Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 2 (1890-1892)
Heft: 2

Artikel: L'origine de l'asphalte, du bitume & du pétrole
Autor: Jaccard, A.
Kapitel: III: Origine et mode de formation de l'asphalte
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153894

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

au calcaire s'élève à 10, 12 et même jusqu'à 18 °/₀. C'est, en un mot, de l'asphalte.

Le mode d'imprégnation du calcaire et du sable diffère considérablement. Il n'est pas possible, même à l'eau bouillante, d'extraire le bitume du calcaire. Ces couches renferment assez abondamment des fossiles, coquilles terrestres, planorbes, paludines, empreintes de feuilles, lignite, succin.

Des couches de sable bitumineux se retrouvent aussi dans le Haut-Rhin, près de Hirtzbach, dans le terrain tertiaire.

A Soultz-sous-Forêts, de l'eau salée sort des couches mêmes qui contiennent le sable bitumineux. Tout porte à croire que ces eaux empruntent leur salure aux couches tertiaires.

Ainsi qu'on le voit, ici encore il y a une grande différence dans le mode d'imprégnation et la nature du bitume, suivant qu'on l'observe dans le grès sableux ou dans le calcaire.

III

Origine et mode de formation de l'asphalte.

1. *Les théories.*

Je crois avoir, dans les pages qui précèdent, suffisamment établi l'origine et la formation simultanée du bitume, de l'asphalte et des roches ou terrains dans lesquels on rencontre ces substances.

Que, de plus, cette origine soit organique, c'est ce que

ne songent plus à contester que des physiciens ou des chimistes plus versés dans la connaissance des formules que dans celle de la géologie et de la pétrographie, aussi n'entrerai-je pas en discussion avec ces auteurs, partisans déterminés des théories plutôt que de l'observation des faits[1].

A côté de ceux-là, il en est qui disent : oui, nous admettons l'origine organique du bitume, de l'asphalte, mais, ne voyant pas les résidus solides de ces substances, nous devons supposer qu'ils existent, mais qu'ils sont ensevelis dans les profondeurs du globe. Soumises à une haute température et à une pression énorme, les matières végétales subissent une sorte de distillation. Voici, au reste, en quels termes s'exprime à ce sujet M. Léon Malo, ingénieur des mines :

« Il est permis de supposer, d'après les indices révélés par l'étude des régions bitumineuses, qu'à des époques géologiques encore mal déterminées, des amas de matières organiques, enfoncées sous les énormes massifs du calcaire jurassique et chauffées par le feu central, se sont mis en vapeur, et, à cet état, ont cherché une issue à travers l'écorce terrestre. Un jour, un craquement se produit dans cette écorce, une fissure se manifeste; les vapeurs bitumineuses comprimées par des pressions incalculables s'y précipitent par le chemin qui leur est ouvert. Ces vapeurs franchissent ainsi des couches trop compactes pour se laisser pénétrer; mais arrivées au terrain oolithique, elles rencontrent à droite et à gauche de la fissure des couches de calcaire tendre qu'elles imprègnent. Tant que la pression persiste, le bitume chemine à travers les pores du calcaire et en remplit les

[1] Voir Mendeleef, *Revue scientifique* 1877.

cavités infinitésimales, puis, peu à peu, cette pression diminue, l'imprégnation se relentit et finit par cesser tout à fait[1].

Dans cet article, reproduction presque textuelle de son travail de 1866, M. Malo semble être fixé sur plusieurs points obscurs qui l'arrêtaient autrefois[2]. « Dans quelles circonstances le phénomène a-t-il eu lieu? Par quels orifices la vapeur s'est-elle échappée? Comment se fait-il qu'elle ait imprégné des bancs intermédiaires, sans toucher aux supérieurs, ni aux inférieurs? etc., etc. »

Mais il ne nous dit pas quelles solutions sont intervenues, qui lui permettent de présenter sa théorie comme la plus rapprochée de la vérité.

