

PLAN

INTRODUCTION

I- DEFINITION ET TYPOLOGIE DU PETROLE

1.1- Définition du pétrole

1.2- Le pétrole non conventionnel

1.3- Les pétroles lourds et les sables bitumeux

II- LA PRODUCTION DU PETROLE

2.1- L'exploitation du pétrole

2.2- La transformation du pétrole

2.3- La production mondiale de pétrole

2.4- Le pétrole en Côte d'Ivoire

III- AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU PETROLE

3.1- Les avantages du pétrole

3.2- Les inconvénients du pétrole

CONCLUSION

INTRODUCTION

Le pétrole peut être extrait en milieu terrestre ou marin. Avant d'être livré aux consommateurs, ce corps subit plusieurs étapes de transformation. Il est d'abord extrait des profondeurs de la terre, transporté jusqu'aux usines de traitement où l'on le débarrasse des corps étrangers. C'est après ces opérations que ce produit peut être utilisé par les consommateurs. Plus bas, nos recherches nous diront comment s'est faite la mise en place du pétrole? Comment procède-t-on pour l'extraire des profondeurs terrestres et qu'elle est son importance dans le quotidien des hommes?

I- DEFINITION ET TYPOLOGIE DU PETROLE

1.1- Définition du pétrole

Le pétrole est un liquide d'origine naturelle, une huile minérale composée d'une multitude de composés organiques, essentiellement des hydrocarbures, piégé dans des formations géologiques particulières. Il en existe sous plusieurs formes.

1.2- Le pétrole non conventionnel

Le pétrole non conventionnel est un pétrole produit ou extrait en utilisant des techniques autres que la méthode traditionnelle de puits pétroliers, ou impliquant un coût et une technologie supplémentaires en raison de ses conditions d'exploitation plus difficiles. Les productions de type non-conventionnel comprennent : l'exploitation de sables bitumeux, de pétrole lourd, de schiste bitumineux, en offshore profond, en conditions polaires. Si les deux derniers types de pétrole ne sont pas matériellement différents du pétrole conventionnel, en revanche les trois premiers, bien qu'ayant la même origine, ont eu une genèse différente.

1.3- Les pétroles lourds et les sables bitumeux

Les pétroles lourds et les sables bitumeux se retrouvent partout sur le globe, mais les deux plus importants sites sont situés au Canada (aux bords du lac Athabasca) et au Venezuela (sur les rives de l'Orénoque). L'hydrocarbure contenu dans ces champs est sous forme de bitume, qu'il est possible de transformer en carburant Orimulsion. Le pétrole extra-lourd vénézuélien est différent des sables bitumeux canadiens car il est moins visqueux à température

ambiante et peut donc être extrait avec des techniques d'écoulements à froid, même si le rendement est moindre qu'avec les techniques canadiennes (environ 8% comparé à plus de 90% pour les mines à ciel ouvert ou 60% pour les forages gravitationnels assistés par vapeur *SAGD en anglais*).

Les compagnies pétrolières ont estimé que les champs de l'Athabasca et de l'Orénoque représentent deux tiers du total mondial des gisements de pétrole. Cependant ils n'ont été considérés que récemment en tant que réserves pétrolières prouvées grâce à la chute du prix de production du baril dans les mines de Suncor et Syncrude à moins de 15 \$ par baril alors que le cours du pétrole atteignait 70 \$ le baril.

Une autre préoccupation majeure aujourd'hui : les ressources nécessaires à la production de chaleur et d'électricité, générées actuellement en partie via le fioul et le charbon, lui-même en restriction. Une unité de valorisation du bitume est en cours de construction à Fort McMurray dans l'Alberta pour fournir du gaz de synthèse afin de remplacer le gaz naturel.

II- LA PRODUCTION DU PETROLE

2.1- L'exploitation du pétrole

Comment se forme le pétrole ?

