BITUME

4-1 INTRODUCTION

L'homme va rapidement faire du bitume un allié. Cette colle naturelle puissante va l'accompagner dans son évolution. Elle est employée encore aujourd'hui.

Ce minéral fossile a participé à plusieurs aventures notamment artistiques et pétrolières avant de se cantonner très prosaïquement dans l'étanchéité, la construction des routes et dans la pharmacie.

Il a été un moteur du commerce au moyen orient et sur le pourtour de la méditerranée. Son utilisation en Mésopotamie était si fréquente que certains auteurs n'ont pas hésité à appeler cette période la civilisation du bitume.

Finalement même de manière triviale ne sommes nous pas toujours dans cette forme de civilisation lorsque l'on considère le nombre de kilomètres de bitume avalé par chacun d'entre nous chaque année.

Petite poche de bitume dans calcaire

Ces Hélix ramondi sont remplis de bitume

Mais le plus étonnant concerne l'utilisation immémoriale qui s'est faite de cette ressource partout où elle était disponible. De plus elle est identique dans des zones géographiques et des civilisations aussi éloignées que celles des Olmèques au Mexique, de la période Jomon au Japon (Xe millénaire au IIIe siècle avant notre ère), ou encore celle des Indiens de Californie, il y a 12 000 ans.

4-2 LE BITUME DANS LA NATURE

Le bitume est un matériau présent naturellement dans l'environnement ou pouvant être fabriqué industriellement après distillation de certains pétroles bruts. Ce mot recouvre des produits toujours dérivés du pétrole qui peuvent être assez différents les uns des autres. Il peut se trouver à l'état liquide ou solide. Il a une couleur brunâtre à noirâtre une odeur de goudron. Il est liquéfiable à chaud et adhère aux supports sur lesquels on l'applique. Dans le langage courant, on le confond souvent avec la poix, le goudron d'origine houillère, ou l'asphalte routier dont il n'est qu'un composant.

A l'état naturel c'est un résidu d'anciens gisements de pétrole dont les éléments les plus légers ont été éliminés au cours du temps, car ils sont volatils à température ambiante. A ciel ouvert les gisements se présentent comme de véritables lacs appelés fosses à bitume.

La mer morte en Judée était appelée « lac asphalte ».

Affleurement bitumeux du Puy de la Poix, Clermont-Ferrand, France.

Là ce n'est pas un lac c'est un ruisseau.

Photo Wikipédia

Le bitume peut aussi se présenter sous forme de filons ou de poches en sous-sol à la Mine des rois de Dallet (63), il peut être inclus dans du sable ou des schistes comme à Orbagnoux (01), et dans le bassin d'Autun (71).

Le bitume est une roche sédimentaire.

4-3 PREMIERE RENCONTRE DE L'HOMME ET DU BITUME : UTILISATIONS ANCIENNES

Les premiers témoignages de son utilisation remontent à la Préhistoire où il était employé en tant qu'adhésif dans l'industrie lithique ((Umm el-Tlel, site localisé en Syrie centrale et daté du Paléolithique moyen 42 000 ans avant notre ère, où ont été retrouvées des traces de bitume sur des silex).

À partir du Néolithique, ses utilisations se sont diversifiées, notamment au Proche et Moyen-Orient, et ses techniques se sont enrichies. Il fut utilisé comme imperméabilisant pour les paniers puis pour les céramiques, calfatant pour les bateaux de rivière ou de mer dès 4 000 ans avant notre ère.

C'est l'époque ou l'on observe le développement de l'agriculture, notamment la domestication des premières céréales et celle des premières légumineuses. Le bitume au moyen orient sera la colle permettant de fabriquer tous les outils lithiques de l'agriculture naissante.

