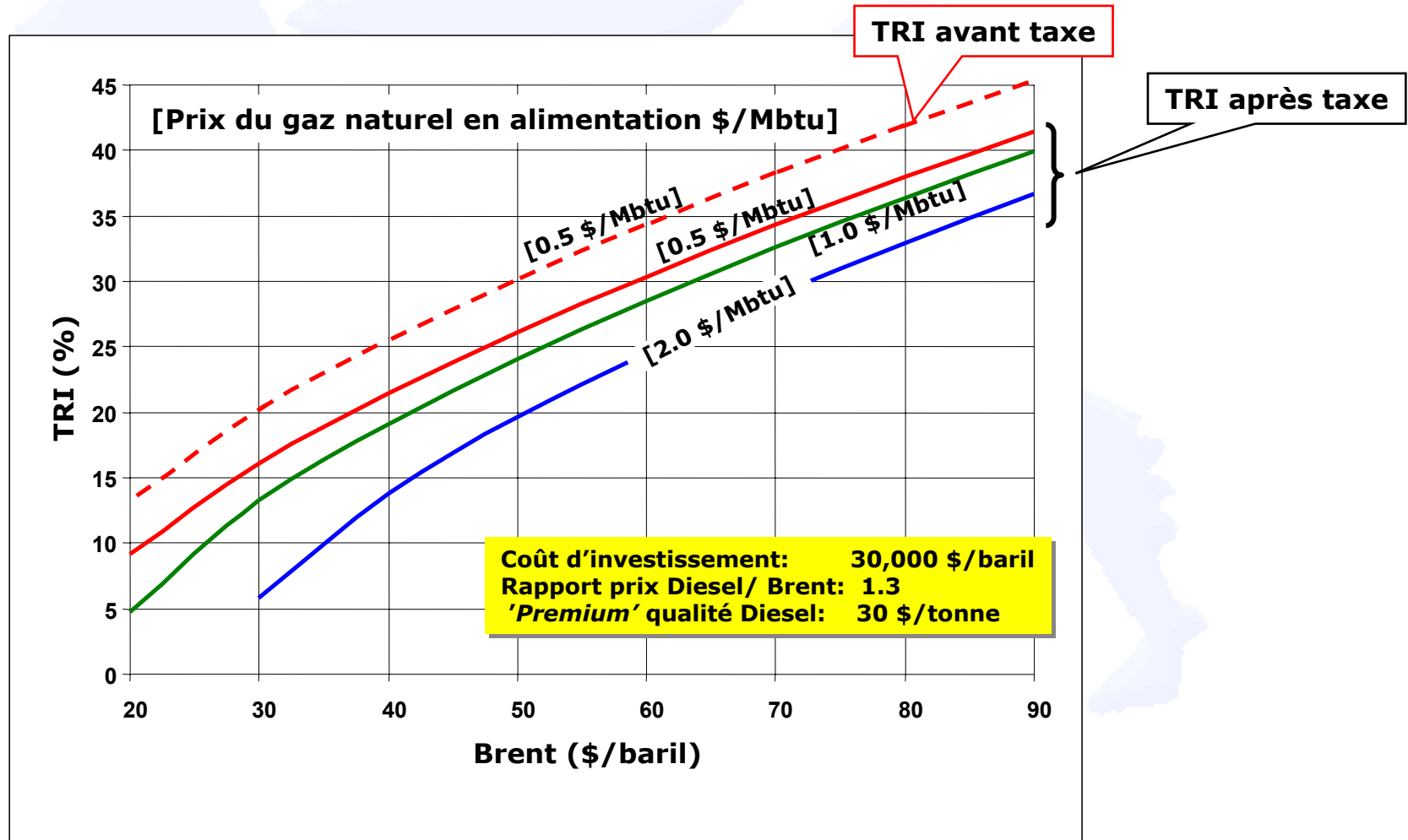
# L'augmentation du prix du brut favorise les deux options, GNL et GTL, mais encore plus celle du GTL