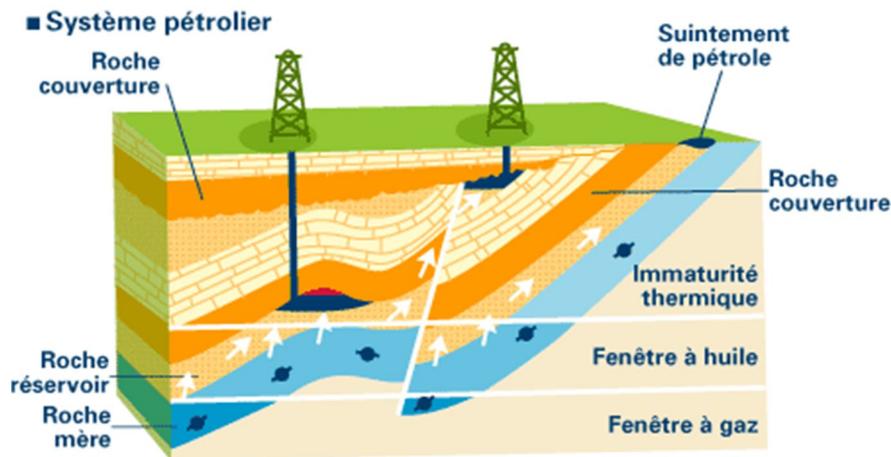
Le pétrole, c'est rare et cher. Et pour cause : il faut des conditions très spécifiques pour qu'il soit récupérable et exploitable. Et surtout, beaucoup, beaucoup de patience.

Pour trouver du pétrole, quatre conditions doivent être réunies : la présence d'une "roche-mère", des conditions favorables à sa transformation en hydrocarbure, des voies de migration, et enfin un piège, où il sera bloqué avant d'atteindre la surface.

Il résulte de la dégradation thermique de matières organiques contenues dans certaines roches : les "roches mères" du pétrole. Ce sont des restes fossilisés de végétaux aquatiques ou terrestres et de bactéries s'accumulant au fond des océans, des lacs ou dans les deltas. Appelés "kérogène", ces résidus organiques sont préservés dans des environnements où les eaux sont dépourvues d'oxygène, se mêlant ainsi aux sédiments minéraux pour former la roche mère. Pendant des dizaines de millions d'années, de nouveaux sédiments vont continuer à s'accumuler, entraînant la roche mère à de grandes profondeurs. Généralement entre 2500 et 5000 m et sous l'action des hautes températures qui y règnent, le

kérogène se transforme (craquage thermique) en pétrole liquide accompagné de gaz. A plus de 5000 m, le pétrole "craque" à son tour et se transforme en gaz.

Plus légers que l'eau, le pétrole et le gaz remontent le long des niveaux de roches poreuses (roche réservoir) dans lesquels ils sont confinés si ceux-ci sont surmontés de roches imperméables (roche couverture). Si rien ne les arrête, ils suintent à la surface. C'est l'origine des "mares" de pétrole (exploitées pendant l'Antiquité et décrites par Marco Polo) que l'on peut voir par exemple au Moyen Orient ou au Venezuela. S'ils rencontrent des "défauts" dans le système de drains qui les mène vers la surface (tels que des plis) ils viennent s'y accumuler. Ce sont ces pièges à pétrole et à gaz que recherchent les explorateurs pétroliers.



Comment le trouve-t-on ?

L'exploration pétrolière commence par l'identification d'indices permettant de supposer où se trouve le pétrole et en quelle quantité. Géologue et géophysicien collaborent à cette enquête minutieuse à fort enjeu économique qui commence à la surface de la terre pour descendre vers le sous-sol.

• **La géologie pétrolière ou l'observation de la surface :**

C'est la première étape, qui permet de repérer les zones sédimentaires méritant d'être étudiées (plissements, failles...). Les géologues utilisent des photographies aériennes et des images satellites puis vont sur le terrain examiner les affleurements. Ces derniers peuvent en effet renseigner sur la structure en profondeur. Ensuite l'analyse en laboratoire d'échantillons de roche prélevés permet de déterminer l'âge et la nature des sédiments afin de cerner les zones les plus prometteuses. Cette étape représente 5 % du budget consacré à la prospection.

