

Mag. 6006



RECHERCHES PHYSIQUES

SUR LES

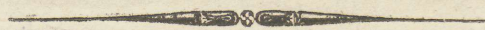
PIERRES D'IMATRA

PAR

G. F. PARROT.

Avec 14 tables, un tableau de l'Imatra et un plan du Wuoxen jusqu'à la cataracte.

Quod potui feci; faciant meliora potentes.



*Extrait des Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St.-Petersbourg.
VI. Série. Sc. math., phys. et nat. T. V.*

*MA
138.*



SAINT-PÉTERSBOURG, 1840.

DE L'IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

RECHERCHES PHYSIQUES
SUR LES
PIERRES D'IMATRA

PAR
M. PARROT.

Avec 14 tables, un tableau de l'Imatra et un plan du Wuoxen jusqu'à la cataracte.



(Lu le 27 Septembre 1839.)

Quod potui feci; faciant meliora potentes.

La cataracte d'Imatra, qui a donné son nom aux pierres qui sont l'objet des ces recherches, est depuis plusieurs années le but de fréquents pèlerinages des habitans de Pétersbourg. Je me laissai entraîner, il y a quatre ans, à une de ces parties de plaisir, quittant le charmant parc de Pawlowsky pour parcourir avec ma famille une petite partie de la Finlande, si riche en beautés naturelles d'un grand style, sans d'autre but que de me promener. Cependant je ne manquai pas, en vrai touriste, d'acheter des enfans du pays une douzaine de pierres d'Imatra comme une des raretés de

la contrée et de les montrer à mon retour à d'autres personnes qui, de leur côté, me montrèrent les leurs. La grande diversité des formes que j'appris par là à connaître éveilla mon attention. Je compris que ces petites pierres mystérieuses mériteraient bien un examen sérieux; et bientôt les offrandes de plusieurs amis, notamment de M. M. Adelung, Foullon, Rosenberg, Schilling de Canstadt¹⁾, Wörth, formèrent une collection de plus de 60 exemplaires de formes extrêmement variées. Ainsi ce n'est point à l'impulsion irrésistible du génie, ce n'est point à cet amour ardent de la science qui, à ce que l'on assure, fait entreprendre tant de grands et tant de petits ouvrages, que le monde savant va devoir la connaissance des pierres d'Imatra, mais, je dois l'avouer, à un hasard aussi trivial qu'une promenade.

Je me mis donc au travail, commençant naturellement par la description des formes extérieures. Mais tout en décrivant je songais à l'origine de ces petites énigmes géognostiques, je forgeais des hypothèses que je détruisais bientôt après. Par là, je sentis la nécessité de retourner sur les lieux, d'examiner en détail la contrée où ces pierres se trouvent en si grande abondance, de faire une reconnaissance géognostique de leur gîte, nourrissant en outre l'espérance de trouver quelques nouvelles formes qui me serviraient peut-être à mieux préciser le problème à résoudre.

Qu'il me soit permis de livrer une courte esquisse de ce petit voyage, afin que le lecteur se fasse quelque idée des beautés naturelles qui s'offrirent à ma vue. Le physicien ne doit pas être insensible aux aménités de

1) Sa perte encore récente est profondément sentie par tous ceux qui ont connu ses rares talents, la variété de ses connaissances et l'aménité de son caractère. Il savait beaucoup le chinois; on lui doit les plus grandes et les plus importantes collections des littératures chinoise et mongole. Il était consommé dans l'art cryptographique; il est l'inventeur de la méthode de faire sauter les mines par une inflammation galvanique, et c'est lui qui le premier a fait revivre l'idée des télégraphes électriques de Sömmering, qu'il a perfectionnée ou plutôt recrée avec une grande sagacité, y introduisant les nouvelles découvertes de la Physique. J'ai été témoin de ses premiers essais, il y a 12 ans.

la nature; il doit, au contraire, réunir le sentiment du beau à l'esprit scrutateur; ses recherches, même les plus profondes, ne se font-elles pas dans l'empire du beau intellectuel, et chaque découverte n'est-elle pas une beauté que la bonne et sage Providence nous a voilée pour nous donner le plaisir de la trouver?

Je partis le 2 juin 1838, vers la fin de la grande sécheresse qui avait régné pendant les mois d'avril et de mai, accompagné uniquement de mon gendre, M. Platon Storch, dont le zèle et la vigoureuse jeunesse suppléèrent très heureusement à la faiblesse de mon grand âge. Les mauvais chemins des trois premières stations, à compter de Pétersbourg, sur lesquelles on n'avance qu'en montant, nous rappelèrent le *per ardua ad astra*²⁾. Car dès que nous eumes atteint la frontière de Finlande, nous fumes agréablement surpris de l'excellence de la route, que l'on doit, d'un côté, à la règle de ne lui donner que la largeur que requièrent la sûreté et la commodité, et de l'autre, au soin bien entendu de faire toujours à tems les réparations nécessaires.

Cette entrée en Finlande nous transporta en quelque sorte dans une région qui paraissait ne pas appartenir à notre globe. Nous la traversions par monts et par vaux sur des chemins serpentans, entourés, aussi loin que la vue pouvait porter, des ruines d'un monde fracassé. D'énormes masses de granite³⁾, tantôt isolées, tantôt bizarrement groupées, offraient à notre imagination des maisons de paysan, des hameaux, ou l'habitation confortable du propriétaire d'une terre; mais à l'approche nous ne trouvions que des rochers. L'on rencontre rarement dans ce pays, qui semble n'offrir qu'à contre coeur quelque terre labourable à l'industrie de l'habitant, une demeure qui

2) L'on assure que l'ordre est déjà donné de mac-adamiser cette grande-route.

3) C'est pour la plupart du gneus; mais conservons ici le langage usité.

annonce quelque opulence; c'est une espèce d'Oasis dans cette Arabie pétrée.

Plus on avance dans le pays et plus les rochers acquièrent une grandeur colossale, offrant autant de tableaux fantastiques que de groupes auxquels une imagination romantique se plaît à prêter mille fictions puisées dans les traditions fabuleuses de l'antiquité et du moyen âge. En effet, s'il est un pays propre à nous fournir, par exemple, une image vivante du théâtre de la guerre des dieux et des géants, où les habitans de l'Olympe et les fils de la terre se lançaient de part et d'autre d'énormes rochers, c'est sûrement la Finlande, qui offre un tableau de dévastation bien au dessus de ce que les poètes grecs ont pu inventer.

Nous autres peintres modernes de l'ancienne histoire de la terre, guidés par l'observation de ce qu'elle est aujourd'hui, nous avons créé un autre mythe, bien supérieur à celui-là. Neptune régnait jadis seul sur la vieille *tellus* couverte en entier de l'immense océan. Vulcain, jaloux de cette souveraineté illimitée, élève du fond de l'abyme des montagnes vers le ciel, qui menaçaient de commander à l'océan. Le souverain des eaux, irrité de cette audace, morcelle dans sa colère et disperse ces créations de Vulcain, dont les restes attestent encore aujourd'hui sa fureur. Mais le dieu du feu ne se tint pas pour vaincu; il construisit, dans le sein de son empire sous-marin, des cavernes immenses qui commencèrent à engloutir l'océan, en même tems que leurs voûtes s'élevaient déjà au dessus des flots et formaient la terre-ferme. Alors Neptune effrayé accourut chez Vulcain offrant la paix à ce puissant ennemi qui, satisfait de ses hardies créations, lui abandonna deux tiers de la surface de la terre, mais sous l'orgueilleuse condition que l'océan courberait ses ondes sous les vaisseaux de hardis navigateurs et deviendrait la grande route entre les continens les plus éloignés. C'est à l'issue de cette guerre unique, à la fin de ces bouleversemens horribles, que naquit la race humaine, après que des milliers

d'autres races d'animaux et de plantes furent enterrées sous les débris d'un monde cent fois détruit et cent fois renaissant.

Heureux le pauvre genre humain placé sur ces ruines, si les deux puissants ennemis, le dieu de l'eau et le dieu du feu, ne s'étaient pas réunis de nos jours pour offrir à la race de Japet *la machine à vapeur*, nouvelle source de jouissances et de péchés, une *machine infernale* qui dévore la subsistance de millions de pauvres pour engraisser quelques millionnaires, idôle de la cupidité raffinée dont l'homme stupide adore les merveilles dans ses fabriques, sur ses routes, sur les fleuves et sur les mers.

En méditant ainsi sur l'origine des mythes, sur le sort de l'humanité et les excès criminels de l'industrie moderne, nous arrivâmes à Wibourg et à Imatra. Mais qui pourrait passer par Wibourg sans vouloir voir, à 2 werstes de là, le point intéressant où un sage de nos jours, le noble Nicolaï, a créé au milieu de masses colossales de rochers son Monrepos, asile délicieux, loin des orages des cours, séjour agréable, où l'homme sensible et l'homme du monde se trouvent également satisfaits. Le sapin et le bouleau rivalisent ici en hauteur avec les sommités des rochers entre lesquels ils croissent vigoureusement. Là une petite prairie, peuplée de brebis et de chèvres, offre sa suave verdure à l'oeil fatigué de l'aspect des après rochers. Plus loin s'élève, séparée par un petit bras de mer, la plus haute de ces sommités, couronnée par un monument que la piété filiale d'un fils sensible a érigé au couple chéri de ses parens. De cette cime l'oeil aperçoit, d'un côté, le petit Wibourg avec la mesure de son ancien château, et de l'autre, l'immensité de la mer. — Mais nous n'entreprenons pas de décrire les nombreux agrémens de ce séjour, peut être unique en son genre. Nous ne voulions que le signaler à l'étranger qui regretterait sûrement d'avoir été en Fimlande sans avoir vu Monrepos⁴). Nous nous hâtons d'arriver à Imatra.

⁴) Le Baron Nicolaï, connu par plusieurs belles poésies et qui fut, l'on peut dire avec vérité,

Déjà à quelques werstes de distance l'on entend son murmure, et l'impatience du voyageur augmente avec ce bruit attrayant ; et les petits chevaux de poste, qui reconnaissent à ce signe la fin prochaine de leur course, secondent par leur rapidité ailée l'ardent désir du voyageur.

L'on s'arrête sur une hauteur de la rive droite du fleuve tout près d'un bâtiment presque terminé, qui déjà l'année prochaine offrira au promeneur un agréable pied-à-terre. Mais que l'on ne se hâte pas de s'approcher sur la pente dangereuse jusques au bord très prochain de la cataracte. Si l'on veut jouir d'abord de son plus grand effet, il faut descendre à droite, sur un sentier commode et assuré par une barrière jusqu'à une petite rotonde hexagone bâtie sur un rocher à-fleur-d'eau qui s'avance un peu dans le lit écumeux au plus bas point du torrent. L'oeil étonné aperçoit tout à coup de ce point la masse entière du Wuoxen depuis le sommet de la cataracte, changée en écume bouillonnante. — Nous n'entreprendrons pas de peindre les brillans effets de ces milliers de vagues argentées qui s'élèvent et se précipitent l'une sur l'autre, ni leur contraste avec les noirs cartiers de rocher qui s'élèvent jusques au dessus d'elles et avec les hautes et sombres murailles naturelles qui enchainent la fureur du fleuve, ni les flots transparents du plus beau verd qui paraissent et disparaissent périodiquement, servant de base passagère aux masses voûtées d'écume d'une blancheur éblouissante, ni le brouillard de gouttes qui s'élève de ces masses agitées, ni le bruit étourdissant qui empêche le spectateur saisi d'admira-

L'ami intime de l'Empereur Paul I. et de l'Impératrice Marie, a chanté son charmant *Mon repos* dans un petit poème où respirent la simplicité champêtre et les épanchemens d'une ame sensible. L'auteur a su joindre aux descriptions vraiment idylliques l'image touchante des moeurs et des mythes des anciens habitans. Son digne fils, ministre russe à Copenhague, en soigne une nouvelle édition ornée de dessins des principaux points de vue ; ce qui rappellera au public ce beau poème, trop peu répandu, que la muse de Schiller n'aurait peut-être pas désavoué.

tion de se communiquer à son compagnon non moins ému — le poète doit céder au physicien.

L'Imatra n'est pas une chute d'eau comme celle du Rhin près de Schaffhausen et tant d'autres en Suisse, en Tyrol, en Italie et dans tout pays de montagnes, où l'eau se précipite perpendiculairement du haut d'un rocher. C'est un rapide terrible, un torrent qui roule ses flots écumeux sur un long plan incliné, hérissé de blocs de rochers. La chute d'eau et le torrent sont deux grandes scènes absolument différentes que l'on ne peut comparer l'une à l'autre, tout aussi peu qu'une Madonna de Raphaël ou de Corrégio à une nuit de Claude-Lorrain ou de Vernet. Nous admirons l'une et l'autre sans décerner le prix à l'un ou à l'autre de ces deux genres de chefs-d'œuvre de la nature ou de l'art⁵).

L'Imatra est la plus imposante des rapides qu'offre le Wuoxen et aucun autre fleuve en Europe. La moyenne largeur du fleuve depuis sa sortie du lac Saïma jusqu'au commencement de la rapide, est de 640 pieds anglais ou russes, qui s'enfle jusqu'à 1140 pieds, quoique à son issue il n'en ait que 268, comme l'on peut le voir sur le plan ci-joint. La longueur de son cours entre ces deux points est de $5\frac{1}{10}$ werstes et d'environ 6 werstes en comptant les courbures.

Le *torrent* proprement dit, la partie moyenne, a environ 1080 pieds de longueur. C'est une pente dont la hauteur totale est de 50 pieds. La plus grande largeur mesurée trigonométriquement est de 139 pieds. Immédiatement au dessus du torrent est une *rapide* écumeuse d'environ 870 pieds

5) J'ai puisé les données suivantes dans les mesures que mon fils a prises à son passage à Imatra lors de son voyage au cap nord, dans celles que j'ai prises moi-même, dans un plan particulier du fleuve qui s'étend depuis le lac Saïma jusque au bas de l'Imatra, plan qui se trouve en tête de ce mémoire, et dans plusieurs cartes que l'obligeance de M. le colonel du génie Nymander m'a communiquées. C'est ce même savant géodète qui est l'auteur du beau tableau de l'Imatra qui accompagne également ce mémoire.

de longueur et de 446 de plus grande largeur sur 6 à 7 pieds de chute. Au dessous est une *seconde rapide* semblable à la première, et chargée de toute l'écume du torrent. Sa longueur s'estime à environ 1000 pieds; sa largeur moyenne à 445 et sa chute égale à celle de la rapide supérieure. La chute entière des deux rapides et du torrent, mesurée barométriquement, est de 63 pieds, et ce sont ces trois parties que l'on doit considérer comme l'*Imatra*⁶⁾. Le fleuve qui avait immédiatement devant la rapide supérieure 446 pieds de largeur, se rétrécit jusqu'à 139 pieds, formant cette rapide, se rétrécit encore un peu dans le torrent et s'élargit enfin subitement jusqu'à 363 pieds dans la rapide inférieure.

Parcourons la rive gauche du torrent qui, comme la droite, est munie d'une barrière pour la sûreté du voyageur et d'un chemin commode commençant à une gloriette octogone d'où l'oeil enchanté plane sur la scène entière de l'*Imatra*, et dont la base s'élève à 24 pieds au-dessus du torrent, sur la ligne de rochers qui enchaîne le fleuve de ce côté. La plus grande hauteur de ces rochers au dessus de l'eau, est de 27 pieds, mesurés à 135 pieds de la gloriette. Là le roc tombe à pic, formant une échancrure dans laquelle l'eau est assez tranquille pour permettre de mesurer la profondeur avec un simple à plomb. Ailleurs les rochers ne sont pas aussi perpendiculaires.

A partir de ce point le plus élevé, la hauteur de la ligne des roches diminue de plus en plus, disparaissant au bas du torrent, après lequel on ne trouve plus que des blocs détachés le long et dans l'intérieur de la rapide inférieure.

Plus loin, la rive du fleuve est formée par une montée très escarpée d'environ 36 pieds de hauteur au dessus de l'eau, et que l'on ne gravit qu'en

6) Ce nom est apparemment un nom propre dont on ne connaît pas l'origine. Du moins n'a-t-il aucune signification dans la langue finnoise, ni dans la suédoise.

montant à quatre. En s'éloignant du fleuve, sa surface forme une grande plaine en partie cultivée. On ne découvre aucune pierre sur son flanc; c'est une terre blanchâtre et sablonneuse. Au bas de cette montée est une espèce de plate-bande, lieu où se trouvent les pierres d'Imatra en abondance sur une longueur d'environ 1300 pieds.

De là nous remontâmes jusqu'au point le plus élevé que nous venons de déterminer et jusqu'à la gloriette dont le plancher est de 3 pieds plus bas. Passé ce point de vue et en avançant dans la même direction, il n'y a plus de chemin ni de barrière; on descend sur un plan incliné, couvert de blocs de granit chaotiquement entassés et sur lesquels on cherche son chemin en sautant de l'un à l'autre, non sans risques pour bras et jambes, jusqu'au niveau de l'eau au bas de la rapide supérieure, à environ 200 pieds de la gloriette. Ainsi la barrière que la nature a élevée de ce côté contre la violence du *torrent*, forme une espèce de toit dont un côté a environ cinq fois la longueur de l'autre.

Si nous passons sous la rive droite du fleuve, nous y trouvons une roche de granite toute semblable, mais moins élevée. Nous ne l'avons pas mesurée, mais nous en estimons par comparaison la plus grande hauteur à 18 ou 20 pieds. Elle paraît former une plate-forme sur laquelle s'élève, comme un rempart sur son escarpe, une terrasse couverte de gazon et d'une hauteur à peu près égale, au sommet de laquelle se trouve la nouvelle maison. La ligne de rochers s'abaisse d'un côté du sommet, comme au côté gauche, jusqu'à la rotonde désignée plus haut, et de l'autre côté jusqu'à la limite inférieure de la rapide supérieure, où elle conserve encore une petite élévation de quelques pieds au dessus de l'eau, jusques au point où l'on traverse le fleuve en bateau. La terrasse s'incline également des deux côtés de son sommet, du moins sur le bord du fleuve. En s'éloi-

gnant de celui-ci elle paraît former une plaine de même élévation que du côté gauche ⁷⁾.

Pour caractériser complètement les bords de l'Imatra, nous citons encore deux particularités.

On voit dans le tableau de Mr. Nylander, tout près de la petite rotonde, une échancrure dans le rocher par dessus laquelle est jeté un long bloc de pierre, comme un pont entre les deux points saillants de l'échancrure. Au côté gauche de la cataracte, près du point le plus élevé du mur naturel de granit, ce phénomène se trouve répété en dehors de la barrière, de sorte que l'on est surpris de voir tout-à coup, au travers d'un trou de 5 à 6 pieds de longueur et de largeur, les vagues écumantes sous ses pieds.

La seconde particularité est une table de granite, en forme de trapèze, épaisse de plusieurs pieds, d'environ 20 pieds de hauteur au dessus de l'eau et de 23 à 24 pieds de longueur. Elle est placée au côté droit de la cataracte comme un toit contre la face perpendiculaire du rocher; mais de biais, de sorte que son côté gauche touche cette face sur toute sa hauteur et s'en éloigne de l'autre côté, formant un hiatus d'environ 12 pieds de hauteur sur 15 pieds de base. Cette espèce de grotte est remplie de pierres jusqu'à 5 ou 6 pieds de son ouverture tournée en amont; position qui explique la possibilité du remplissage en pierres de la majeure partie de son vide.

Tel est notre Imatra. Tels sont ces rochers sombres, immobiles, et ce mouvement toujours renaissant des vagues couronnées d'une neige éblouissante au milieu des ardeurs de l'été. Ajoutons deux rideaux de hauts

7) D'autres voyageurs trouveront peut-être quelques différences entre ces mesures et leurs observations. Mais ils voudront bien se souvenir qu'en 1838 nous trouvâmes le niveau de la rivière de 4 pieds plus bas qu'il ne l'est dans d'autres années, pendant la même saison.

sapins, d'élégants bouleaux et de pittoresques buissons que la nature a plantés au milieu de ces ruines d'un monde primitif; et ce contraste des couleurs, des formes, de l'organisation, ce contraste de la vie, s'élevant sur les monumens de la destruction, terminera un des tableaux les plus ravissans.

Le voyageur, pour qui le pèlerinage à l'Imatra n'est qu'une partie de plaisir, quittera cette contrée, satisfait de ce qu'il a vu, entendu et senti; il a joui par ses sens extérieurs et par son sens intérieur. Mais il ignore que cette contrée lui réserve encore des scènes très attrayantes que nous l'invitons à chercher.

Tout près de l'Imatra d'aujourd'hui, se trouve un Imatra de jadis, le lit antique du fougueux Wuoxen élevé d'environ 10 pieds au dessus de celui-là, et absolument dépourvu d'eau. On brave avec un singulier intérêt le danger de parcourir ce cahos de roches brisées, de grimper sur les unes, de se presser entre les autres pour explorer ces gigantesques stérotypes du fond du nouvel Imatra. Une simple digue de granit de 1000 pieds de longueur, sépare les deux lits tous deux presque effrayants l'un par la fureur de ses vagues, l'autre par l'horreur de ses ruines. Il paraît qu'ici la rapide supérieure du jeune Imatra (combien de siècles compte cette jeunesse? nous demandera-t-ou) n'a pas existé et que même le commencement du torrent a eu très peu de pente, tandis que le reste en a beaucoup plus que le nouvel Imatra, en sorte que l'ancien doit avoir offert plutôt l'aspect d'une chute que celui d'un torrent.

Nous remontons le fleuve sur un chemin qui en a suit à peu-près les sinuosités et arrivons bientôt, à 1600 pieds de la rapide supérieure, près du lieu où, il y a une cinquantaine d'années, un particulier nommé Schmidt, ayant probablement fait divorce avec le monde, avait établi sa demeure.

solitaire. Son principal amusement était de pêcher à l'hameçon penché sur le bord de son bateau. Un jour, soit qu'il se fut trop avancé dans le fleuve, soit que son cable se fut rompu, il fut emporté dans les écueils innombrables de l'Imatra. On n'a jamais revu les moindres restes de son bateau, mais son corps fut trouvé quelques jours après, défiguré et fracassé, dans une petite baie au dessous de la rapide inférieure.

Plus lo'n, à l'affluent d'un ruisseau, on rencontre un moulin au milieu de six petites îles qui semblent être là exprès pour le protéger contre les débâcles du lac Saima, d'où sort le Wuoxen riche en îles et îlots, presque toutes couvertes d'herbes et plusieurs même d'arbres et de buissons.

A 2 $\frac{2}{3}$ werstes de la rapide supérieure de l'Imatra, se trouve le seul point où l'on puisse traverser le fleuve, et cela seulement lorsqu'il ne souffle pas de vent du nord, parce qu'alors le vent, secondé du courant, entraîne le bateau irrésistiblement et menace de le précipiter dans l'Imatra⁸).

Enfin à une distance de 3 $\frac{2}{3}$ werstes, à compter du commencement de la rapide supérieure, ou à 4 werstes de la gloriette, l'on arrive à un troisième Imatra nommé le *petit Imatra*. Il se compose également d'un torrent resserré entre deux hautes parois de granit, précédé, comme le premier, d'une rapide supérieure et suivi d'une rapide inférieure, dont les limites ne sont pas plus faciles à déterminer qu'au grand Imatra. Cependant on peut s'en tenir aux dimensions suivantes: La rapide supérieure a ses deux côtés presque parallèles entre eux; sa largeur est 490 pieds et sa longueur 756 pieds. Le torrent a dans sa plus grande largeur 520, dans sa

8) Un Général russe força, il y a environ 30 ans, le batelier de le passer pendant un vent frais du nord. Mais il rendit grâce au ciel de pouvoir aborder à une werste plus bas dans la baie Z, convaincu par cette expérience que les vents et les fleuves ne sont pas aussi dociles que le soldat russe.

plus petite 230, ainsi en moyenne 378 pieds ou $2\frac{7}{10}$ fois celle du premier Imatra. Sa longueur est 830 pieds. La longueur de la seconde rapide ne peut être déterminée; mais elle charrie son écume sur une distance de plus de 900 pieds. Sa largeur est d'abord la plus petite du torrent, puis elle s'agrandit prodigieusement dans les sinuosités du fleuve.