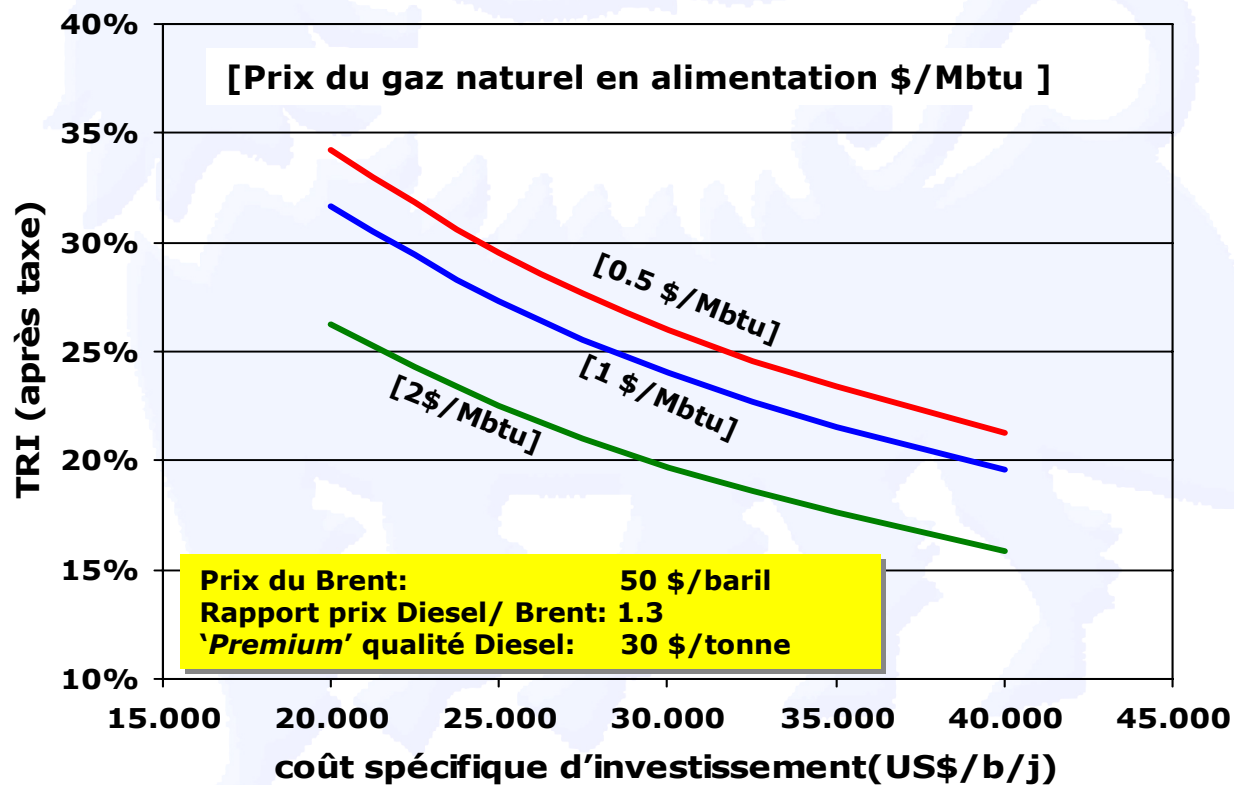
**Paramètre qui génère la valeur de l'attractivité du GTL**