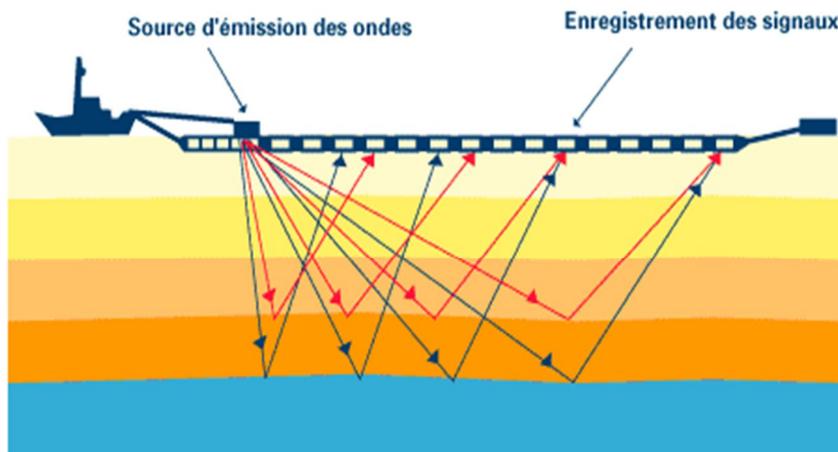
- **La géophysique ou l'étude des profondeurs :**

Son objectif : donner le maximum d'informations pour que les forages soient entrepris ensuite avec le maximum de chance de succès. Il s'agit essentiellement d'accumuler des données sismiques riches en informations, grâce à une sorte d'"échographie" du sous-sol ou "sismique réflexion". Ces données sont obtenues à l'aide de vibreurs pneumatiques (ou autres) qui génèrent de mini-ébranlements du sous-sol. Les signaux recueillis en surface sont traités par de puissants logiciels de calcul qui reconstituent l'image du sous-sol. Les pièges possibles mis en évidence sont classés selon leur probabilité d'existence et leur volume prévisionnel. Cette étape représente 15 % du budget consacré à la prospection.

- **Vérification des hypothèses :**

C'est l'étape du forage d'exploration qui seule permet de certifier la présence de pétrole. On perce la roche à l'aide d'un trépan. À terre, l'ensemble du matériel est manipulé à partir d'un mât de forage. En mer, l'appareil de forage doit être supporté au-dessus de l'eau par une plateforme métallique spécialement conçue. Le coût du forage d'exploration varie de 500 000 euros à terre, à 15 millions d'euros pour les puits en mer. Cette étape qui dure de 2 à 6 mois est la plus lourde dans le budget d'exploration : 60 % en moyenne.

■ Principe de la sismique



Le principe de la sismique est simple : on provoque de légers ébranlements (chute d'un poids, petite explosion...) et on suit les signaux ainsi émis, qui se réfléchissent sur certaines discontinuités géologiques.

Source : *Le pétrole au delà du mythe* - X. Boy de la Tour - Ed. Technip

Comment décide-t-on d'exploiter un gisement ?

Avant d'envisager l'exploitation, il s'agit d'évaluer la rentabilité du gisement : volume des réserves récupérables et conditions de production ne peuvent être déterminés qu'en procédant à des forages de délimitation en vue de délimiter le gisement. Des équipes pluridisciplinaires constituées de géologues, de géophysiciens, d'architectes pétroliers, de foreurs, de producteurs et d'ingénieurs de gisement sont chargées d'étudier les résultats issus de la phase de prospection. Leurs conclusions sont déterminantes pour limiter les risques financiers que prennent les compagnies pétrolières.

En effet, sur cinq forages d'exploration, un seul, en moyenne, met en évidence une quantité de pétrole suffisante pour justifier économiquement son exploitation.

Comment extrait-on le pétrole ?

C'est la phase d'exploitation du gisement qui demande la mise en place de tout l'équipement nécessaire : forage de production appelé "puits de développement", installation de production, équipements de traitement et de comptage et système d'évacuation du pétrole. Cette phase, qui représente 40 à 60 % du coût total d'un projet, s'étale sur 2 à 3 ans.