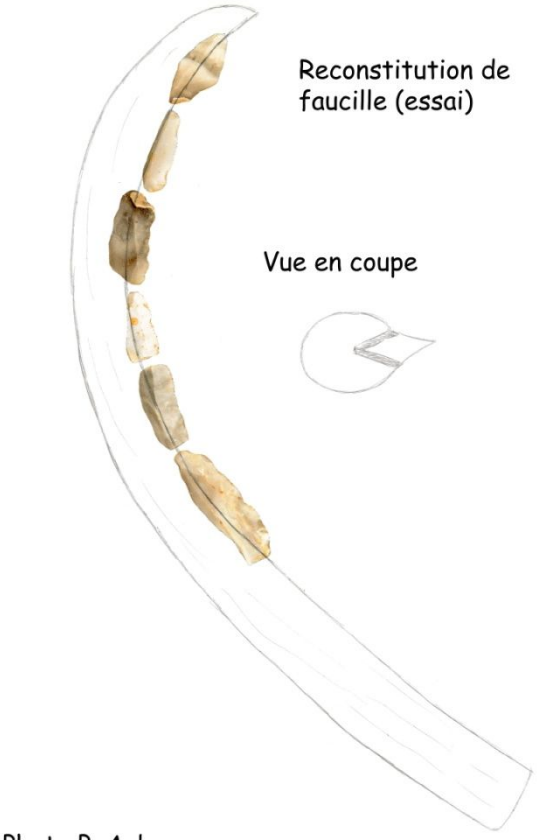


Photo P. Auberger

La faucille

Utilisé à partir du Néolithique pour moissonner, les premières faucilles possèdent un manche en bois ou en os, droit ou courbé et une partie coupante formée d'éclats ou de lames de silex. Elle peut être simple lorsqu'elle a une seule longue lame fixée en biais sur le manche droit ou composite lorsqu'elle possède des éléments coupants multiples (lames ou lamelles) insérés dans une rainure du manche et fixés par un goudron ou à l'aide d'une résine.

Le bitume dans la construction pour le scellement des briques ou l'étanchéité des fondations est attestée dès 3 000 ans av. notre ère en Mésopotamie, c'est notamment la colle de l'étendard d'Ur que nous avons vu dans le cahier précédent

LE BITUME EN EGYPTE

C'est lui qui maintient en place les barrettes de lapis-lazuli et autres pierres précieuses sur le masque de Toutankhamon.

En Égypte le bitume est utilisé dans le processus de momification dès 2500 av. notre ère. Ce bitume était originaire de la mer morte et faisait l'objet d'un commerce régulier.

Photo la momie de Pétaménophis dit Ammonios fils de Soter mort à 21 ans

Le processus d'embaumement faisait suite au retrait des viscères et à la dessiccation du corps dans de l'alun (disulfate d'aluminium et de potassium). Il comprenait les produits suivants :

Bitume de la mer morte, goudron de conifère (poix), cire d'abeille, corps gras d'origine végétale et animale.

La couleur noire de la momie était due au bitume et à la poix.

Photo et recette avec l'aimable autorisation de M. J.F. Bradu

LE BITUME EN AMERIQUE

Les indiens de Californie utilisent le bitume très couramment pour l'étanchéité de récipients, des tissus et des maisons depuis 15 000 ans av notre ère.

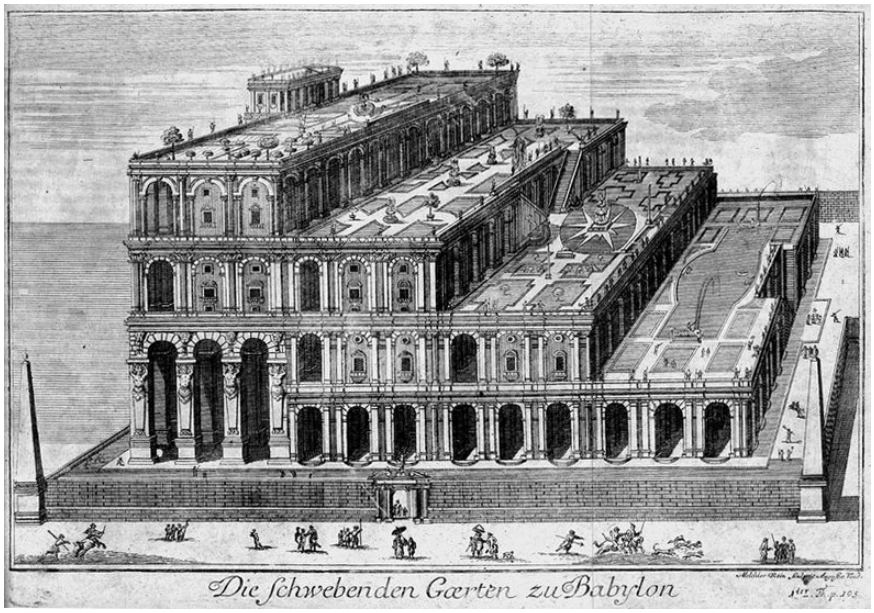
Les Olmèques de La venta 1500 av notre ère utilisaient le pétrole qui jaillissait naturellement dans la région pour le transformer en bitume qui servait à l'ornement, à rendre étanche leurs constructions comme les aqueducs ou les embarcations. Il l'utilisait aussi pour recouvrir les sols et rendre étanche les murs et les toits des édifices.

PROCHE ORIENT ANCIEN

Hérodote, historien grec qui a vécu au 5^{ième} siècle av notre ère et qui a passé quelques années à Babylone, raconte que du bitume chaud, extrait de la rivière d'Is, était employé pour sceller les briques de terre cuite dans le mur de l'enceinte sous le règne de Nabuchodonosor.