Ce fait est d'autant plus surprenant que, dans l'intervalle qui sépare les deux publications que je viens de citer, le professeur Fraas, de Stuttgard, avait fait connaître, non pas une théorie nouvelle, mais l'énoncé de ses observations sur la mer Rouge, la mer Morte, etc., et dont je crois devoir reproduire ici les principaux passages. Voici d'abord ce qui a trait à la formation *actuelle* du bitume :

« Les sources de pétrole se lient intimement à la structure du grand récif de coraux qui borde la mer Rouge. On recueille le pétrole dans les creux percés dans le banc de corail à quelques pas seulement du rivage. On voit s'accumuler à la surface de ces trous un liquide gras et irisant, atteignant l'épaisseur de plusieurs pouces.

« Il ne m'est jamais venu à l'idée d'attribuer à ces huiles une autre origine que la décomposition des corps gras contenus dans la lagune. Il n'y a rien là que de très naturel, attendu que ces lagunes sont de véritables viviers

[1] *La Nature*, 1881, 1er semestre, p. 150.
[2] *Guide pratique*, etc., Paris 1866.

dont le fond pullule d'animaux, si bien que l'œil ne peut s'arrêter sur un point sans apercevoir les mouvements et les contractions de la vie. On conçoit aussi que, dans ces eaux tièdes et peu profondes, la décomposition soit très active et qu'une partie seulement des gaz dégagés par la putréfaction parvient à s'échapper, tandis que le reste se condense pour former des carbures d'hydrogène qui filtrent dans les interstices du récif probablement pour y subir, *à l'intérieur de ce calcaire poreux*, une condensation ultérieure. En ma qualité de géologue, j'en conclus qu'une transformation analogue de substances animales a dû se faire de la même manière dans les temps géologiques. Je ne m'explique en effet pas autrement les amas de bitume qui sont emmagasinés tout le long des côtes de la mer Rouge, dans le tertiaire d'Égypte et dans la formation crayeuse de la Palestine. »

Voici maintenant les observations de M. Fraas sur l'existence du bitume dans les coquilles fossiles de divers terrains :

« En Égypte, j'ai trouvé à réitérées fois le bitume dans le groupe inférieur de l'étage suessonien avec le *Nummulite planulata*. J'ai même détaché et emporté de l'un des bancs des échantillons pétris de nombreuses Cardites, Natices, Nérites, etc., dont les cavités intérieures sont remplies d'un asphalte noir et luisant qui, par sa composition chimique, est tout à fait identique à celui de la mer Morte. Le banc qui renferme ces fossiles repose sur des assises d'un calcaire dur parfaitement blanc, sans bitume, mais en même temps pauvre en fossiles, tandis que les bancs bitumineux ne sont pour ainsi dire composés que de pétrifications. La manière uniforme dont les bancs de calcaire sont pénétrés par le bitume ne permet

pas de douter que la roche ne soit contemporaine des huiles minérales.

« Si l'on me demande pourquoi il n'existe pas de bitume dans toutes les couches où les débris fossiles sont abondants, je dirai que, avant tout, il ne faut pas perdre de vue que la plus grande partie de ces résidus animaux est de nouveau absorbée par d'autres êtres et contribue ainsi à leur édification. Rappelons-nous que les animaux des deux embranchements inférieurs du règne animal et une bonne partie des radiaires ne vivent qu'aux dépens de la matière organique répandue dans la mer. Dès lors *ce ne serait en quelque sorte que l'excédent de ces matières qui, lorsqu'il se trouve exposé à la chaleur solaire sur un point abrité de la lagune, aurait chance de se transformer en hydrogène carboné.*

« Revenant aux pétroles et aux asphaltes de la mer Morte, je dois ajouter qu'ils sont souvent abondants dans les couches à Baculites de la craie moyenne ou chloriteuse, où on les trouve tantôt sous forme de bancs, tantôt sous celle d'amas. Le bitume s'échappe de la tranche de de ces couches qui forment l'enceinte de la mer Morte, pour s'amasser sur le rivage.

