

**Raffinage du pétrole et spécificités techniques de l'essence,
Evolution des consommations actuelles d'essence,
Passage aux essences sans plomb et répercussion pour les
raffineries**

Raoufou BADAROU
Ingénieur en Pétrochimie Raffinage
Directeur de l'Energie
Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Hydraulique du Bénin

Avec la collaboration de :
Catherine SEDDOR
Ingénieur en Raffinage

I. RAFFINAGE DU PETROLE ET SPECIFICITE TECHNIQUE DES ESSENCES

Le pétrole brut est un mélange de nombreux hydrocarbures provenant de la décomposition d'organismes marins. Sa composition dépend du lieu d'où il est extrait. Les pétroles sont classifiés en fonction de leur densité (d) par rapport à l'eau :

- légers si $d < 0,8$
- lourds si $d > 1$

I.1 Raffinage du pétrole

Le raffinage a pour objet de séparer et d'améliorer la qualité des produits composant le pétrole de façon à répondre à la demande en différents produits commerciaux allant des gaz aux asphaltes et aux cokes à partir de bruts de compositions variables.

L'industrie de raffinage est une industrie de transformation. Elle est dynamique, donc moderne, sa structure évolue constamment pour satisfaire la demande quantitative et qualitative d'un marché de l'énergie chaque jour plus exigeant. Dans ces conditions, les temps d'amortissement du matériel doivent être très courts, la recherche de procédés nouveaux et l'amélioration des rendements demeurent un objectif permanent.

Le raffinage est composé de plusieurs étapes :

- **Distillation**

Ce procédé est effectué après le dégazage et le dessalage qui ont lieu sur les sites d'extraction.

L'unité de distillation initiale ou le topping a pour but de fractionner le pétrole brut en un certain nombre de coupes ou fractions classées en fonction des températures d'ébullition des Hydrocarbures.

Le procédé de distillation est effectué selon la densité du pétrole brut.

La distillation initiale s'effectue entre 30°C et 380°C

- entre 30°C et 70°C une fraction légère dont on extrait par la suite avec le procédé de gaz (méthane, éthane, propane et butane) une essence légère composée d'alcane en C5 et C6
- entre 70°C et 205°C essence lourde
- entre 205°C et 285°C kérosène
- entre 285°C et 310°C gas-oil léger
- entre 310°C et 350°C gas-oil lourd
- entre 350°C et 380°C résidus

- **Procédés de production des essences**

Le reforming catalytique et le craquage catalytique sont les deux procédés de base pour la production des essences à haut indice d'octane.

Le craquage catalytique des gas-oil lourds qui a lieu à 480°C – 500°C en présence d'un catalyseur «zéolithe », permet d'obtenir de l'essence (40 à 60% de la masse initiale) avec un indice d'octane > à 90.

Le reforming catalytique constitue le trait dominant du développement de l'industrie du raffinage d'après guerre avec des rendements relativement bons de n'importe quelle essence lourde de première distillation en une base pour carburants à haut indice d'octane.

Le but du reforming catalytique est de convertir les constituants à indice d'octane trop faible (paraffines normales, naphtènes) en aromatiques dont les indices d'octane sont tous supérieurs à 100.

Remarquons que les essences légères de distillation directe ont des indices d'octane de 60 à 70, les essences lourdes ou naphta des indices d'octane encore plus bas compris entre 30 et 45.

L'essence sortie de ce processus n'est pas commercialisée. Cette essence est mélangé avec d'autres additifs (plomb tétra - méthyle et plomb tétra - éthyle) pour obtenir une essence aux spécifications bien définies.

- **Le stockage**

Ces essences après avoir subi toutes les transformations sont conduites par pipelines dans les dépôts puis acheminées vers les consommateurs.

I.2 Spécificité technique des essences

Les principales caractéristiques de rendement d'une essence sont déterminées par son pouvoir antidétonant (combustion sans problème), sa volatilité (facilité d'allumage, formation d'un mélange combustible) et sa détergence (protection du circuit d'alimentation en carburant).