JARDINS SUSPENDUS DE BABYLONE

Si la localisation de ces jardins fait encore aujourd'hui l'objet de controverse, ils sont considérés comme l'une des sept merveilles du monde antique suivant la liste laissée par Philon de Byzance (scientifique et ingénieur grec de la fin du III siècle av. notre ère). C'est le prêtre babylonien Bérose qui a rapporté l'histoire de la construction de ces jardins par Nabuchodonosor II (604-562 av J.-C.) afin de rappeler à son épouse Amytis de Médie les montagnes boisées de son pays natal.



L'élévation des jardins se ferait avec plusieurs terrasses, peut-être en escalier. Diodore de Sicile historien du 1ier siècle av notre ère , décrit un procédé complexe associant plusieurs couches de pierre, roseau, bitume et plomb mis au point pour éviter que l'humidité de la terre constituant la couche supérieure du sol des jardins ne se répande plus bas. Il faut se rappeler que la construction était en brique.

Une vue d'artiste du 18ième siècle des jardins. Image Wikimédia.

4-4 LE BITUME DANS LE MONDE MODERNE

Malheureusement le bitume n'a pas eu que des applications positives.

Nous allons parler du goudron et des plumes. Cette évocation fera sourire les amateurs de Far West ou ceux de Lucky Luke. Ce n'est pas une légende mais bien une sordide réalité.

Utilisé comme supplice dans l'antiquité notamment à Babylone on versait du bitume chaud sur la tête des condamnés. On retrouve cette punition agrémentée de plumes dans les ordres donnés par Richard 1ier roi d'Angleterre (dit cœur de lion) à ses troupes en partance pour les croisades en 1191. « Aux voleurs et aux traitres il fallait raser la tête et la couvrir de goudron et de plumes avant de les abandonner à leur triste sort ». Richard 1ier devait savoir que le bitume naturel était abondant au moyen orient.

Cette coutume a évolué depuis ses lointaines origines, pour devenir une forme de justice populaire. Elle traversera l'Atlantique avec les colons de la Mayflower en 1620 ou peut être plus tard pour s'implanter durablement aux Etats Unis.

On en trouve encore quelques mentions en Angleterre, notamment à Londres où en 1696 lorsqu'un un huissier de justice poursuivant sa victime dans un quartier mal famé s'est retrouvé couvert de goudron et de plumes.

Aux Etats Unis, sur la côte Est, cette punition était pratiquée dans l'environnement des ports. Il y en aura plusieurs mentions lors des tensions autour de la taxation des produits d'importation dans les nouvelles colonies.

Ces tensions précèdent le déclenchement de la guerre d'indépendance.

Sur l'illustration jointe John Malcom commissaire des douanes s'est fait recouvrir de goudron et de plume pour avoir exigé le paiement de taxes sur les marchandises d'un bateau à Boston en 1774. En plus d'être douanier, il était loyal à l'Angleterre. Illustration Wikimédia

Pendant la guerre d'indépendance cette brimade sera utilisée régulièrement.

Elle se retrouvera dans l'ouest des Etats Unis et fera partie de la panoplie des sanctions appliquées aux personnes indésirables dans une ville.

Cette pratique sera poursuivie jusqu'au 20ième siècle lors des violences raciales à l'égard des Afro-Américains.

4-5 LE BITUME DANS L'ART

Le bitume a été utilisé dès l'antiquité dans le domaine de la sculpture soit comme matériau de base soit comme colle. Il est présent sur la première statue anthropomorphe en plâtre pour souligner les yeux et créer la pupille. (*Le plâtre sera l'objet de notre prochain cahier*). Il reste présent dans les œuvres contemporaines.

Le bitume, souvent désigné sous le nom de « bitume de Judée », est utilisé à partir du Moyen Âge. Il est employé à la Renaissance italienne. On en trouve ainsi des traces dans la vierge aux rochers de Léonard de Vinci.

Au 19ième siècle les peintres français vont l'utiliser régulièrement on citera Prud'hon, Courbet, Géricault ou Delacroix.

Son usage sera abandonné lorsqu'on s'apercevra que le bitume migre et qu'il détériore les peintures voisines.

L'HELIOGRAPHIE INVENTION DE NICEPHORE NIEPCE.

En 1824, c'est grâce au bitume de Judée que Nicéphore Niepce invente la photographie à Saint-Loup-de-Varennes (71).