« On le voit, en Orient le pétrole est tout aussi ubiquiste que chez nous, puisque celui de la mer Morte appartient à la formation crétacée, celui de Mokkatam à la formation éocène, celui de la mer Rouge aux formations quaternaires et enfin celui du Djibel Zeit à l'époque actuelle. »

Les remarquables observations de M. Fraas pourraient laisser croire que, seuls, les organismes animaux sont susceptibles de donner lieu à la formation des bitumes et des pétroles, ce qui n'est nullement le cas. Nous devons en effet à l'un de nos compatriotes et anciens collègues,

M. Léo Lesquereux, domicilié aux États-Unis depuis 1848 des révélations non moins importantes sur la transformation des végétaux marins en bitume liquide ou pétrole. Voici comment il s'exprime dans une lettre du 25 janvier 1865.

« Dans mes recherches sur les marais tourbeux, j'ai été amené à m'enquérir de l'influence que les plantes marines pouvaient avoir eue, ou avoir encore maintenant, sur la formation de la matière combustible. J'ai donc cherché des tourbes marines, c'est-à-dire formées de plantes marines, sur les bords de la mer Baltique et de la mer du Nord, là où leur présence était indiquée. Il m'a été impossible de découvrir dans aucun cas des traces de plantes marines dans les dépôts tourbeux. J'ai vu, au contraire, là où étaient entassés de grands amas de fucus, comme près du Lund, en Scanie, ces plantes se transformer à la base des dépôts et par décomposition, en une matière noirâtre, gluante, sans consistance, semblable à quelque matière ou composition huileuse et fétide, ne faisant pas lits, mais paraissant s'incorporer avec le sable qu'elles recouvraient et ne laissant aucune trace de leur organisation. Le même phénomène s'observe dans les grands marais qui bordent quelques parties de la Sardaigne et que les hautes mers recouvrent de fucus. Ces plantes se décomposent en une espèce de gélatine fétide qui, à marée montante, couvre l'eau d'une couche semblable à une couche huileuse et ne laissent également aucune trace d'organisation après leur décomposition. »

Partant de ces données, M. Lesquereux estime, *à priori*, que le pétrole est dû essentiellement à la décomposition des plantes non ligneuses et non fibreuses, telles que le sont les plantes marines, comme la houille est due à la

décomposition de plantes ligneuses et, par conséquent, plus ou moins fibreuses. La houille serait ainsi réellement un charbon de bois, les huiles minérales un charbon de plantes cellulaires.

De ce qui précède, ne sommes-nous donc pas en droit de conclure :

1° Que les substances bitumineuses liquides ou fluides, telles que le pétrole, sont les produits de végétaux marins, algues, varechs des mers actuelles, fucoïdes des terrains stratifiés [1].

2° Que les bitumes visqueux ou solides à la température ordinaire dérivent des animaux marins mollusques et rayonnés, et, sans doute aussi de poissons, etc.

3° Que certains bitumes ou pétroles mixtes peuvent avoir été formés par la décomposition simultanée des animaux et des végétaux marins ; tel serait le cas des bitumes molassiques signalés précédemment.

Les théories, appuyées de démonstrations si évidentes de MM. Fraas et Lesquereux, n'ont été, à ma connaissance, l'objet d'aucune contestation ; mais, ainsi que je l'ai dit déjà, aucun auteur ne paraît avoir songé à en faire l'application. Coquand, à qui l'on doit de remarquables études sur les gîtes bituminifères de l'Albanie, de Zante, de la Valachie, de la Moldavie, des Carpathes,

[1] Cette origine ou provenance marine du pétrole est affirmée en ces termes par Cahours dans la *Revue scientifique*, t. V, 1868.

« En 1863 et 1864, nous entreprîmes, Pelouze et moi, des recherches sur le pétrole d'Amérique, que nous résumâmes dans un long mémoire inséré dans les Annales de chimie et de physique. Nous avons établi dans ce travail que ces produits renferment une série d'hydrocarbures, homologues du gaz des marais, que nous parvînmes à isoler de l'état de pureté et dont quelques-uns furent étudiés par nous avec beaucoup de succès. »

ignore absolument les auteurs que nous venons de citer et maintient la théorie des émissions souterraines. Il en est de même de M. Lartet, à qui l'on doit une remarquable étude sur les gîtes bitumineux de la Judée et de la mer Morte, de M. Daubrée, dont à la vérité le *Mémoire sur le gisement du bitume, etc., des environs de Pechelbronn,* date d'une époque antérieure (1850). Seul, M. Dieulafait, professeur à la faculté des sciences de Marseille, est arrivé à des conclusions absolument semblables à celles de Fraas. Aussi crois-je devoir lui consacrer encore un moment d'attention. Voici comment il s'exprime au sujet des minerais de cuivre du Mansfeld :