Tableau 1 : Spécifications de l'Essence

Spécifications	Supercarburant	Essence ordinaire
Densité à 15°C suivant la provenance	0.730/0.760/0.780	0.710/0.740/0.775
Couleur	Jaune citron	Jaune pâle ou rouge
<i>Distillation :</i>		
10%	45 à 60°C	45 à 60°C
50%	110° maxi	75 à 100°C
Point final	170 à 250°C	160 à 195°C
Résidu	1.5 maxi	2 maxi
Teneur en soufre : % poids	0,25 maxi	0,25 maxi
Doctor test:	Négatif	Négatif
Gommes actuelles : mg/100 ml	4 maxi	4 maxi
Teneur en plomb : cc/l	0,5 maxi	0,5 maxi
Nombre d'octane :	95 mini	90 mini
Tension de vapeur Reid à 100°F g/cm ² :	600 à 630 maxi	600 à 630 maxi
Corrosion 3h à 50°C suivant la provenance	1A à 1B	1A à 1B

Tableau 2 : Spécifications du Gasoil

Densité à 15°C suivant la provenance	0,810/ 0,855/ 0,880
Couleur	Brun ambré, jaune pâle
Distillation :	
65 % vol	250°C mini
90 % suivant la provenance	357°C/ 362°C
Point final	385°C maxi
Flash point suivant la provenance	61°C /65°C/ 66°C mini
Pourpoint	-9 maxi
Teneur en soufre : % poids	0,5 maxi
Diesel index	53 mini
Indice de cétane suivant la provenance	45 à 50 mini
Viscosité à 38,8°C suivant la provenance	1 ; 1,6 ; 5 ; 9 cst
Acidité totale mg/koh/gr	1 ,15 maxi
Teneur en cendres : % poids	0,01 maxi
Teneur en eau : % vol	0,05 maxi

Le supercarburant et l'essence ordinaire renferment respectivement un indice d'octane minimal de 95 et 90. Comme l'indice d'octane d'une essence mesure sa résistance à la détonation provoquée par un allumage prématuré, le pouvoir antidétonant d'une essence augmente avec son indice d'octane. La teneur en plomb des deux qualités d'essence est la même et égale à 0,5 cc/l maxi. Le gasoil quant à lui ne contient pas de plomb.

- **Rôle du tétra-éthyl de plomb dans l'essence**

Le tétra-éthyl de plomb est ajouté à l'essence, pour deux raisons. Il sert à lubrifier les soupapes des moteurs et surtout a un rôle d'antidétonant, en évitant que le mélange air-essence n'explose trop tôt. Cette caractéristique est symbolisée par « l'indice d'octane ». Avec l'évolution des moteurs à essence (le plomb n'existe pas dans le diesel), la demande en indice d'octane a augmenté

(plus l'indice d'octane est élevé, meilleures sont les capacités d'accélération) et l'additif de plomb est devenu de plus en plus nécessaire.

Avant les années 30, l'essence ne contenait pas de plomb, ce qui nécessitait de rectifier les sièges de soupapes (les frettes) et de roder les soupapes tous les 15000 km. L'adjonction de plomb a supprimé cette contrainte. Les particules de plomb se déposant sur les frettes agissaient comme des coussins amortisseurs. L'usure provoquée par le choc soupape/siège avait diminué de manière importante.

Noter que le plomb a également permis d'augmenter l'indice d'octane autorisant ainsi des taux de compression plus élevés et donc de meilleurs rendements des moteurs.

Caractéristiques de rendement :

Indice d'octane

L'indice d'octane d'une essence mesure sa résistance à la détonation provoquée par un allumage prématuré. Le pouvoir antidétonant d'une essence augmente avec son indice d'octane, ce qui assure une haute performance du moteur avec une puissance accrue par suite de la « combustion en douceur » du carburant.

Volatilité

Une autre importante caractéristique de rendement de l'essence est sa volatilité, c'est à dire la vitesse à laquelle elle s'évapore à une température donnée. La volatilité de l'essence est importante parce que l'essence liquide doit se mélanger à l'air et être pulvérisée afin de pouvoir brûler dans le moteur.