Ce troisième Imatra n'a pas une pente aussi considérable que celle du premier et le bruit de son murmure n'est pas aussi fort. C'est apparemment à ces deux causes qu'il doit son nom de *petit Imatra*; car relativement à sa surface couverte d'écume⁹⁾, double de celle du premier Imatra, il offre un tableau plus vaste, en sorte qu'il nous fut difficile de décider lequel produit l'effet le plus majestueux.

Nous trouvâmes moyen de descendre, quoique difficilement, jusqu'au niveau de l'eau, un peu au dessous du commencement du torrent, où, placés sur un gros quartier de rocher avancé, nous eûmes le plaisir de voir de tout près une de ces grosses vagues couronnées d'écume, qui menaçait de nous engloutir, et pûmes examiner avec la plus grande facilité la couleur transparente (ici d'un jaune brunâtre) de ces vagues et leurs périodes d'ascension lente et de chute brusque. Cependant nous ne réussîmes pas à fixer exactement ces périodes; leur nombre dans le tems d'une minute nous apparut différer d'une minute à l'autre; ce qui nous fit présumer

9) Lorsque nous vîmes le petit Imatra, sa rapide supérieure était couverte d'écume, parce qu'alors la grande sécheresse qui avait précédé, avait abaissé de 4 pieds le niveau ordinaire du fleuve. Les blocs de pierre qui couvrent là le fond atteignaient la surface de l'eau et la dépassaient même. Mais on conçoit que quand le fleuve regagne son niveau ordinaire, les 4 pieds d'eau libre forment très peu d'écume, de sorte que la longueur totale de la partie écumeuse se réduit presque au torrent et à la rapide inférieure: troisième cause qui a probablement contribué à ce nom de *petit Imatra*. Cependant, en supposant que la rapide supérieure n'ait aucune écume, la surface écumante du reste est encore du tiers plus grande que celle du grand Imatra.

que ces courtes périodes sont des subdivisions d'une autre période d'une plus grande étendue.

Ici, près de la rapide inférieure, se trouve la demeure de Mr. Zilliacus, avec son jardin et un joli bosquet de bouleaux qui borde cet Imatra sur toute sa longueur. Propriétaire d'une petite terre adjacente à ce côté gauche du fleuve, Mr. Zilliacus a abandonné la moitié de sa maison spacieuse à un aubergiste qui reçoit les étrangers de son mieux et à bon prix, en attendant qu'il ait terminé une nouvelle maison qu'il se bâtit dans le voisinage pour abandonner l'autre entièrement à l'aubergiste. Heureux les amis de la science qui rencontrent dans leurs courses un cicerone instruit et complaisant comme Mr. Zilliacus, qui a eu l'extrême bonté de nous accompagner partout du matin au soir pendant les cinq jours que nous avons passés dans cette contrée; soigneux de nous montrer tout ce qui pouvait nous intéresser à tous égards et de chercher avec nous des pierres d'Imatra; guidant mon gendre sur des points dangereux où un septuagénaire comme moi ne peut plus s'exposer. C'est à lui que nous devons le plan du Wuoxen que nous publions, copie exacte de l'original dressé par son père, copie qu'il nous a faite lui-même pendant les heures que nous consacrons à minuter nos notices, de même qu'une grande pierre de granite à laquelle sont agglomérées plus de vingt pierres d'Imatra, également un héritage de son père et dont le sacrifice a dû lui coûter. Nous nous faisons un agréable devoir de témoigner publiquement notre gratitude à cet excellent ami des voyageurs.

C'est à environ $1\frac{1}{4}$ de werste de la maison de Mr. Zilliacus, que le Wuoxen sort du lac Saïma¹⁰⁾. Le voyageur, veut-il donner un agréable

10) Le fleuve est nommé sur la carte de l'ancienne Finlande de Mr. Knorring (1832) *Wuoxen* et sur la carte topographique russe *Wuoxa*. Ce dernier nom est aussi celui qu'on lui

repos à son imagination fatiguée par les scènes sauvages et tumultueuses des Imatra, qu'il arrive ici en côtoyant les rives du fleuve sur un tapis de verdure et jouisse de l'aspect vaste et tranquille d'une immense nappe d'eau, ornée de nombreuses îles, grandes et petites, et éclairée par le soleil couchant. Vraiment le lago - maggiore et ses îles dénaturées par l'art ne peuvent soutenir la comparaison avec le Saïma. La pensée, ravie par ce que l'oeil aperçoit, plane au loin sur *le lac aux cent îles*. Ici elle voit un rocher énorme s'élevant comme un pic au dessus de l'eau, repoussant toute végétation; là une île riante peuplée de bestiaux et quelquefois ornée par une habitation humaine, dont le toit rouge contraste si agréablement avec

donne à Pétersbourg. Le lac Saïma est un de ces lacs de Finlande dont souvent l'on ne peut dire où ils commencent et où ils finissent, prenant parfois la figure de fleuve et les fleuves la figure de lacs. Quant au lac Saïma, l'on peut dire qu'il finit au sud, là où il émet le Wuoxen. Mais sa frontière au nord n'est guère déterminable. Parsemé d'îles de très diverses grandeurs et découpant le terrain qu'il mouille en mille contours dont on ne peut se faire d'idée qu'en les examinant sur une bonne carte, il s'étend du sud au nord jusqu'à une distance d'environ 100 werstes. Puis il se réunit par deux bras à un autre lac sans nom encore plus peuplé d'îles, sur les bords duquel se trouvent les villes de Nyslot et de Kuopio. Sa partie septentrionale se compose de trois golfes moins encombrés d'îles, nommés *Puruwési*, *Paswési* et *Oriwési*. (Wési est le nom finois de lac.) Ce grand lac s'étend jusqu'à 200 werstes vers le nord et embrasse dans ses nombreuses ramifications et sinuosités une largeur égale. Ainsi le Wuoxen reçoit les eaux d'un domaine de lacs de plus de 300 werstes de longueur du nord au sud, et d'environ 180 werstes de largeur moyenne, et les conduit au Ladoga. Le Kymène, qui offre dans son cours également de très beaux torrents, livre au golfe de Finlande toute l'eau du domaine des autres lacs. Par contre il se trouve à l'ouest un versant de 420 werstes de longueur et de 116 werstes de largeur moyenne qui envoie ses eaux au golfe de Bothnie par plusieurs petits fleuves qui, comme d'autres fleuves, coulent sagement de leurs sources à la mer dans des canaux naturels qui n'offrent pas ces énormes anévrismes des autres fleuves de la Finlande. Ces lacs ne peuvent reposer que sur différents plateaux horizontaux formant de distance en distance des gradins indiqués par les cataractes des deux grands fleuves, qui par cette singulière circonstance, par ces énormes nappes d'eau exposée pendant 4 ou 5 mois à l'évaporation, perdent la majeure partie du tribut d'eau qu'ils devraient payer au Ladoga et au golfe de Finlande, semblables à ces infidèles administrateurs qui dissipent la moitié du tribut payé par la nation, avant qu'il arrive au trésor public.

une verdure si fraîche, si verte, et telle qu'on ne la voit que dans le nord. Plus loin c'est une forêt de haute futaie qui semble s'élever immédiatement du sein des eaux et se dessinant sur l'azur le plus pur du ciel orné de quelques nuages argentés, se reflète avec ce beau ciel sur la glace liquide. Ce n'est point un tableau idéal que nous offrons au lecteur; les îles prochaines que l'oeil atteint en font foi. Heureux le voyageur qui, voguant dans une barque légère pourrait voir et admirer dans ses détails cette richesse de beautés naturelles, que notre bon Zilliacus nous dépeignait avec un zèle patriotique, d'une petite hauteur à quelques cents pas de la rive, hauteur à laquelle il ne manque qu'un belvédère qui appellerait le passant et lui dirait: Viens et regarde.

Mais malheur à l'étranger qui, sans la connaissance du lieu, s'embarquerait trop près du fleuve naissant qui sort du lac avec une rapidité inaperçue. Le terrible Wuoxen l'entraînerait invinciblement jusques dans ses gouffres d'où il n'y a point de délivrance. Cependant on voit chaque dimanche les pieux habitants de l'autre rive, vêtus de leurs habits de fête, voguer vers cette côte sur de frêles barques, pour assister au service divin dans l'église voisine. Aussi font-ils un grand détour pour éviter la lisière omineuse. En hiver de nombreux traîneaux volent sur la plaine de neige, évitant tout aussi soigneusement la fragile glace de l'origine du Wuoxen.

Au reste la nature, ou plutôt la divine Providence, a imprimé le sceau du danger à ce berceau du terrible fleuve. Nombre de sillons parallèles entre eux et dont on ne découvre pas la cause, s'y dessinent avec une régularité frappante. Dans le fleuve déjà formé ce sont des lignes droites; mais dans le lac ce sont des courbes qui s'étendent au loin comme les bras d'un poulpe colossal qui va saisir une proie désirée ¹¹⁾.

11) Ces sillons, qui probablement ont chacun un bloc de rocher sous l'eau pour cause, disparaissent peut-être dans les années où le niveau est plus élevé qu'il ne l'était dans l'année et la saison de notre court séjour à l'Imatra.

Nous n'avons pas encore épuisé toutes les sources de jouissances qu'offre la contrée que nous parcourons. A quatre werstes de la rive gauche du fleuve se présente une nouvelle scène inattendue. On arrive sur une presqu'île entourée du rapide Wuoxen et ne tenant à la terre ferme que par un isthme très étroit. De tous côtés le fleuve est contenu par des escarpes de granite d'une grande hauteur, couvertes d'une terre semblable à celle qui couvre les bords du grand Imatra. La presqu'île est le centre élevé de ce grand fossé presque circulaire, mais qui offre au côté opposé de l'isthme une pente douce qui conduit l'observateur jusqu'au bord de l'eau sur un petit promontoire formé par les débris de l'escarpe à ce point et ombragé par quelques arbres. Là l'oeil étonné, surpris, voit tout-à-coup une superbe cataracte d'un nouveau genre. Le fleuve entier se précipite à pic de la moitié de la hauteur, n'offrant dans cette chute que ce qu'il faut d'irrégularités pour peindre le mouvement. De là il se change en une cascade roulant ses flots écumeux sur un lit incliné de rochers chaotiquement accumulés. Une grande masse de ces débris partage le torrent en deux parties presque égales et porte à son sommet quelques jeunes et sveltes bouleaux qui, balançant gaîment leurs troncs élastiques, semblent rire de la fureur du redoutable Wuoxen.

Une colline qui s'élève derrière la cataracte à 100 pieds au dessus d'elle, ajoute infiniment au pittoresque de ce tableau, auquel il ne manque que la ruine d'un ancien château ou d'un monastère, pour donner à ce site un caractère vraiment romantique, en rappelant les tems héroïques et pieux du moyen-âge. Mais la Finlande, pauvre et heureuse, a possédé très peu de ces châteaux et la hiérarchie monastique a trouvé les rochers de ce pays trop peu fertiles pour y établir sa demeure opulente. Mais nous, nous disions : Qu'il serait beau de bâtir ici sa cabane ! Nous fixâmes encore longtems la vue sur le côté gauche et élevé de la presqu'île

d'où nous pouvions voir en même tems et la cascade (de face dans toute sa grandeur) et le fleuve s'éloignant tranquillement de la scène imposante où il sévit depuis tant de siècles — sans trop savoir pourquoi.

Notre complaisant Cicerone nous fit enfin descendre du côté opposé, où nous trouvâmes sur une petite île un moulin dont la roue baigne dans un détroit large d'une toise qui sépare l'îlot de la presqu'île. Un petit jardin et un modeste champ complètent toute la richesse du solitaire meunier. Homme heureux qui, si près de ce torrent impétueux, est à l'abri des orages de la vie! Non; veuille le ciel que jamais un riche fainéant ne vienne s'établir ici! L'orgueil mal voilé du nouveau venu ferait bientôt sentir au bon meunier son indigence qu'il a le bonheur d'ignorer.

Après avoir satisfait au désir de livrer dans cette esquisse par trop imparfaite, la description d'une des plus belles contrées de la Finlande et peut-être de l'Europe, je vais entrer en matière.

RECHERCHES PHYSIQUES

SUR LES

PIERRES D'IMATRA.

A l'aspect de ces pierres énigmatiques on se demande d'abord : D'où viennent ces pierres? Comment ont-elles été formées? C'est à la solution de ce problème que j'ai voué ce travail. Persuadé que toute explication vague, fondée uniquement sur quelques aperçus généraux ou sur quelque légère induction, comme nous en avons tant en Géologie, ne peut plus satisfaire aux justes prétentions de la science, j'ai tâché de considérer ces singulières productions naturelles sous tous les points de vue, afin de ne poser mes raisonnemens que sur des faits avérés et des observations complètes ¹²⁾; ce qui a fourni les six chapitres suivans :

Description des formes extérieures.

Structure intérieure.

Propriétés physiques et chimiques.

Relations géognostiques.

Résultats tirés immédiatement des faits.

Hypothèses sur la formation des pierres d'Imatra.

12) La régularité d'un grand nombre de ces pierres est si frappante, que des personnes instruites, mais qui ne connaissaient pas encore ces productions de la nature, s'obstinaient à les regarder comme des productions de l'art. En effet le règne minéral n'offre que dans les cristaux un degré de régularité comparable à celui-là; et ce qui doit sur tout étonner, c'est que c'est dans des corps arrondis, sans arêtes ni angles solides, que se manifeste cette grande régularité. C'est ce singulier phénomène qui m'a engagé à dessiner moi-même, le compas ordinaire, le compas sphérique et l'équerre à la main, le plus grand nombre des figures annexées à ce mémoire, pour donner la plus forte garantie de leur justesse, et assurer le lecteur que l'art n'a pas cherché à embellir ou à perfectionner la nature. Quant aux dessins dont j'ai chargé Mr. Papé, dessinateur et lithographe d'un grand mérite, je puis également en certifier l'exactitude. Toutes les figures sont de grandeur naturelle.

CHAPITRE I.

Description des formes extérieures des pierres d'Imatra.

Au premier coup-d'oeil que l'on jette sur ces pierres, on reconnaît d'abord un type commun à toutes, celui d'un disque qui paraît composé de plusieurs couches concentriques et parallèles apposées les unes sur les autres aux deux côtés d'une couche moyenne et dont les diamètres diminuent de plus en plus en s'élevant des deux côtés de la moyenne, formant des *moulures* plus ou moins arrondies ou plus ou moins tranchantes. La couche moyenne n'est pas tranchante, mais bien arrondie, au moins d'un côté; elle n'est jamais à égale distance des deux sommets du disque, dont l'axe est de règle plus petit que le diamètre de l'équateur. Enfin le nombre des couches des deux côtés est inégal.

Dans la plupart des *exemplaires simples* le type affecte une figure parfaitement circulaire; dans d'autres il s'en éloigne très peu, dans d'autres encore il s'en éloigne formellement, formant, non une ellipse, mais un ovale, la courbe de l'oeuf coupé par un plan qui passe par son grand axe.

Un très grand nombre de pierres d'Imatra, réunissent dans un seul exemplaire plusieurs de ces types. Ces *exemplaires composés* ont deux caractères généraux. Le premier est que leur figure n'est jamais circulaire, mais toujours décidément ovale. Le second est que l'un des deux types est toujours plus petit (plus ou moins) que l'autre ou les autres.

Le caractère désigné du type est dans plusieurs exemplaires modifié à quelques égards, et ces exemplaires sont assez nombreux et assez constants dans leurs variations pour ne pas devoir être considérés comme des anomalies dues à quelque hasard. Cependant il existe des exemplaires qui sont de vraies anomalies dont on pourra assigner l'origine.

Ainsi nous distinguerons les pierres au type pur, les pierres au type modifié et les pierres anormalis.

A. *Pierres d'Imatra au type pur.*

MONOTYPES.

Réguliers circulaires.

N^o 1. Offre les moulures les plus tranchantes. La couche moyenne est bien arrondie, quoique étroite. Elle paraît être faite au tour.

N^o 2. Est également de la plus grande régularité et offre les caractères les mieux prononcés du type. La couche moyenne a la plus grande différence d'épaisseur avec les autres couches. J'en ai encore un autre exemplaire tout aussi bien caractérisé, un peu plus grand, mais un peu ovale. Celui-ci est parfaitement rond.

N^o 3. Cet exemplaire n'appartient pas à la classe des types purs. Nous y reviendrons plus tard.

N^o 4. N'a rien de distinctif que deux protubérances, l'une à la couche moyenne, l'autre sur le bord de la seconde couche, à compter de la moyenne. Plusieurs exemplaires offrent de ces protubérances.

N^o 5. Se distingue par ses couches inférieures dont la figure se rapproche de la figure cylindrique.

N^o 6. Est remarquable en ce que sa couche moyenne a absorbé toutes les inférieures, une seule exceptée.

N^o A. Est celui qui de tous les exemplaires de ma collection a le plus grand diamètre et, à proportion de ce diamètre, la plus petite épaisseur. Il est parfaitement circulaire dans tous ses contours, à l'exception de nombreuses petites excroissances sur la seconde couche au dessus de la moyenne. Leur matière est la même que celle de la pierre. Il n'en est pas ainsi de

la petite calotte qui couvre le milieu de la surface supérieure, qui se distingue du reste de la pierre par sa couleur rougeâtre et sa moindre dureté.

A la surface inférieure on observe une zone très étroite de 2'' 1''' de paris en diamètre et de $\frac{1}{2}$ ligne de largeur, composée d'une quantité innombrable de très fins grains qu'on reconnaît à la loupe être du sable rouge, noir et blanc. Entre ces grains de sable se trouvent beaucoup d'alvéoles qui ont perdu leurs grains. Ces petits corps ou grains sont angulaires, au reste sans figure régulière, et sont bien plus durs que la pierre. Ni l'intérieur ni l'extérieur de cette zone n'offrent de ce sable; le tout est parfaitement lisse.

On ne cesse d'admirer les beaux contours de cette pierre qui, si elle avait un pied, paraîtrait être une coupe moulée sur un des plus beaux modèles de l'antique Grèce. Elle a été trouvée à Cronstadt, près du bord de la mer, dans la terre, à 30 pieds au dessous du niveau de l'eau, en creusant le réservoir d'un Dock pour radoubier les vaisseaux.

Irréguliers circulaires.

Le N° 7 est une boule presque sphérique qui, au lieu de moulures, n'a que des empreintes absolument irrégulières. Nous y reviendrons à la suite.

Ovales réguliers.

N° 8. Les contours de chaque couche de cet exemplaire sont d'une régularité surprenante. Il peut être considéré comme type normal de cette espèce. Ma collection n'en contient qu'un second, outre celui qui a été cité au N° 2.

Ovales irréguliers.

N° 9. Cet exemplaire paraît avoir été troublé dans sa formation par une cause accidentelle. C'est le plus blanc et le moins dur de tous. J'en

ai encore deux exemplaires, dont l'un a une forte excroissance à un côté et l'autre, dont les arêtes des couches sont arrondies, tandis que celles du N° 9 sont tranchantes.

DITYPES.

Réguliers.

N° 10. Cette jolie pierre, d'une régularité étonnante, peut être considérée comme un passage des monotypes aux bitypes. Elle est unique dans ma collection. La grande portion est parfaitement circulaire dans toutes ses parties, un monotype circulaire, régulier et complet. La petite portion est également un monotype, mais appliqué sur le bord de la grande. Sa moitié extérieure est parfaitement régulière, demi-circulaire. Sa moitié intérieure est comprimée latéralement, rétrécie, mais également, de chaque côté, avec la plus grande régularité. Cet exemplaire est extrêmement plat, et, ce qui est très remarquable, c'est que le milieu est un peu enfoncé, au lieu d'être bombé comme dans tous les autres exemplaires de ma collection.

Cette pierre n'a pas été trouvée près de l'Imatra, mais elle vient de l'Amérique septentrionale.

N° 11 et 11. a. Modèle parfait du ditype régulier. Il se distingue du N° 10 non seulement en ce que ses formes sont ovales, mais surtout en ce que ses deux parties n'empiètent pas l'une sur l'autre, chacune faisant un tout à part et joints uniquement par un prolongement des couches moyennes. Quoique les deux types ne diffèrent que peu en grandeur, cependant cette différence est sensible. Au reste cette différence, que nous observerons dans tous les exemplaires suivants, quoique si générale, ne me paraît pas être une propriété absolue. Ma collection ne contient qu'un second exemplaire semblable à celui-là.

Irréguliers.

N^o 12. Il suffit de jeter la vue sur ce morceau pour voir qu'il se distingue du précédent par deux caractères.

L'un est que les deux ovales proéminents n'ont pas leur grand axe dans la même droite. A l'autre côté de la pierre cela n'a pas lieu, les premiers ovales de ce côté ayant leur grand axe sur la même ligne, comme dans le N^o 11, avec lequel il a beaucoup de ressemblance quoique bien plus plat. Les suivants inclinent leur axe successivement hors de la droite, jusqu'à l'inclinaison qu'ont les axes dessinés dans la figure.

Le second caractère est que les nombreux ovales supérieurs (car les deux types inclinés l'un vers l'autre et dessinés dans ce numéro, sont les inférieurs) sont à la vérité séparés l'un de l'autre, mais avaient été joints primitivement; car on voit de chaque côté une fracture; ce qui indique qu'il a existé un morceau intermédiaire, qui ne faisait pas corps avec la partie inférieure, mais une espèce de pont; ce qui se prouve encore par l'aspect chagriné que la pierre a là comme sur tout le reste de la surface, excepté celle des deux ovales qu'offre le dessin, mais qui paraissent avoir été usés à l'émeril par son possesseur précédent, qui y a gravé les lettres CL.

N^o 13. Ce ditype nous offre ses deux parties dans deux plans différents, en sorte que la petite forme comme un second étage à côté de l'autre. Sa surface est moins ovale que celle de la grande moitié.

N^o 14. L'irrégularité des formes augmente; cependant l'on voit au premier abord que ce numéro n'est qu'une modification du précédent, surtout si l'on se le représente dans une situation renversée qui a dû être sa position naturelle. La petite partie s'élève aussi de biais, mais plus perpendiculairement. La grande partie est si ovale que l'un de ses bouts peut être nommé pointu, tandis que la petite (qui dans la position natu-

relle est la supérieure) approche de la figure circulaire. Je regarde comme certain que la grosse moitié est l'inférieure, à cause de plusieurs grains de sable attachés à son contour et nulle part que là. Ma collection contient encore deux exemplaires de ce genre qui ressemblent très fort à ce numéro.

N° 15. Forme de calebasse : deux boules inégales, l'une perpendiculairement au dessus de l'autre et jointes par un cou. Leurs cercles parallèles sont presque parfaits. La grande boule a, à sa partie inférieure, un faible aplatissement ; aucun vestige de moulures dans aucun sens. La petite boule est couronnée de nombreux cristaux, dont la forme est celle d'une pyramide à 4 faces inégales. Plusieurs sont tronquées au sommet.

Ma collection en contient un second exemplaire un peu plus petit et sans cristaux. Sa matière est beaucoup plus dure et d'une couleur plus foncée que le N° 15. Il a l'air d'un grès noirâtre, rude au toucher, qui n'admet aucune politure, et si dur que je n'ai pu en faire enlever une moitié qu'au moyen du disque de cuivre sur le tour et avec de l'émeril, tandis que les autres pierres d'Imatra se laissent scier avec une fine scie plus ou moins facilement.

La première de ces pierres appartient à la société minéralogique de Pétersbourg et Mr. Wörth son secrétaire perpétuel m'a assuré avoir vu des pierres d'Imatra à moulures également ornées de pareils cristaux ; mais il n'a pas encore réussi à m'en procurer. Elles viennent, de même que le N° 15, de la Mer blanche près des bords de laquelle les pêcheurs d'Archangel les ont amenées avec leurs filets. Mr. de Rosenberg possède deux petits groupes de ces cristaux qui viennent aussi de là.