« Le minerai exploité depuis un temps considérable se présente dans les conditions suivantes : 1° la couche de minerai n'a que quelques centimètres d'épaisseur; 2° elle s'étend sur une énorme surface ; 3° elle est parfaitement parallèle aux couches encaissantes ; 4° *le minerai cuivreux est très fortement imprégné de bitume ;* 4° de très nombreux poissons sont engagés dans le minerai bitumineux; 6° plus les poissons sont nombreux, plus le minerai cuivreux est riche et abondant. »

L'auteur établit ensuite que le cuivre dissous dans les eaux de la lagune au sein de laquelle se formaient les dépôts, s'est séparé parce qu'il se trouvait en présence de sulfures solubles provenant de la décomposition des poissons.

« Quand, dit-il, par quelque accident insignifiant, les lagunes du Mansfeld se retrouvaient accidentellement remises en communication avec la mer normale, des poissons entraient dans ces lagunes et y périssaient promptement, grâce à la sursaturation de l'eau, due à l'évaporation. De plus, cette eau ainsi saturée les conservait, au

moins relativement. Voilà pourquoi les poissons du Mansfeld sont bien mieux conservés qu'ailleurs, voilà pourquoi ils sont dans une couche de bitume ; *ce bitume n'est pas autre chose que le produit de la décomposition lente des poissons eux-mêmes.* Voilà pourquoi la couche métallifère du Mansfeld est à la fois si mince et si régulière. Loin donc que le cuivre soit, comme on l'a dit, la cause qui ait fait périr les poissons, ce sont au contraire les poissons morts qui ont déterminé la précipitation du cuivre. »

Ce processus de la formation du bitume par décomposition des poissons (et conséquemment des animaux marins) est d'ailleurs établi avec beaucoup d'autorité par le même savant dans sa conférence *sur l'origine des substances minérales salines.* M. Dieulafait se proposait d'aborder dans un troisième travail l'origine du bitume, et il m'avait même fait part de son projet de visiter à ce sujet les mines d'asphalte du Val-de-Travers. Sa mort, survenue peu de temps après notre entrevue, devait empêcher la réalisation de ce projet.

Il est encore un processus de conservation des substances organiques dans les formations sédimentaires dont je ne puis me dispenser de dire quelques mots. C'est celui de la formation des calcaires lacustres ou d'eau douce, désignés sous le nom de *bitumineux.* Personne, je crois, n'a jamais contesté que l'odeur fétide qui les caractérise soit due à la décomposition des matières organiques, végétales ou animales, contenues dans les sédiments. Actuellementencore les bassins marécageux sont caractérisés par la présence, à l'état de gaz de l'hydrogène carboné que nul ne s'avisera d'attribuer à des émanations souterraines. Le gaz des marais peut, me semble-t-il, être rapproché du gaz des puits à pétrole de la Pensylvanie, pourquoi dès lors

ne pas chercher dans cette direction la solution des questions relatives à l'origine du pétrole, et, en général, de tous les carbures d'hydrogène contenus dans le sol terrestre ? Pourquoi, encore une fois, évoquer à ce sujet des théories accompagnées de suppositions purement gratuites, d'aveux répétés d'ignorance et de doute ? Autant vaudrait ne pas aborder la question et attendre du hasard une solution qu'il ne donnera probablement jamais.

Conclusions. Nous avons vu que tous les gisements bitumineux du Jura central présentent entre eux des caractères de ressemblance tels que la théorie d'origine, applicable à l'un, l'est aussi à d'autres, sinon à tous. En particulier, rien absolument ne nous porte à admettre l'origine hydrothermale, profonde ou ignée de l'un des gisements dont nous avons parlé. La formation du bitume, sa pénétration dans les couches, sont contemporaines de celles-ci. Il n'y a pas de formation bitumineuse limitée à une couche particulière. Le processus bitumineux est simultané à celui des roches non bitumineuses. Toutefois nous constatons un maximum de production pendant la phase du dépôt des couches de l'urgonien supérieur.