Les caractéristiques de volatilité de l'essence sont de première importance pour les conditions de conduite, la facilité de démarrage et la performance. Une

essence très volatile se pulvérise plus facilement. Par temps chaud, une essence trop volatile peut cependant provoquer un bouchon de vapeur et faire caler le moteur. En revanche, par temps froid, une essence trop volatile peut rendre les démarrages difficiles et compliquer le réchauffement du moteur. En hiver, par exemple, le moteur d'une voiture est extrêmement froid avant d'être mis en marche et l'essence doit être suffisamment volatile pour pouvoir se pulvériser facilement dans ces conditions. La volatilité de l'essence est soigneusement dosée selon les saisons géographiques de façon à présenter les caractéristiques de pulvérisation nécessaires pour assurer la bonne marche du moteur.

Détergence

La détergence est la caractéristique de rendement d'une essence qui a trait à sa capacité de nettoyer et de protéger le circuit d'alimentation en carburant, soit le carburateur ou les injecteurs, les soupapes d'admission et les orifices d'amenés du carburant. Un détergent pour essence ménager ; c'est une molécule qui vient se fixer aux particules de saleté. Quand l'essence circule dans le moteur de la voiture, la molécule aide à éliminer les particules de saleté et prévient la formation de dépôts dangereux.

- **L'interdiction du plomb dans les transports : le plomb dans l'essence**

Le plomb représentait alors le tiers du poids des particules émises par les gaz d'échappement.

La production mondiale de plomb pour la production d'additifs aux carburants automobiles n'a cessé d'augmenter jusqu'au milieu des années, pour atteindre alors 380.000 tonnes de rejets par an.

Mais depuis une vingtaine d'années le pourcentage de tétra-éthyl de plomb n'a cessé de diminuer sans qu'on le sache vraiment. De 0,55 g par litre en 1976,

il est passé à 0,15 g par litre en 1991! Pendant cette même période peu de problèmes ont été constatés parce qu'il suffit d'une assez faible dose de plomb pour entretenir le dépôt déjà constitué. Les pétroliers ont donc joué sur "l'effet de mémoire" du plomb. Mais la suppression totale du plomb enlève assez rapidement toutes protections aux sièges qui sont alors livrées à leur triste fin !

II. EVOLUTION DES CONSOMMATIONS DES CARBURANTS

La consommation actuelle d'essence au Bénin peut être estimée à 256 000 tonnes.

II.1 Evolution des consommations d'essences

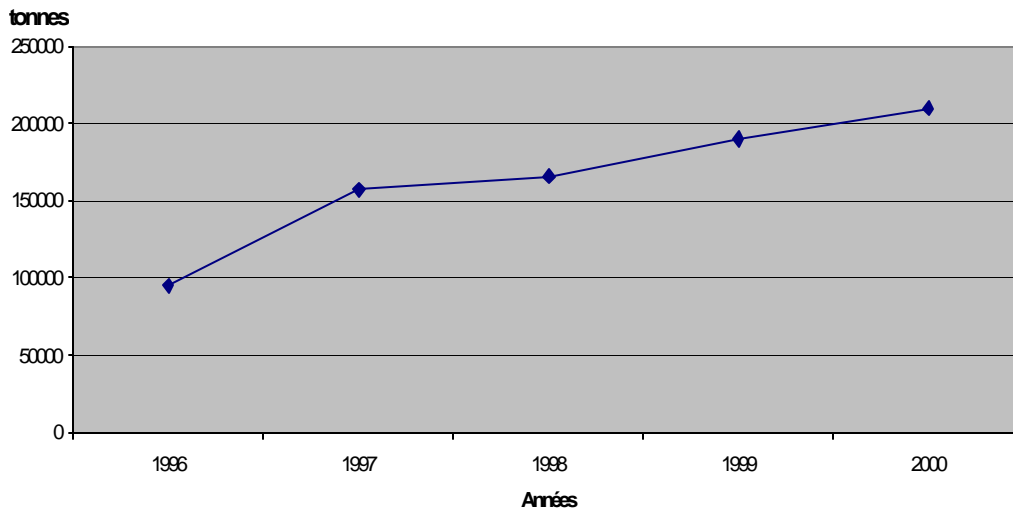
La consommation d'essence est passée de 94 744 tonnes en 1996 à 210 000 tonnes en 2000 soit un accroissement moyen annuel de 22% dans la période de 1996-2000.