La technique de forage la plus répandue est celle du forage Rotary qui s'est beaucoup renouvelée, en particulier avec les forages déviés - permettant de contourner un obstacle souterrain - ou horizontaux – permettant de traverser le réservoir sur toute sa longueur. Les puits multidrains, quant à eux, permettent de limiter le nombre de forages, en traitant plusieurs parties du réservoir à partir d'un point unique.

Et le pétrole marin ?

Les bassins sédimentaires offshore situés par moins de 500 mètres d'eau représentent plus de 30 million de km², soit une superficie équivalente à celle de l'Afrique. C'est dans cette tranche d'eau que l'on trouve une grande partie des réserves et de la production mondiale actuelles (30 % de la production mondiale, 20 % des réserves). La production offshore (plus de 25 millions de barils/jours en 2009) est donc indispensable à notre approvisionnement énergétique.

Depuis quelques années, l'exploration mais surtout la production par grande profondeur d'eau (> 1 000 m d'eau) ont connu des avancées technologiques majeures. Environ 450 champs ont été découverts, dont 38 % dans le Golfe du Mexique aux États-Unis, 18 % au Brésil, 26 % dans le Golfe de Guinée (Angola, Nigeria, Congo Brazzaville, Guinée, Ghana) et 13 % dans la zone

Asie/Pacifique (Australie, Inde, Malaisie, Indonésie, Chine). La production de pétrole par plus de 1000 mètres d'eau est estimée à 3,2 millions de barils / jour en 2008, soit 3 % de la production mondiale. Environ 115 puits sont forés annuellement. Au total, plus de 1 300 puits ont été forés à ces profondeurs. Cette production reste cependant particulièrement complexe et coûteuse, et représente, encore aujourd'hui, un challenge technologique.

Où se situent les principaux gisements ?

On dénombre environ 30 000 gisements rentables, de quelques dizaines à quelques centaines de km². Parmi eux, l'on distingue 450 à 500 gisements dits "géants" (avec des réserves supérieures à 70 millions de tonnes), dont une soixantaine de "super-géants" (avec des réserves supérieures à 700 millions de tonnes). Ces gisements sont très inégalement répartis : 60 % des "super-géants" sont au Moyen-Orient et représentent 40 % des réserves prouvées de la planète. L'exploration en offshore profond a récemment permis la découverte du champ de Tupi par 2 200 mètres de profondeur d'eau au large de la côte brésilienne dont les réserves sont estimées entre 5 et 8 milliards de barils.

Comment transporte-t-on le pétrole ?

Les zones de production étant concentrées géographiquement, elles sont souvent éloignées des zones de consommation vers lesquelles le pétrole devra être acheminé, par voie maritime ou par oléoduc.

- Le principal atout du transport maritime est la souplesse : à chaque instant, on peut modifier la destination d'un navire.
- L'oléoduc ou pipe-line représente un lourd investissement, mais il offre un faible coût d'utilisation.

2.2- La transformation du pétrole

Le raffinage, une étape clé

Le pétrole brut n'est pas utilisé tel quel, mais après transformation en différents produits finis : carburants, combustibles, matières premières pour la pétrochimie et autres produits spécifiques (bitume, huiles lubrifiantes).

C'est l'objectif du raffinage : mettre à la disposition du consommateur des produits de qualité, dans le respect de normes précises, notamment environnementales, et aux quantités requises par le marché. Cette étape regroupe différentes opérations :

• **L'obtention de produits intermédiaires par distillation :**

Les trois principales "coupes" pétrolières sont obtenues dans une tour de distillation : les légers (gaz, naphta et essences), les moyens (kérosène, diesel et fuel domestique) et les lourds (fuel lourd ou résidu atmosphérique).

• **L'amélioration de la qualité :**

Cette opération consiste à éliminer, dans les différentes coupes, certains composés indésirables comme le soufre.

• **La transformation de coupes lourdes en coupes légères :**

A l'aide de procédés dédiés, les produits lourds de moins en moins consommés (type fuel lourd) sont transformés en produits moyens fortement demandés (diesel et kérosène).