Nous avons vu encore que divers gisements, la Presta, Travers, Bevaix fournissent la preuve indiscutable de l'origine animale du bitume, que la manière d'être, le dosage de cette substance, dans la molasse, accusent plutôt une origine végétale et des circonstances de formation un peu différentes de celle de l'asphalte de l'urgonien et de l'aptien. Recherchant ensuite dans quelles conditions les substances organiques et les matières minérales se sont formées, nous avons vu que les bancs de calcaire crayeux ou compacts, de l'urgonien en particulier, se sont déposés dans un bassin marin formant plutôt des golfes et des

anses qu'une mer étendue et profonde. La faune, composée de mollusques, de brachiopodes, de rayonnés, surtout d'échinides, est la même dans les dépôts caractérisés par la présence des bitumes, comme dans ceux qui n'en présentent aucune trace. La nature des roches est non moins identique partout, il y a passage graduel de l'asphalte à la roche non bitumineuse, dans le sens latéral d'abord, puis aussi en hauteur et en profondeur.

Les substances minérales telles que la calcite, la glauconie, qui sont par elles-mêmes impénétrables au bitume, se trouvent dans la roche asphaltique absolument dans les mêmes conditions que dans les terrains correspondants.

2. *Causes de la Transformation des animaux en bitume et en asphalte*[1].

Les principales influences qui ont pu intervenir dans le métamorphisme des animaux sont *le temps, la chaleur, la nature des organismes, la sursaturation*, etc. J'examinerai quelle a pu être la part de chacune de ces influences dans la région dont j'ai entrepris l'étude.

Temps. La théorie, si longtemps soutenue, des extinctions totales et des apparitions simultanées des faunes géologiques, a fait son temps, aussi bien que celle qui voulait établir des limites absolues et générales entre les étages. Le nombre de ceux-ci est devenu tellement considérable, et l'on est si peu d'accord sur ceux qu'il convient d'admettre, que bien peu de géologues osent encore

[1] Afin de ne pas compliquer cette section, je m'abstiens de parler du bitume ou pétrole molassique.

entreprendre la défense du système des classifications absolues.

En ce qui concerne le temps ou la durée des phénomènes qui ont métamorphosé les animaux en bitume, il ne peut non plus être question de concevoir l'action de phénomènes soudains, d'une durée limitée, pas plus que d'une durée illimitée. La formation du bitume paraît avoir commencé à St-Aubin déjà pendant le dépôt des couches de l'urgonien inférieur, caractérisé par sa faunule d'Échinodermes et de Brachiopodes. Elle a eu son maximum de développement ensuite d'une modification importante dans la faune, devenue très pauvre en espèces, mais prodigieusement riche en individus de la classe des mollusques acéphales que nous appelons les Caprotines. Le chiffre de siècles que l'on admettra pour cette formation sera aussi celui qui, plus ou moins, s'appliquera à l'accumulation du bitume dans le calcaire saccharoïde de Travers, de Lovagny, de Pyrimont, etc. Je me hâte de dire que fixer un chiffre quelconque serait parfaitement oiseux. Il suffit que nous soyons d'accord pour écarter toute idée d'une phase particulière de bituminisation.

Le processus de formation du bitume, au Val-de-Travers du moins, a subi un temps d'arrêt pendant le dépôt des couches de l'aptien inférieur, puis, les circonstances physiques redevenant favorables, il s'est de nouveau manifesté, et nous avons eu, grâce à ce fait, la formation asphaltique de l'aptien supérieur de la Presta.

Cette question de temps peut être évoquée aussi à un autre point de vue, à savoir le temps nécessaire à la décomposition d'un mollusque, tel que par exemple une

Caprotine. A ce sujet, je reproduis ici une note intéressante de M. H. de Saussure[1].