Tableau 3: Evolution des consommation d'essences de 1996 à 2000

	1996	1997	1998	1999	2000
Consommation finale des P.P (en tonne)	94744	157283	165709	190 000	210 000

La figure 1 ci-dessous illustre cette évolution de la consommation.

Figure 1: Evolution des consommations d'essence



II.2 Evolution des ventes officielles d'essences de 1996 à 2000

Les données présentées dans le tableau ci-dessous sont les quantités totales d'essences vendues par la SONACOP et les autres sociétés agréées.

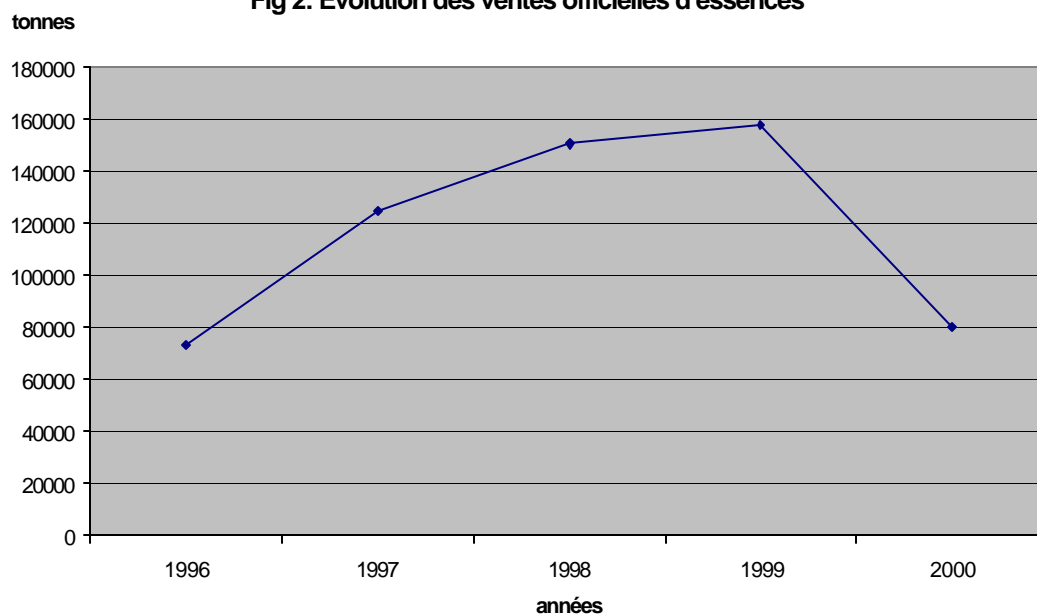
Ces ventes ont connu un accroissement moyen de 29 % entre 1996 et 1999 avant de connaître une baisse brutale en 2000, passant ainsi de 157 596 tonnes à 80 363 en 2000, soit une baisse de 49%

Tableau 4 : Evolution des ventes officielles d'essences

	1996	1997	1998	1999	2000	1996-2000 Taux d'accroissement annuel
Vente officielle (en tonne)	73002	124495	150645	157596	80363	2,43 %

La figure n° 2 ci-dessous illustre bien cette situation.

Fig 2: Evolution des ventes officielles d'essences



II.3 Evolution des consommations d'essences importées illicitement

Les estimations des consommations d'essence importée frauduleusement sont passées de 21 742 tonnes en 1996 à 129 637 tonnes en 2000 soit un taux d'accroissement moyen annuel de 14%.