**Paramètre qui génère la valeur de l'attractivité du GNL**

# Sensitivité du rendement économique (TRI) du GTL par rapport au prix du brut

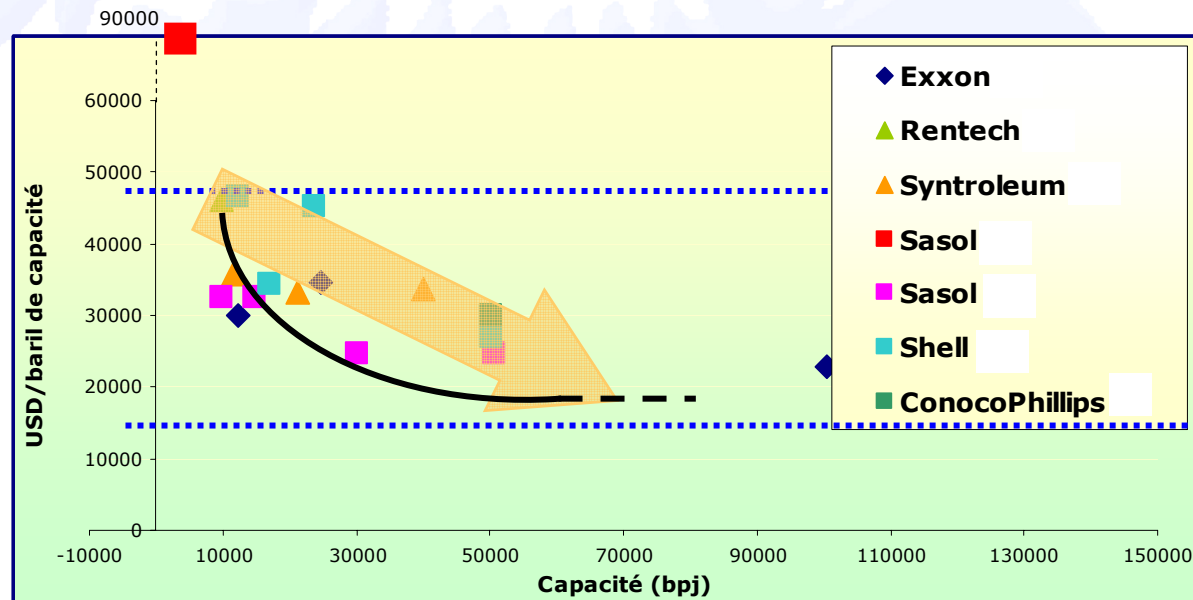


# Sensitivité du rendement économique (TRI) du GTL par rapport au coût spécifique d'investissement



# Réduction du coût unitaire d'investissement: économie d'échelle

La tendance prédominante consiste dans l'accroissement de la capacité des installations pour obtenir des économies d'échelle



# Réduction du coût unitaire d'investissement: économie d'échelle

Le GTL est un procédé constitué par au moins trois phases fondamentales:

- production du gaz de synthèse (CO+H<sub>2</sub>);
- réaction de Fischer-Tropsch pour la production de distillats lourds (paraffines);
- hydrocraquage pour la conversion des paraffines en distillats moyens (principalement des gazoles).

La répartition des coûts de l'investissement dans les trois phases est en moyenne la suivante:

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| - Reformage du gaz de synthèse | = 38%  |
| - Fischer Tropsch              | = 11%  |
| - Hydrocraquage                | = 15%  |
| -                              |        |
|                                | = 100% |

# Réduction du coût unitaire d'investissement: économie d'échelle

- Il en découle que le contrôle des coûts de l'investissement est attendu, outre que par les optimisations/intégrations du procédé global, par la réduction des coûts de l'investissement dans chacune des phases, à partir du reformage dont l'incidence est la plus importante.
- Les économies d'échelle n'ont pas la même incidence dans les trois phases principales. Des restrictions techniques empêchent de dépasser des valeurs limites (pour la FT on considère normalement que le seuil de 10 mètres pour le diamètre du réacteur ne puisse pas être dépassé). Ceci comporte l'utilisation de modules en parallèle, qui atténuent l'économie d'échelle.

# GTL: Qualité des produits obtenus

Les produits obtenus du GTL sont constitués d'hydrocarbures distillés (typiquement : 25% Virgin Naphta, 25% carburacteur et 50% Gazole Diesel). La fraction plus lourde est aussi utilisable pour la production de bases lubrifiantes.