N° 16. Cette pierre nous transporte dans une région de formes toutes différentes des deux dernières, nous ramenant aux formes plus plates des numéros précédents. Les couches des deux types coulent en quelque sorte

les unes dans les autres et perdent leur figure primitive d'ovales. Cette pierre se caractérise surtout par des excroissances *m*, dont la plus considérable est à un bout. On ne sait si l'on doit prendre ces protubérances pour des types qui n'ont pu se développer. Notre collection offre plusieurs numéros qui appartiennent à cette catégorie.

Pour éviter la nécessité de dessiner de nombreux profils et donner cependant une idée des épaisseurs j'ai tracé les droites *x*, *x*, *x*, *y*, dont la longueur exprime le maximum d'épaisseur vis à vis de ces lignes.

TRITYPES.

Réguliers.

N° 17. Les centres des trois types se trouvent en ligne droite. Cela et la régularité de tous les contours placent cet exemplaire dans la classe des tritypes réguliers qu'il remplit seul; car je ne possède pas son second dans toute ma collection. Cette pierre offre au reste une singularité très remarquable. Le renflement du type du milieu manque à la surface inférieure, au point que le corps repose sur les deux types extérieurs et est voûté vers le milieu. Cette singularité ne provient pas d'une courbature fortuite que cette pierre pourrait avoir essuyée. Cela se prouve en comparant les deux types extrêmes supérieurs avec leurs analogues inférieurs. Ceux-là sont, comme l'on voit, ovales et très petits en comparaison de celui du milieu; les inférieurs extrêmes par contre, sont presque circulaires et de la grandeur du type moyen supérieur. Les épaisseurs *x*, *x*, *x*, qui représentent les maxima d'épaisseur aux trois types, prouvent d'ailleurs que le maximum du milieu est un peu plus petit que celui de chacun des extrêmes.

En suite de ces observations on peut considérer cette pierre comme un passage des bitypes aux tritypes.

Irréguliers.

N^o 18. Au large bout de cet exemplaire, la couche du milieu est, contre l'ordinaire, très mince, presque tranchante à ses bords. Aux côtés des deux autres types elle gagne en épaisseur au point de tenir la place des autres couches. Le type du milieu manque dans la partie inférieure; de sorte que la pierre ne repose que sur les types extrêmes, comme au N^o 17. Les passages onduleux d'une couche à l'autre, tiennent ici lieu de moulures. Ma collection contient encore deux exemplaires, dont l'un offre des contours plus marqués, qui se rapprochent davantage des moulures, et l'autre n'a ni moulures ni élévations marquées, mais ressemble presque à un poisson qui a perdu ses nageoires.

N^o 19. Les trois types de cet exemplaire sont presque circulaires, mais irréguliers. Si l'on joint le centre du type moyen avec les deux autres centres, l'angle formé par ces deux droites est de 120°. Les trois types de cet exemplaire sont bien plus bombés à leur partie inférieure qu'à la partie supérieure.

La collection contient un tritype de ce genre, dont l'angle en question n'a que 94° et d'autres où cet angle est bien plus obtus que celui du N^o 19.

N^o 20. Tête de pipe. C'est, comme l'on voit, un bitype surmonté d'un troisième type qui s'élève perpendiculairement au dessus du plan des couches, dont la moyenne paraît avoir absorbé les supérieures. L'axe de ce troisième type, (qui est parfaitement circulaire parce qu'il sort du plan des deux autres) ne se trouve pas dans le plan vertical de la droite qui joint les centres des deux autres types, mais de côté, comme l'indique la figure 20. a. Au bout du petit des deux types horizontaux se trouve une petite excroissance.

Ma collection contient un autre exemplaire analogue. C'est un monotype un peu ovale surmonté d'un second type plus petit que celui du N° 20 dans proportion 6 : 10 des diamètres. Son axe vertical ne se trouve pas dans le plan par la droite qui représente le grand axe, ni dans celui du petit axe, mais entre deux. Si l'on compare cette pierre avec le N° 20, l'on est surpris de trouver que les hauteurs des types superposés sont en raison des diamètres, en sorte que ces deux types sont à peu près dans le rapport de 3 : 1. Par contre, le monotype inférieur de cette pierre est si gros que la pierre entière pèse plus de $\frac{1}{5}$ plus que le N° 20.

N° 21. Ce tritype peut être considéré comme un modèle d'irrégularités dans ses détails. Lorsque je le reçus ses moulures étaient bien tranchantes. Mais elles se sont arrondies par l'action de l'acide hydrochlorique que j'ai employé pour enlever une partie de sa masse dans le but de l'analyser. Cette pierre ne vient pas de l'Imatra; elle appartenait à la collection de Mr. de Rosenberg, où elle se trouvait sous le nom de *pierre du Niagara*.

TÉTRATYPES.

N° 22. C'est un tritype auquel est superposé un quatrième type ovale, presque elliptique. Cette pierre est mince, malgré cette superposition et le nombre des couches du quatrième type. Les petites lignes x , x , x , x indiquent les maxima d'épaisseur. Les trois petits types qui entourent le grand, ne peuvent être considérés comme des excroissances du grand, puisqu'elles n'en sont pas des prolongemens. Au contraire, quoique la surface inférieure soit plate, l'on voit cependant des vestiges de la figure presque circulaire de ces trois types. Le quatrième en se formant a rempli les vides que les trois petits laissaient entre eux. Cette pierre, unique dans ma collection, n'est pas originaire d'Imatra; c'est une production du sol américain, qui a été trouvée dans les monts Schooleys de la province New-Jersey, à 30 pieds sous terre.

J'étais mécontent, presque chagrin, que ma collection ne m'offrit que ce seul tétratype, dont la position des trois types diffère totalement de celle des bitypes et tritypes, dont la couleur en outre diffère aussi et qui vient d'Amérique. Mais lorsque ce mémoire était déjà livré à l'imprimeur et les dessins lithographiés, je reçus de l'obligeance de Mr. le Colonel de Kaulbars le superbe exemplaire qu'offre la XV. feuille. Il a, comme l'on voit tous les caractères désirables, le couleur des autres pierres et a été trouvé à l'Imatra.

PENTATYPES.

N^o 23. Ma collection ne contient que ce seul exemplaire, qui au reste n'offre rien de particulier à remarquer, sinon que ses cinq types ont gardé presque parfaitement leur figure ronde.

N^o 24. Il offre une grande irrégularité dans la position relative des masses principales, tellement qu'il paraît incertain s'il est un tétratype ou un pentatype, d'autant plus qu'un des bouts de la pierre est cassé. Sur un de ces bords on trouve 7 petites excroissances *n, n, n, n* et au bout de l'autre bord, deux à peine visibles.

POLYTYPES.

N^o 25. Cet exemplaire est le plus étonnant par la variété et l'irrégularité de la position de ses types. Il est tellement irrégulier que, si je n'avais pas eu sous les yeux un grand nombre d'autres pierres d'Imatra, les unes de la plus grande régularité, les autres offrant de nombreuses irrégularités, j'eusse difficilement déchiffré ses types. Cette pierre appartient à la collection de Mr. de Rosenberg sous le nom de pierre du Niagara. Sa compatriote, N^o 21, nous offre, malgré l'irrégularité de ses surfaces, trois types bien distincts, et prouve que le N^o 25 doit être regardé comme

un ditype, dont chacun des deux est composé de nombreux petits types irréguliers et irrégulièrement distribués. Il serait aussi fastidieux qu'inutile de considérer particulièrement ces nombreux petits types et plusieurs protubérances qui se détachent de la masse en directions à peu près horizontales. Je me permets seulement de fixer l'attention sur la couche oblongue et irrégulière qui couvre une grande partie du grand type. Cette couche est caractéristique; car elle se retrouve sur deux autres exemplaires de ma collection qui viennent des environs de Saratago dans l'Etat de New - York. Elle se retrouve même sur les trois types du tritype N° 21 et était mieux marquée avant que je l'eusse soumise à l'action de l'acide hydrochlorique.

Pour combler la mesure des irrégularités qu'offrent ces quatre pierres d'Amérique, je dois observer qu'à l'un des deux exemplaires non dessinés (celui qui rangerait proprement dans la classe des monotypes, l'autre étant un tritype), le type superposé se compose de deux parties partagées par une tranche verticale au plan du reste de la pierre. La partie à gauche, celle qui s'élève du bord, est composée de couches un peu inclinées aux autres inférieures vers le milieu. L'inclinaison des couches de l'autre partie, de celle qui s'étend jusques un peu au delà du milieu du plan horizontal, est beaucoup plus grande; elle va jusqu'à environ 35°. C'est le seul exemplaire de toute ma collection qui offre des couches sensiblement inclinées aux autres.

Je dois enfin ajouter que ces quatre pierres américaines ont, à l'extérieur et à l'intérieur, non une couleur grise plus ou moins foncée, comme les pierres trouvées à l'Imatra, mais une couleur jaune rougeâtre sale et le N° 22 une couleur presque rouge.

Tels étaient les exemplaires les plus marquants de ma collection avant que j'eusse fait mon second voyage à l'Imatra. Les numéros qui vont

suivre ont été recueillis dans ce second voyage, qui a augmenté la première collection de plus de 350 numéros. Nous passons les figures 26 jusqu'à 32 inclusivement, figures qui se rapportent à un des chapitres suivants.

B. *Pierres d'Imatra au type modifié.*

N° 33. Il a quelque ressemblance avec le N° 3, mais en diffère par sa partie supérieure qui a une forme de cône tronqué irrégulière, et par sa base inférieure très aplatie et irrégulière, différences qui pourraient n'être que fortuites. Il en diffère encore, comme de tous les exemplaires de ma première collection, par trois caractères.

Le premier est sa coupe horizontale, ovale, représentée à la fig. 33. a. Elle est double, *cccc* et *bbbb*; ce qui prouve que la coupe verticale est non un plan mais une surface courbe.

Le second consiste en ce que ses bords sont tranchants, comme l'indique la figure 33. a.

Le troisième consiste en ce que ses moulures ne ressemblent pas à celles des numéros précédents mais plutôt à des rainures: Ce caractère m'engage à en faire un genre à part.

N° 34. Cette figure représente la base supérieure d'une pierre qui a 12 surfaces bombées, dont les quatre supérieures et les quatre inférieures sont des triangles et les faces latérales des rectangles. Si l'on supprimait de toute part les parties courbes, ou si l'on supposait toutes les faces être planes, alors on aurait un prisme à 4 faces avec deux pyramides de petites hauteurs sur deux faces opposées. Les faces de la pyramide inférieure ressemblent encore aux supérieures qui sont dessinées, en ce qu'elles

ne congruent également pas à la pointe. Je ne possède pas un second exemplaire de cette forme.

N^o 35 et 35. a. Ces deux figures représentent une et même pierre vue des deux côtés opposés. De toutes les nombreuses formes qu'offre ma collection celle-ci me paraît la plus frappante. Il est clair qu'elle est composée de deux moitiés dont l'une est placée plus haut que l'autre et qui paraissent avoir subi un effort latéral de dedans au dehors, comme pour être séparées l'une de l'autre. Je ne puis assez admirer la beauté des contours de cette pierre. Sans l'accident qui a disloqué ses deux moitiés elle aurait une des plus belles formes de vase que l'on pût imaginer, auquel il ne manquerait que le pied. Il faut l'avoir dessiné soi-même pour être intimement convaincu que le dessinateur n'a aucunement embelli ces formes, tant elles paroissent être une production de l'art.

N^o 36. Pierre oblongue avec des échancrures qui ressemblent un peu aux rainures de N^o 33. Elle est très plate et munie de deux brins de Feldspath rouge. Elle ressemble assez à un poisson pétrifié dont tout le contour est très tranchant.

N^o 37. Sa coupe transversale, indiquée par *ac* serait un carré régulier si ses côtés, au lieu d'offrir des moulures, étaient des lignes droites. Les deux diagonales de ce carré faisant des angles droits, si l'on fait passer des plans par ces diagonales, ils passeront aussi par les arêtes et les angles, de sorte que cette pierre peut être considérée comme un tétraèdre allongé ou comme composée de deux pyramides bombées, à bases carrées, dont la hauteur surpasse de beaucoup le côté de la base. Le numéro 34 nous a offert deux pyramides bombées, à base carrée, dont la hauteur est beaucoup plus petite que le côté de la base. Ici les deux pyramides sont séparées par un prisme bombé à 4 faces. Là leurs bases se touchent, en sorte qu'il semble que le prisme du N^o 34 a été employé à allonger les

pyramides du N^o 37. La pointe de chacune de ces pyramides offre quelque irrégularité, comme par exemple la petite excroissance *q*, de même que le N^o 34 offre une excavation. Il se trouve dans ma collection encore un seul exemplaire semblable au N^o 37, mais plus petit.

C. *Anomalies.*

N^o 38. C'est un bitype ordinaire à-peu-près comme le N^o 11, dont la surface est singulièrement déchirée. Le type à gauche offre même des crevasses qui au reste ne paraissent pas avoir pénétré bien avant. A la surface inférieure du bout *a* se trouve un brin d'une terre jaunâtre, comme fondue avec la pâte de la pierre, dont retrouverons à la suite de plus grandes portions.

N^o 39. Pour se former une idée de la vraie configuration de cette pierre, il faut d'abord observer qu'il manque sur *ad* une portion cassée semblable à *b*. La cassure en *ad* est très évidente. Si nous supposons la restauration comme elle est indiquée par la ligne *acd*, cette pierre offre un ditype, dont chaque type est du genre N^o 33. L'épaisseur de chaque type est, autant que la grande irrégularité des formes permet d'en juger, à-peu-près égale et au maximum de $1\frac{1}{2}$ pouce. Celle de la gorge au minimum est $\frac{3}{8}$ de pouce. En *c* est une petite portion de la même terre jaune que nous avons trouvée numéro précédent.

N^o 40. Est une pierre très plate. Le contour *defg* est tranchant comme une lame de couteau, le côté *hg* un peu moins. Le côté *dah* est une cassure, dans laquelle on distingue une grosse veine, en sorte que l'on doit admettre que cette pierre était originairement plus longue. Sa plus grande épaisseur est sur la direction *ab* et égale à $1\frac{1}{10}$ pouce. Je n'y ai pas découvert de pierre jaune.

N^o 41. Pierre extrêmement aplatie et portant sur toute sa surface supérieure des enfoncemens irréguliers qui ont tous un caractère commun. Son contour *abcef* est tranchant comme une lame de couteau. Le bord *agf* l'est un peu moins. Le côté inférieur n'offre pas de pareils enfoncemens, mais plutôt des ramifications de *veines en relief*, de courbures très variées. La plus grande épaisseur de la pierre est dans la direction *dg*. Son maximum en *o* est indiqué par la droite *p* et est de $\frac{3}{4}$ de pouce. Point de pierre jaune.

N^o 41 et 42. *a*. Cette pierre a des rainures dans le genre de celles du N^o 33, mais plus espacées. Son contour inférieur *abcd* est aminci jusqu'à $\frac{1}{9}$ de pouce, tandis que la plus grande épaisseur sur la ligne *ef* va jusqu'à 1 pouce. Il est bordé d'une portion notable de la pierre jaune observée plus haut. Les teintes des deux pierres se fondent l'une dans l'autre. La figure 42. *a*. est la coupe longitudinale et verticale de cette pierre selon *ef*.

N^o 43. Ce monotype ovale se distingue de tous les autres par un sillon *ab* de chaque côté, dont la profondeur est indiquée par l'échancrure fortuite en *a*. Celui du côté inférieur est moins saillant, mais est remarquable en ce que le fond de ce sillon est voûté, comme si la pierre avait fait un effort de l'intérieur à l'extérieur pour sortir du sillon. Toute la surface de ce monotype est très régulièrement chagrinée. Ma collection contient encore 4 exemplaires de cette espèce plus grands que celui-ci.

D. Des surfaces des pierres d'*Imatra*.

Lorsque je ne possédais encore que les pierres qui composaient ma première collection, je croyais pouvoir admettre que toutes les pierres d'*Imatra* sont ordinairement rudes, chagrinées, couvertes d'aspérités d'un plus

ou moins gros grain et que celles dont la surface est lisse ont perdu leurs aspérités par le frottement. En effet nous sommes si accoutumés en Géologie à regarder toutes les surfaces lisses, toutes les arêtes arrondies et tous les angles émoussés comme travaillés par le frottement des masses roulées ou trainées, que je ne m'étonne pas d'avoir eu d'abord cette idée. Parmi plusieurs exemplaires qui s'accroissent à cette règle *N°* 24 semble la confirmer totalement. En effet toutes ses parties saillantes sont passablement lisses et d'autant plus qu'elles proéminent davantage, tandis que les parties concaves des moulures ont des aspérités d'autant plus fortes que les moulures sont plus profondes. J'eus en outre l'idée que la figure de ces aspérités pourrait avoir quelque caractère instructif; ce qui m'engagea à les observer sous des amplifications assez fortes pour voir leurs figures et leurs petits groupes. Ainsi la figure 28 représente les aspérités des flancs des moulures du monotype *N°* 2, grossies 10 fois; les deux figures 29 celle de la pierre *N°* 24 dans les plus profonds recoins, amplifiées 24 fois. La pierre de la figure 30 a été dessinée avec le plus grand soin à cet égard, parce qu'elle offre déjà à l'œil nud des groupes de deux espèces distinctes. Les unes sont des zones presque régulières; les autres sont irrégulières. Les figures 31 et 32 offrent deux groupes irréguliers pris sur cette pierre et grossis 20 fois.

L'examen attentif de cette pierre ébranla l'hypothèse précédente. Car on voit d'abord à la seule moulure qu'a cette pierre, que son bord plat, qui est protégé par la totalité de la surface très saillante de la pierre, n'a que de faibles aspérités à peine visibles à l'œil nud, tandis que la grande surface, que rien ne protège, a de fortes rugosités qui, vues au microscope, en offrent une infinité de plus petites qui ne ressemblent nullement à des surfaces rayées par voie de frottement, comme l'on peut s'en assurer par l'inspection des figures 31 et 32.

Cette observation m'engagea à un examen plus exact des autres pierres de ma première collection et cet examen m'a persuadé que les différences observées dans le grain de ces pierres, ne sont nullement produites par plus ou moins de frottement, mais qu'elles sont originales; que la pierre a été primitivement telle qu'elle nous apparaît aujourd'hui, soit lisse, soit chagrinée. Parmi le grand nombre de preuves que l'on peut tirer des pierres de la première collection, je n'en citerai que trois.

La première est la belle pierre *A*, Tab. *I*. qui est lisse également sur toute sa surface. Si cet état était le produit d'un frottement qui eût enlevé les aspérités dont elle aurait été couverte, ces aspérités existeraient encore dans la profonde gorge de cette élégante moulure et bien sûrement les jolies perles parsemées sur le bord supérieur de ce disque élégant, perles qui sont de même nature que le reste de la pierre, n'existeraient plus.

La seconde preuve nous est fournie par les deux têtes de pipe dont on voit la plus grande au *N°* 20 et 20. *a*. Elle sont absolument lisses sur toutes les faces, sans offrir aucune trace d'aspérités quelconques. Or quel espèce de frottement pourrait-on imaginer qui aurait balayé avec une parfaite égalité cette surface entière?

La troisième preuve nous est livrée par la superbe calebasse *N°* 15, qui n'offre aucune aspérité mais est lisse sur toute sa surface, et couronnée par de nombreux cristaux qui n'auraient sûrement pas conservé leurs angles et leurs arêtes s'ils avaient été soumis à une trituration telle que le reste de la pierre aurait dû avoir essuyée.

Ainsi je crois que l'on doit admettre qu'il y a des pierres d'Imatra dont la surface a été primitivement lisse; d'autres dont la surface a été primitivement couverte d'aspérités sensibles; d'autres enfin dont la surface

a été primitivement en partie lisse et en partie couverte d'aspérités, et qu'elles sont restées telles jusqu'à nos jours.

Les pierres d'Amérique, telles que les numéros 21 et 25 et les deux exemplaires de ma collection qui n'ont pas été décrits, n'offrent point de ces aspérités et ne sont pas non plus lisses. Elles offrent un grain dur comme de très fin sable, qui forme toute la masse, comme je m'en suis assuré par le numéro 21 dont j'ai enlevé environ la moitié de la masse par l'acide hydrochlorique. Sa surface actuelle offre le même grain que la première.

Il suffit de jeter un coup-d'oeil sur le nombre étonnant de petits types du *N°* 25 pour être bien persuadé que ce ne sont pas des aspérités ou rugosités comme celles qu'offrent les *N°* 30, 24 et autres et que ces pierres (*N°* 21 et 25) n'ont essuyé aucune trituration.

La couleur des surfaces des pierres d'Imatra (de celles qui ont été trouvées sur les bords de l'Imatra, à Pawlowsky et à Cronstadt) varie d'un gris foncé couleur d'ardoise jusqu'au gris le plus clair, presque blanc. Les numéros 3 et 9 offrent à peu près les extrêmes de ces teintes. Le *N°* 9 est blanc dans tout son intérieur et fait par là une exception absolue à toutes les pierres de ma collection. Toutes les autres, comme le *N°* 3, ont une couleur grise plus ou moins foncée à l'intérieur comme à l'extérieur, ou bien offrent une couleur presque blanche sur une si mince épaisseur qu'on ne peut la mesurer, et dans tout l'intérieur une couleur foncée. La figure 26 est la tranche d'une pierre ronde d'Imatra sans moulures où j'ai voulu exprimer cette couche extérieure. L'épaisseur dessinée de la couche n'est pas celle de la couleur, mais des aspérités couvertes de la couche (infiniment mince) blanche.

Cette couleur blanche ne s'enlève pas en la lavant ou même en la frottant avec une brosse à dents mouillée. Je la regarde comme un dé-

pôt calcaire de l'eau du fleuve qui pénètre jusqu'à leur gîte. Ma collection contient une pierre ronde, presque sphérique qui a une croûte formelle de calcaire blanc d'une ligne d'épaisseur et dont l'intérieur a la couleur ordinaire des pierres d'Imatra. Lorsque je la reçus, sa surface était presque noire. Trempée dans l'acide hydrochlorique très délayé ce noir, devint couleur de rose. Cette pierre vient de l'Egypte.

Toutes les pierres de ma collection qui viennent d'Amérique ont une couleur différente de celles qui ont été trouvées dans les environs d'Imatra. Elle est plus ou moins rouge ou rougeâtre, comme l'indiquent les figures 10, 21, 22, 25. La couleur de la surface est la même. Cette égalité de couleur de l'extérieur et de l'intérieur dans les pierres d'Amérique, se constate dans une de ces pierres dont la surface offre nombre de très petits points blancs soit disséminés un à un, soit disposés en petits groupes; car lorsque je cassai cette pierre, je retrouvai ces mêmes points blancs également disséminés dans l'intérieur.

E. Agglomérations des pierres d'Imatra.

Si l'on trouve par milliers les pierres d'Imatra isolées, sans aucun rapport avec tout ce qui les environne, on doit s'étonner d'en trouver plusieurs agglomérées à d'autres pierres, nommément à des morceaux de granite plus ou moins grands. Ce phénomène surprenant m'a paru digne d'être examiné de près; ce qui m'a engagé à en dessiner plusieurs exemplaires avec le plus grand soin, même dans les accessoires, et, comme toujours, de grandeur naturelle.

N° 44. Pierre d'Imatra, monotype, ovale, qui en s'appropriant le petit morceau de granite, a subi dans ces environs quelque altération dans son contour.

N^o 45. (Pl. IX.) Pierre d'Imatra, monotype, circulaire, qui en s'appropriant le petit morceau *b* de granite, a pris la forme de rognon. On s'assure que le contour de cette pierre est réellement circulaire, en prenant *c* pour centre et en terminant le cercle par l'arc *a d e*; le contour *a f e* de la pierre tombe parfaitement dans l'arc de cercle qui serait la continuation de l'arc *a d e*.

N^o 46. Un monotype ovale, qui en s'appropriant son morceau de granite, paraît n'avoir souffert dans son contour qu'un élargissement aux environs du granite; car les autres monotypes ovales de ma collection n'ont pas une si grande disproportion de largeur que celui-ci. Il paraît en outre que ce granite est cause que les moulures sont effacées, dont il n'existe que des vestiges vers la pointe. La figure 46. *a*. est la tranche de cet exemplaire sur la ligne *m n*.