Tableau 5 : Evolution des consommations d'essences importées illicitement

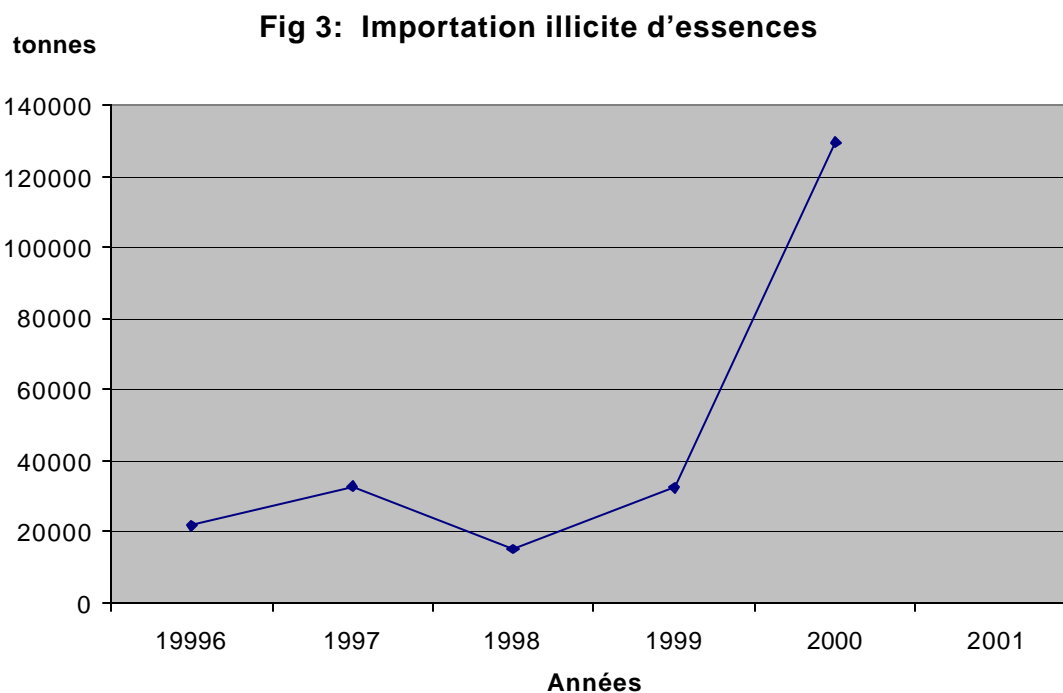
	1996	1997	1998	1999	2000	1996-2000
						Taux d'accroissement annuel
Importation illicite P.P (en tonne)	21742	32787	15064	32404	129637	14,22 %

En effet, ce commerce a repris son évolution entre 1996 et 1997, après avoir connu une chute brutale en 1998, chute qui est due à la pénurie de produits pétroliers au Nigeria, source d'approvisionnement des acteurs du commerce

informel de ces produits au Bénin. A partir de 1999, il y a eu une reprise un peu timide de ce commerce, mais les hausses successives des prix des produits pétroliers 2000 au Bénin, qui ont creusé l'écart entre les prix officiels et les prix du marché informel, ont relancé ce commerce frauduleux des produits pétroliers.

Ainsi, entre 1999 et 2000 ce commerce a progressé de 26,8 %.

La figure 3 ci-dessous illustre bien l'évolution du commerce illicite des produits pétroliers au Bénin.



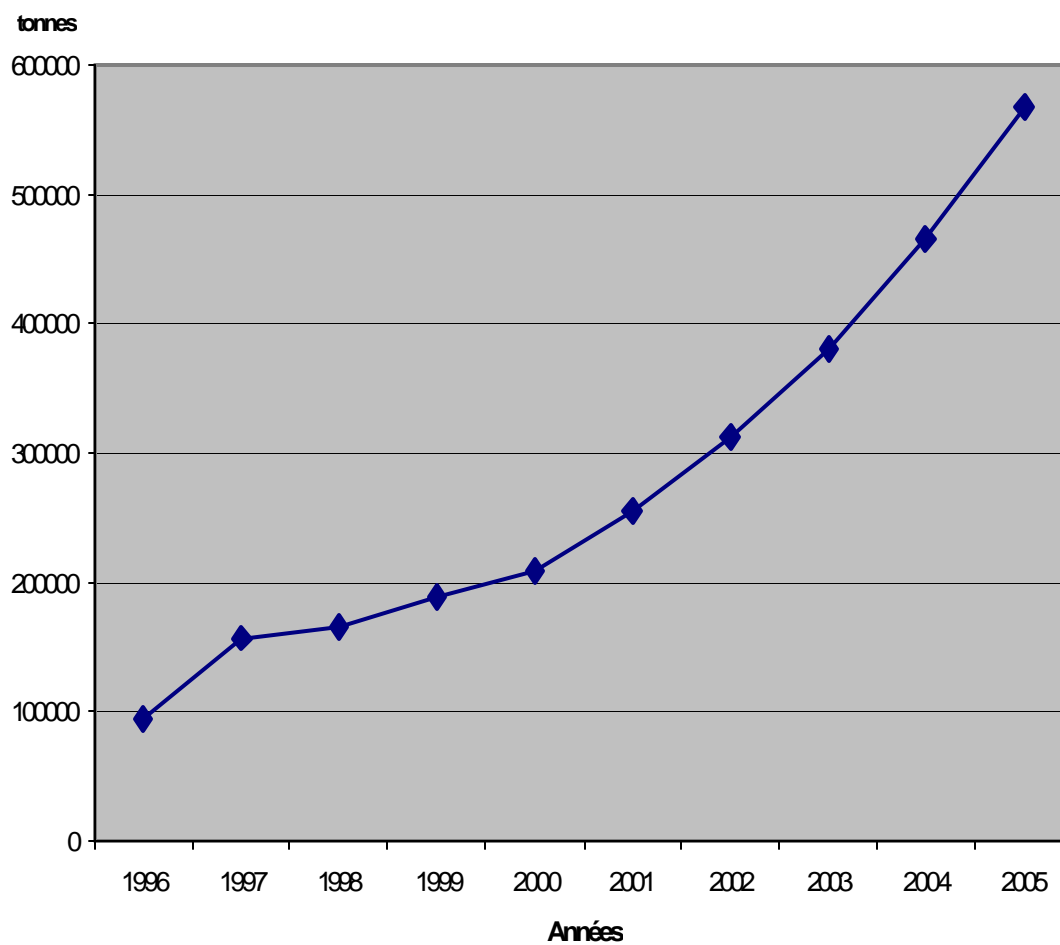
II.4 Projection de la consommation d'essence au Bénin