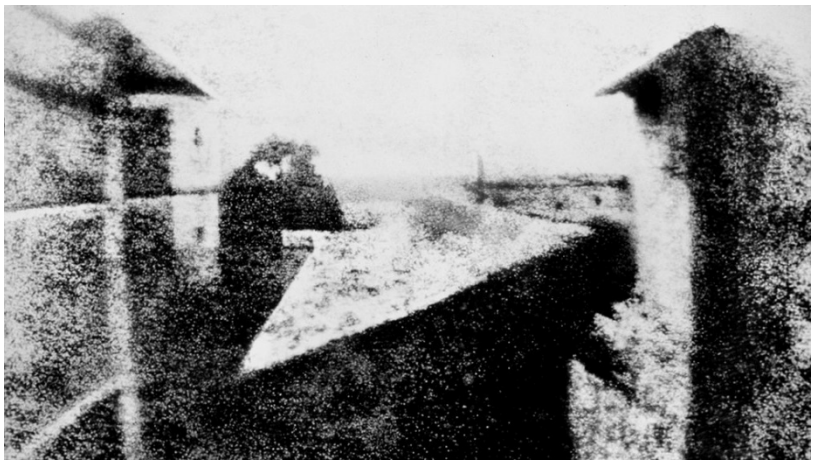
Nicéphore Niepce cherchait à mettre au point des procédés pour améliorer l'impression des gravures et des images.

Sa découverte majeure est l'insolubilisation du bitume de Judée par action de la lumière. Il conçoit deux applications différentes de ce principe :

- L'une consiste à « fixer des points de vue » dans la chambre noire. Elle deviendra plus tard avec beaucoup d'amélioration la photographie
- L'autre à copier des gravures existantes et à les reproduire par l'impression à l'aide des procédés connus de la gravure.

REALISATION DES POINTS DE VUE

Une plaque d'étain est enduite de bitume de Judée dilué dans de l'essence de lavande. Elle est exposée à la lumière dans une chambre noire, en direction d'une « vue » que l'on a décidé de « fixer ». Après plusieurs heures, le bitume de Judée est dissout dans l'essence de lavande, d'autant mieux qu'il a reçu moins de lumière. Restent sur la plaque les zones de bitume qui ont reçu plus de lumière.



La première photographie dite « le point de vue du gras » réalisée en 1827 sur une plaque d'étain recouverte de bitume de Judée provenant de Seyssel (01). Cette photo est propriété de l'université d'Austin (Texas).

LES COPIES DE GRAVURE

Il s'agit de fabriquer une plaque d'impression en creux et en bosses qui reproduit exactement un dessin. Les creux vont contenir l'encre.

Pour y arriver, on va enduire une plaque de cuivre avec le même mélange photo sensible que pour la photo, mettre le dessin rendu translucide par un vernis sur la plaque. Exposer le tout à la lumière puis faire une attaque à l'acide nitrique qui réalisera des creux aux endroits ou se diluera le mélange. La conjonction de ces deux actions sera dénommée par la suite « photogravure ».

On enduit d'encre la plaque, on racle soigneusement afin que l'encre reste dans les creux et on presse une feuille de papier dessus pour obtenir le dessin.

4-6 EXPLOITATION ET TECHNOLOGIE

EN EUROPE EXPLOITATION DES GISEMENTS A PARTIR DU 17ième SIECLE

En 1627, une lettre patente autorisa son exploitation commerciale à **Pechelbronn**, en Alsace, d'une source qui produisait une « huile de pierre » réputée pour ses propriétés thérapeutiques. Les usages médicaux sont étonnants ; il était préconisé d'en boire 3 ou 4 verres le matin pour réchauffer l'estomac, garder le ventre libre et aiguiser l'appétit.
En 1741 la première société pétrolière est crée pour exploiter une veine de sable bitumineux à proximité qui servait à fabriquer de la graisse pour remplacer le suif. Cette société deviendra Antar en 1927.

Les premières expériences en laboratoire du schiste bitumineux du bassin d'**Autun** pour l'éclairage commence en 1824 avec du schiste d'**Igornay** (71). Au début l'odeur était épouvantable, le procédé s'améliore et permet les premières applications industrielles dès 1837. Puis l'exploitation se développe dans le bassin d'**Autun** où Il y a eu jusqu'à 20 concessions. De l'huile de schiste est produite industriellement pour l'éclairage public et particulier.
L'éclairage à l'huile de schiste est très performant, il va avoir une influence sur la société. Il va rendre les villes qui l'adopteront plus sûres, et va également dans cette période de développement de l'industrie permettre le travail de nuit.
Les installations du bassin d'Autun seront améliorées en permanence. **La concession des Télots** sur la commune de **saint Forgeot** (71) est accordée en 1865. La raffinerie complète l'usine de distillation du pétrole en 1936 et emploie plusieurs centaines d'ouvriers qui produisent du carburant pour automobile. Le site a fabriqué du carburant dans des conditions économiques déplorables jusqu'à la fermeture en 1957.

Les mines du Gard près de **Barjac**. La concession de **Saint-Jean-de-Maruéjols** a été établie en 1859 et exploitée depuis 1872 par la **Société Française des Asphaltes (SFA)**. L'exploitation est abandonnée depuis le début des années 2000.