Des solvants et autres produits spéciaux peuvent aussi être obtenus. La qualité des produits obtenus (typiquement paraffines linéaires) est élevée, très supérieure aux spécifiques des marchés les plus exigeants.

| Qualité            | FT- Naphta             | FT - Diesel                          |
|--------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Point Ébullition   | C <sub>5</sub> -150 °C | 150-360 °C                           |
| Densité @ 15°C     | 690 kg/m <sup>3</sup>  | 780 kg/m <sup>3</sup><br>(820 - 845) |
| Soufre             | <b>Absent</b>          | <b>Absent</b><br>(50 - 10 ppm)       |
| Aromatiques        | <b>Absent</b>          | <b>Absent</b>                        |
| Index de Cétane    |                        | >70<br>(> 51 CN)                     |
| Point d'écoulement |                        | -20 °C<br>(-12 °C)                   |
| Point de trouble   |                        | -15 °C<br>(winter -8 °C)             |

EXCELLENTE QUALITÉ  
PRESTATIONELLE ET  
ENVIRONNEMENTALE

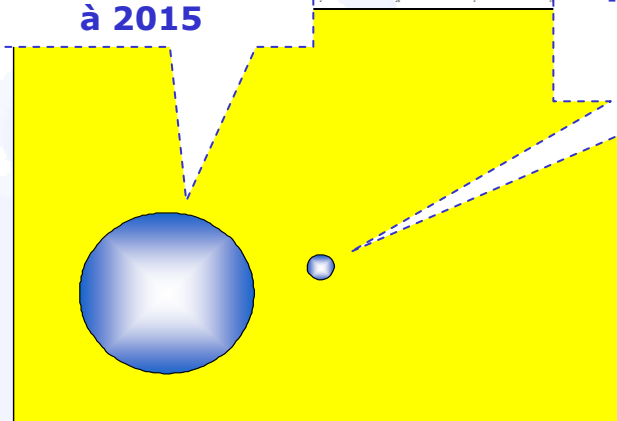
(valeurs du produit commercial)

# GTL: '*premium*' de qualité de la production sur le prix du diesel

- La production de diesel GTL pourrait être mélangée avec des produits de moins bonne qualité provenant du raffinage du pétrole pour obtenir un diesel de haute qualité.
- Le mélange ne présente pas de problématiques, ni techniques ni de marché, en relation aux volumes en jeu.
- On s'attend pour le prix du gazole ex GTL un '*premium*' de qualité sur le carburant diesel, spécialement sur les marchés soumis à des spécifications sévères.
- Ce '*premium*' est évaluable actuellement aux États-Unis (USGC) à 30-50 \$/t et en Europe Occidentale à 50-60 \$/t.