La consommation d'essence au Bénin en 2000 est estimée à 210 000 tonnes. Si la tendance observée entre 1996 et 2000 se poursuivait, la consommation d'essence du pays va dépasser les 560 000 tonnes en l'an 2005.

Tableau 6 : Projection de la consommation d'essence au Bénin

	2001	2002	2003	2004	2005
Consommation finale P.P (en tonne)	256200	312564	381328	465220	567568

Fig 4: Projection de la consommation d'essences



II.5 Facteurs influant la Consommation des produits pétroliers

Les principaux facteurs qui influent sur la consommation d'essence sont :

- croissance démographique
- regain d'activité économique

Hormis ces deux facteurs, il y a des facteurs secondaires qui jouent un rôle important sur la consommation de l'essence au Bénin. Ce sont :

1. Mauvais entretien des véhicules : filtre à air sale, non remplacement des bougies dans les délais ;
2. Mauvais état des routes ;
3. Embouteillages ;
4. Excès de vitesse ;
5. Non maîtrise de la conduite ;
6. mauvais réglage des moteurs : incompétence des mécaniciens ;
7. Comportement des automobilistes au volant car une conduite agressive augmente la consommation du moteur ;
8. Le transport des charges inutiles. Il est à noter que chaque kilogramme supplémentaire augmente la consommation en carburant. Il est alors indiqué d'enlever toutes charges inutiles du véhicule avant de démarrer ;
9. Le non respect des données techniques caractéristiques de chaque moteur est souvent la base d'une consommation démesurée en carburant ;

III. PASSAGE AUX ESSENCES SANS PLOMB, REPERCUSSION POUR LES RAFFINERIES

La qualité des essences est déterminée par les caractéristiques principales suivantes :

- composition fractionnée :
- pression des vapeurs saturées :
- **propriétés antidétonantes :**
- pourcentage et nature des composés sulfurés :
- tenue à l'oxydation :

Des cinq principales caractéristiques ci-dessus, celle qui nous intéresse dans le cadre de cet exposé est relative aux propriétés antidétonantes des essences qui se définissent comme suit.

III.1 Propriétés antidétonantes des essences

Les propriétés antidétonantes du combustible présentent l'un des paramètres essentiels déterminant l'aptitude de celui pour le moteur à allumage par étincelle électrique.

Les essences de différente origine se distinguent selon leur tendance à la détonation. Les hydrocarbures paraffiniques à chaîne droite ont la plus grande tendance à la détonation, les hydrocarbures aromatiques et paraffiniques à iso structure la plus petite; les hydrocarbures naphténiques occupent une position intermédiaire.