L'**exploitation de schiste de Creveney** par la **Société des Schistes et Pétroles de Franche-Comté**, pour la fabrication du carburant appelé ***Natioline***, est composée d'une mine à ciel ouvert de schiste bitumineux et d'une usine de distillation du pétrole. Elle est implantée à Creveney en Haute-Saône (70).
Cette industrie exploite 20 000 tonnes entre 1929 et 1936 avec une production industrielle en 1934 employant environ 80 personnes.

La seule mine de schiste bitumineux encore exploitée par campagne en France se trouve dans le département de l'**Ain à Orbagnoux**, pour les besoins de l'industrie pharmaceutique.
Cette mine a été ouverte en 1861 pour la production d'huile de lampe à pétrole. Aujourd'hui la roche est chauffée à 450°C pour en extraire le pétrole destiné à l'industrie pharmaceutique. 50 litres sont produits à partir d'une tonne de roche.

La mine de Dallet (63) dite « **Mine des Rois** » a été mise en exploitation en 1884 par la **société des Mines d'Asphalte du Centre (SMAC)** qui existe toujours aujourd'hui. Le bitume de la mine de Dallet, présenté ici était utilisé principalement comme agent d'étanchéité de toiture lorsqu'il se présentait sous forme de poches. Dans les parties les plus pauvres de la mine il était utilisé sous forme de carreau de Bitume. Dans ce dernier cas le calcaire et le bitume qu'il contenait (environs 8%) était broyé fondu et moulé dans des formes de pavé il était ensuite commercialisé tel quel. L'exploitation a cessé en 1984.

Coulures de bitume dans la mine des rois de Dallet

4-7 LA REVOLUTION INDUSTRIELLE

Les procédés modernes de distillation, fondés sur la différence de température d'ébullition de chacun des composés de la matière première du pétrole, récupèrent les matériaux les plus volatils gaz, carburants (essence, kérosène et fuels légers ou lourds). Les résidus de cette distillation seront eux aussi thermolysés (craquage) et les résidus finaux sont les bitumes.

Les schistes bitumineux seront eux traités en deux étapes (voir plus bas).

LE BITUME REVÊT LES CHAUSSEES

Le bitume et l'asphalte révolutionnèrent la voirie. Le premier trottoir bitumé à Paris le fut en 1838 et la première rue en 1854 (rue Bergère).

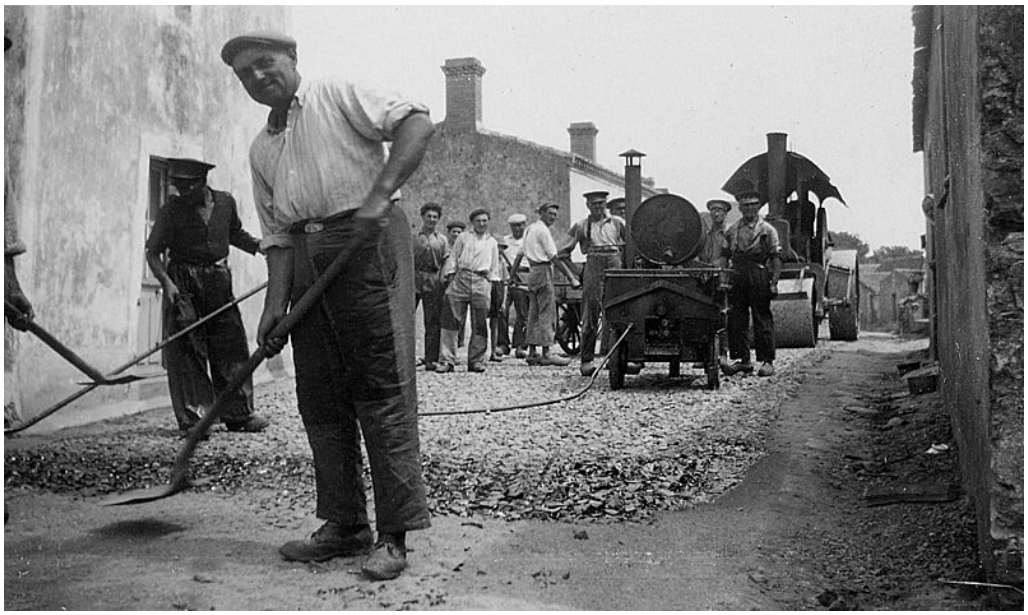


Photo ci-contre :

Goudronnage de la rue principale de La Girviere, Olonne sur Mer, en Vendée. (1938)

Photo Daniel Cloutour

En construction routière, il sert de liant pour la réalisation de matériaux *enrobés à chaud*, tels que les bétons bitumineux ou les graves bitumes. Il entre également dans la fabrication d'enduits superficiels sous forme d'émulsion ou fluidifié par un solvant.