N^o 47. (Pl. X.) Une pierre d'Imatra, monotype, ovale très allongé, orné de nombreuses moulures, courbé autour d'un morceau de granite.

N^o 48. Nous voyons ici deux monotypes agglomérés à un morceau de granite. Le grand est un monotype ovale très resserré à sa partie supérieure, du côté du granite et formant à sa partie inférieure une courbure au moins égale à celle du N^o 47. Le petit est, quant à son contour extérieur, presque circulaire et quant à son contour intérieur, moulé sur la figure irrégulière du granite. Sa surface paraît defectueuse.

N^o 49. (Pl. IX.) Un morceau de granite qui s'est emparé de trois petites pierres d'Imatra, dont deux, *a* et *b* paraissent écrasées sur ce granite et la troisième *g* paraît avoir beaucoup souffert dans sa forme.

N^o 50. (Pl. X.) Une espèce de granite blanc pesant $4\frac{1}{3}$ livres, portant trois pierres d'Imatra, dont l'une, *a*, se courbe sur l'angle obtus du granite; la seconde, *b*, quoique sur une arête plus prononcée, n'est pas courbée, mais seulement aplatie et prolongée pour la plus grande partie sur la face verticale du granite; la troisième, *c*, est agglutinée au bas de l'arête verticale.

N^o 51 et 51. a. (Pl. IX.) Ces deux figures représentent la surface supérieure et l'inférieure de la même pierre bitype irrégulière, coupée presque en entier par un granite, qui à en juger seulement par l'extérieur, a l'air d'un morceau très plat. Mais cette pierre ayant été coupée sur la ligne *ab* (fig. 51. b.) offre une forme toute différente, à laquelle on ne s'attendait pas.

N^o 52. (Table XIII.)¹³ Est un granite (pesant en tout $2\frac{1}{8}$ livres) de forme de coin assez plat. Il a à son tranchant une pierre d'Imatra *b ea* qui se courbe autour de lui presque comme un gros ver plat. Une seconde *efd* tient à la partie inférieure de la tête du coin.

N^o 56. (Pl. XI.) Est la coupe d'un petit morceau de granite à moitié couvert par une pierre d'Imatra dont la partie inférieure *ao* (sous le granite) est très mince. Cet exemplaire a une moulure assez marquée à la partie où la pierre sort de dessous le morceau de granite et d'autres à peine sensibles à sa partie supérieure.

N^o 53. A. (Pl. X.) Est un monotype ovale qui paraît avoir perdu environ le quart de sa masse et reçu en échange une pierre jaune de l'espèce que nous avons déjà vue associée à quelques pierres d'Imatra. N^o 53. a. est le profil de cette pierre de moitié de grandeur naturelle.

Outre les exemplaires d'aggrégation que je viens de décrire, ma collection en contient plusieurs autres très remarquables mais qui, à raison de leur volume, ne se qualifient pas pour le dessin. Je vais essayer de les décrire le plus clairement que je pourrai.

A.) Cet exemplaire pèse $7\frac{3}{4}$ livres. Le granite porte un demi monotype d'environ $\frac{1}{6}$ de pouce de diamètre et deux d'environ 2 pouces. Ils sont accolés par leur coupe diamétrale. Leurs moulures sont un peu défigurées.

B.) Cet exemplaire pèse $22\frac{1}{2}$ livres et a 4 pierres d'Imatra. L'une est un monotype ovale dont la pointe est très allongée, aplatie et courbée

¹³) Cette pierre est faussement numérotée 25 sur la planche XIII.

selon la surface du granite. A peine pourrait-on supposer qu'elle a des moulures. Sa plus grande longueur est 4 pouces et sa plus grande largeur 2,6 pouces. La seconde pierre est encore plus plate. Elle a le contour d'un ditype, 4 pouces de longueur et 2,8" de plus grande largeur. On y distingue à peine une petite moulure de figure de poire. La troisième pierre est un demi monotype avec une petite queue. Elle ne porte aucune moulure. Sans compter cette petite queue, elle a 1,7 pouces de longueur, 0,5 de hauteur et 0,9 d'épaisseur. La quatrième pierre est un demi monotype ovale, un peu aplati à son sommet et garni de nombreux grains de sable.

C.) Cette agglomération pèse $31\frac{1}{4}$ livres et porte à sa surface 20 à 21 pierres d'Imatra de toute grosseur, depuis 5,4 pouces de longueur, 2,2 pouces de moyenne largeur et de 1,5 pouces de moyenne épaisseur jusqu'aux plus petites dimensions comme N° 74. (Pl. XI.) Trois seulement parmi, les grandes, sont entièrement dépourvues de moulures. La plus grande de toutes n'en a qu'à son large bout, où elle est cependant presque plate. Ainsi cette pierre nous offre le seul exemple d'une pierre d'Imatra très longue qui n'a de moulures qu'à une de ses extrémités et aucune sur tout le reste de sa longueur d'environ $4\frac{3}{4}$ pouces.

Ma collection contient encore une dizaine d'agglomérations, mais qui n'offrent rien que nous n'ayons observé dans celles qui ont été dessinées ou décrites.

Lorsque l'on examine avec quelque attention la position des pierres d'Imatra sur les morceaux de granite, on découvre une loi que l'on peut exprimer ainsi :

Les pierres d'Imatra s'attachent de règle aux faces verticales ou à-peu-près verticales des morceaux de granite, jamais sur la surface supérieure horizontale ou à-peu-près horizontale, tout au plus sur l'angle de cette face avec la verticale. Souvent on les trouve sur la surface qui repose sur le

terrain, lorsqu'elle est un peu voûtée ou lorsqu'elle a quelque enfoncement, de sorte que la pierre d'Imatra puisse s'y loger. Lorsque le morceau de granite n'a aucune face verticale, mais uniquement des faces inclinées, à découvert, la pierre d'Imatra se place sur l'une ou sur les deux faces inclinées.

Nous allons parcourir toutes ces aggrégations, pour nous assurer de l'existence de cette loi.

La figure 44 (Pl. IX.) nous offre un petit morceau de granite plat, c'est à dire plus long qu'épais; et c'est à sa face verticale, que la grande pierre d'Imatra, non à sa surface horizontale, s'est attachée.

La figure 45 nous offre précisément la même chose.

La figure 46. a., qui est la coupe du numéro 46, nous offre un petit morceau de granit à faces inclinées sur lesquelles la pierre d'Imatra s'est logée. La figure 46 représente la face inférieure de cette agglomération.

La figure 47 (Pl. X.) offre un morceau de granite, plat à sa face inférieure et dont la surface supérieure se compose de 3 faces inclinées. La face à laquelle la pierre d'Imatra s'est accolée est la seule verticale. Les trois surfaces inclinées de la surface supérieure offraient une surface de plus d'étendue sur laquelle la pierre d'Imatra aurait pu s'établir.

La figure 48 nous offre le même phénomène avec deux pierres d'Imatra, quoique la surface supérieure du granite offre assez de place pour la petite des deux Imatra.

La figure 49 (Pl. IX.) a besoin d'une explication. En examinant cet exemplaire, on trouve que la face *cd* (beaucoup plus large qu'elle ne paraît dans le dessin où elle est vue de biais) est celle sur laquelle le granite reposait. Et dans ce cas les faces auxquelles les pierres d'Imatra *a* et *g* sont accolées se trouvent à-peu-près verticales et la courbure de la base *cd* a permis que la petite pierre plate *b* s'y logeât.

La figure 50 (Pl. X.) est un gros morceau de granite portant trois Imatra. La pierre *a* est comme pliée autour de l'angle des faces verticale et horizontale.

et elle est, en majeure partie, attachée à la face verticale. La pierre *b* de même. La pierre *c* entoure l'angle des deux surfaces verticales à leur partie inférieure.

La figure 51 et 51 *a*. (Pl. IX.) représente une pierre d'Imatra qui semble être coupée en deux et de biais par un morceau très plat de granite. Elle paraîtrait être une objection contre notre loi, si sa tranche 51. *b*. ne prouvait que le granite a une figure prismatique qui n'offre aucun parallélisme entre ses faces. Il est difficile d'assigner la position primitive de ce morceau de granite lorsque la pierre d'Imatra se l'appropriä. Il est vraisemblable que lorsque la formation de la pierre sur une face quelconque eut atteint un certain degré qui rompit l'équilibre, le tout trébucha et libéra la face qui auparavant touchait le terrain.

La figure 52 (Pl. XIII.) nous offre un exemple frappant de notre loi. Le granite est un coin d'une très grande surface, dont le tranchant est en quelque sorte terminé par une pierre d'Imatra *a e b* dont l'épaisseur ne dépasse pas celle du tranchant. La seconde pierre d'Imatra *c f d* est appliquée au bas de la face irrégulière et verticale, précisément là où est la plus grande épaisseur. La grande surface supérieure du granite, qui offre tant de place où des pierres d'Imatra auraient pu se placer, n'en a aucune.

La figure 56 (Pl. XI.) est également très-remarquable. Avant que la pierre d'Imatra s'y formât le granite touchait le sol aux points *c* et *d*, en sorte qu'il restait un vide entre *c* et *e*, augmenté par le petit enfoncement *b* dans le granite. C'est là apparemment que la formation de la pierre a commencé et la continuation a pu soulever un peu le granite, de sorte que la pierre a pu s'étendre jusqu'en *o*; puis elle s'est continuée à gauche sur le plan incliné du morceau de granite.

Si nous passons aux grands morceaux de granite non dessinés mais décrits sous les lettres A, B, C, nous retrouvons de nombreux exemples qui confirment notre règle et aucun qui soit en contradiction avec elle.

Le granite A, posé sur la seule base sur laquelle il puisse se tenir en équilibre, offre ses trois Imatra sur ses flancs, aucune sur son sommet.

Le granite B ne se tient en équilibre que sur une grande surface plate dénuée de parasites. Trois de ses pierres d'Imatra se trouvent sur les flancs et la quatrième sur une des arêtes verticales et arrondie près de la base. La surface supérieure, qui pourrait en avoir plusieurs, n'en a aucune.

Le plus grand de ces trois granites, C, offre 6 faces principales, dont 4 sont passablement plates, les deux autres irrégulièrement bossues. Deux des surfaces plates sont presque parallèles. A l'exception de ces deux-là toutes les autres sont munies plus ou moins de pierres d'Imatra, dont plusieurs sont très proéminentes et dont le nombre total s'élève à 20 ou 21. Les deux surfaces à peu-près parallèles, sont de grandeurs très inégales. La petite a 5,75 pouces de longueur et 3,55 de largeur; la grande a 8 pouces de longueur sur 4,2 pouces de largeur. La position de la petite relativement au centre de gravité du granite, est telle que le granite, posé sur elle, ne peut se soutenir. Ainsi ce n'est que la grande de ces deux surfaces qui a pu lui servir de base et fixer sa position lorsque les pierres d'Imatra se sont établies sur lui. Cette base en possède trois, petites et plates, logées dans des creux. Ainsi, si l'on se représente le morceau de granite placé sur cette large base, toutes les pierres d'Imatra qu'il possède, à l'exception de ces trois, se trouvent placées sur ses flancs et aucune sur sa surface supérieure horizontale.

Je pourrais étendre cet examen à la dizaine d'autres aggrégations moins remarquables que ma collection possède et ajouter autant de preuves pour la loi en question, si je ne craignais d'ennuyer le lecteur par ces détails.

La force de cohésion, avec laquelle les pierres d'Imatra sont attachées aux granites est très grande. C'est en vain qu'on veut les détacher avec la main. Si l'on saisit l'agglomération A par la plus grosse de ses pierres d'Imatra avec le pouce et l'index, de sorte que le granit se trouve porté

comme une poêle par son manche, la pierre d'Imatra ne se sépare pas du granite, et si l'on applique la théorie du levier, l'on trouve que la surface de contact résiste à un effort de plus de 40 livres. Elle va sûrement bien au delà; mais les vrais résultats font sont très difficiles à obtenir à cause de la surface courbe et lisse de ces pierres, qui ne permet pas d'appliquer de grandes forces.

Ce qui paraît sûr, c'est que cette force est plus grande que la cohésion des pierres d'Imatra elle-même. Lorsque l'ouvrier, chargé de couper la pierre adhérente au grand granit C, voulut en enlever une moitié pour polir l'autre, celle-là ne se détacha pas du granite, mais se rompit en plusieurs morceaux.

Toutes fois qu'une pierre d'Imatra est fixée à un granite ou autre pierre, elle est plus ou moins défigurée. Tantôt c'est le contour seul qui est changé, comme aux numéros 44, 45, 46; tantôt toute la figure est contournée, comme aux numéros 47 et 52; tantôt la pierre a perdu un quart ou la moitié de son type, comme aux numéros 48, 50, 53; tantôt ce sont les moulures qui sont moins apparentes ou défigurées, comme les numéros 44, 46, 48; tantôt toute la pierre est plus ou moins aplatie, comme aux numéros 49, 54, 56 etc.

CHAPITRE II.

*Structure intérieure des pierres d'Imatra.*A. *Conformation générale de leur intérieur.*

A l'aspect des moulures de nos pierres d'Imatra, l'on est tenté de les considérer comme des schistes du genre des poudingues de *Lyme Regis*, décrits par Mr. de la Bèche. C'est aussi l'opinion de Mr. Ernest Hoffmann, professeur à l'Université de Kiew, le seul auteur que je sache qui ait donné quelques renseignemens sur les pierres d'Imatra, avant ma seconde excursion à la cataracte. Ce n'est pas ici le moment d'examiner cette opinion, à laquelle je reviendrai plus tard; mon devoir en ce moment est de décrire.

Mais les pierres d'Imatra ne sont pas toutes pourvues de moulures. Ma collection en contient plusieurs qui n'en ont pas et sont d'ailleurs de même nature. Telles sont tous les monotypes de forme sphérique et quelques uns dont la surface est formée par la révolution d'une ellipse sur son petit axe.

Pour reconnaître l'intérieur des pierres d'Imatra, j'en ai fait trancher un grand nombre et polir les surfaces mises par là à découvert. En voici quelques unes des plus instructives.

N° 57. (Pl. XI.) La partie *a* et la partie *c b d* de ce dessin, appartiennent à la surface naturelle. L'intermédiaire est la coupe polie, offrant des stries presque parfaitement rectilignes qui congruent exactement avec les moulures de la pierre. Cet exemplaire est un monotype ovale, irrégulier, tranché de biais et à travers un appendice qu'il a en *a*. La tranche est vue de face.

N° 58. (Pl. XII.) C'est un monotype ovale très-régulier, partagé comme le précédent en stries qui congruent parfaitement avec les moulures.

N^o 59 et 59. a. Pl. XII. Est un morceau enlevé à un monotype irrégulier et courbé, long de 9 $\frac{1}{2}$ pouces et ressemblant assez à une saucisse aplatie. Le N^o 59. a. est la coupe transversale du même morceau, qui prouve que les stries règnent sur toute sa largeur. Non seulement nous voyons ici que les deux stries en *op* congruent parfaitement avec les moulures correspondantes, mais que les stries *rt* et *st* s'affaiblissent de plus en plus à mesure qu'elles approchent de *t* où les moulures disparaissent.

N^o 59. A. C'est un bitype régulier fendu par le milieu sur toute sa longueur, où l'on voit que les stries, comme les moulures, traversent en lignes droites les types et le cou qui les unit.

N^o 60. Pl. XI. Monotype circulaire qui offre la même congruence entre ses stries et ses moulures.

N^o 61. Monotype circulaire, très régulier, semblable au précédent relativement aux stries et moulures.

N^o 62. C'est un tétratype dont les moulures sont peu saillantes et les stries moins purement dessinées que les précédentes. Il a quatre taches dont il sera question plus bas.

Nous retrouvons les stries analogues aux précédentes aux numéros 46. a, Pl. IX. 51. b, Pl. IX. 54 Pl. IX. et 56 Pl. XI. où les pierres d'Imatra sont liées à des morceaux de granite.

Telles sont les stries observées dans toutes les pierres d'Imatra qui ont des moulures et j'aurais pu ajouter à ces exemplaires nombre d'autres contenus dans ma collection, qui tous prouvent la coexistence et la congruence des stries avec les moulures.

Le N^o 60 Pl. XI. offre une tache obscure très marquée par une teinte plus foncée. Le contour bien dessiné de la tache est analogue aux moulures, quoique la tache elle-même ne soit pas au milieu de la pierre. Le N^o 61 Pl. XI. offre une tache semblable, mais plus légère et placée au milieu de la pierre.

Le bitype *N*° 59. A. Pl. XII. a également deux taches, dont au reste on ne voit que les contours.

Dans le *N*° 68 Pl. XI. il n'y a point de stries, mais une tache beaucoup plus foncée que le reste de la tranche, dont la figure n'est pas entièrement semblable au contour de la pierre.

Dans le *N*° 67 Pl. XI. il n'y a qu'une tache nébuleuse dont le contour est semblable à celui de la pierre.

Dans le *N*° 70, Pl. XII. bitype ayant des moulures faiblement exprimées, les stries le sont aussi, et cette pierre a, à ses deux centres, deux petites figures nébuleuses d'une teinte foncée.

Passons à présent à ma seconde collection dont plusieurs exemplaires nous offriront un nouveau sujet d'observations.

N° 63. Pl. XII. Un beau monotype circulaire du genre du *N*° 35. On voit ici que non seulement les grandes moulures ont leurs stries correspondantes, mais aussi les plus fines tracées sur les grandes moulures.

N° 64. Pl. XI. C'est un monotype à rainures, de forme conique irrégulière, qui offre ses stries correspondantes aux rainures, dont plusieurs sont comme rompues en morceaux plus ou moins irrégulièrement placés.

N° 65. A. Pl. XI. a à-peu-près la forme d'une navette de tisserand, dont la figure offre la tranche transversale du milieu. Ses stries morcelées vers le milieu correspondent également avec les rainures. Cette pierre a une longueur totale de $4\frac{1}{4}$ pouces.

N° 66. Pl. XI. Monotype du même genre que le *N*° 35 avec des stries correspondantes aux moulures, mais dont l'intérieur est un vrai grimoire, dont l'herméneutique n'est pas facile.

Il a aussi cela de commun avec le *N*° 35 que l'une de ses deux moitiés a subi une translocation sur sa longueur, translocation qui se trouve exprimée aussi dans ses stries jusques là où tout est cahos.

N^o 69. Pl. XI. Un monotype du genre de N^o 65, qui, au lieu de stries bien terminées, n'a que trois taches nébuleuses déchirées sur plusieurs points. Il a la forme d'une navette de tisserand, longue de 4½ pouces.

N^o 71 et 71. a. La seconde de ces deux figures représente la surface d'un monotype aplati, à rainures singulièrement travaillées. Malgré les grandes irrégularités de ces rainures, sa tranche verticale dessinée au N^o 71 offre une congruence de la plus grande exactitude entre les stries et les rainures. Une grande tache, beaucoup plus foncée que les bords de la tranche et à contours strictement dessinés comme celle du N^o 60, l'occupe presque toute entière ¹⁴).

Enfin il nous reste encore à considérer dans son intérieur la pierre presque sphérique, N^o 7, Pl. I. couverte de tant d'empreintes de la plus grande irrégularité. Il s'agit de savoir si ces empreintes sont accidentelles, peut-être produites par un roulement de la pierre encore molle sur une surface inégale, ou si elles appartiennent essentiellement à la conformation naturelle de la pierre. Dans le premier cas, comme elle n'a ni moulure ni rainure, elle ne doit avoir aucune strie. Dans le second cas la tranche doit avoir des stries également désordonnées. Ma collection contient encore deux exemplaires de cette espèce (dont les empreintes sont moins marquant) et dont j'en fis partager un en deux et une des moitiés également en deux et je découvris des stries très irrégulières, courbes et en partie nébuleuses, qui ne pénètrent pas d'un côté à l'autre. Cette pierre a une moitié presque tout-à-fait lisse et l'intérieur à proximité de ce côté n'a

14) Cette pierre ne vient pas de l'Imatra. Je l'ai trouvée, avant mon second voyage à la cataracte, à Pawlowsky entre plusieurs autres de ce genre, dans un tas d'autres pierres que l'on avait amenées pour former le sol du chemin de fer près du Vauxhall. Comme alors je ne connaissais pas encore les pierres d'Imatra à rainures, je pris ces pierres pour des schistes singulièrement conformés et ne relevai que celle-là comme un objet de simple curiosité.

pas de stries. Il est donc évident que les empreintes extérieures correspondent aux stries intérieures et appartiennent par conséquent à la nature de la pierre.

Il est presque inutile d'observer que les stries ne sont autre chose que les coupes de lamelles qui traversent l'intérieur des pierres d'Imatra.

B. *Des corps étrangers dans les pierres d'Imatra.*

Nous allons terminer la série des observations que les pierres à rainures nous offrent, en examinant les corps étrangers qui se trouvent souvent dans l'intérieur des pierres d'Imatra. Commençons par les derniers exemplaires qui ont été décrits.

Le N° 64, Pl. XI. nous offre, à-peu près dans son milieu, une veine de cette terre jaune que nous avons déjà observée au dehors des numéros 38, 39, 42, 53. Elle est nichée dans une espèce de canal qui, à commencer au point *a*, s'étend jusqu'à-peu-près aux deux tiers de la hauteur de la pierre. Le tiers inférieur de cette veine est de cette terre jaune pure; mais les deux tiers supérieurs paraissent être mêlés avec de la terre des pierres d'Imatra.

Le N° 65 Pl. XI. nous présente la coupe d'un parallépipède irrégulier de terre jaune dont on voit les extrémités aux points de la navette. L'une de ces extrémités, forme un carré presque de la grandeur de la coupe dessinée dans la figure; l'autre n'a que la grosseur d'une tête d'épingle à peine visible à la vue simple, mais très distincte à la loupe.

Le N° 66 Pl. XI. offre plusieurs lambeaux de la pierre jaune séparés et entassés vers le milieu de la pierre, sans offrir aucune communication visible à l'extérieur.

Le N° 69 Pl. XI. nous en présente une double veine interrompue dans l'axe de ce monotype, qui également n'atteint pas les extrémités.

Nous avons déjà observé que le N° 39 Pl. VII. a en *c* une petite plaque de la pierre jaune. On en trouve également une tranche dans la cassure *a d*

et à la pointe *b*. La tranche en *ab* est mince et large, et forme apparemment un ruban qui s'étend vers le bas de la pierre et m'a fourni une nouvelle preuve qu'il manque à cette pierre une portion représentée par le contour *aed*. Vraisemblablement la petite portion en *b* est le sommet d'un second ruban de la même matière qui traverse le type non tronqué. Enfin la portion jaune en *c* est peut-être l'indice d'un ruban semblable qui, étendu dans le col entre les deux types, fait la jonction entre les deux autres.

Dans cette hypothèse les veines de masse jaune des numéros 64 et 69 ne seraient que les tranches de semblables rubans.

Ce qui paraît plus frappant que l'existence même de ces matières dans l'intérieur de ces corps, ce sont les dérangemens de la masse des pierres d'Imatra autour de ces matières étrangères, indiqués par le dérangement des stries. Le N° 71, Pl. XII. celle de toutes les pierres à rainures que j'ai fait trancher, qui a la plus grande surface, n'a aucune matière étrangère et aucune irrégularité dans ses stries, que celles qui se rapportent à celles des rainures.

Les numéros 63 Pl. XII. et 62 Pl. XI. nous offrent de ces dérangemens sur une plus petite échelle. La petite pierre noire du N° 63, très luisante, presque au milieu de la tranche et trois autres très petites, vers le bas, ont en quelque sorte repoussé les stries avoisinantes. La pierre rouge *a* du numéro 62 a partagé la strie sur laquelle elle se trouve, et trois autres à peine visibles ont repoussé les stries voisines.

Ainsi nous avons trois espèces de pierres parasites qui dérangent l'organisation intérieure des pierres d'Imatra : la pierre jaune que nous avons trouvée si souvent, soit à l'extérieur soit à l'intérieur, une pierre noire très luisante et une pierre rouge qui n'admet point de poli.