estimation de la  
demande  
globale de diesel  
à 2015

production  
projetée de  
diesel GTL  
à 2015



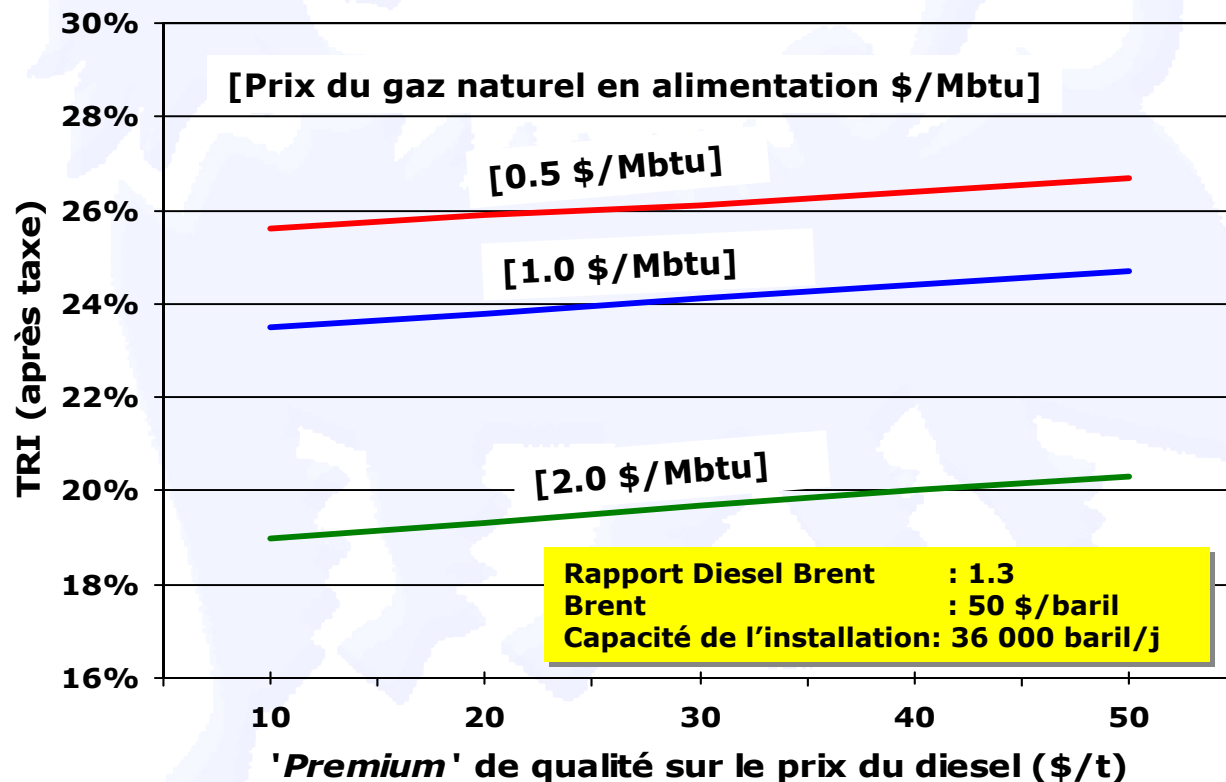
600,000 barils/jour ex GTL  
contre un total de 20  
millions de barils/jour



AUCUN RISQUE COMMERCIAL  
AVEC LES COMBUSTIBLES GTL



# Sensitivité du rendement économique (TRI) du GTL par rapport au 'premium' de qualité sur le prix du diesel

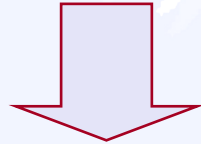


# Synthèse de Fischer Tropsch

## Évolution technologique et initiatives industrielles

### Les origines

**Le procédé Fischer-Tropsch (FT) a été utilisé en Allemagne (1932-1945) pour produire des combustibles synthétiques à partir du charbon**



**La technologie FT a été commercialisée par Ruhrchemie et Lurgi, plus tard les droits ont été vendus à SASOL en Afrique du Sud**

### Allemagne (Ruhrchemie)

- Catalyseur: au fer
- Réacteur: à lit fixe
- Procédé: à haute température
- Stock d'alimentation: charbon

**Total = 16000 b/j**

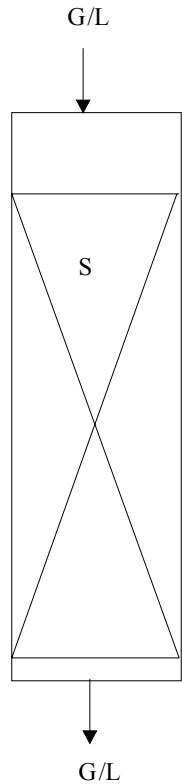
### Afrique du Sud (Sasol)

- Catalyseur: au fer
- Réacteur: à lit fixe
- Procédé: à haute température
- Stock d'alimentation: charbon