C'est le matériau incontournable de l'étanchéité des toitures plates.

UNE USINE TYPE DE L'INDUSTRIE SCHISTIERE : L'USINE DES TELOTS A SAINT FORGEOT (71)

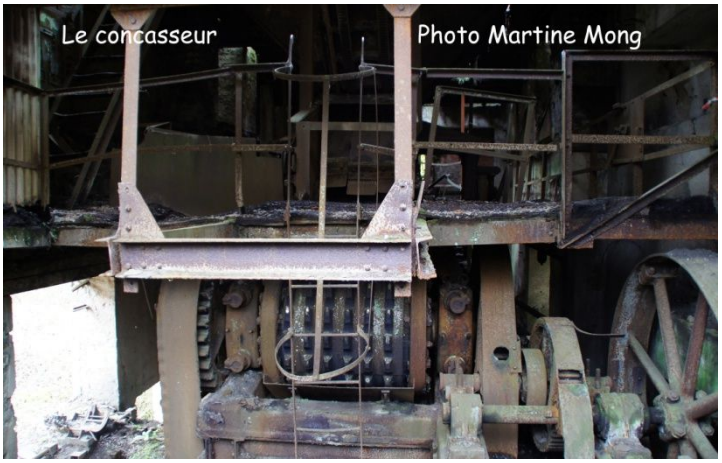
Sur cette concession et dans cette usine se retrouve regroupé tout ce qui constitue un ensemble industriel dédié à l'exploitation des schistes bitumineux.

Les matériaux de cette exploitation sont lourds aussi va-t-on localiser toutes les activités sur le même site.

Photo des Télots vers 1950

Tout d'abord l'extraction sous la forme d'une mine qui en est le premier maillon. Les travaux souterrains sont à une profondeur de 100 à 200 m. Sur le site les mineurs vont travailler à pied dans une galerie en plan incliné, dont l'entrée se trouve au milieu de la cité des mineurs.

Le schiste bitumineux est évacué par des tapis roulants jusqu'à des wagonnets tirés par une locomotive diesel et amenés sous l'usine puis hissés à la surface par des bennes élévatrices appelées **skips.** Là ils sont broyés dans un concasseur (1). Les éléments les plus fins (inférieurs à 15 mm) seront utilisés dans la chaufferie dans les derniers temps de l'exploitation, les autres sont envoyés dans les silos accumulateurs.



Ruine des silos Photo Martine Mong

Deux silos accumulateurs (2) assurent la continuité de l'approvisionnement du processus de distillation.

Des silos accumulateurs le schiste rejoint par tapis roulant la pyrogénation.

L'ensemble de pyrogénation de l'usine des Télots (3), situé à côté de la tour d'extraction, comporte trois batteries de quarante cornues, d'une hauteur de 19 mètres. Ces cornues ont été mises au point en Ecosse. Le fonctionnement est continu.

La partie supérieure de chaque cornue est équipée d'une trémie recevant les concassés.

Le cycle dure environ trente-six heures au cours desquelles le schiste introduit en haut de la cornue descendra par gravité jusqu'à la partie inférieure.

Vestiges de la centrale d'énergie Photo P. Auberger

Le schiste est porté à une température comprise entre 550 et 650 °C grâce à une centrale d'énergie(4). A ces températures tous les composés du bitume des schistes sont vaporisés, les gaz recueillis sont réfrigérés pour récupérer une huile (huile de schiste) qui rejoindra à travers des canalisations un processus de distillation classique dans la raffinerie située à proximité.

Les résidus de ce traitement, c'est-à-dire les produits qui ne peuvent se mettre en phase vapeur, sont traités lors de la deuxième phase dans deux unités de craquage (5).

Les nouveaux produits obtenus subissent alors une troisième étape de traitement qui consiste en une redistillation.

La filière de retraitement des huiles de schiste bitumineux est conçue afin de produire essentiellement de l'essence pour automobiles. Quelques produits annexes sont élaborés, en particulier des engrais dont la vente a eu un grand intérêt économique dans le secteur autunois.

Au cours des cent vingt ans de production des produits pétroliers dans le bassin d'Autun, la rentabilité de cette industrie n'a quasiment jamais existé. L'Etat français a perpétuellement subventionné cette activité. En conséquence, l'Etat proclame, en 1955, l'arrêt de cette branche de l'industrie pétrolière. Elle se traduit par la fermeture définitive du site en août 1957.

L'art pariétal malgré sa grande ancienneté reste très présent sur le site des Télots.

4-8 LE BITUME NATUREL AUJOURD'HUI

La production mondiale est très faible puisqu'elle ne dépasse pas 200 000 t.