Mais nous avons encore un autre parasite dans nos pierres d'Imatra, qui se décele par de petites taches blanches, circulaires ou ovales. Les

numéros 60 Pl. XI. et 61 Pl. XI. en offrent chacun une, le *N°* 58 Pl. XII. également une, le *N°* 70 Pl. XII. deux et le numéro 71 trois. Aucune n'a causé de dérangement dans les stries ou les taches nébuleuses. Elles paraissent n'être que du calcaire carbonaté.

Pour compléter la singularité de ces phénomènes, il faut encore citer le *N°* 53 Pl. IX., monotype circulaire, qui contient une pierre très considérable, comparée à son volume, qui n'a aucun effet sensible sur les stries délicates qui l'avoisinent. Les courbures de ces stries ne peuvent être considérées comme se rapportant à la pierre parasite, puisque la plus grande courbure a lieu dans les stries inférieures qui sont les plus éloignées de la pierre, dont la coupe offre un parallélogramme irrégulier, des quatre angles duquel on devrait attendre la plus grande influence sur les stries. Cette pierre parasite a l'air d'un marbre taché de rouge et de noir. Mais cela n'est pas; car l'acide hydrochlorique, même concentré, n'a aucune prise sur cette surface éminemment luisante, qui paraît être un quartz.

Enfin nous retournons aux numéros 27 et 27. *a*. Pl. V. qui représentent le plan et le profil d'un monotype circulaire sans moulures, qui primitivement avait un diamètre et une épaisseur plus que double, mais que j'ai réduits à cette petitesse en exposant la pierre à l'action de l'acide hydrochlorique très affaibli dans un appareil où je pouvais renouveler l'acide et enlever la portion chargée de la pierre dissoute, sans mêler les couches des deux fluides. J'arrêtai l'opération lorsque je m'aperçus des petites pierres que le dessin offre. Celle d'une teinte foncée est un brin de feldspath et les deux blanches paraissent être du quartz. Les taches blanches que l'on voit sur le bord et à l'intérieur, sont vraisemblablement de la silice, puis qu'elles n'ont pas été dissoutes par l'acide en surabondance. Parmi les nombreuses pierres (38) que j'ai fait fendre, le hasard ne m'a pas offert de ces grains de pierres dans l'intérieur.

Passons à présent aux pierres sans moulures ni rainures. On ne les trouve que dans les monotypes sphériques. Je n'en ai jamais vu parmi les monotypes ovales ni dans les bitypes, tritypes etc. Je crois pouvoir assurer que cette règle est générale; car je ne l'appuie pas seulement sur les nombreux exemplaires de ma collection, mais sur des centaines que j'ai eus en main sur les bords du fleuve, que je n'ai pas conservés et dont j'aurais pu ramasser plus de mille.

Le plus grand de ma collection est le sphéroïde dont la tranche est représentée à la figure 26. Pl. V. Cette tranche n'offre absolument aucun dessin, aucun objet que l'on puisse distinguer, ni stries, ni taches.

N^o 55. Pl. XI. Est la coupe d'une sphère parfaite qui n'offre pas de stries, mais une série de caractères singuliers qui ressemblent assez à ceux d'une langue inconnue.

N^o 72. Pl. XI. Sphéroïde aplati sans stries, mais avec un brin de pierre rouge qui n'indique aucune influence perturbatrice sur la masse homogène de la pierre d'Imatra. Du reste il serait difficile de supposer une telle influence, d'abord parce qu'elle ne serait pas motivée par l'homogénéité de la masse entière, et puis parce que, si cependant il en existait une telle, elle ne serait pas visible par le défaut de stries et d'autres figures.

N^o 73. Pl. XIII. C'est la coupe d'un demi monotype appartenant aux 20 pierres d'Imatra agglutinées au grand morceau de granite décrit sous la lettre A. C'est le plus grand de tous, le plus grand morceau de pierre d'Imatra sans moulures ni rainures que ma collection possède. Cette pièce a une coupe demi circulaire au centre *c*, un peu aplatie en *a* et *b*. J'en ai fait enlever une moitié et polir celle qui est restée au granite, pour en voir l'intérieur. De même qu'elle n'a aucun indice de moulures, elle n'en a également pas de stries. On n'y aperçoit qu'une tache foncée, oblongue et courbe, et à la circonférence une bande un peu plus foncée que le reste.

Pour ne laisser aucun doute sur la justesse des observations précédentes sur l'intérieur des pierres d'Imatra, j'en ai fait couper et polir plusieurs autres exemplaires, de sorte que le nombre total monte à 30.

Toutes les observations de ce chapitre s'accordent à prouver que les stries de l'intérieur correspondent à tous égards aux moulures ou rainures de l'extérieur et que là où il n'y a point de moulures ou rainures il n'y a pas de stries, de sorte que les moulures et les rainures d'un côté, et les stries de l'autre, sont dans une dépendance mutuelle.

Une autre loi aussi générale est, que les parties les plus foncées des stries sont toujours les plus luisantes et vraisemblablement les plus dures.

Une troisième loi est, que la pierre jaune (que nous avons observée et qui se retrouve également dans une dizaine des autres pierres d'Imatra à rainures qui se trouvent dans ma collection) est toujours accompagnée de désordres dans l'intérieur de la pierre d'Imatra, et que ces désordres n'ont pas lieu là où elle ne se trouve pas. C'est un jacobin qui se plaît à détruire l'ordre établi, les stries rectilignes. Le même reproche s'adresse également à la pierre noire luisante, mais pas à un si haut degré. Par contre, les grains de calcaire, qui portent la couleur de l'innocence, sont des hôtes tranquilles qui ne troublent rien.

CHAPITRE III.

*Propriétés physiques et chimiques des pierres d'Imatra.*A. *Propriété hygrométrique.*

Lorsqu'on fait l'épreuve connue avec le bout de la langue peu humide, la langue s'attache à la pierre d'Imatra, mais faiblement et sur divers exemplaires à divers degrés. Comme après les premières épreuves chimiques je crus que les pierres d'Imatra sont composées presque uniquement de chaux et d'alumine ferrugineuse, je m'attendais à une bien plus forte adhésion de la langue, telle par exemple qu'on la trouve dans le schiste hygrométrique de Lowitz; je me trouvai donc trompé à cet égard, et nous en verrons la cause dans ce chapitre même.

Lorsqu' on souffle l'haleine chaude sur ces pierres, il s'en développe une odeur nauséuse, mais si faible que dans bien des exemplaires elle est insensible.

B. *Dureté des pierres d'Imatra.*

Quoique ces pierres n'aient pas la dureté du quartz, et d'autres silicates, cependant elles ont une dureté qui dans certains exemplaires est très considérable et dans d'autres très petite. Le N° 9 Pl. III. par exemple, qui a presque la blancheur de la craie, en a à-peu-près la consistance. On peut la rayer et la racler avec l'ongle; la brosse à dents la change en poussière. D'autres exigent un couteau pour abandonner de leur substance. D'autres ne peuvent être attaquées que par la lime. D'autres enfin résistent presque absolument à une fine lime toute neuve. Le plus frappant exemple de ce dernier degré de dureté se trouve dans un tritipe trouvé par Mr. Papé (le même qui a lithographié toutes les planches de ce mémoire) à Ora-

nienbaum sur le bord de la mer. Il suffit d'en énumérer les dimensions. Sa plus grande longueur est 2,7"; sa plus grande largeur 1,6". Les centres des trois types sont distans l'un de l'autre de 1,6", 0,9", 0,75".

La majeure partie des pierres d'Imatra peuvent être sciées avec une très fine scie faite d'un ressort de montre; plusieurs exigent le disque de cuivre placé sur un tour avec de l'émeril.

Abordons à présent la question importante: Ces pierres ont-elles toujours eu la dureté qu'elles ont à présent? Je crois pouvoir répondre négativement par les deux raisons suivantes:

1.) Plusieurs de ces pierres adhèrent fortement à des morceaux de granite et de pierre jaune; ce qui suppose qu'autrefois la matière a été molle ou même peut-être liquide lorsqu'elle a formé ces aggrégations. Si nous les considérons généralement comme des précipitations d'un liquide, nous trouverons que, de même que les autres pierres ou roches non cristallisées, elles n'ont pas d'abord obtenu les derniers degrés de dureté; et si une ou deux de ces pierres m'ont offert une cassure luisante, ce sont des exceptions qui dérivent vraisemblablement de quelques pour cent de silice de plus.

2.) Plusieurs de ces pierres ont été évidemment écrasées depuis leur conformation, et cela sans se fendre ni se morceler. Nous en trouvons des exemplaires aux numéros suivants.

N^o 41. Pl. VIII. Cette pierre est, comme nous l'avons vu plus haut, extrêmement plate, avec des bords tranchants; sa plus grande épaisseur se trouve dans la direction *gd* et le maximum d'épaisseur, en *o*, est égal à la ligne *p*.

Supposons qu'une pierre d'Imatra, par exemple un monotype, avec ou sans moulures, et à un certain état de mollesse, ait été couverte de débris de granite délité, comme on les trouve si fréquemment dans ces contrées, et qu'une grosse pierre, un quartier de gneuss comme ceux que l'on voit encore en abondance non seulement dans les deux lits de l'Imatra, mais aussi

au dessous de la rapide , précisément là où se trouvent les pierres d'Imatra, ait été roulé par dessus, puis ces débris enlevés par un courant. Tel est le mode d'opération que je pense avoir été employé par la nature pour aplatis ces pierres et leur donner les enfoncemens que l'on y reconnaît. La surface inférieure est plate et parsemée de fines ramifications qui ont l'air de provenir de la feuille d'un végétal. Mais cela n'est sûrement pas, par les deux raisons suivantes : D'abord ces ramifications n'ont pas la symétrie des nervures d'une feuille et en second lieu ces ramifications sont en relief et non des empreintes concaves , telles qu'une feuille pressée sur une pâte les produirait.

Il est vrai que l'on trouve souvent parmi les pétrifications des soi-disantes empreintes de feuilles en relief ; mais ce sont des feuilles entières pétrifiées , comme d'autres substances végétales. On trouve toujours quelque partie visible du revers de la feuille. Mais notre pierre n'en offre aucun vestige.

Ces ramifications sont très vraisemblablement les empreintes de fissures qui se sont trouvées à la surface du rocher sur lequel la pierre d'Imatra était lorsqu'elle a été écrasée.

Un second exemplaire à-peu-près de la même grandeur confirme cette hypothèse en tout point.

N^o 40. Pl. VII. Cette pierre porte également les vestiges d'un haut degré de mollesse et d'une forte compression sous des débris de granite.

N^o 38. Pl. VII. C'est un ditype à moulures dont la surface était encore très molle lorsque l'intérieur était déjà presque durci , alors qu'il a été comprimé. Cette pierre n'était pas , comme les précédentes , entourée de débris granitiques , mais de sable fin dont elle a conservé l'empreinte. La pression étant survenue , le sable a cédé en directions horizontales et a poussé devant lui la couche molle. Le type à droite (celui qui a été le

plus dépouillé) a probablement reçu la plus forte partie du choc qui a causé des fissures, comme l'on voit dans la partie plus dure.

N^o 39. Pl. VII. Ce bitype à rainures a en général peu souffert, le plus dans sa partie inférieure, surtout à droite, où l'impression de petits débris de granite a laissé peu de vestiges des moulures.

N^o 42. Pl. VIII. Ce monotype à rainures offre les empreintes d'un sable d'inégale finesse. Il a dû être couché (non debout) lorsqu'il a reçu le choc qui l'a aplati. Ses rainures ont été élargies et allongées, au point que sur la ligne *ef*, où se trouve la plus grande épaisseur, elles se sont rompues, laissant un hiatus irrégulier.

Ce qui est surtout frappant, c'est la pierre jaune *abcdf* qui entoure une grande moitié des bords de cette pierre. Jusqu'à présent nous avons trouvé cette pierre ou simplement agglutinée à l'extérieur, comme aux numéros 53, 39 en *c* et autres exemplaires que je n'ai pas dessinés, ou comme moulée à l'intérieur dans une forme prononcée, comme aux numéros 64, 65, 66 et 69. Ici, par contre, la pierre jaune est mêlée, comme pétrie, avec la pierre d'Imatra en passages indéfinis; ce qui fournit une grande preuve de l'aplatisement. Ma collection contient encore plusieurs exemplaires où l'on voit la pierre jaune (en moins grandes portions que dans celui-ci) également écrasée et comme pétrie avec la pierre d'Imatra.

Le N^o 43 Pl. VIII. offre dans ses deux incisions sur son grand axe, l'une à la surface supérieure et l'autre à sa surface inférieure, un phénomène dont l'origine paraît douteuse. Cette symétrie des deux hiatus de très peu de profondeur paraît indiquer une forme naturelle, une variété dans le genre des monotypes ovales. On pourrait aussi expliquer l'origine de ces deux hiatus comme un phénomène accidentel, en admettant que cette pierre a reçu un choc comprimant lorsqu'elle avait déjà une grande dureté à l'intérieur qui a empêché un aplatissement total sensible, et une dureté un peu moindre à l'extérieur. Le choc n'aurait donc pu que

fendre l'enveloppe extérieure encore un peu molle. Les empreintes de fin sable dont toute la surface est couverte très régulièrement et les fines échancrures que l'on observe aux moulures, donneraient à cette opinion quelque vraisemblance, si ma collection ne contenait 5 exemplaires de ce genre qui combattent cette vraisemblance, en sorte que l'on doit s'en tenir à la première hypothèse. De toute façon les impressions du sable et les échancrures attestent un degré de mollesse primitive.

Les numéros 35 Pl. VI. et 66 Pl. XI. offrent un genre tout différent d'anomalies dont la cause est à l'intérieur, où il s'est déployé une force d'expansion qui adonné à l'individu un plus grand volume et un peu disloqué ses deux moitiés. En considérant la figure 66, on est porté à accuser de cette catastrophe notre turbulent jacobin, la pierre jaune. Ce phénomène ne prouve pas moins que les aplatissemens la mollesse primitive des pierres d'Imatra.

Le N^o 33. Pl. VI. Cette pierre nous offre une énigme. La figure ovale de ses coupes horizontales et ses arêtes tranchantes *c, c, b, b* sont-elles naturelles ou l'effet d'un aplatissement mécanique? La première de ces deux opinions me paraît la plus vraisemblable, parce que toutes les autres pierres à rainures de ma collection ont des formes analogues. La figure 71 avec ses petites proéminences sur les bords saillants des rainures, n'offre aucuns vestiges de sable ou petites pierres entre lesquelles elle eût dû se trouver pour subir un aplatissement mécanique qui n'eût pas détruit les rainures et leurs petites proéminences.

Le N^o 34, Pl. VI. dodécaèdre à faces bombées et à moulures, est évidemment un genre particulier de monotypes. Au moins ne puis-je concevoir comment une, ou même plus d'une compression, aurait pu produire cette forme sans un moule auparavant préparé à cet effet. Les petites irrégularités que l'on observe à ses deux sommets sont vraisemblablement produites par quelque cause intérieure, quelque révolutionnaire caché, à l'uniforme

jaune. J'aurais dû peut-être fendre cet exemplaire pour connaître son intérieur. Mais je me rapelai la réponse de Napoléon que l'on pressait de chasser Vandamme: „Si j'en avais un second, je ferais pendre celui-là.“

C. *Pesanteurs spécifiques.*

Le Physicien est de règle embarrassé lorsqu'il a à déterminer la pesanteur spécifique de pierres susceptibles de s'imbiber d'eau, cette eau pouvant jouer plus d'un rôle dans la pierre, selon la nature de celle-ci. Le stéréomètre de Say remplirait parfaitement le but, s'il n'avait pas le défaut de livrer la vraie pesanteur spécifique de la matière que l'on soumet à l'examen, tandis qu'ordinairement l'on veut connaître celle d'un agrégat donné, tel qu'il est, avec l'air contenu dans ses pores¹⁴⁾. Un autre défaut de cet ingénieux instrument est de ne pouvoir être appliqué à de petites portions de matière. La méthode purement géométrique serait assurément excellente, s'il n'était pas si difficile de former des cylindres parfaits et d'en fixer les dimensions avec exactitude. Car si par exemple l'on commet dans la mesure des dimensions une faute de $\frac{1}{600}$ (ce qui fait $\frac{1}{50}$ '' sur 1'') le calcul de l'espace cubique se trouve obéré d'une erreur de $\frac{1}{200}$.

Ces considérations m'ont engagé à employer la méthode suivante: Après avoir pesé le corps à l'air, je l'enduisais à sa surface d'un peu de graisse de porc (seing-doux) pour en remplir les pores, tout simplement par le

14) Ce défaut est bien une vertu puisque sans lui nous ne connaîtrions la vraie pesanteur spécifique d'aucune matière. H. Davy a fait revivre cet ancien instrument presque oublié, pour trouver la pesanteur spécifique du charbon que j'avais trouvée il y a 30 ans au moyen du gaz hydrogène très pur que le charbon n'absorbe pas. Il y a 3 ans que je me suis servi du stéréomètre avec avantage pour obtenir la pesanteur spécifique des os pétrifiés du lac de Burtneck. — Il serait à désirer que quelque Physicien s'attachât à perfectionner un instrument si utile et si ingénieux, de sorte qu'il pût servir pour de petites quantités de matière. Son usage amènerait une révolution dans nos idées sur la pesanteur spécifique des corps.

frottement des doigts et en l'essuyant ensuite avec un linge pour ne pas laisser de graisse libre. De cette manière j'éloignais l'eau de l'intérieur si non parfaitement, du moins de manière à n'y en laisser entrer que très peu. Une nouvelle pesée dans l'air m'instruisait de la quantité de graisse qui était restée sur le corps. Cela étant fait, je pesais le corps dans l'eau, puis dans l'air après avoir enlevé très légèrement avec une pointe de papier d'imprimeur les gouttelettes d'eau adhérentes à sa surface. Par cette dernière pesée dans l'air, comparée à la seconde, j'apprenais combien d'eau le corps avait sucé. Si l'on prend la moyenne des huit expériences qui suivent, il se trouve que l'eau imbibée est $\frac{1}{675}$ du poids de la pierre dans son état naturel. La durée de chaque pesée dans l'eau était d'environ 5 minutes. La moyenne quantité de graisse qui est restée attachée aux pierres, monte à $\frac{1}{690}$ du poids de la pierre.

Le poids absolu de la pierre dans ses différents états étant connu par les pesées, il ne s'agit plus que de connaître les changemens de volume que la pierre a subis. L'introduction de la graisse dans la couche extérieure a augmenté la densité de cette couche, et l'on peut supposer cette augmentation partagée sur toute la masse de la pierre. Or comme la pesanteur de cette graisse est à très peu de chose près la même que celle de l'eau et comme nous verrons que les plus légères de nos pierres ont environ le chiffre 2,5 pour pesanteur spécifique, il s'en suit que cette augmentation de densité n'est que $\frac{1}{678 \cdot 2,5} = \frac{1}{1687}$, et nous pouvons considérer, relativement à la pesée hydrostatique, cette augmentation de densité comme une diminution de volume. Mais l'introduction de l'eau dans un corps poreux est toujours accompagnée d'une petite augmentation de volume, qui sûrement ne dépasse pas la diminution que nous venons d'admettre. Donc ces deux quantités minimales peuvent être considérées comme s'annulant à-peu-près mutuellement, et l'on peut considérer la pierre après avoir subi les

	grammes
2) Poids de la pierre à l'état naturel, pesée dans l'air	42,041
	graisse . . . 0,069
" " " " " " graissée " " " " " "	42,110
" " " " " " " " " " pesée dans l'eau	25,302
	eau imbibée . . . 0,199
" " " " " " " " " " hors de l'eau	42,309
	m = 0,268

Pesanteur spécifique = 2,4978.

3)	Poids de la pierre à l'état naturel, pesée dans l'air	42,120
	graisse . . . 0,016	
" "	" " " " " graissée " " " " "	42,136
" "	" " " " " " " " " " pesée dans l'eau	25,405
	eau imbibée . . . 0,110	
" "	" " " " " " " " " hors de l'eau	42,246
	m = 0,126	

Pesanteur spécifique = 2,5053.

Ainsi la pesanteur spécifique moyenne de ces pierres peut s'évaluer à 2,5026.

Picrres avec moulures.

4) Poids de la pierre naturelle, pesée dans l'air	72,481
graisse . . .	0,287
" " " " " graissée " " " " "	72,768
" " " " " " " " " " " pesée dans l'eau	43,773
eau imbibée . . .	0,050
" " " " " " " " " hors de l'eau	72,818
	m = 0,0337

Pesanteur spécifique = 2,5053.

dont toutes les croisées étaient munies de fenêtres doubles bien calfatées, de sorte que l'humidité de l'air intérieur n'était que très peu influencée par celle de l'atmosphère extérieure. Pendant tout le tems des expériences chimiques sur ces pierres, la température intérieure n'a varié que de 13° à 15° R. dans toute la journée et de 14 à 15 pendant les heures de travail.

Après avoir pesé très exactement chaque portion de la pierre à examiner, en poudre et dans un verre de montre, je la plaçai dans un appareil où je poussai la température jusqu'à environ 120° C. pendant une demi-heure. Après quoi je la portai encore chaude sur la balance enfermée dans une cage de verre. Le tems de 5 minutes nécessaire pour chaque pesée me parut suffisant pour refroidir cette petite masse, au point que le surplus de température qu'elle aurait pu garder, ne pouvait plus influencer sur le bassin de la balance par le mouvement d'ascension de l'air ambiant. Pendant ce court espace de tems la poudre n'a pu gagner sensiblement en humidité, des expériences subséquentes m'ayant appris qu'une poudre ainsi traitée ne gagne dans cette cage, pendant 24 heures, qu'environ $\frac{1}{3}$ de l'humidité qu'elle avait perdue par l'échauffement.

La quantité d'eau chassée par la température plus élevée que celle de l'eau bouillante se montait dans 4 expér. de 5 à 7 milligrammes sur 1 gr. de sorte que l'on peut prendre 6 m.g. pour moyenne.

Je ne répétai pas ces expériences sur les pierres que je soumis aux analyses suivantes; mais je supposai dans les calculs que ces pierres contiennent 6 m. g. d'eau hygrométrique sur 1 gramme de pierre.

Substance inflammable.

Le Physicien qui s'occupe de l'examen de substances minérales encore inconnues, doit s'assurer préalablement si ces substances contiennent des élémens inflammables qui pourraient indiquer une origine organique quel-

conque. Je: dis indiquer; car les substances qui se dissipent à de hauts degrés de chaleur, ne sont pas toujours de l'hydrogène ou du carbone. Or comme il me parut d'abord que ces pierres contiennent de la chaux carbonatée, je n'employai pas des degrés de chaleur qui eussent pu dissiper l'acide carbonique.

Ainsi je mis de la poudre de pierre d'Imatra, du poids d'environ 2 grammes dans un creuset de platine, dont le fond se trouva couvert d'une couche d'environ 3 lignes et je chauffai ce creuset jusqu'à la couleur rouge-cerise du fond, employant, dans le but de faire glisser un faible courant d'air dans ce procès, le couvercle incliné de Berzelius et mon appareil décrit dans la description des fossiles de Burtneck. La température employée n'a pu enlever l'acide carbonique du carbonate de chaux.

Trois expériences me livrèrent, déduction faite des 0,006 pour l'eau hygrométrique, 0,0272, 0,0260, 0,0281; ainsi en moyenne 0,0271 du poids de la pierre, qui ont disparu par cette température.

Substances minérales.

Quelques épreuves préliminaires m'avaient d'abord instruit que les pierres d'Imatra contiennent une portion considérable de chaux carbonatée.

Je commençai donc par enlever la chaux au moyen de l'acide hydrochlorique délayé dans la proportion d'un volume d'acide sur 60 volumes d'eau. Dans certains cas j'ai employé un acide encore plus affaibli, dans d'autres un peu moins. La chaux fut précipitée par l'oxalate d'ammoniaque.

Le résidu séché et pesé fut calciné avec 4 à 5 fois son poids de carbonate de potasse et amené à fusion complète par une addition d'un peu de potasse caustique, pendant une heure.