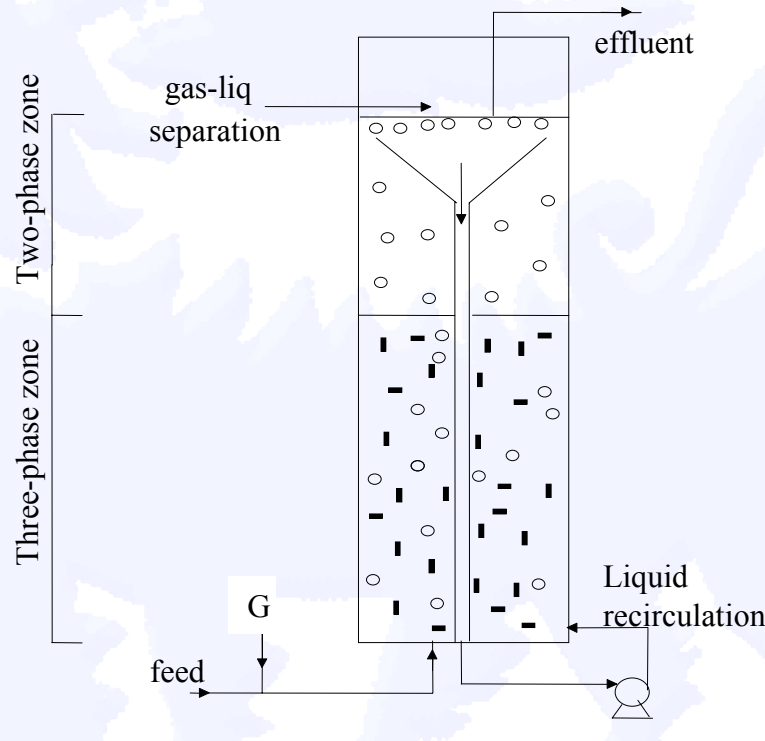
**Total = 8000 b/j**

À partir des années quatre-vingt-dix, le procédé a été reconsidéré dans la prospective d'utiliser le méthane et non le charbon comme stock d'alimentation. Le catalyseur le plus utilisé est le cobalt. La frontière technologique est le dessin et le modelage du réacteur.

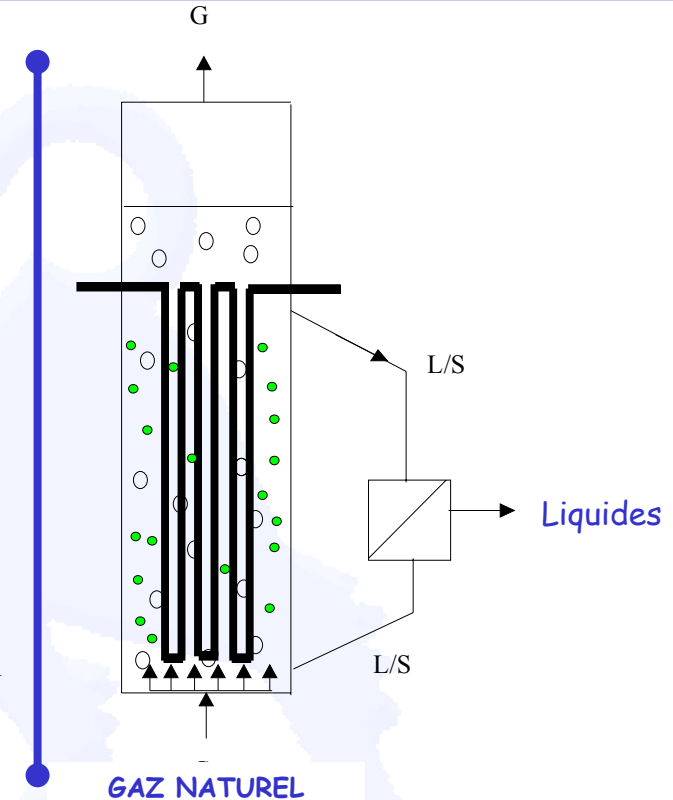
# Évolution technologique Fisher Tropsch: typologie des réacteurs employés