Les bitumes naturels ne sont guère utilisés que comme adjuvant pour certaines utilisations particulières, compte tenu de leurs caractéristiques spécifiques (aptitude à être colorés, effet stabilisateur pour les asphaltes coulés, etc.).

Des usages secondaires anciens tels que l'étanchéité et la protection de coques de bateaux, de bois exposés à l'eau ou la protection des bois de poteaux télégraphiques ont disparu ou sont devenus rares.

Photo Un poteau téléphonique encore en service qui fait figure de survivant.

Quelques usages spéciaux sont apparus au XX^{e} siècle, justifiés par la grande imperméabilité et la relative inertie physicochimique de ce matériau.

- Des enduits d'étanchéité ont été développés pour l'industrie du bâtiment, et des matériaux d'inertage ou de protection de matériaux toxiques ou radioactifs sont utilisés ou testés dans certaines filières de traitement des déchets.
- Le bitume a été utilisé pour la stabilisation de colis de déchets nucléaires stockés en surface ou immergés en mer (pratique courante selon l'ANDRA dans plusieurs pays durant 40 ans environ, à partir de 1946)

4-9 RECYCLAGE

C'est à la suite des chocs pétroliers des années 1970, devant l'augmentation du cout des bitumes que l'idée de recyclage voit le jour.

Aujourd'hui les bitumes sont en théorie entièrement recyclables quelques soient leurs applications : revêtements routiers, toitures etc.

Même si les technologies actuelles ne permettent pas de le récupérer dans son entièreté, des méthodes peu compliquées et peu coûteuses nous permettent d'en réutiliser des quantités respectables (entre 20% et 60%). Notons que, à l'aide d'autres techniques modernes, il est possible de recycler jusqu'à 90% du bitume. De telles méthodes sont malheureusement beaucoup plus onéreuses et ne sont donc employées que rarement.

4-10 POUR EN SAVOIR PLUS

Musée Nicéphore Niepce Chalon sur Saône
http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/dvd-mine-rois-Dallet.xml

Mines d'asphalte de la Presta. Site de la Presta, 2105 Travers, Suisse

http://jfbradu.free.fr/egypte/ Pour l'usage du bitume dans l'Égypte antique.

Le site web "**Patrimoine Industriel Minier**" consacre une page détaillée à l'histoire des **mines d'asphalte** de Saint-Jean-de-Maruéjols-et-Avéjan.

Remerciement à Martial Marry pour le temps consacré et une visite inoubliable du site des Télots.

4-9 UN PETIT RETOUR SUR LES CARACTERISTIQUES DES MINERAUX

Nous allons maintenant nous intéresser aux différentes caractéristiques des minéraux. Nous allons passer en revue celles qui sont accessibles à un amateur ne nécessitent pas d'équipement particulier.

LA DURETE

Du point de vue des minéralogistes la dureté n'est pas définie avec précision. En fait elle se fait par comparaison avec la dureté de minéraux pour lesquels cette caractéristique est relativement stable. Ces minéraux peuvent d'ailleurs varier d'un auteur à l'autre. De plus il faut préciser que certains minéraux peuvent avoir une résistance à la rayure différente suivant la direction de la rayure sur le minéral.

Pourtant la notion de dureté est importante. Des encyclopédies de minéraux l'utilise pour organiser la présentation de ceux-ci d'où l'intérêt de la connaitre.

L'échelle de dureté que l'on appelle l'échelle de Mohs a été inventée en 1812 par le minéralogiste allemand Friedrich Mohs alors qu'il était Professeur de Minéralogie au *Joanneum* de Graz en Autriche. Son système de classification très voisin de celui que nous allons décrire maintenant était basé sur les caractéristiques physiques des minéraux : forme, dureté, fragilité, poids spécifique.

Avec cette échelle on procède par comparaison (capacité de l'un à rayer l'autre) avec des minéraux de référence faciles à se procurer dont on connaît déjà la dureté. Cette échelle n'est ni linéaire ni logarithmique.

LES DIX MINERAUX DE L'ECHELLE DE MOHS

Dureté	Minéral
01	Le talc ou la stéatite sont friables sous l'ongle
02	L e gypse il est également rayé par l'ongle
03	La calcite qui peut être rayé avec du cuivre
04	La fluorite qui peut être rayée facilement par un couteau
05	L'apatite qui peut aussi être rayée par un couteau
06	L'orthose rayable à la lime (acier trempé)
07	Le quartz (peut être rayé par une bonne lime) par contre il raye le verre
08	Le topaze qui raye aussi le quartz et le verre
09	Rayable au carbure de silicium.
10	Le diamant rayable au diamant

Des coffrets contenant les minéraux correspondants sont disponibles dans le commerce. Mais pourquoi ne pas se constituer sa propre collection de référence de dureté.