La masse refroidie fut traitée par l'eau et l'acide hydrochlorique pour dissoudre le tout, qui fut ensuite évaporé à sec.

La masse saline fut redissoute avec de l'acide muriatique délayé avec 60 volumes d'eau, pour précipiter la silice. Le liquide filtré ne contenait plus que de l'alumine ferrugineuse.

Ce liquide fut précipité par l'ammoniaque et ensuite bouilli avec une solution concentrée de potasse caustique qui dissout l'alumine et précipita l'oxide de fer.

Cette dissolution d'alumine fut rendue acide et ensuite l'alumine fut précipitée par l'ammoniaque.

Je n'ai pas toujours poussé l'analyse jusqu'à la séparation de l'alumine de l'oxide de fer, parce que pour mon but il me suffisait de connaître les proportions des deux autres substances, d'autant plus que dans les deux opérations où j'ai fait cette séparation, j'ai obtenu la même proportion de silice et d'oxide de fer.

Pierres sans moulures

A. Chaux carbonatée	0,515
Silice	0,186
Alumine ferrugineuse	0,272
	0,973

B. Chaux carbonatée	0,542
Silice	0,167
Alumine ferrugineuse	0,251
	0,960

Pierres avec moulures.

C. Chaux carbonatée	0,557
Silice	0,191
Alumine	0,095
Oxide de fer	0,141
	0,984

D.	Chaux carbonatée	0,546
	Silice	0,191
	Alumine	0,085
	Oxide de fer	0,128
		0,950

Pierre à rainures.

E.	Chaux carbonatée	0,549
	Silice	0,169
	Alumine ferrugineuse . . .	0,252
		0,970

Pierre très plate à bords tranchants.

F.	Chaux carbonatée	0,551
	Silice	0,173
	Alumine ferrugineuse	0,238
		0,962

La plus grande différence de résultats entre les analyses de deux pierres de même espèce, se trouve précisément dans la première paire. Ce qui indiquerait que dans l'analyse A la chaux n'aurait pas été entièrement dissoute dans l'acide et qu'il en serait resté quelques pour cents dans les substances non dissoutes. Du reste les nombreuses et très sensibles variations dans les proportions des substances, paraissent ne pas permettre de statuer des différences spécifiques entre les six pierres qui ont été analysées et partant entre les pierres d'Imatra en général, à quelques exceptions près dont il sera question dans la suite. Il est possible que ces variations soient réelles; mais il est aussi possible qu'elles soient des erreurs d'analyse.

Pierre jaune qui se trouve dans l'intérieur des pierres à rainures.

G. Carbonate de chaux	0,9336
Silice	0,0239
Fer et alumine	0,0298
	0,9873

Soufre dans les pierres d'Imatra.

Dès le commencement de mes expériences chimiques sur ces pierres, j'avais exposé deux ou trois fois des pierres entières dans l'appareil dont j'ai parlé plus haut à l'article de la pierre N° 27, à l'acide hydrochlorique délayé. Voulant observer de haut en bas le dépouillement successif de la pierre par l'action de l'acide constamment renouvelé, je m'aperçus chaque fois d'une odeur sulfureuse très prononcée. Pour m'assurer que cette odeur n'était pas une erreur de mon odorat, je battis plusieurs pierres d'Imatra avec un briquet et à chaque coup je sentis cette odeur sulfureuse très distinctement. Le tritipe d'Oranienbaum, dont la pesanteur spécifique a été trouvée = 3,3484, donnait des étincelles sulfuriques à chaque coup.

Pour ne laisser aucun doute sur la nature de cette odeur et la présence du soufre dans les pierres d'Imatra, je pris deux éprouvettes; je versai dans l'une et l'autre une portion d'acide affaibli, je jetai dans l'une un petit morceau d'une pierre d'Imatra et plaçai sur l'ouverture de chaque éprouvette une pièce d'argent très propre qui couvrait l'ouverture sans la fermer, de sorte que le gaz pouvait échapper lentement. Au bout de quelques heures la pièce d'argent placée au dessus du morceau de pierre, était déjà sensiblement noircie, et lorsque la pierre fut entièrement dissoute, cette pièce d'argent se trouva entièrement couverte d'une couche noire de sulfure d'argent, tandis que l'autre pièce n'avait qu'une légère teinte de jaune d'or sale, effet de l'acide sur le cuivre de la monnaie. Les pierres

américaines ont, à ces épreuves, décélé un peu moins de soufre que les européennes. Celle de Pawlowsk en a décélé le plus.

Nombre de ces pierres furent soumises à cette épreuve qui décéla partout la présence du soufre dans la composition des pierres d'Imatra. Cela m'engagea à en déterminer la proportion dans quelques unes au moyen de l'appareil suivant: Une cornue à laquelle fut adapté un tube courbé, dont la longue branche trempait à 5 pouces de profondeur dans une solution concentrée de nitrate d'argent. La cornue était pleine d'acide hydrochlorique affaibli et le gaz qui s'en dégagait par la solution d'un morceau de pierre d'Imatra, était forcé de traverser le nitrate d'argent et de le décomposer. L'opération se faisait dans l'obscurité. J'obtins les résultats suivants sur 1 gramme de pierre.

Pierre sans moulure fournit 0,332 de sulfure d'argent, qui contiennent 0,0430 de soufre.

Pierre avec moulures fournit 0,355 de sulfure d'argent, qui contiennent 0,0459 de soufre.

Pierre avec rainures fournit 0,342 de sulfure d'argent, qui contiennent 0,0443 de soufre.

Pierre d'Imatra en forme de calebasse, très dure, fournit 0,414 de sulfure d'argent, qui contiennent 0,0536 de soufre.

Une autre portion de cette pierre fournit 0,0527 de soufre.

La pierre en forme de calebasse faisant évidemment exception, nous prenons pour moyenne celle des trois premières analyses qui est = 0,0444.

La pierre jaune que nous avons observée dans toutes les pierres à rainures, n'a livré aucun indice de soufre.

Combinons à présent les résultats de toutes ces analyses des pierres d'Imatra, pour en tirer des résultats généraux. Nous cherchons d'abord les moyennes des substances terreuses et les pertes moyennes totales.

	Chaux carb.	Silice	Alum. ferr.
	0,515	0,186	0,272
	0,542	0,167	0,251
	0,557	0,191	0,236
	0,546	0,191	0,213
	0,549	0,169	0,252
	0,551	0,173	0,238
	<u>3,260</u>	<u>1,077</u>	<u>1,462</u>
moyennes	0,5433	0,1795	0,2436

Ce qui donne 0,0336 pour la perte moyenne.

Mais comme je n'avais pas enlevé préalablement dans ces expériences l'eau hygrométrique, il faut soustraire les 0,006 trouvés comme moyenne; ce qui réduit la perte moyenne à 0,0276. Or comme la perte se fait sur les filtres, nous pouvons la distribuer sur les trois substances, à raison du nombre de filtrations qu'elles ont essuyées. Le nombre des filtrations (lorsque je ne séparerai pas l'alumine de l'oxide de fer) ayant été de trois, chacune est censée avoir causé une perte moyenne $\equiv 0,0092$.

La chaux carbonatée n'a été précipitée que pour m'assurer que c'était réellement cette substance que l'acide hydrochlorique avait enlevée. Son poids a été calculé sur celui du résidu. Ainsi le poids de la chaux carbonatée a été supposé de 0,0092 trop fort.

Le résidu contenant la silice et l'alumine ferrugineuse, s'était trouvé de 0,0092 trop faible; ce qui fait pour la silice et pour l'alumine ferrugineuse, calculées sur le rapport de 1,077:1,462, pour la silice 0,0029 et pour l'alumine ferrugineuse 0,0063. Ainsi la silice pesait proprement en moyenne $0,1795 + 0,0092 + 0,0029 \equiv 0,1916$ et l'alumine ferrugineuse (alors) $0,2498 + 0,092 \equiv 0,2590$. Mais comme pour l'obtenir il a fallu encore une filtration, le poids vrai de l'alumine est $\equiv 0,2590 + 0,0092 \equiv 0,2683$.

Ainsi la pierre d'Imatra eût été composée de

Chaux carbonatée	0,5341
Silice	0,1916
Alumine ferrugineuse	0,2683
Eau hygrométrique	0,0060
	1,0000

Mais nous avons encore le soufre à mettre en ligne de compte ; sa moyenne a été trouvée = 0,0444. Or comme il n'est nullement douteux que l'acide hydrochlorique employé pour dissoudre la chaux carbonatée a volatilisé le soufre en forme d'hydrogène sulfureux, il s'en suit que nous devons diminuer de cette moyenne celle de la chaux. Ainsi nous pouvons en dernier résultat regarder la composition suivante comme un représentant général de la nature chimique des pierres d'Imatra :

Chaux carbonatée	0,4897	
Silice	0,1916	
Alumine ferrugineuse . .	0,2683	} Alumine . . . 0,0900 Oxide 0,1345 ¹⁶⁾
Soufre	0,0444	
Eau hygrométrique . . .	0,0060	
	1,0000	

Au reste je ne prétends pas que ces résultats soient justes pour chaque individu des pierres d'Imatra ; il me paraît au contraire que ces principes constituants varient un peu d'individu à individu ; ce que les pesanteurs spécifiques semblent également indiquer.

Telle est la nature chimique des pierres trouvées à l'Imatra. Reste encore à analyser les pierres trouvées dans l'Amérique du nord, dont l'ex-

16) Ces deux chiffres ne congruent pas avec le chiffre 0,2436 des premières moyennes, parce qu'ils sont les résultats de deux analyses seulement, tandis que celui ci l'est de six analyses.

térieur se distingue des autres à plus d'un égard. J'ai choisi un des exemplaires que je n'ai pas dessinés. L'analyse a fourni :

Chaux carbonatée	0,458
Silice	0,331
Alumine ferrugineuse	0,136
Soufre	0,052
	0,977

Cette pierre se distingue de celles trouvées à l'Imatra par une surabondance de silice et une bien plus petite quantité d'alumine ferrugineuse.

Analyse de la terre de la montagne qui borde le côté gauche de l'Imatra.

J'en ai pris trois échantillons là où l'on trouve les pierres d'Imatra; un au niveau de l'eau, un à moitié de la hauteur et un près du sommet. Cette terre, humectée d'eau, a l'air d'une pierre grasse, contenant beaucoup d'alumine. Séchée, elle est presque blanche et forme une masse assez compacte lorsqu'on en a formé des boules en la comprimant dans la main, mais très friable lorsqu'on la prend dans son état naturel, dans un endroit où elle a été exposée au soleil. Au toucher on reconnaît d'abord qu'elle contient du sable fin que j'ai commencé par éloigner par voie de décantation et de lavage sur un plan incliné de verre.

Je m'attendais à trouver dans cette terre une portion notable de chaux; mais je fus fort étonné de n'en pas trouver le moindre vestige, quoique j'aie répété les épreuves plusieurs fois avec les trois numéros. L'analyse me fournit les résultats suivants :

Prise à fleur d'eau entre	Sable	0,324	
les pierres mêmes.	Silice	0,368	
	Alumine ferrug.	0,289	} Alumine . . . 0,131 Oxide de fer . 0,150
		0,981	

Prise à mi-hauteur.	Sable	0,352	
	Silice	0,340	
	Alumine ferrug.	0,288	
		<u>0,980</u>	

Prise près du sommet.	Sable	0,329	
	Silice	0,382	
	Alumine ferrug.	0,260	} Alumine 0,115 Ox. de fer . . 0,135
		<u>0,971</u>	

Aucune de ces trois portions n'a décelé le moindre vestige de soufre. Les moyennes sont: Sable=0,3350. Silice=0,3633. Alum. ferrug. = 0,2770.

Si l'on additionne dans les trois portions le sable à la silice, l'on trouve le résultat frappant que ces trois sommes sont presque égales, 0,692, 0,692 et 0,711; moyenne=0,698. Or comme l'on doit supposer que l'analyse, où le triage du sable en a décelé la plus grande quantité, est la plus exacte, l'on peut admettre que la seconde analyse représente la nature chimique de la terre de la montagne qui borde la rive gauche de l'Imatra.

Des essais réitérés ont prouvé que cette terre (que nous nommerons brièvement *terre d'Imatra*) ne contient aucun soufre.

Enfin la terre de Cronstadt, dans laquelle se sont trouvées deux pierres d'Imatra, dont l'une a été dessinée fig. A (pl. I) contient :

Sable	0,340
Silice	0,395
Alumine ferrugineuse . . .	0,248
	<u>0,983</u>

Comme les autres terres, elle n'a donné aucun indice de soufre. Il résulte de cette analyse que cette terre est sinon la même que celle d'Imatra, du moins une terre qui n'en diffère pas beaucoup.

Au reste cette terre est formellement schisteuse, composée de couches d'une ligne d'épaisseur qui se séparent facilement au moyen du couteau ou en en cassant à la fois plusieurs couches superposées l'une à l'autre. Celle que l'on trouve près d'Imatra n'a pas cette propriété.

CHAPITRE IV.

Considérations géognostiques.

Il suffit de jeter un coup-d'oeil sur une carte de la Finlande pour juger que ce pays se compose presque en entier de terrasses posées horizontalement en gradins les unes sur les autres. Un double système de lacs joints par de nombreux détroits qui, offrant tous des rapides plus ou moins accélérées, portent le tribut de leurs eaux au Ladoga et au golfe de Finlande par le Wuoxen et le Kymène, ornés l'un et l'autre de plusieurs cascades dont l'Imatra est la plus considérable. Plusieurs chaînes de collines qui s'entrecoupent, forment en quelque sorte un réseau autour de ces lacs, et les détroits qui joignent les lacs semblent se faire jour au travers des collines¹⁷⁾. Outre le fin sable on trouve presque partout sur la surface des plaines, au moins depuis la frontière méridionale jusqu'à l'Imatra, un gros sable composé de pierres granitiques délitées, qui sert merveilleusement à réparer les chemins.

Le gneuss est, selon Mr. Hoffmann (Professeur à Kiew) la roche dominante dans la contrée de l'Imatra. Ses couches s'étendent dans la direction du sud-ouest au nord et s'inclinent vers le sud-est. L'Imatra nous offre cette inclinaison dans les deux murs qui renferment ce superbe torrent.

La surface du pays entier est parsemée d'une infinité de blocs erratiques de cette roche, dont les dimensions grossissent à mesure qu'on

17) Mr. Boethling livre dans un mémoire très instructif (*Ein Blick auf die diluvial- und alluvial-Gebilde im südlichen Finnland*) publié à la fin d'avril 1839 dans le bulletin de l'Académie) des notices intéressantes sur ces terrasses et sur ces chaînes de collines. Celles-ci sont de deux espèces. L'une est composée d'un sable de couleur jaune rougeâtre sans consistance et sans couches marquées; l'autre de blocs erratiques de toute grosseur, de fin sable et d'argile, le tout confusément mêlé.

avance vers le nord ; ce qui prouve évidemment, comme Mr. Alex. Brongniard l'a observé à l'occasion de ceux de la Scandinavie, que ces masses ne se sont pas roulées d'elles-mêmes par leur propre pesanteur sur un plan incliné, mais qu'elles ont été entraînées par un courant colossal produit par un soulèvement subit du nord de la Finlande et de la Scandinavie, lorsque ces pays étaient encore couverts par l'océan de plusieurs mille toises de profondeur. Ce soulèvement, qui a dû briser les couches de roches qu'il élevait, a offert à la vérité aux blocs un plan incliné sur lequel ils ont pu rouler, mais pas à de grandes distances. C'est l'énorme torrent qui a dû se former par l'écoulement de toute la masse de l'eau dont la masse soulevée a pris la place, qui a accéléré et propagé le mouvement des blocs erratiques jusques aux contrées où nous les trouvons. Plus tard le terrain soulevé s'est rabaissé au niveau où nous le voyons.

Au tems de cette révolution locale, la jatte irrégulière que nous nommons la Baltique n'existait pas encore, sans quoi tous ces blocs erratiques se seraient arrêtés dans sa cavité et n'auraient pu se répandre au delà sur son littoral sud, comme on les trouve aujourd'hui. La Baltique est l'enfoncement postérieur et lent d'une caverne volcanique, enfoncement qui, par sa lenteur, n'a pu produire un courant qui eût ramené ces blocs erratiques dans son sein.

Telle est dans les principes de mon système géologique l'origine de ces deux grands phénomènes, de blocs erratiques du nord de l'Europe et de la formation de la mer Baltique. Cependant il n'est pas nécessaire, quant au premier, de ces deux phénomènes, de rejeter d'autres petites causes locales du transport de quelques grosses pierres. Les glaces, par exemple, chassées au printemps par les vents, peuvent encore de nos jours en voler à un littoral pour en faire cadeau au littoral opposé. La vraie Géologie ne récuse pas ces petites crispineries ; mais elle n'expliquera jamais dans ce principe les grands voyages des blocs erratiques parsemés sur des pays entiers. Car il ne faut

pas oublier deux choses : l'une que ce rapt des blocs ne peut avoir lieu que là où la mer n'a que quelques pieds de profondeur ; l'autre qu'il faut que ces blocs aient été formés auparavant , et que leur enlèvement n'explique pas le fracassement des roches qui les a formés. Ainsi ces chameaux de glace que nous imitons si imparfaitement dans l'architecture navale ; ne peuvent produire que quelques petits déplacements locaux dont l'imagination seule peut vouloir faire un phénomène général.

L'Imatra est une double fente de la roche causée par un violent tremblement de terre. Entre les deux tranches se trouve une muraille naturelle , aux deux côtés de laquelle les débris se sont accumulés et forment le fond du lit du fleuve qui coulait autrefois dans le lit supérieur à gauche. A la suite des siècles le fleuve a miné la partie d'amont vraisemblablement composée de débris dont on voit encore des restes du haut de la gloriette, et qui se sont précipités avec le torrent dans la tranche inférieure. Il est vrai que l'on conçoit à peine que le mur entre les deux lits ait résisté à la catastrophe qui a produit ces deux tranches. Mais conçoit-on mieux que les ébranlemens du faite graniteux du Fichtelberg, qui ont couvert cette grande sommité de milliers de blocs, aient épargné quelques piliers de 50 à 60 pieds de hauteur et de 15 à 20 pieds en carré, tellement corrodés par le tems qu'ils ont l'air de tas de matelas posés régulièrement les uns sur les autres ? De pareils bouleversemens dont nous trouvons les traces sur tant de points de la surface du globe, produisent quelquefois des phénomènes bizarres dont nous ne devinons pas la Mécanique et qui, si nous la devinions , paraîtrait incroyable. Que l'on jette , par exemple les yeux sur les entassements grotesques de roches de glace , nommées *torosses* que le mer glaciale élève chaque hiver souvent à 80 pieds au dessus de son niveau et dont j'ai livré les dessins calqués sur les croquis de l'Amiral Wrangel , dans ma description de ses observations physiques dans son voyage au nord-est de la Sibérie , alors on ne s'étonnera plus de ces jeux

de la nature, sans tenter de les expliquer ou de deviner les hasards qui les causent.

Plusieurs auteurs attribuent encore aujourd'hui à nos fleuves le renversement de grandes masses de rochers et la formation des vallées. Je m'abstiens de citer de nombreux exemples connus de tout le monde, qui démontreraient par la grandeur des vallées et la petitesse relative des fleuves, l'impossibilité de pareils effets. Je me contenterai de demander où le fleuve aurait pris autrefois la masse d'eau nécessaire pour s'étendre sur toute la largeur supérieure d'une plaine et couler sur cette large surface avec une rapidité suffisante pour déblayer le terrain qui comblait autrefois la vallée. Car depuis la dernière des catastrophes qui ont conformé la surface actuelle de notre terre, l'atmosphère a dû contenir à-peu-près la même masse d'eau qui nourrit aujourd'hui nos fleuves. Ou bien veut-on admettre que le fleuve ait été autrefois ce qu'il est aujourd'hui et qu'il ait creusé son lit seulement à raison de sa largeur, mais que les éboulements ont élargi ce lit. Alors toutes nos vallées ne seraient que des canaux tortueux dont les flancs auraient pour inclinaison l'angle d'éboulement, et non de larges vallées dont le fleuve n'occupe que la moindre partie.

Quant au renversement des roches que l'on attribue également aux fleuves, je demande si le torrent qui aurait pu, comme dans notre Imatra, renverser et morceler une masse de rochers de 1000 pieds de longueur et de 27 pieds d'épaisseur et dont le bout d'aval est plus étroit que le bout d'amont et a par conséquent presque la forme d'un coin, je demande si cette force en aurait laissé les moindres débris dans le lit du fleuve. La force presque incalculable qui eût produit cet énorme phénomène eût dispersé ces blocs au loin et au large sans en laisser un seul en place.

On observe communément dans les cataractes de nombreux et violents tournoiemens de l'eau. Même la plus petite rivière en offre lorsqu'une suite de corps durs ou un banc de sable, formant un circuit ouvert du

côté du courant en ralentit la vitesse. C'est aussi le cas de l'Imatra et ce mouvement gyrotoire produit quelquefois des effets surprenants. Mr. Hoffmann a trouvé dans l'ancien lit de cette cataracte plusieurs blocs de gneuss percés de part en part de trous ronds et polis comme de la main de l'homme. Il en a même découvert un dont le trou avait environ 6 pouces de diamètre, dans lequel se trouvait la pierre qui avait commencé ce trou, mais dont le travail avait été interrompu vraisemblablement lorsque le fleuve se précipita dans son nouveau lit. A ma première tournée à l'Imatra j'ai vu moi-même ce trou avec sa tarrière, que l'on pouvait retirer facilement et que j'ai remise soigneusement à sa place. Veuillez les touristes qui viendront après moi avoir assez de respect pour la science pour ne pas l'emporter comme simple objet de curiosité!

Au reste je doute que l'on puisse considérer toutes les pierres percées qu'on trouve dans l'ancien lit de l'Imatra comme l'ayant été de cette manière; car ces trous ne sont pas tous circulaires, plusieurs ayant une figure très irrégulière et leur surface un peu raboteuse. On peut donner deux explications assez plausibles de ce phénomène; mais je ne m'y arrêterai pas, pour arriver à ce qui se rapporte directement à notre sujet.

La montagne, qui borde le côté gauche du Wuoxen, là où la roche disparaît, s'élevait à mon second voyage, à 36' au dessus du niveau du fleuve qui alors était fort bas à cause de la grande sécheresse qui avait régné jusqu'alors. Son flanc escarpé que l'on ne gravit qu'en s'aidant souvent des mains, offre une surface de couleur presque blanche, dénuée de toute végétation. Non loin des roches de l'Imatra, l'art ou la nature, peut-être tous deux, a pratiqué un sentier qui facilite la montée et la descente.

Cette élévation est à-peu-près au niveau de l'élévation correspondante du côté droit du fleuve. Mais ici le flanc beaucoup moins escarpé est couvert de gazon. Comme ces deux hauteurs s'étendent à perte de vue, l'on doit considérer le lit du fleuve comme une tranche dans un de ces

nombreux plateaux qui composent le sol de la Finlande, dont la chute est indiquée à ce point par l'Imatra et au dessous duquel elle s'abaisse en pente douce.

La terre de ce plateau près de l'Imatra ne contient ni coquillages ni aucune pierre quelconque, excepté au niveau du fleuve où se sont mêlés quelques brins de granite délité, de la grosseur au plus d'une noisette. Elle est friable à l'état sec, mais compacte et grasse au toucher lorsqu'elle est mouillée; ce qui a engagé Mr. Hoffmann à la considérer comme de la glaise. Mais l'analyse de cette terre a prouvé qu'elle contient moins de $\frac{1}{7}$ d'alumine pure et plus d'un tiers de silice à laquelle il faut principalement attribuer cette apparence argileuse, qui disparaît lorsque cette terre a été séchée, au contraire de l'alumine qui augmente en cohérence par le dessèchement. Ce qui semble prouver que la terre de la montagne ne doit son peu de cohérence à l'état sec qu'à cette petite proportion d'alumine et que la silice non cristallisée n'a que très peu ou point de cohérence à l'état sec.

