Etudes de documents : Le pétrole

D'après un article paru dans un mensuel de vulgarisation scientifique en Avril 2000

Depuis quand utilise-t-on du pétrole ?

Pétrole vient du latin médiéval *petroleum* qui signifie "huile, de pierre". Il est connu depuis l'Antiquité : plusieurs civilisations du Moyen Orient l'ont utilisé, ainsi que le gaz naturel, dans les cérémonies religieuses et en médecine pour soigner les maladies de la peau, la lèpre, les hémorragies, les maux de dents, les rhumatismes, les maladies respiratoires, etc. Les Chinois, les Birmans, puis les Romains ont fait appel au pétrole pour l'éclairage. Les Romains ont été les premiers à lubrifier les roues de leurs chars avec du pétrole. Quant au bitume, il sert depuis longtemps dans la fabrication des briques et pour assurer l'étanchéité des constructions et des bateaux. Il y a plus de 2 000 ans, les Chinois creusaient déjà, à l'aide de bambous, des puits de mille mètres de profondeur dans le Chan Si pour y chercher "l'eau qui peut brûler", le pétrole, et "l'air qui sent mauvais", le gaz.

Comment le pétrole se forme-t-il ?

Depuis le milieu du XIX^e siècle et jusque peu après la Seconde Guerre mondiale, du pétrole artificiel a été fabriqué industriellement. Le principe était de faire cuire des schistes bitumineux (des roches sédimentaires) à une température de 500°C en l'absence d'oxygène. Les réactions physico-chimiques provoquées par ces hautes températures transforment la matière organique qui abonde dans ces roches en pétrole. Ce processus était semblable à la genèse naturelle du pétrole, dont le mécanisme était pourtant alors inconnu.

Dans la nature, le processus se déroule sur plusieurs dizaines de millions d'années. L'écorce terrestre constitue le "four" naturel : à des profondeurs de deux à dix kilomètres règnent des températures comprises entre 50 et 300 °C. La transformation s'opère sur une substance organique nommée kérogène, qui résulte d'une lente dégradation de débris organiques par des bactéries anaérobies. Ces débris organiques proviennent de phytoplancton, de bactéries et parfois de plantes supérieures terrestres (le zooplancton et les animaux supérieurs ne jouent qu'un rôle mineur) qui se sont accumulés dans les sédiments argileux des fonds lacustres ou des mers fermées, puis qui ont été enfouis. Dans le "four", le kérogène subit un craquage thermique : les grandes molécules organiques sont rompues en molécules plus petites d'hydrocarbures et, dans une moindre proportion, en diverses molécules complexes, dont le mélange est appelé pétrole. Il est plus juste de parler de pétroles au pluriel, dans la mesure où un pétrole est défini par sa composition, et que celle-ci est différente dans chaque gisement. Elle dépend de la nature du kérogène et des conditions de température qui ont accompagné sa formation : plus celles-ci sont sévères, plus les molécules formées sont petites. Lorsqu'il reste moins de cinq atomes de carbone sur une molécule, on obtient du gaz naturel. Ainsi ce sont très souvent des mélanges de gaz et d'huile que l'on trouve dans les gisements de pétrole.

Comment extrait-on le pétrole d'un gisement ?

... Les gisements exploités se trouvent à des profondeurs variant entre 100 mètres et 7 000 mètres.

La plupart demeurent "on-shore", c'est-à-dire dans des bassins dont la surface est désormais émergée. Actuellement, on exploite des gisements "off-shore", c'est-à-dire dont la surface du bassin est à moins de 200 mètres de profondeur comme en mer du Nord ; des gisements "deep off-shore" comme au large de l'Angola ou au Brésil où la profondeur atteint 1 000 mètres ; et bientôt peut-être des gisements "ultra deep off-shore", dont la surface du bassin serait comprise entre 1000 mètres et 2 000 mètres de profondeur d'eau.

Au début du XX^e siècle, la technique de forage dite Rotary, où un trépan en rotation creuse les roches, a remplacé le forage traditionnel par percussion, notamment grâce à l'apparition d'un matériau ultra résistant : le carbure de tungstène.

Si la pression dans le gisement est suffisante, le pétrole jaillit de lui-même à la surface. Autrement on

procède à un pompage. Pour entretenir la pression du pétrole, on injecte dans le réservoir de l'eau ou du gaz.

Pour les pétroles très denses et visqueux, on utilise des procédés de récupération dits "thermiques". L'un d'eux consiste par exemple à injecter de la vapeur d'eau dans le gisement, ce qui a pour effet de réchauffer le pétrole, et donc d'en diminuer la viscosité.

A quoi le pétrole nous sert-il ?