Réacteur à lit fixe (fixed bed)



Réacteur à colonne à lit ébullonnant  
(ebullated bed)



Réacteur avec catalyseur en suspension (slurry)



- Simplicité (catalyseur fixe)
- Fiabilité de marche



- ✓ Enlèvement de la chaleur limité par la faible vitesse des fluides
- ✓ Limitations de diffusion (dimensions du catalyseur optimisée pour limiter le  $\Delta P$ )



- Enlèvement de la chaleur plus efficace (fluides et solides en mouvement)



- ✓ Faible concentration de solide
- ✓ Limitations de diffusion (mais plus efficace par rapport au lit fixe)



- Bon contrôle thermique mélange total/ échangeur de chaleur
- Aucune limitation de diffusion catalyseur < 200  $\mu m$
- Activité supérieure du catalyseur

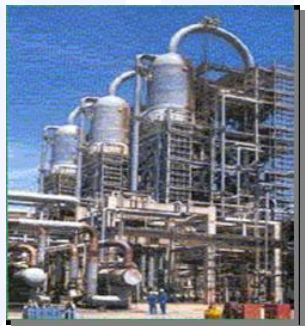


- ✓ Complexité du dessin

# Synthèse de Fischer Tropsch

## Évolution technologique et réalisations industrielles

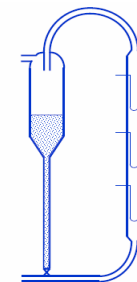
### Installations réalisées



#### Afrique du Sud (SASOL)

Capacité: 22,500 barils/jour  
Début: 1992

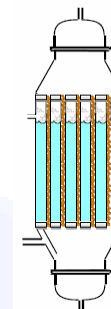
- Catalyseur: au fer
- Réacteur: à lit circulant
- Procédé: à haute température
- Feedstock : méthane



#### Malaisie (SHELL)

Capacité: 12,500 barils/jour  
Début: 1993

- Catalyseur: au cobalt
- Réacteur: à lit fixe
- Procédé: à basse température
- Feedstock: méthane



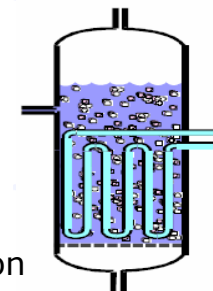
### Installations en construction



#### Qatar (Oryx: 51% QATAR PETR., 49% SASOL)

Capacité: 33000 barils/jour  
Début: 2006

- Catalyseur: au cobalt
- Réacteur: colonne avec catalyseur en suspension
- Procédé: à basse température
- Feedstock: méthane



# Évolution technologique et réalisations industrielles

## Installations annoncées

(Escravos GTL: 75% Chevron Nigeria Limited, 25% Nigerian National Petroleum Corporation)

| Projet/Compagnie     | Capacité (BPD) | Status   | Commentaires            |
|----------------------|----------------|----------|-------------------------|
| • EGTL Sasol-Chevron | 34000          | EPC bid  | (Nigeria)               |
| SASOL/Chevron        | 65000          | MOU      | Qatar - Expansione Oryx |
| SASOL/Chevron        | 130000         | LOI      | Qatar Projet Intégré    |
| Shell                | 70000 + 70000  | FEED     | Qatar Projet Intégré    |
| Exxon-Mobil          | 154000         | LOI      | Qatar Projet Intégré    |
| Conoco-Phillips      | 80000 + 80000  | Suspendu | Qatar Projet Intégré    |
| Marathon             | 100000         | Suspendu | Qatar Projet Intégré    |
|                      | <b>870000</b>  |          |                         |

- **MOU:** Memorandum of Understanding
- **LOI:** Letter of Intent
- **EPC:** Engineering, Procurement & Construction
- **FEED:** Front End Engineering & Design