Au pied de cette hauteur se trouve une lisière du même terrain avec un léger talus. C'est là que se trouvent les pierres d'Imatra en telle quantité que Mr. Ziliacus, mon gendre et moi aurions pu en ramasser plusieurs milliers en peu d'heures si nous avions voulu les recueillir sans choix. Le fleuve qui corrode ici continuellement le pied de cette hauteur, en met toujours de plus en plus à découvert, mais qu'il recouvre ordinairement d'une couche de 3 à 4 pieds d'eau, de sorte que je ne dois l'aspect de ces milliers, triés sûrement depuis bien des années, qu'à la circonstance que le niveau de l'eau était alors de 4 pieds plus bas que dans les années ordinaires. Nous en avons rapporté plus de 400 de toute grosseur depuis celle d'une lentille jusqu'à un bitype de l'espèce à rainures qui pèse $1\frac{2}{3}$ livre.

La longueur de cette lisière parsemée de pierres d'Imatra avec tant de

profusion a environ 1500 pieds de longueur et commence au détour d'un petit promontoire encore entouré de blocs de gneuss qui sont comme la continuation du lit de l'ancien Imatra. C'est surtout au pied et entre ces blocs que se trouvent les pierres à rainures et que se sont trouvées toutes celles qui ont été écrasées. Plus bas les pierres à moulures dominant tellement que les autres ne font qu'exception. Les pierres d'Imatra agglutinées à des morceaux de granite se trouvent dans la première région, quoique ce granite soit tout différent du gneuss des grands blocs.

Mr. Hoffmann a déjà trouvé des pierres d'Imatra en dehors du fleuve, dans la terre du pied de la montagne, et mon gendre en a déterré une à un pied de profondeur, au niveau de l'eau. Mais il ne s'en est trouvé aucune ni à nu, ni au moyen de la pelle à une plus grande hauteur. Ainsi les pierres d'Imatra sont répandues sur une seule couche, formant une espèce de strate sous une charge de terre d'environ 36' de hauteur. Elles sont donc antérieures à la montagne. Elles sont aussi antérieures à la catastrophe qui a fendu les roches de l'Imatra, puisque les débris en ont écrasé plusieurs; mais elles sont postérieures aux morceaux de granite roulés qui se trouvent sur le même plan, puisqu'elles s'y sont agglutinées.

Ni nous trois, ni Mr. Hoffmann n'avons trouvé aucune pierre d'Imatra dans le vieux lit de la cataracte, quoique plusieurs eussent pu s'y conserver dans les interstices des blocs, si jamais il y en avait eu. Ce qui fournit une nouvelle preuve qu'elles n'ont pas été roulées de contrées plus septentrionales par le courant qui a couvert la Finlande de blocs erratiques.

J'abandonne à d'autres géologues le soin ou le plaisir de fixer l'âge des pierres d'Imatra sur ces données ou celles qu'ils découvriront en sus. Pour moi, qui ai une profession de foi relativement à l'âge des roches très différente de la leur, je m'abstiens de toute combinaison à cet égard.

Ce n'est pas seulement au bord de l'Imatra que l'on trouve ces pierres

énigmatiques. A plus de 4 werstes de leur siège principal j'en ai trouvé, guidé par notre fidèle Cicerone Mr. Ziliacus, plusieurs exemplaires du genre à moulures dans un ravin creusé dans la grande plaine terreuse où il ne se trouvait aucun bloc erratique.

J'ai trouvé à Pawlowsky, près de la voie de fer, vis-à-vis du Wauxhall, le N° 71 dans un tas de terre amené là pour combler quelques creux. Il y avait plusieurs de ces pierres dans ce tas; mais comme alors je n'avais pas encore fait ma seconde tournée à l'Imatra et ne connaissais pas les pierres à rainures, je les regardai comme de curieux morceaux de schiste et ne recueillis que celui-là, bien éloigné d'augurer qu'il appartenait à la famille des pierres d'Imatra. Si j'avais pu l'imaginer je me serais fait montrer l'endroit d'où ils avaient été pris, pour en explorer le gîte et en emporter des échantillons.

Cronstadt a fourni la belle pierre A que je dois à l'obligeance de Mr. le Colonel Foullon, inspecteur en chef des travaux dans les ports russes de la Baltique. Cet ingénieur distingué m'a communiqué en outre la liste de la succession de terres qui se sont trouvées lorsqu'il faisait creuser les fondations d'un grand bassin à Cronstadt, pour radoubier les vaisseaux. Je transcris ici cette liste, mot à mot.

Suite des couches de terre trouvées en faisant les fondations du nouveau dock dans le port de Cronstadt.

Profondeurs au dessous du niveau de l'eau.

de 6 à 7 $\frac{1}{2}$ pieds.

de 7 $\frac{1}{2}$ à 10 p.

6 pieds est la profondeur moyenne autour du môle servant d'enceinte au dock.

Vase mêlée de sable.

Sable noirâtre mêlé de vase et de dissolution de minéral de fer.

de 10 à 16 p.	Sable fin contenant des particules étrangères, comme argile, oxides, parties calcaires et salines.
16 à 24 p.	Argile pure, gris-foncé, contenant beaucoup d'eau.
24 à 30 p.	La même argile avec moins d'eau, mêlée de sable quartzeux, gravier et cailloux, parmi lesquels ont été trouvées les pierres soumises à l'examen. (30 pieds est la profondeur du radier du dock.)
30 à 37 p.	La même argile dans laquelle les parties de sable, gravier etc. augmentent en raison de la profondeur, et les pierres roulées parviennent à une dimension de 5 pieds de circonférence. (Profondeur des fondations du bassin d'épuisement des docks.)
à 48 p.	Les pieux battus à sonnette mécanique avec un mouton de 45 pouds (1800 livres) d'une hauteur de $3\frac{1}{2}$ à 4 sagènes ($23\frac{1}{2}$ à 28 pieds anglais) n'allait plus. Avec la sonde on a retiré un terrain composé de petites pierres, d'argile, de sable et de gravier.

Me trouvant un jour à Cronstadt pendant les travaux, j'emportai une portion de la terre prise à 30 pieds de profondeur sous le niveau de la mer, profondeur à laquelle deux pierres d'Imatra furent trouvées.

Ce que Mr. Foullon nomme argile, est la même terre dont j'ai livré plus haut l'analyse sous le nom de terre de Cronstadt. Elle ne contient qu'environ 0,14 d'alumine pure; mais la grande portion de silice lui donne à l'état mouillé la viscosité de la glaise. Cette erreur, commune à tant de géognostes de profession, ne doit nullement étonner ici: et l'on ne peut qu'exhorter les géognostes et les géologues à analyser les terres et les pierres qu'ils ne décrivent que par les caractères extérieurs. La Chimie seule

peut fixer sans erreur leur nature et les classer comme elles devraient l'être.

La couleur de cette terre décrite par Mr. Foullon, est celle qu'elle a lorsqu'elle est mouillée. Seche elle a une couleur grise-blanche, comme la terre d'Imatra, et celle-ci à l'état mouillé a la même teinte foncée que celle de Cronstadt. Comme celle-ci, non plus que celle-là, n'a ni chaux carbonatée, ni soufre, et comme la proportion de leur composition ne diffère pas considérablement, l'on peut considérer ces deux terres comme à-peu-près identiques.

Je n'ai aucune notice géognostique sur les pierres provenant de l'Amérique septentrionale, excepté le peu que j'ai déjà livré aux numéros 24 et 25, et rappelle seulement que deux d'entre elles ont été trouvées dans des montagnes à 30' sous terre. Cette circonstance me paraît remarquable, en ce que la profondeur sous terre à laquelle les pierres d'Imatra gisent, s'est trouvée à-peu-près égale, là où on l'a mesurée, à Imatra, à Cronstadt et dans l'Amérique septentrionale. Au reste je suis loin d'en tirer un horoscope de nativité.

CHAPITRE V.

Résultats tirés immédiatement des faits.

1.

Quelque variée que soit la forme des pierres trouvées près de l'Imatra et ailleurs, appartenant à la même classe, leur structure se réduit pour toutes à un seul type, soit simple, soit répété une ou plusieurs fois dans le même individu. Cette classe de pierres se partage en deux genres, celui des pierres à moulures et celui des pierres à rainures. Les premières offrent de vraies moulures tantôt mollement arrondies, tantôt anguleuses comme le sont celles d'une corniche ou d'un vase. Les pierres à rainures offrent des bourelets plus ou moins épais séparés les uns des autres par de profonds sillons creusés à angles droits sur l'axe de la pierre. Il existe néanmoins des passages de l'une à l'autre classe.

2.

Les pierres à moulures sont de règle plates, c'est à dire que leur épaisseur est beaucoup plus petite que leur diamètre. Les pierres à rainures atteignent une épaisseur ou hauteur égale à leur diamètre ou même davantage. Au reste ces caractères ne sont pas absolument distinctifs. Les numéros 3 et B sont des pierres à moulures, quoique leur épaisseur approche de leur diamètre, et la pierre A offre un sillon si profond entre ses moulures qu'à cet égard elle pourrait appartenir aux pierres à rainures.

3.

Un autre caractère plus distinctif paraît être la présence de la pierre jaunâtre dans presque toutes les pièces à rainures, pierre que je n'ai trouvée ni à l'intérieur ni à l'extérieur des pierres à moulures, à l'exception d'un seul exemplaire dessiné à la figure 53, où un grand morceau informe

de cette pierre est agglutiné à la pierre d'Imatra à moulure et a empêché sous lui et un peu autour de lui la formation de celle-ci. La pierre jaunâtre placée à l'intérieur altère toujours considérablement l'organisation intérieure, sans affecter la forme extérieure.

4.

Les pierres sans moulures sont très rares et de forme sphérique.

5.

Les pierres à moulures sont incomparablement plus fréquentes que les pierres à rainures.

6.

Les pierres sphériques ou presque sphériques sont très rares.

7.

Le nombre des monotypes est si considérable que les pierres à plus d'un type ne peuvent être considérées que comme des exceptions. Ainsi les monotypes sont la forme générale des pierres d'Imatra.

8.

Les monotypes sont ou circulaires ou ovales, jamais elliptiques. Le nombre des premiers surpasse tellement celui des seconds que l'on peut regarder ceux-ci comme de faibles exceptions.

9.

Dans les ditypes, tritypes, tétratypés, pentatypés et polytypes chaque type est ovale, jamais circulaire. Le *N°* 23 paraît faire exception; mais quand on applique le compas l'on trouve le contraire. Le *N°* 10 ne fait pas non plus exception; car il est évident que le petit type a été formé après le grand, puisqu'il est superposé en partie et modifié sur son côté droit par la forme de celui-ci.

10.

Les surfaces des pierres d'Imatra sont naturellement ou lisses ou irrégulièrement chagrinées. Plusieurs ont une surface en partie chagrinée, en partie lisse. Ce n'est pas le frottement qui a formé les parties lisses.

11.

Nombre de pierres d'Imatra de toute espèce sont affectées de petites protubérances ou même d'excroissances de la même matière. Les figures A, 4, 24, 33 etc. offrent des protubérances sur leurs surfaces; les figures 16, 20, 23, 24 etc. offrent des excroissances sur leurs côtés. Ma collection en offre encore beaucoup d'autres exemples des unes et des autres.

12.

La pierre jaunâtre ne se trouve de règle qu'avec les pierres à rainures. Le N° 53 m'en a offert la seule exception. Je n'ai pas trouvé la pierre jaunâtre isolée. Il est vrai que je n'ai pas eu l'idée de la chercher parce que je n'en connaissais pas encore l'importance.

13.

Les pierres d'Imatra n'ont pas été roulées, même celles que l'on trouve à de grandes distances de la cataracte, comme celles de Cronstadt et de Pawlowsky. Cela a été démontré plus haut complètement. Elles sont donc nées là où on les trouve aujourd'hui.

14.

Les pierres d'Imatra s'attachent assez souvent à des morceaux de granite différents du gneuss de la cataracte et y modifient leur figure. Celles qui sont sur une surface à-peu-près plane et libre ont une circonférence égale au demi-cercle. Celles qui sont agglutinées sur deux côtés s'étendent jusqu'à trois quarts de cercle, plus ou moins, selon la grandeur de l'angle des surfaces. Elles se moulent même sur les contours des granites arrondis ou de forme irrégulière.

15.

La cohésion avec laquelle ces pierres tiennent aux granites est très grande; la pierre se casse plutôt qu'elle ne quitte le granite.

16.

Les pierres d'Imatra ne s'attachent jamais à la surface horizontale supérieure d'un granite, mais toujours sur ses flancs ou ses surfaces inclinées ou même sur sa surface inférieure, lorsque celle-ci offre quelque creux accessible.

17.

L'intérieur des pierres d'Imatra offre toujours des stries lorsque la pierre a des moulures ou des rainures. Mais lorsqu'elles n'ont ni les unes ni les autres, elles n'ont aucune strie à l'intérieur. Ces stries sont les coupes de lamelles parallèles entre elles qui traversent toute la pierre au passage d'une moulure à l'autre.

18.

Les moulures ou rainures congruent toujours parfaitement avec les lamelles, de sorte qu'il est certain qu'elles sont dépendantes les unes des autres.

19.

Les pierres d'Imatra contiennent souvent des pierres étrangères dans leur intérieur; les pierres à moulures rarement; les pierres à rainures de règle. La pierre jaune, la plus fréquente de ces pierres parasites, qui ne se trouve pas dans les pierres à moulures, est toujours accompagnée de dérangemens, même de bouleversemens dans l'ordre des stries. D'autres par contre, telle que la pierre siliceuse N° 53 A, n'offrent pas ce phénomène. De petites portions de pierre étrangères ne causent que de petites courbures dans les stries.

20.

Les pierres d'Imatra ont été originairement molles, plus ou moins.

21.

Toutes les pierres d'Imatra, sans exception, contiennent (outre de la chaux carbonatée, de la silice, de l'alumine et du fer oxydé) du soufre, la plupart en moyenne 0,0444, et quelques unes, celles de forme de calebasse, davantage et une trouvée à Oranienbaum vis-à-vis Cronstadt sur le bord de la mer, encore beaucoup plus.

22.

Les pierres d'Imatra se distinguent très fortement de la terre dans laquelle on les trouve, par l'absence totale du calcaire et du soufre dans celle-ci et l'absence du sable dans celles-là. Les proportions des substances communes aux deux varient en outre considérablement.

23.

Il suit de là évidemment que les pierres d'Imatra n'ont pas tiré de la terre qui les environne les principes dont elles sont composées, qu'elles ne sont pas des extraits de cette terre, mais des *entia sui generis*, d'autant plus que, comme elles n'ont pas voyagé, elles ne peuvent pas être formées de substances puisées dans d'autres terrains.

24.

Les pierres d'Imatra ne sont pas des chistes, par les raisons suivantes :

a) Plusieurs d'entre elles, toutes celles qui n'ont ni moulures ni rainures, ne sont pas striées.

b) Nulle part je n'ai observé dans les pierres que j'ai cassées des indices de séparation des couches ou lamelles. La cassure a la forme coquillière ou terreuse, selon le degré de dureté. Il est vrai qu'elles se cassent plus facilement et livrent des surfaces plus plates dans des directions parallèles aux lamelles que dans des directions perpendiculaires. Mais cela vient de ce que les lamelles sont plus dures que le reste de la masse. Dans aucun cas je n'ai trouvé que les couches se séparassent facilement comme dans les schistes.

c) Au contraire les lamelles plus foncées qui séparent les couches et indiqueraient une moindre cohésion, ou plutôt l'adhésion des couches ou lamelles d'une pierre schisteuse, sont plus luisantes et plus dures que le reste.

25.

Les pierres d'Imatra ne se trouvent pas uniquement au bas de la cataracte qui leur a donné son nom. On en a trouvé à 4 werstes de là et loin du fleuve, à Pawlovsky, à Cronstadt, à Oranienbaum, à Archangel, dans l'Amérique du nord. Peut-être que les pierres de *Lyme - Regis* en Angleterre sont de la même classe. Malheureusement je n'ai pu m'en procurer aucun exemplaire.

CHAPITRE VI.

Hypothèses sur l'origine des pierres d'Imatra.

A la vue des nombreux résultats contenus dans le chapitre précédent, on concevra sans peine qu'il n'est pas facile de trouver une hypothèse qui satisfasse à toutes ces conditions, et que chacune que l'on peut imaginer sera sujette à quelque objection. C'est ce qui m'a engagé, dans le dessein de dévoiler l'origine de ces pierres, à puiser, autant que ma connaissance du sujet me le permettra, dans toutes les sources d'hypothèses qu'offrent la Physique, la Chimie et la Mécanique.

Hypothèse gyratoire.

Nous avons observé plus haut que tous les fleuves, surtout les cascades, offrent dans quelques points de leur cours des tournoiemens, que nommément l'Imatra a dû en avoir de très considérables, puis qu'elles ont pu percer de part en part des blocs de gneuss. C'est ce qui a donné l'occasion d'expliquer la formation des pierres d'Imatra par un mouvement gyratoire, hypothèse qui a été portée en Allemagne par Mr. le Chanoine Meyer dans ses *Russische Denkmäler*. Quoiqu'elle ait déjà été réfutée par Mr. Hoffmann dans ses *Geognostische Beobachtungen auf einer Reise von Dorpat bis Abo*, en ce que ce judicieux géographe prouve qu'elles se trouvent sous la montagne adjacente d'où le Wuoxen les déterre, cependant je crois devoir la réfuter encore par les principes de la Mécanique, parce que l'on pourrait objecter qu'elles ont été formées d'abord par les tournoiemens de l'eau et ensuite couvertes de la terre de la montagne.

L'hypothèse gyratoire se partage naturellement en deux que nous allons examiner séparément.

1) On peut supposer que la pierre d'Imatra, telle que nous la trouvons aujourd'hui, a été une pierre informe mais striée qui, saisie par un tourbillon d'eau, a été tournoyée sur une autre pierre qui a eu dans son intérieur quelques parties plus dures que les autres, et qui ont formé les moulures ou les rainures. Cela paraît aller aux pierres rondes monotypes. Mais il se présente une foule d'objections contre cette explication de ce cas le plus simple.

a) Cette hypothèse rend raison (quoique pas d'une manière suffisante) des moulures de la moitié inférieure, mais pas de la moitié supérieure, qui aurait dû conserver sa forme brute.

b) Pour former sa partie supérieure il faudrait supposer que la pierre eût été jetée hors de son premier moule et renversée pour se former dans le voisinage un nouveau moule à l'aide d'un autre tourbillon. Peut-on admettre une pareille supposition ?

c) De pareils tourbillons aussi proches les uns des autres, comme j'ai trouvé les pierres d'Imatra par milliers, ne peuvent pas exister ; ils se seraient détruits mutuellement.

d) Peut-on admettre que chaque pierre d'Imatra qui eût obtenu ses moulures ou ses rainures sur une de ses moitiés eût trouvé un autre tourbillon qui eût formé celles de l'autre moitié, et que ces nouvelles moulures ou rainures eussent toujours été parallèles aux autres ? Ne devrions-nous pas trouver plusieurs de ces pierres encore brutes à leurs surfaces supérieures et le plus grand nombre dont les moulures d'une moitié seraient inclinées à celles de l'autre ? Il n'en est aucune dans toute ma collection et je n'en ai aperçu aucune sur le bord du Wuoxen.

e) Si les pierres d'Imatra avaient été formées par ces tournoiemens, comment la surface de quelques unes pourrait-elle être chagrinée, et celle du plus grand nombre lisse, en entier ou en partie ? Comment en outre quelques unes de ces pierres auraient-elles pu obtenir ou seulement conserver

les protubérances telles que nous les offrent les numéros 4 et A qui sont de la même matière ?

f) Comment, dans la même hypothèse, se serait-il fait que les moulures et les rainures se trouveraient, sans exception, en congruence parfaite avec les lamelles intérieures ?

g) Enfin, si les pierres d'Imatra eussent été des pierres qui auraient reçu leurs moulures par un mouvement gyratoire, comment auraient-elles pu s'agglutiner à des morceaux de granite et même modifier leur forme sur les contours de chaque morceau ?

Si donc les pierres d'Imatra *rondes* monotypes n'ont pu être conformées par des tournoiemens de l'eau, comment expliquera-t-on la conformation des monotypes *ovales* qui offrent une si grande régularité ? Comment enfin construire les bitypes, tritypes etc. réguliers et irréguliers par des tourbillons qui eussent été si proches l'un de l'autre qu'ils eussent dû nécessairement ou se détruire ou former un seul tourbillon elliptique qui n'eût jamais pu donner à ces pierres leur forme actuelle ? Une pierre oblongue n'aurait pu obtenir de moulures ou rainures qu'à ses extrémités.

2) La seconde hypothèse gyratoire, que l'on pourrait poser, consisterait à admettre que l'eau qui forme les tourbillons contient les élémens de ces pierres déposés par le tourbillon même. En effet, si l'on suppose un tourbillon d'eau trouble qui en contienne les élémens terreux, ces élémens ne se précipiteront pas à la circonférence à cause de la grande vitesse de mouvement qui y a lieu. Mais ce mouvement diminuant vers l'axe et y étant nul, les particules de terre pourront s'y déposer et y former un noyau dont le rayon augmentera jusque là où la vitesse du tourbillon empêche le dépôt. Ce mode de construction paraît expliquer non seulement la formation des monotypes circulaires, mais aussi celle des monotypes ovales, en ce que le tourbillon peut avoir l'un et l'autre genre de figure. L'hypothèse pourra encore supposer que ces tourbillons n'ont

eu lieu que dans le tems des crues d'eau, tems auquel les fleuves charrient encore aujourd'hui des terres enlevées aux régions supérieures et durent dans les siècles passés en charrier bien davantage; d'où l'on pourrait déduire les couches parallèles dont se composent les pierres d'Imatra, puisque les terres enlevées peuvent varier successivement de nature ou de couleur.

Voyons si cette hypothèse, considérée du côté mécanique, peut expliquer la forme extérieure de nos pierres et ensuite si elle s'accorde avec les résultats du chapitre précédent.

a) On sait que tout mouvement dans une couche d'eau sur un fond solide, comme celui d'une rivière, a son maximum à la surface de l'eau et son minimum au fond, de sorte que si l'on prend une verticale pour ligne des abscisses et si l'on porte les vitesses en guise d'ordonnées, on obtient une courbe qui peut se rapporter à une parabole ou à une demi-ellipse. Le mouvement gyrotoire de nos tourbillons doit être soumis à la même loi, puisqu'il reçoit sa vitesse du fleuve. D'où il suit que les couches qui se précipiteront autour de l'axe, doivent avoir au fond de l'eau leur plus grand diamètre, qui doit diminuer de bas en haut. Ainsi les pierres d'Imatra auraient toutes une base plate; ce qui est contraire à ce que nous disent toutes celles que j'ai vues.

b) Dans cette hypothèse il serait impossible de construire les moulures et moins encore les rainures de nos pierres; car cette construction exigerait des sauts brusques dans les vitesses qui auraient lieu à différentes hauteurs du tourbillon. Or ces vitesses diminuent de haut en bas en progression dont les incréments sont infiniment petits. Ainsi nous n'aurions que des pierres d'Imatra sans moulures ou rainures.

c) Nous n'aurions également aucunes rugosités, aucunes proéminences, aucunes excroissances à la surface de ces pierres.

d) J'ai trouvé les pierres d'Imatra si proches les unes des autres, qu'il est impossible d'admettre que les tourbillons qui les auraient formées et qui auraient dû avoir des diamètres beaucoup plus grands que les monotypes qu'ils devaient construire, ne se fussent pas confondus et n'eussent formé que des monotypes ovales. Mais le résultat des observations est que les monotypes ronds sont incomparablement plus nombreux que celui des ovales.

e) Les pierres d'Imatra, ainsi construites par des terres d'alluvion ou de transport, n'auraient nullement pu obtenir les degrés de dureté qui ont été désignés au chapitre III. B.

f) Où ces terres d'alluvion auraient-elles pris le sulfate de fer qu'elles contiennent toutes? Ce minéral est, comme on a le sait, très dur, ne se dissout pas dans l'eau et ne peut par conséquent ni se réduire en poudre impalpable par un courant d'eau, ni y être en solution.