« M. H. de Saussure donne une idée du mode de formation de l'asphalte sur les côtes de Cuba. Il se forme sur la vase de petits pâtés dont la croûte est de la vase endurcie et le dedans de l'asphalte (ou du bitume ?). Ces petits pâtés sont souvent fort nombreux et se touchent presque. Or, quand on creuse dessous, on trouve régulièrement sous chacun un animal en voie de décomposition ou une coquille déjà vide de murex de strombe, d'écrevisse, etc. On peut donc présumer qu'à la longue ces petits pâtés d'asphalte forment une couche et un dépôt. »

Chaleur. « C'est à la chaleur que l'on a ordinairement recours pour expliquer la transformation des végétaux en houille, » dit M. Fayol[2], mais cet auteur n'a pas de peine à démontrer qu'on a singulièrement exagéré les appréciations sur la température et le climat houiller. En ce qui concerne l'asphalte, on pouvait être aussi, au premier abord, tenté d'admettre l'intervention des facteurs caloriques dans la transformation des animaux en bitume. Mais du moment où nous trouvons à côté d'une coquille renfermant du bitume une autre coquille du même genre qui n'en renferme aucune trace, il me paraît impossible d'admettre la moindre élévation de température comme facteur du métamorphisme organique.

Le climat chaud de l'époque néocomienne a certainement exercé une influence favorable sur la transformation des animaux en bitume. Nous avons vu que, dans la mer Rouge, la température élevée, tout en favorisant le déve-

[1] Actes de la Soc. helv. des sc. nat. Einsiedeln, 1868.
[2] Étude sur le bassin houiller de Commentry, p. 171.

loppement de la vie organique, exerce une action comparable à la distillation sur les animaux de ce *vivier marin*, et il est peu probable que, dans la mer Baltique on découvre jamais rien de semblable, tandis que les végétaux marins peuvent s'y transformer en pétrole.

En résumé, l'influence d'une température élevée sur la transformation des organismes en bitume est nulle ou à peu près. Elle ne saurait être invoquée comme facteur en ce qui concerne la formation de l'asphalte au Val-de-Travers et dans le Jura.

Nature. Par nature, j'entends parler des espèces animales qui, les unes plus que les autres, auraient pu contribuer à former l'asphalte. Nous avons vu que M. l'ingénieur Knab s'était livré à des calculs basés sur les vertus prolifiques des Caprotines considérées comme des sortes d'huîtres, et dont les coquilles sont si abondantes dans certains gisements. Mais précisément l'asphalte riche, le *bon banc* de Travers n'en renferme pas de traces, rien ne prouve que les grains calcaires ou les petits cristaux de calcite proviennent de la trituration de ces coquilles. Ce qui est en tout cas certain, c'est que la décomposition, tant du test que de l'animal, ne s'est pas opérée sur place, mais dans toute l'étendue du bassin marin. Les substances bitumineuses, isolées des animaux dont elles provenaient, se sont réunies et ont flotté à la surface de l'eau, jusqu'à ce qu'elles aient rencontré des circonstances favorables à leur précipitation et à leur mélange avec les matières calcaires.

Que les Caprotines aient fourni le principal, ou même l'unique contingent de matière organique de l'asphalte urgonien, il n'y a rien là que de très plausible, mais la découverte des mollusques aptiens bituminisés, des poly-

piers et mollusques divers de Bevaix, montre qu'il n'y a pas eu, pour ces rudistes, une faveur spéciale de métamorphisme.

Ici se pose la question de savoir si nous sommes en droit de considérer le bitume des cavités et fissures de l'urgonien compact comme provenant aussi de la décomposition des animaux. On a dit que l'eau était incapable de dissoudre le bitume, que dès lors la précipitation de celui-ci au milieu des dépôts sédimentaires était impossible. Mais il faut observer que cette dissolution n'est pas nécessaire, qu'à une certaine température le bitume solide devient fluide, sinon liquide; il flotte, il nage à la surface de l'eau, formant couche s'il est abondant, ou seulement des amas lenticulaires à la façon des corps gras. Rien de plus facile à concevoir que l'ensevelissement de ces amas dans les vides de la roche en voie de formation, quelle que soit son homogénéité. La seule différence qu'il présente avec celui des mollusques bituminisés, c'est qu'il n'a pas été formé *in situ*, mais qu'il a dû se déplacer plus ou moins longtemps avant de trouver les conditions favorables à sa fixation définitive.