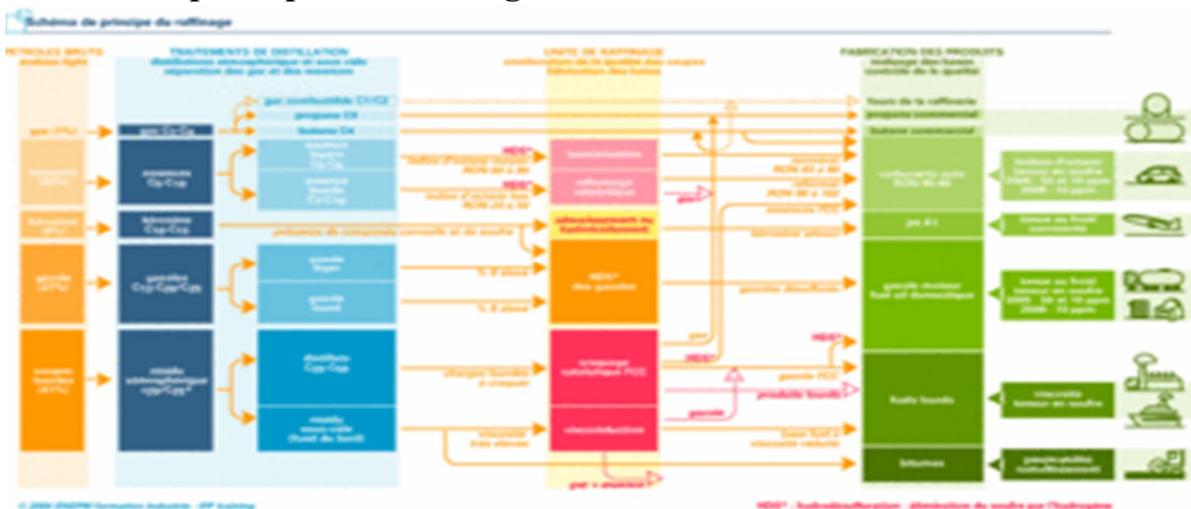
Les unités de raffinage impliquées sont "spécifiques". Elles doivent généralement travailler à haute température et/ou forte pression pour générer des hydrocarbures plus légers, "par craquage", et améliorer leur qualité, la plupart des composés indésirables (soufre, métaux, etc.) étant plutôt concentrés dans les coupes initialement lourdes.

• **La préparation finale des produits par mélange :**

On obtient les produits finis par mélange des produits intermédiaires ou semi-finis.

Pour faire face à cette série d'opérations, les raffineries doivent disposer d'importants volumes de stockage, d'installations de réception des produits bruts et d'expédition des produits finis.

Schéma de principe du Raffinage



Production de barils de pétrole dans le monde

L'offre pétrolière mondiale s'établit à 84 millions de barils par jour soit 1.042 barils par seconde ou l'équivalent de 165.600 litres par seconde ! Depuis 2002, la demande mondiale de pétrole augmente plus vite que l'offre, due principalement aux hausses brutales de la demande asiatique (Chine, Inde).

La production moyenne de pétrole:

- en 2009 : 84.94 millions de barils par jour ;
- en 2008 : 86,6 millions par jour ;
- en 2007 : 85,32 millions par jour.



La baisse tendancielle de la production de pétrole

La production de pétrole conventionnel n'augmente plus et a commencé à baisser selon l'aveu de l'agence internationale de l'énergie.

Selon l'Agence Internationale de l'Energie, la capacité de production mondiale de pétrole en avril 2010 a atteint 90,09 millions de barils par jour (b/J) 14,45 milliards de litres par jour en diminution de 85 000 b/j par rapport à mars 2010.

La production de pétrole correspond à une production de CO2 estimée à 30 milliards de Kg par an...

Production de pétrole de l'OPEP

Les pays exportateurs de pétrole (l'OPEP) ont produit un total de 34,15 millions b/j durant le mois d'avril 2010 soit une moyenne de 2 millions de baril en dessus des quotas que s'est fixé l'organisation.

Les prix élevés encouragent les producteurs à vendre leur pétrole.