Extrapolation d'un pilote de 100 b/jour

Technologie appliquée à Bintulu

Extrapolation d'un pilote de 200 b/jour

Alliance avec Syntroleum, société technologique américaine qui est en train de développer la technologie sur un pilote de 70 b/jour

Extrapolation d'un pilote de 400 b/jour (2 réacteurs de 200 b/jour)



# La technologie Fischer-Tropsch Eni – I.F.P.

- ✚ En 1996, Eni et IFP ont débuté un projet de recherche et de développement technologique en collaboration à 50 / 50.
- ✚ En 2001, la phase de recherche terminée avec succès, nous avons commencé l'expérimentation sur un pilote de 20 barils/jour réalisé à la raffinerie de Sannazzaro.
- ✚ En 2004, l'expérimentation sur l'installation pilote a été complétée avec succès et intégrée avec l'expérimentation sur des réacteurs à froid réalisés à Solaize.
- ✚ En 2005, le '*Basic Process Design*' a été complété pour une installation de 36,000 bbl/jour et le '*Front End Engineering Design*' (FEED) a été prédisposé pour une installation industrielle.
- ✚ L'installation pilote est maintenue en fonction pour l'implémentation et l'activation technologique.

# Stratégie Eni-IFP pour le dimensionnement du pilote

Pilote de  
20 barils/jour à la raffinerie  
de Sannazzaro  
(réacteur de 0,5 m)



L'installation pilote a vérifié:

- ✓ les performances (réactions, efficacité,...)
- ✓ l'échange thermique
- ✓ la cinétique du procédé
- ✓ l'activité du catalyseur
- ✓ ....

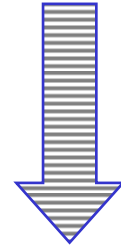
Le pilote doit aussi:

- former l'expérience gestionnaire,
- être suffisamment flexible pour tester différentes solutions pour le procédé industriel.

Réacteur de  
200 barils/jour  
à Solaize c/o IFP  
(réacteur de 1 m)



Réacteur de 1000  
barils/jour  
à Solaize c/o IFP  
(réacteur de 3 m)



Les réacteurs ont vérifié:

- ✓ le modèle fluído - dynamique

Pilote  
spécial à San Donato  
dans les laboratoires  
EniTecnologie



Le pilote spécial  
doit vérifier:

- ✓ la durée du catalyseur

# Objectifs et perspectives Eni

- ✚ En 2005, Eni a participé à un appel d'offres toujours en cours pour l'exploitation des champs de gaz en Algérie.
- ✚ Des études et des vérifications pour l'utilisation d'installations F.T. pour l'exploitation du gaz naturel de production Eni sont en cours (une première vérification concerne le Kazakhstan).
- ✚ D'autres initiatives industrielles seront prévues par Eni, d'un commun accord avec IFP.
- ✚ En général, Eni a l'intention d'utiliser sa technologie GTL pour le développement de ses activités industrielles dans une logique d'innovation technologique qui représente une des stratégies principales de la Société.

## Objectifs et perspectives Eni/2

- ✚ Nombreuses sont les technologies déjà développées (ou en cours de développement) par les structures R&D d'Eni, qui posent la Société, peut être pour la première fois, à la frontière technologique dans le secteur industriel des hydrocarbures.
- ✚ Pour nous limiter au Medium Stream, dont le GTL fait partie, nous aimerions mentionner le procédé de '*deep conversion*' Eni Slurry Technology (EST), à travers lequel on obtient du gazole d'excellente qualité, comme dans le cas du GTL, mais à partir de sources d'alimentation très lourdes, toujours avec un réacteur avec catalyseur en suspension (slurry).
- ✚ L'innovation technologique poursuivie par l'exploitation des technologies propriétaires (développées par le secteur R&D de la Société) ne constitue pas seulement un objectif stratégique déclaré, mais aussi une réelle opportunité de développement pour Eni. Dans ce contexte, le GTL représente une étape fondamentale.