Brut, à quelques rares exceptions près, le pétrole n'est pas utilisé. En revanche, on exploite ses dérivés qui vont du gaz jusqu'au fioul lourd des centrales thermiques et des installations industrielles, en passant par l'essence automobile, le gazole et le fioul domestique. En poussant sa transformation encore plus loin, le pétrole sert à la fabrication de diverses matières plastiques ou de molécules d'intérêt pharmaceutique. Le point commun entre tous ces produits ? Ils sont constitués de molécules à squelette carboné. Le pétrole n'est finalement rien d'autre qu'une immense source d'hydrocarbures. Selon sa provenance, il est composé en proportions diverses de molécules de différentes tailles. Pour chaque application, il est nécessaire d'isoler la fraction de molécules de taille adéquate

La séparation des fractions s'opère dans les tours de distillation des raffineries. Au cours des dernières années, la demande en produits légers a considérablement augmenté pour satisfaire, entre autres, les besoins croissants en carburants automobiles. Aussi, pour adapter l'offre à la demande, il ne s'agit pas de séparer les fractions : des étapes de craquage supplémentaires sont nécessaires pour "casser" les grosses molécules en molécules plus petites.

En quoi le pétrole est-il toxique ?

Le pétrole contient des milliards de molécules dont des molécules cancérigènes telles que le benzène ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Des études toxicologiques montrent cependant qu'elles ne sont dangereuses qu'en cas de forte exposition pendant de nombreuses années. L'usage répété des solvants pour nettoyer des objets contaminés par les goudrons peut en revanche faciliter la pénétration de ces molécules dans la peau. C'est pourquoi il est recommandé aux nettoyeurs de marées noires de porter des gants. Le risque via la consommation de coquillages ou de poissons contaminés existe, mais il est négligeable pour la simple raison que le mauvais goût de tels produits en dissuade la consommation bien avant le seuil de toxicité. Le grand danger d'un événement tel qu'une marée noire est en fait l'engluement et l'asphyxie des animaux qui s'y trouvent piégés, ainsi que la privation d'oxygène pour les micro-organismes qui peuplent les sols.

Si le pétrole brut est un produit peu dangereux en soi, la combustion de certains de ses dérivés libère

toute une variété de produits toxiques et polluants. La mise au point de carburants propres et de catalyseurs a toutefois permis de limiter considérablement ces rejets au cours des dernières années.

Comment combattre une marée noire ?

Il n'existe pas de méthode réellement efficace. Actuellement, on peut dire que la meilleure est de les éviter!

Lorsqu'une marée noire se produit, le pétrole reste près de la surface : non miscible dans l'eau, il est également de densité inférieure et donc ne coule pas. Les hydrocarbures les plus légers s'évaporent dans l'atmosphère, tandis qu'une autre partie est progressivement consommée par des bactéries. Le ramassage en mer des autres fractions est préférable, mais souvent difficile en raison des conditions atmosphériques. A condition d'intervenir quasi immédiatement, deux méthodes complémentaires peuvent être utilisées : l'usage de produits biodégradables qui fragmentent la nappe, et celui de produits minéraux denses qui, en s'associant au pétrole, le font couler. Mais la plus grande partie du pétrole ne peut être ainsi éliminée. Le résidu est oxydé par l'oxygène de l'air et partiellement polymérisé. Des goudrons bruns et visqueux se forment alors, semblables à ceux résultant de l'altération d'un gisement de pétrole porté à la surface. Ils durcissent avec le temps et forment des galets de plus en plus solides et parfois difficiles à distinguer à première vue des galets ordinaires.

Y aura-t-il encore du pétrole en 2050 ?

Le pétrole est une ressource renouvelable : il se forme en permanence dans les bassins sédimentaires. Seulement, le rythme de consommation actuel, 3,5 milliards de tonnes par an, est environ dix mille fois supérieur au rythme de renouvellement. Le pétrole que nous consommons s'est formé, pour l'essentiel, entre le début de l'ère primaire et la fin du tertiaire (soit environ 500 à 5 millions d'années avant notre ère). On estime la quantité déjà sortie de terre à quelque 110 milliards de tonnes. L'évaluation du volume qui pourra être extrait dans le futur est un exercice fort incertain.

Les estimations des réserves restant à découvrir varient du simple au triple selon les experts ! L'une d'entre elles, menée par l'Institut français du pétrole, fait état de 145 milliards de tonnes de réserves

“ prouvées ” (chiffre multiplié par deux depuis le début des années 1980), 80 à 100 milliards de tonnes de réserves “ à découvrir ”, et de 140 milliards de tonnes provenant du progrès des techniques de récupération. Si l'augmentation de la consommation annuelle se maintient, ces ressources pourraient être épuisées vers 2060.

Mais les experts “ pessimistes ” estiment les réserves moitié inférieures aux chiffres que nous avons avancés. De fait, avant la fin du siècle, le pétrole sera progressivement remplacé par d'autres sources d'énergie : nucléaire, solaire ou fossile, comme le gaz naturel ou le charbon.

Répondez aux questions suivantes :

1. A partir de quoi le pétrole utilisé s'est-il formé, et quand ?
2. De quoi est constitué un pétrole ? Comment sépare-t-on ses constituants ?
3. Qu'est-ce qu'un craquage thermique ?
4. Comment fait-on pour extraire le pétrole ? A quelle profondeur faut-il creuser pour obtenir du gaz naturel sans être gêné par la présence d'huiles ?
5. Le pétrole est-il plus dense ou moins dense que l'eau ? Justifier à partir du texte.
6. Que ferons-nous lorsque nos réserves de pétroles seront épuisées ?
7. Quels sont les effets possibles du pétrole sur l'environnement et l'atmosphère ?