LA COULEUR

Si elle fait partie des critères de détermination les plus importants (elle est directement visible) elle reste toutefois délicate à utiliser. En effet de nombreux minéraux peuvent prendre des couleurs très différentes suivant les impuretés qu'ils contiennent. C'est pourquoi elle n'est pas réellement un critère pour les néophytes, par contre quel plaisir pour les yeux. Le quartz, la fluorite, le diamant font partie des minéraux dont la couleur peut varier grandement.

Une autre couleur est elle plus objective, c'est la couleur de la trace que laisse le minéral lorsqu'on le frotte sur une surface rugueuse. On utilise pour cela des céramiques brutes. La couleur de la trace est un bon indicateur du minéral, par exemple la trace de l'hématite, minéral à base de fer dont nous reparlerons en détail plus tard est toujours rouge quel que soit son aspect et sa couleur.

La limite de ce procédé est la dureté de la porcelaine qui est de 6.5/7 et limite son usage. Pour les duretés supérieures il faut broyer les minéraux comme nous l'avons vu faire pour les pigments pour obtenir cette couleur.

LA TRANSPARENCE

La propriété d'un minéral de faire passer la lumière qui varie de transparent comme le diamant et la calcite, à opaque même en couche mince, comme l'hématite ou la pyrite.

L'ECLAT

C'est la propriété du minéral de réfléchir la lumière, il dépend de nombreux facteurs. Les éclats du plus brillant au plus mat se classent dans les catégories suivantes, métallique, adamantin (le plus fort éclat des matières transparentes), vitreux, gras, nacré, soyeux et mat.

LE CLIVAGE

C'est la propriété qu'ont les minéraux de se casser selon des directions déterminées, c'est un des critères avec la dureté qui définit la cohésion du minéral. Il dépend de sa structure interne et permet de le différentier lorsque celui-ci se présente sous la forme d'un amas. Ce clivage s'effectue sur les directions où la liaison à l'intérieur de la maille cristalline est la plus faible. Suivant les minéraux il peut ne pas être de la même qualité sur les directions principales de sa maille. Les classements peuvent êtres : excellent, très bon, bon, imparfait, très imparfait.

LA SOLUBILITE

Dans l'eau ou les acides, nous avons tous en mémoire cette expérience qui consiste à dissoudre de la craie dans du vinaigre.

LA DENSITE

C'est un critère intuitif, en effet les différences de densité entre une pierre ponce, du quartz, de la baryte et des minerais métalliques comme la galène sont évidentes en soupesant le minéral avec un peu d'habitude. Par ailleurs il est relativement facilement de déterminer la densité d'un corps à partir du moment où il est homogène.

LES SYSTEMES CRISTALLINS.

Chaque minéral possède son système cristallin qui le caractérise et qui est constant.

Si un corps chimique donné ex Ca CO 3 a deux cristallisations différentes, en fonction de son mode et conditions de croissance (pression température), il aura deux noms différents. Dans notre exemple, **Calcite** lorsqu'il cristallise dans le système **Rhomboédrique, Aragonite** lorsqu'il cristallise dans le système **Orthorhombique**.

Les minéraux cristallisent dans 7 systèmes différents : Cubique, hexagonal, quadratique, rhomboédrique, Orthorhombique, monoclinique et triclinique.

Nous passerons en revu ces systèmes cristallins dans le prochain cahier au moment d'aborder les premiers minéraux cristallisés.

4-10 SOLIDE OU LIQUIDE ?

Nous avons tous appris à l'école primaire que l'eau pouvait prendre trois états, gazeux, liquide et solide,

Un gaz est un corps dans lequel les molécules sont libres les unes par rapport aux autres. Il se dilue facilement et n'a pas de forme propre.

Dans un liquide qui va complètement épouser la forme du récipient qui le contient, les molécules circulent, quelquefois rapidement (voir de l'eau en ébullition). Plus le niveau d'énergie est important plus cette circulation est rapide et plus la température (niveau d'énergie) est haute.

Un solide est caractérisé par le fait qu'il a une forme propre, une absence de mouvement des atomes. Si les atomes sont organisés en réseau avec une maille cristalline, c'est un cristal (le quartz, la calcite etc.), si ils sont sans organisation on dira qu'il est amorphe, le verre, l'obsidienne…

ET LE BITUME ? A l'aspect c'est un minéral dur, qui ne tache pas à température ambiante, qui ne colle pas aux doigts lorsqu'on le tient et pourtant c'est un liquide. Sa viscosité est très élevée et après plusieurs mois dans un bocal il va finir par prendre sa forme. Il s'agit bien d'un liquide même si ses molécules bougent extrêmement lentement.

D'ailleurs il va fondre à relativement basse température.