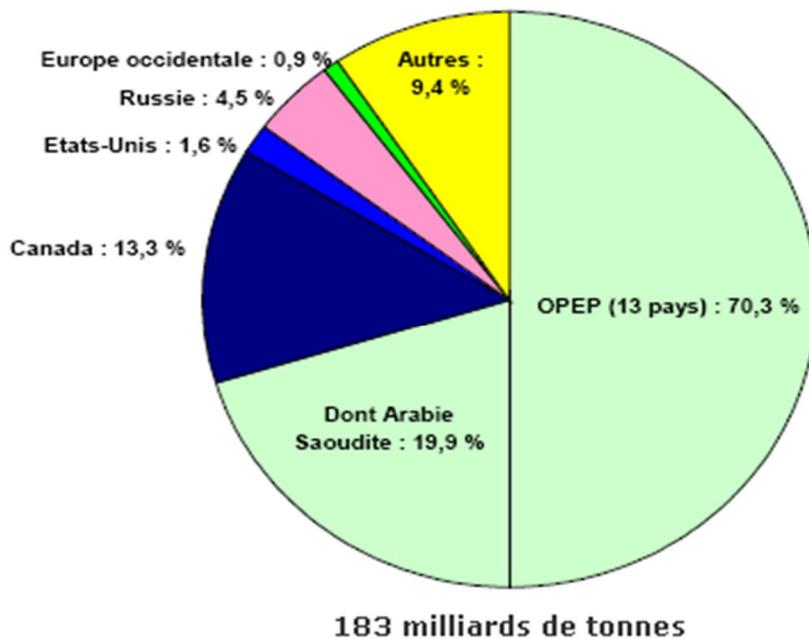
Le plus haut point de la production des pays de l'OPEP, 36,4 millions b/j fut atteint en juillet 2008.

Production de pétrole en dehors des pays de l'OPEP

La production de pétrole brut a augmenté de 348 000 barils par jour à 42,43 millions de barils de janvier à février 2010 selon les derniers chiffres à disposition.

La	production	annuelle	moyenne	en	:
2009		:			41,62
2008		:			41,32
2007 : 41,80 millions b/j.					

Les réserves mondiales de pétrole

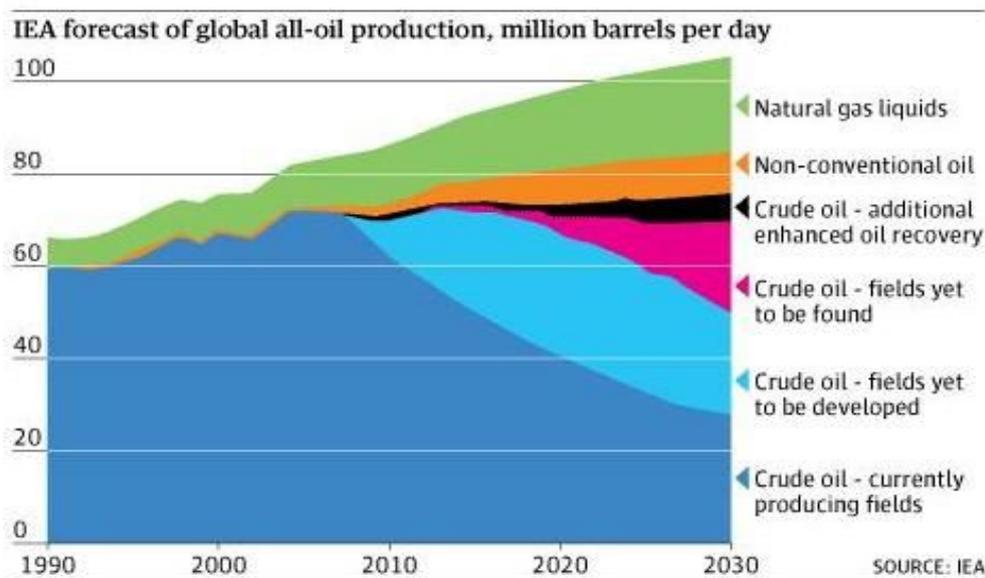


La production mondiale, selon M. De Margerie, le patron de Total, aura bien du mal à satisfaire la demande sans cesse croissante de l'économie chinoise. «On n'ira pas au-delà des 95 millions de barils par jour», a-t-il prévenu en 2010.