L'indice d'octane dépend de la composition chimique des essences. Plus élevée est la teneur de l'essence en hydrocarbures paraffiniques isomères et en hydrocarbures aromatiques, plus haut est son indice d'octane. De ce fait, les

essences résultant de différents procédés du traitement d'un même pétrole ont de divers indices d'octane (cf. tableau 7).

Tableau 7 : Stabilité à la détonation des essences obtenues par de divers procédés du traitement d'un même pétrole

Procédé d'obtention de l'essence	Distillation directe	Cracking thermique	Cracking catalytique	reforming catalytique
Indice d'octane	57	64	78	77

Les caractéristiques antidétonantes des essences peuvent être améliorées par un mélange des essences à des produits synthétiques à indice d'octane élevé parmi lesquels on classe l'iso octane technique, l'alcoyl benzène, ainsi que l'isopentane.

La caractéristique des constituants des essences à indice d'octane élevé est résumée au tableau 8.

Tableau 8 : Constituants à indice d'octane élevé des essences

Constituants	Densité P_4^{20}	Point d'ébullition limite en °C	Indice d'octane
Alcoylate	0,700	60-175	90-93
Alcoyl benzène	0,865	135-180	100
Iso octane technique	0,700	45-185	100
Iso pentane	0,625	25-32	90
Pyrobenzène	0,845	82-175	87-93
toluène	0,885	110-111	100

*d'après les données de A.A.Gouréev.

L'indice d'octane des combustibles pour moteur à allumage par étincelle électrique se voit également s'élever lorsqu'on y additionne une faible quantité d'agents antidétonants spéciaux comme le tétra-éthyl de plomb généralement utilisé. On l'utilise d'ordinaire sous forme de mélange avec le dibromo-éthane, le monochloronaphtalène et un colorant spécial soluble dans l'essence. Ce mélange est appelé liquide éthylique, qui est très toxique.

L'indice d'octane de différents genres d'essences, lorsqu'on y ajoute une même quantité de liquide éthylique s'élève de manière différente et dépend de la composition chimique des essences. La valeur à laquelle s'élève l'indice d'octane après l'addition de 1ml de liquide éthylique par 1 kg d'essence est appelée sensibilité des essences au liquide éthylique.

Il s'agit aujourd'hui de remplacer le liquide éthylique par d'autres additifs antidétonants comme le «MMT méthylcyclopentadiénylmanganèse-tricarbonyle»

Au regard de tout ce qui précède, il apparaît clairement que, le passage à l'essence sans plomb implique pour les raffineries africaines des contraintes d'ordre technique et financière.

Les contraintes techniques sont relatives à la qualité du pétrole brut « son origine » à raffiner et à la technologie de raffinage qu'il sera nécessaire de modifier pour répondre à la qualité de produit à livrer sur le marché.

La contrainte financière suppose qu'il faut investir pour adapter les technologies actuelles aux nouvelles exigences de qualité des produits à livrer sur le marché. Ceci sera difficile pour des raffineries déjà mal en point financièrement pour la plupart d'entre elles.

Il sera alors indispensable si on veut réussir le passage aux essences sans plomb, que ces raffineries bénéficient de crédits à longs termes et à taux d'intérêt bas ou même bénéficient de subventions.

III.2 Conclusions

L'automobile et le pétrole forment un grand ensemble technique résultant de la confluence de multiples innovations technologiques et sociales ainsi que d'investissements immenses. Une fois qu'ils sont en place, de tels systèmes font normalement preuve d'une inertie considérable du fait de la forte emprise qu'ils ont sur la structure économique et sociale. L'évolution récente permet toutefois de se demander si le système automobile-pétrole pourra résister aux assauts des impératifs de la protection de l'environnement et du souci des populations de se prémunir contre les dangers de la pollution pour la santé.

Est-il possible d'envisager la disparition du pétrole dans les transports ? Verrons-nous bientôt l'arrivée de nouvelles générations de véhicules qui auront abandonné le principe de la combustion interne ? Voilà le genre de question qu'on est en droit de se poser.

En faisant la synthèse d'une grande variété d'information, il importe d'apprécier toute la complexité des grands changements techniques auxquels nous assistons actuellement.