Evaporation et sursaturation de l'eau. C'est à ce double phénomène que nous pouvons attribuer la principale cause de la bituminisation des animaux marins. Les belles observations et découvertes de M Dieulafait ne peuvent, ce me semble, laisser de doutes. Lorsque, par suite de causes naturelles ou accidentelles, les substances organiques sont accumulées sur un espace restreint, il y a surabondance des produits de décomposition, sursaturation du liquide par ces derniers qui, n'étant plus absorbés par les organismes vivants, se combinent entre eux pour former précisément ces carbures d'hydrogène que nous appe-

lons le bitume, le pétrole, etc. Il y aurait, me semble-t-il, un vaste champ d'observations à faire sur les phénomènes qui se produisent lorsque, dans un bassin marin, qui vient à être isolé plus ou moins brusquement de l'Océan, les animaux, poissons, mollusques, rayonnés, périssent et s'accumulent sur le fond. Évidemment il se forme un laboratoire chimique de nature toute spéciale. Le processus de décomposition est tout autre que dans les cas de décomposition ordinaire. Des masses énormes de gaz ne pouvant se dégager au fur et à mesure de leur production, se combinent avec les éléments minéraux et peuvent, soit remonter vers la surface, soit rester ensevelis dans les couches en voie de formation. Dans le premier cas, nous avons les bitumes flottants, dans le second cas les mollusques bituminisés.

Aussi, les observations de M. Fraas sur la mer Rouge, si importantes qu'elles soient, ne nous font entrevoir qu'une partie des phénomènes qui nous intéressent. Avec lui, nous commençons à concevoir les phénomènes, mais nous aurions de la peine à expliquer les grandes accumulations, sur un espace restreint, des gisements asphaltiques du Val-de-Travers.

A ce propos, il convient de dire que je ne crois pas cette théorie immédiatement applicable à la mer Morte. Des observations recueillies par M. Lartet, il me paraît résulter que la quantité extraordinaire de bitume qui existe dans ce bassin résulte des suintements, des transsudations des roches bitumineuses, crétacées ou tertiaires qui l'entourent, bien plutôt que de la décomposition des organismes quaternaires et modernes. C'est, si on veut me permettre cette expression, une *origine seconde*, qui explique comment M. Lartet a pu se laisser en-

traîner à soutenir la théorie volcanique à propos du bitume de la mer Morte. En réalité, cette contrée est depuis les temps géologiques déjà anciens un *centre de formation du bitume*. L'énorme abaissement de 300 mètres de l'eau de ce bassin a fait surgir de véritables sources de bitume, qui se sont déversées dans la déclivité qui s'offrait à eux, tout comme on signale maintenant dans certaines contrées des sources naturelles de pétrole qui, si elles ne sont pas exploitées, peuvent donner lieu à la formation de dépôts auxquels on attribuerait une origine récente et souterraine. Je ne m'étendrai pas sur ce sujet, me proposant d'y revenir prochainement et de parler des bitumes et pétroles de Lobsann et de Pechelbronn, des asphaltes du Hanovre, etc.

3. *Conclusions.*

L'hypothèse de l'origine organique de l'asphalte est appuyée par tous les faits que nous avons réunis dans les paragraphes précédents. Aucune autre explication ne peut être donnée de ces faits qui puisse conduire à des conclusions opposées.

En d'autres termes, tout peut se concevoir dans l'hypothèse de l'accumulation de sédiments minéraux ordinaires, sans traces organiques, simultanément avec la précipitation des mêmes matières minérales associées aux produits de décomposition de la partie organique des animaux. Tout devient obscur, inexplicable dans l'hypothèse de la pénétration postérieure du bitume dans les couches, qu'elle ait lieu de haut en bas ou de bas en haut ; tout devient clair, accessible à notre intelligence dès que nous admettons l'origine simultanée du terrain et des substances bitumineuses qu'il renferme.