Les champs pétrolifères auraient tendance à s'épuiser de façon naturelle de 5% par an. Rappelons que l'Organisation des pays exportateurs de pétrole qui assurait près de 40% de la demande mondiale de pétrole avait pris la décision de réduire sa production de 4,2 millions de barils par jour en 2008 pour faire face à la dégringolade des prix du brut qui ont plongé jusqu'à 32,40 dollars en décembre de la même année.

Evolution future de la production de pétrole

Pour compenser le déclin des zones de production de pétrole traditionnelles en déclin, il faudrait creuser assez de puits pour fournir l'équivalent deux fois la production de pétrole de l'Arabie saoudite, soit 20 mb/j !



On voit qu'en 2003, à eux seuls les USA consomment près de 1,4 milliards de litres par jour soit plus que tous les 23 autres pays !

Bien que la consommation ait beaucoup augmenté depuis, notamment en Chine, il est compréhensible à voir ce graphique que le Président Bush fixe un objectif de réduction de la consommation de 20% pour les 10 prochaines années.

2.4- Le pétrole en Côte d'Ivoire

Grand, elle voit loin.

La Côte d'Ivoire n'est pas encore un grand pays producteur de pétrole. Elle compte le devenir à l'horizon 2030 c'est-à-dire dans une vingtaine d'années. Du moins c'est la noble et grande ambition affichée par le Gouvernement d'Alassane Ouattara. A travers un séminaire national organisé ce jeudi et vendredi à Yamoussoukro sur le thème 'Mines et énergie : quelles perspectives pour les 20 prochaines années ?', la Côte d'Ivoire lance les réflexions en vue de devenir le plus grand marché des mines et de l'énergie de l'Afrique subsaharienne.

La Côte d'Ivoire, futur géant de l'énergie !

En donnant le ton de ce séminaire organisé à la Fondation Félix Houphouët-Boigny pour la recherche de la paix de Yamoussoukro, le Ministre des Mines et de l'Energie Adama Toungara n'a pas caché sa volonté de faire de la Côte d'Ivoire un leader sous-régional dans le domaine des mines, des hydrocarbures et de l'énergie. En annonçant le futur rôle de la Côte d'Ivoire en matière de production pétrolière et minière dans la sous région le ministre n'a pas de mettre en évidence la trajectoire que prendra désormais la Côte d'Ivoire dans son ascension vers le développement. En effet, dit-il « Notre production de pétrole brut, hors gaz naturel, devra pouvoir passer de 50.000 barils/jour à plus de 200.000 barils/jour grâce à la reprise massive des forages d'exploration ».

Il s'agira pour la Côte d'Ivoire, d'intensifier de manière substantielle l'exploitation des ressources minières, gazières et pétrolières pour en faire de réels pôles industriels ; mettre à disposition de l'énergie en quantité suffisante, de bonne qualité et à bon marché afin d'accélérer le développement social et économique des populations ; et enfin, développer des ressources humaines de qualité adaptées aux exigences des industriels de ces secteurs.

C'est une action de grande envergure sans doute que veut mener le gouvernement de Côte d'Ivoire en organisant ce séminaire pour apporter des éléments de réponse essentiels à son émergence future. Il faut souligner que le pétrole et l'énergie représentent aujourd'hui 08% du PIB du pays. Ainsi il faut passer de la production de 50.000 barils/jour en 200.000 barils pour se donner de l'importance au secteur du pétrole et de l'énergie. Dans cette perspective, le ministre a noté qu'aucune matière ne restera inexploitée en vue d'atteindre les objectifs fixés par le gouvernement. Sous l'air Ouattara les mines et l'énergie sont devenues des secteurs hautement stratégiques.

Et pourtant le sous-sol de la Côte d'Ivoire était « pauvre »....

Ceci n'est ni une révélation encore un constat de notre part. Il y a quelques années de cela c'est ce qu'on pouvait lire dans les livres de géographie, aux chapitres consacrés au sous-sol ivoirien. Sous le régime de Houphouët-Boigny, le pétrole et l'exploitation minière n'avait jamais été visiblement et publiquement considéré comme un secteur de premier de choix, puisque le sous-sol devrait être "pauvre". En clair, les importantes ressources minières découvertes dans le sous-sol ivoirien dans les années 1970 n'ont pas connu l'exploitation escomptée.

Il faut attendre jusqu'aux années 90, pour voir la Côte d'ivoire procéder à l'exploitation de certains forages en ce qui concerne le pétrole. Cette exploitation s'est intensifiée sous le régime de Laurent Gbagbo. Bien que n'étant pas proche de la production journalière des grands producteurs de pétrole, les recettes pétrolières ont bien mis du temps à figurer au poste recette dans l'élaboration des différents budgets depuis près d'une décennie.

Ainsi dans la construction d'un futur souhaitable, on peut considérer que le pétrole qui a jaillit ces dernières années en Côte d'ivoire, apporter les recettes nécessaires pour noyer un peu la pauvreté des populations ivoiriennes, restées trop longtemps en marge des retombées de ce secteur.

... mais elle sera leader de l'énergie de demain !

En se projetant sur le long terme, la Côte d'ivoire s'est vraisemblablement lancée dans un projet qui vise un positionnement stratégique. La réalisation de ce projet passe par un diagnostic sérieux de l'environnement minier et le secteur du pétrole. Construire un futur souhaitable et réalisable suppose la prise en compte de tous les aspects nécessaires au développement du secteur des mines et de l'énergie. C'est sans doute dans ce contexte le séminaire de Yamoussoukro, réunir plus de 600 experts nationaux et internationaux issus des secteurs des mines, des hydrocarbures et des énergies, de tous les continents. Ce séminaire représente l'opportunité pour la Côte d'ivoire de définir un plan prospectif pour les années à venir. L'avenir de ce pays s'écrira certainement avec l'or noir en plus de son fort potentiel agricole. Mais au-delà de toutes les expertises, peut-on garantir que le secteur minier et de l'énergie liée au pétrole reste toujours une source fiable de recette face à la propension non moins importante des énergies alternatives ou renouvelables ?

III- AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU PETROLE

3.1- Les avantages du pétrole

Les avantages du pétrole sont les suivants :

- C'est une énergie disponible sur un peu tous les continents,
- Son transport est facile et peu coûteux par les bateaux,
- La chimie du pétrole est très riche. En effet, grâce au pétrole, on peut obtenir des gaz tels que le méthane, le propane et le butane, des carburants tels que l'essence, le kérosène, le gazole et le fioul et des composés aromatiques,
- C'est la forme d'énergie liquide la plus concentrée disponible actuellement.

3.2- Les inconvénients du pétrole

Les inconvénients du pétrole sont les suivants :

- La recherche d'un nouveau gisement de pétrolier est une activité de plus en plus difficile qui est très coûteuse,
- Son transport est à l'origine de nombreux polluants, en particulier des « marées noires ».
- Comme pour le charbon, sa combustion produit du dioxyde de carbone, qui libéré dans l'atmosphère, participe à l'accroissement de l'effet de serre.

CONCLUSION

En définitive, le pétrole est un corps dont l'exploitation s'effectue sur un long processus. Sa formation même en milieu sous-terrain ou sous-marin subit des étapes et les techniques et moyens utilisés pour le détecter sont largement complexes. Il nécessite diverses transformations pour pouvoir l'utiliser. Le pétrole est au cœur des échanges internationaux et son secteur est l'un des plus riches au monde tant les quantités produites sont élevées et son coût important. La Côte d'Ivoire a de grandes potentialités dans le domaine pétrolier et compte les exploiter au maximum. Cependant, du fait de sa très forte composition chimique, il contribue à la pollution de l'atmosphère dans sa transformation, des mers dans son transport et même du sol par ses déchets rejetés. Ce qui constitue une grande menace pour les hommes et la nature.