Il serait inutile de multiplier ces objections; il suffit d'ajouter que dans cette hypothèse la formation des bitypes, tritypes etc. est impossible parce que les tourbillons se seraient nécessairement confondus et n'auraient formé que des monotypes allongés¹⁸⁾.

Hypothèse stalactitique.

Le principe de la filtration, qui est celui de la formation des stalactites, fournit une hypothèse de formation qui au premier coup-d'oeil paraît pouvoir expliquer celle des pierres d'Imatra. La grande variété de figures des stalactites offre un vaste champ à l'imagination pour déterminer hypothétiquement les circonstances qui produiraient des formes analogues à celles de ces pierres. On pourrait, par exemple, pour expliquer pourquoi ces

18) J'espère que le lecteur voudra bien excuser cette exposition un peu longue de ces deux hypothèses, qui, lorsqu'on a lu le chapitre précédent, se réfutent presque d'elles-mêmes. Ce qui m'y a engagé, c'est l'inclination que même des personnes instruites en histoire naturelle témoignent à adopter ces idées de tournoiements dans l'eau.

concrétions ne sont pas devenues des colonnes par un accroissement continu, supposer que les pores que l'eau s'était percées dans la voûte des cavernes stalactitiques, ont été bouchés par une couche subvenue d'argile qui a interrompu la filtration, etc.

Qu'il me soit permis, dans le but de traiter ce sujet avec toute la clarté désirable, d'intercaler un extrait de ma théorie de la formation des stalactites, telle que je l'ai livrée dans ma Géologie. Il paraîtra, j'espère, d'autant moins déplacé que cette théorie sera neuve pour tous ceux qui n'ont pas lu ma *Physique de la terre*.

Les cavernes que nous trouvons fréquemment dans le calcaire, sont celles où se forme la stalactite avec ces figures si variées; et c'est à Mr. Heim que nous devons l'idée heureuse que ces cavernes, de même que celles qu'on trouve dans les grès, sont dues à une force expansive qui a agi du dedans au dehors; ce qui se prouve par la courbure plus ou moins prononcée des parois et du toit, par les crevasses, par des débris de la roche et par des masses qui se trouvent quelquefois encoignées dans les crevasses. On n'y trouve nulle part des débris de laves ou de tufs volcaniques, aucun vestige matériel de l'action du feu. Et cependant c'est à cette action que ces cavernes doivent leur naissance.

Représentons nous une des grandes cavernes volcaniques, les foyers des volcans, telles que je les ai décrites, au moment d'une explosion intérieure qui fait trembler la terre dans un circuit considérable, sans produire cependant des éjections visibles et une de ces explosions qui produisent de grands soulèvements, ou bien une production lente de gaz hydrogène et surtout de vapeur d'eau qui forme petit à petit les cavernes qui ont élevé nos continens, on conçoit que souvent il se sera formé des fentes dans la voûte ou dans les flancs des cavernes à travers les roches dures, telles que les granites, les phyllades, le calcaire primitif, le porphyre etc. Si ces roches se sont trouvées couvertes au dessus de ces fentes de calcaire se-

concaire ou de grès, qui n'aient encore acquis qu'une partie de leur dureté actuelle, ces couches, encore plus ou moins molles, auront cédé à la force expansible du gaz et de la vapeur et formé des cavernes plus ou moins grandes et plus ou moins hautes, selon la portion plus ou moins grande des substances élastiques émises et en raison inverse de la dureté de la masse qui s'est détachée de son sol. La fente étant refermée, le gaz et la vapeur emprisonnés perdront, en se refroidissant, de leur élasticité et de leur volume, et la voûte de la caverne s'abaissera d'autant plus qu'il y aura eu une plus grande proportion de vapeur qui, arrivée au dessous de sa température d'ébullition, se change en eau liquide proportionnellement à la pression de sa propre masse, de celle de l'océan et de l'atmosphère d'alors. Telle est l'origine de ces cavernes sur-baissées d'une très grande étendue et d'une hauteur proportionnellement petite. Je devrais peut-être parler encore de l'influence de la chaleur, de la vapeur et du gaz sur la roche soulevée, du retrait de l'océan et de la diminution successive du poids de l'atmosphère. Mais il suffit d'avoir nommé ces circonstances; le physicien en déduira facilement les effets sur ces cavernes secondaires. Je passe à la formation de la stalactite elle-même.

On a trouvé de la difficulté à concevoir que l'eau atmosphérique, en filtrant au travers de la roche calcaire, puisse enlever de cette substance, puisque l'eau ne dissout pas la chaux carbonatée. On sait en outre que la chaux enlevée par la filtration, n'est pas enlevée en parties très fines non dissoutes, puisque le liquide est transparent comme l'eau la plus limpide. D'ailleurs, si les particules de chaux étaient dans le liquide à l'état concret, elles formeraient des masses tendres comme la craie et non des masses cristallisées d'une grande dureté et élasticité, comme le sont par exemple les colonnes de stalactite.

Deux observations très faciles à faire doivent mener très naturellement à la solution du problème. La première est que la stalactite est une

Pierre cristallisée et contient par conséquent plus d'acide carbonique que la roche sous laquelle et de laquelle elle est née. La seconde est qu'il ne se forme de stalactite que dans les roches calcaires dont la surface extérieure est couverte de végétation. Les roches dont la surface en est dénuée ne produisent point de stalactite.

Or, la putréfaction des matières végétales produit de l'acide carbonique, dont l'eau atmosphérique s'empare en partie pour l'amener en contact avec la roche calcaire où il se combine avec la chaux en traversant lentement la roche. Dans la grotte de Muggendorf il tombait il y a environ 45 ans une goutte dans environ une seconde, de sorte que, chaque goutte provenant d'un circuit de roche d'un diamètre égal à la distance entre deux gouttes et imprégné de cette eau, l'acide a eu le tems (vû surtout les nombreux points de contact) de se saturer de chaux, c'est-à-dire de faire de la chaux carbonatée un carbonate parfait susceptible de cristallisation. Et si nous ne voyons pas ce carbonate aussi visiblement cristallisé que celui d'Islande, c'est que la cristallisation est constamment troublée par la chute de nouvelles gouttes.

La couleur des stalactites varie du plus beau blanc de marbre jusqu'au jaune et au brun foncé. Les parties colorantes proviennent de la terre végétale, dont les plus fines particules s'attachent à l'eau et pénètrent avec elle le filtre de pierre, comme, par exemple, les plus fines particules de tournesol pénètrent le filtre de papier. Pour m'assurer que cette comparaison est juste, j'ai jeté dans un verre d'eau une portion de humus et après avoir, quelques heures après, filtré le tout dans du papier, j'ai obtenu un liquide rouge-jaunâtre qui, renfermé dans un flacon bien bouché, n'a livré après plusieurs mois aucun dépôt. Il en est de même d'autres substances où le carbone n'est qu'imparfaitement comburé, telles que du café brûlé, du tabac, de la suie etc. Ces dernières considérations expliquent facilement la couleur ordinairement très pâle des stalactites, de même

que plusieurs enveloppes concentriques plus foncées, dont la tranche rappelle les cercles concentriques des troncs d'arbres.

Le même mécanisme qui produit goutte à goutte tant de formes diverses que nous admirons dans les cavernes de stalactites, à qui nous donnons les noms de colonnes, de rideaux, de chaires, d'autels, de filigrammes etc. paraît également propre à produire les formes de nos pierres d'Imatra avec leurs stries. Il paraît qu'il ne faudrait que supposer deux choses; l'une que les gouttes tombent bien plus rarement afin que l'évaporation se fasse avec moins de turbulence et, par la même raison, que les voutes soient beaucoup plus surbaissées, afin que le liquide imprégné de la matière calcaire ne soit pas disséminé. Mais cette apparente simplicité de construction et tout ce que nous pouvons dire en faveur de cette hypothèse, qui succombe sous les objections suivantes.

1) Ce mode de formation ne pourrait produire que des moitiés de pierres d'Imatra du genre à moulures, précisément de celles qui sont incomparablement les plus fréquentes. La moitié inférieure ne pourrait exister et la base de la supérieure serait plate comme la surface sur laquelle elle se trouverait.

2) Les stalactites adhèrent toutes à la surface sur laquelle elles sont nées, que celle-ci soit horizontale ou verticale avec toute la force de cohésion de la pierre elle-même. Il est vrai que ma collection possède plusieurs pierres d'Imatra adhérentes à des morceaux de granite, mais seulement au nombre d'une vingtaine sur plus de 400 que contient ma collection et des milliers que j'ai vues sur le rivage, qui toutes n'ont jamais été attachées à une roche ou pierre quelconque.

3) La substance des pierres d'Imatra est de tout autre nature que celle des stalactites. Elle ne contient en chaux carbonatée pas toute la moitié de sa masse et a par contre plus d'un quart en alumine ferrugineuse, presque $\frac{1}{5}$ de silice et presque $4\frac{1}{2}$ pour cent de soufre. Une roche d'une

telle composition ne pourrait nullement devenir un filtre et moins encore offrir des passages à tant de substances insolubles dans l'acide carbonique.

4) Enfin l'on devrait se demander qu'est devenue la caverne qui aurait dû exister au pied de l'Imatra pour y produire ces stalactites? Assurément elle pourrait avoir été détruite par une révolution quelconque, par quelque courant qui en aurait dispersé les débris. Mais ce même courant qui eût entraîné ces cartiers de roche si loin que l'on n'en trouve aucun reste dans toute la contrée, aurait-il laissé ces petites pierres arrondies tranquillement dans leur gîte?

Hypothèse géologique.

Mr. Hoffmann parle, dans son petit ouvrage cité, des pierres d'Imatra et de leur origine de la manière suivante.

„Les pierres calcaires argileuses désignées sous le nom de pierres d'Imatra, sont connues. Leur forme est frappante; elle ressemble ordinairement à un huit couché ∞ , et la circonstance qu'on les trouve dans le fleuve, au dessous de la cataracte, a répandu l'opinion qu'elles y ont été amenées d'en haut et doivent leur forme à un mouvement gyrotoire sur une base pierreuse. Il suffit d'une courte visite à l'endroit où on les trouve, au village Mieck à une werste au dessous de la cataracte, pour prouver la fausseté de cette opinion. Le côté gauche du fleuve est une pente d'argile haute de 35 pieds. A une hauteur que l'eau n'atteint pas, l'argile, dans laquelle se trouvent ces pierres, est sablonneuse, ce sont des poudingues de chaux qui se sont séparées (*ausgeschieden*) de l'argile. C'est tout-à-fait la même formation que celle des poudingues calcaires de Lyme regis que La Bèche décrit“.

Je m'abstiens de toute remarque sur ce passage, relativement à la figure de ces pierres et aux principes dont elles sont composées, puisque l'auteur nous renvoie aux pierres de Lyme regis, décrites par Mr. de la Bèche.

Ce célèbre géographe pose en principe que les eaux atmosphériques, en traversant par voie de filtration les roches de l'écorce de notre terre surtout les calcaires et les feldspatiques, en dissolvent une partie et les amènent dans les sources et les rivières qu'elles produisent et que ce dé-litement entraîne, soit directement, soit secondé par des causes mécaniques, des terres non dissoutes qui finissent par se rendre à la mer, où ces parties entraînées rencontrent les sels de l'eau de mer et forment de nouvelles couches par leur action réciproque les unes sur les autres. Ce principe, ajoute-t-il constaté tous les jours par l'analyse de l'eau des sources et des fleuves, est incontestable et l'on peut poser que les stalactites et les stalagmiques prouvent, que dans l'intérieur de la terre il peut se former des concrétions isolées qui participent de la nature du sol où elles apparaissent ou d'un sol plus éloigné.

Mr. de la Bèche paraît cependant abandonner ce principe ou du moins le restreindre à de très petits espaces, et lui substituer celui d'une attraction réciproque des terres elles-mêmes. Voici comment il s'exprime¹⁹⁾.

„Il se trouve dans les roches d'origine mécanique des aggrégations produites par une attraction réciproque et qui sont très remarquables. Il

Fig. I.

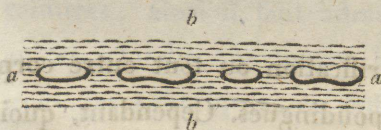


Fig. II.



„n'est pas rare de découvrir dans l'argile mêlée à du carbonate de chaux des poudingues plus riches en chaux que le reste de la masse et qui, „comme nous le verrons facilement, ne sont pas des corps arrondis avant „la précipitation de la masse, quoique, vus à quelque distance, cela pa-

19) J'ai traduit ce passage de l'édition allemande de Mr. Hartmann, p. 56.

„roisse ainsi. Nous choisissons pour l'explication quelques uns des poudingues renfermés dans le lias du *Lyme regis* en Angleterre“.

„Les Poudingues *a, a* (fig. I.) sont placés en file parallèle à la direction générale des couches, non loin du lias calcaire qui, alternant avec de la marne et de l'argile schisteuse, fait la partie inférieure de la formation du lias. Ces poudingues contiennent une plus grande proportion de chaux carbonatée que l'argile schisteuse et la marne au dessus, au dessous et à côté d'eux. On pourrait conclure de là que ce sont des concrétions concentriques; mais ce n'est pas cela“.

„Une tranche ou une rupture d'un pareil poudingue prouve qu'ils sont feuilletés ou schisteux comme l'indique la fig. II., et que les feuillets ont la même direction que les couches de la formation et celle de la marne et de l'argile schisteuse dans lesquelles elles sont recluses et l'on ne peut douter qu'ils faisaient autrefois des couches continues. Les particules de matière calcaire se sont séparées de la masse de la marne et se sont réunies“.

„Lorsque l'on casse ces poudingues par le milieu en direction parallèle aux feuillets, on trouve ordinairement quelque pétrification, [par exemple un poisson, un ammonite, un nautilus ou un morceau de bois, qui livrent un centre d'attraction pour les diverses particules de la matière calcaire qui se sont concentrées“.

„Nous pouvons donc conclure qu'une pétrification ou tout autre corps solide était nécessaire à la confection de ces poudingues. Cependant, quoique de pareils corps se trouvent ordinairement au milieu de ces poudingues, ils ne s'y trouvent pas toujours et quelques uns ne contiennent pas dans toute leur masse d'ammonites ou d'autres coquillages. Ainsi les fossiles pétrifiés ou autres ne sont pas essentiellement nécessaires à la formation des poudingues. Les poudingues sont le résultat de l'aggrégation des particules de chaux qui n'a pas fait disparaître la structure

„feuilletée. Si nous admettons qu'une certaine ligne ait contenu de la „matière calcaire, à la vérité trop peu abondante pour former des couches „calcaires, et en même tems trop pour rester répandue dans la marne et „s'y réunir en petites masses, nous approcherons vraisemblablement de la „vérité“.

Mr. de la Bèche ajoute que cette hypothèse lui a été suggérée par la considération de plusieurs files parallèles d'autres poudingues non feuilletés de calcaire argileux qui se trouvent dans le lias supérieur enfermés dans des couches de schistes argileux.

Avant d'examiner cette hypothèse, voyons préalablement si nos pierres d'Imatra sont identiques avec les poudingues décrits par Mr. de la Bèche²⁰). Les pierres d'Imatra ne sont point schisteuses ou feuilletées, comme celles de *Lyme regis*; ce qui cause une différence notable, les pierres d'Imatra n'étant, à l'intérieur que striées.

Par contre les autres poudingues aplatis que ce Géologue a trouvés dans des schistes argileux ne sont pas feuilletés, mais compactes; ce qui forme une ressemblance avec celles de nos pierres d'Imatra qui n'ont pas de moulures et ne sont pas striées.

Mr. de la Bèche ne parle dans ses descriptions ni de moulures ni de rainures; ainsi il faut admettre que ces pierres n'ont ni les unes ni les autres, tandis que toutes les pierres d'Imatra, à l'exception de quelques unes (les sphériques) en ont. Et comme les pierres à moulures et à rainures ont toutes des stries, il faut conclure que celles de *Lyme regis* et les autres n'ont pas de stries, d'autant plus que Mr. de la Bèche n'en parle pas.

20) Quelque peine que je me sois donnée, je n'ai pu me procurer une seule des pierres de *Lyme regis* et dois me contenter de faire cette comparaison d'après la description ci-dessus.

Malgré ces différences, je regarde comme possible que les pierres de Mr. de la Bèche et les miennes appartiennent à la même classe. Si ce célèbre géognoste nous avait livré l'analyse de ces pierres, nous pourrions décider sur cette opinion; ce qui prouve de nouveau de quelle importance / sont les analyses des minéraux pour la Géologie. Cette possibilité m'engage à examiner l'hypothèse de Mr. de la Bèche concernant la formation de ces pierres.

Il existe selon lui une attraction réciproque de certaines roches de formation mécanique. Or nous ne connaissons que trois catégories d'attraction, la gravitation, l'attraction de surface et l'affinité. La première ne peut avoir aucun effet du genre que l'hypothèse suppose; car plusieurs couches superposées l'une à l'autre n'ont d'autre effet que de comprimer les inférieures et ne peuvent abandonner certaines parties de leur masse, telles que du calcaire, ni aux couches supérieures ni aux couches inférieures.

L'attraction de surface entre deux portions de matière homogènes ou hétérogènes, n'a lieu qu'au contact, c'est-à-dire à une distance infiniment petite et ne peut séparer l'une de l'autre, deux substances dont la réunion forme un corps composé. En général elle ne décompose pas; au contraire elle forme des aggrégations et détermine la force de cohésion.

L'affinité seule opère, par des actions que nous nommons chimiques, les compositions et les décompositions, amène une des substances dont un corps est composé vers un autre. C'est donc d'elle que nous devrions attendre le transport d'une portion de calcaire vers les corps qui ont plus d'alumine. Mais cette attraction n'a également lieu qu'au contact et ne propage son action à distance que par des pas infiniment petits, laissant à chaque pas une portion de la substance qu'elle charrie (V. ma théorie de la marche spontanée des substances chimiques dans mon cours allemand

de Physique et dans mes Entretiens sur la Physique) et dans chaque couche infiniment mince toujours plus que dans les suivantes.

Dans l'hypothèse que nous examinons, le calcaire du lias au contraire fait un saut au travers de la marne ou de l'argile schisteuse dans lesquelles se trouve la pierre à former, sans saturer les couches traversées. La Chimie entière ne nous a encore présenté nulle part un phénomène de ce genre. On demande encore pourquoi le calcaire traverse une partie de la marne ou de l'argile sans se réunir à elle et ne se réunit que dans le milieu de cette couche. La pierre devrait se former dans la couche supérieure.

Les anciens chimistes nous ont dit: *Corpora non agunt nisi fluida* et les nouveaux le répètent tous avec raison. Donc le calcaire voyageur aurait dû être à l'état liquide. Mais Mr. de la Bèche rejette toute espèce de filtration, également avec raison, puisque le calcaire n'aurait pas formé des poudingues au milieu de la couche de marne ou d'argile, mais aurait pénétré la couche entière, dans le sens de l'épaisseur.

L'auteur de l'hypothèse a très justement senti qu'il ne peut pas faire agir l'attraction qu'il suppose, uniquement sur des portions de marne ou d'argile feuilletée, limitées sur le sens de la longueur et la largeur; aussi admet-il que l'opération a eu lieu sur toute l'étendue de la couche, a formé une couche continue de cette masse dont les poudingues sont composés et qu'ensuite cette couche a été rompue en petits morceaux. Mais il n'assigne pas la cause qui a causé ces nombreuses ruptures et produit les espaces considérables entre les poudingues. On pourrait chercher cette cause dans le retrait que cette masse aurait subi par le dessèchement. Mais, sans examiner si ce retrait aurait pu former des hiatus aussi considérables (car Mr. de la Bèche n'a fourni aucune donnée qui pût servir de base au calcul) j'observe seulement que l'humidité des couches au dessus, au dessous et aux côtés des poudingues a dû être la même que celle de

ceux-ci, et par conséquent le retrait; ce qui annullerait le retrait relatif et toute scission. Ou bien voudra-t-on admettre que le calcaire plus pur du lias que celui de la marne ait pu produire des hiatus aussi considérables? Je doute que personne puisse ou veuille l'affirmer.

Les poudingues sont arrondis aux deux bouts; c'est du moins ce qu'indiquent les dessins de Mr. de la Bèche. Mais lorsqu'une masse terreuse se gerce par le retrait, les morceaux ne sont pas arrondis à leurs bouts, mais offrent toujours l'image d'une fracture irrégulière. Dira-t-on que la viscosité de la masse, ou plutôt l'attraction mutuelle de ses molécules, arrondit ces bouts comme celle des particules de l'eau ou du mercure arrondissent les bords d'une petite nappe de ces fluides sur un métal poli ou sur une surface vernissée? Je réponds à cela que, le retrait se faisant lentement, la première, la plus petite gerçure doit d'abord se remplir par la masse adjacente molle, comprimée par le poids des couches supérieures et celui de l'atmosphère. En effet les espaces entre les poudingues sont comblés. La plus visqueuse de toutes les terres que la nature nous offre en grandes masses, l'argile, n'offre jamais, lorsqu'elle se dessèche, des figures arrondies mais toujours des gerçures très irrégulières; la chaux détrempée se comporte de même; la silice combinée avec de la potasse, également.

D'autres auteurs voudront-ils statuer à cet effet une force répulsive de poudingue à poudingue? Il est vrai que maint géologue a fait et fait encore violence à l'électricité, qui doit, expliquer et construire tout ce que ces grands savans ne savent ni expliquer ni construire. Pauvre servante qui doit non seulement porter la lanterne dans l'obscurité où nous nous perdons, mais dont on fait souvent encore une malheureuse caryatide, forcée de porter sur sa tête tous les édifices désordonnés de notre imagination!²¹⁾

21) Comme Mr. de la Bèche n'a point parlé d'électricité, il ne prendra sûrement pas pour lui cette petite sortie contre les électromanes. Il sentira de même que j'ai dû combattre

*Hypothèse organique.*A. *Considérations générales sur la pétrification.*

L'hypothèse organique consiste à considérer les pierres d'Imatra comme des êtres organisés pétrifiés. Si nous considérons les êtres organisés, soit à leur extérieur soit à leur intérieur, nous trouvons constamment que chaque espèce est formée sur un type général, nullement méconnaissable; mais varié dans ses détails et dans son ensemble pour chaque individu. La nature s'est imposé dans ses productions organiques une loi invariable, la loi des types, mais s'est réservé en même tems le droit de modifier les formes jusqu'à un certain point dans les espèces et dans les individus, une spontanéité dont elle use jusques dans les plus petits détails, basée sur la loi de la variété, pour dire partout à l'homme que c'est un Etre infiniment intelligent qui préside à ces oeuvres admirables et l'inviter à employer son intelligence bornée à la recherche de ces merveilles.

La nature observe ces mêmes lois des types et de la variété relativement au mouvement. Dans les végétaux il n'existe qu'à l'intérieur, le peu de mouvement extérieur que nous observons dans les plantes n'étant que mécanique, produit par des causes extérieures et ne décelant aucune spontanéité de la part de l'individu. Dans les animaux le mouvement est intérieur et extérieur et celui-ci est évidemment l'effet d'une velléité appartenante à l'individu.

La nature ne nous offre rien de semblable dans la structure des minéraux. Ses productions sont ici ou des cristaux de formes régulières, constantes, tant que des causes extérieures ne les modifient pas, ou des corps sans forme assignable, nés de l'adhérence de pulvicules inpalpables

son hypothèse, parce que les opinions, fondées ou non, de savans célèbres sont de règle admises sans examen; témoin, par ex., l'hypothèse platonique des plus grands géologues.

précipitées par d'autres opérations chimiques que celles qui ont formé les cristaux. La loi de la variété ne s'observe que dans la disposition des masses en petit comme en grand, disposition qui a dépendu de causes mécaniques extérieures agissant comme au hasard. La Géognosie et la Géologie nous en offrent partout les preuves.

Considérons par contre une pétrification. C'était jadis une plante ou un animal qui croissait par lui-même et subit enfin, également par lui-même, la décomposition de sa substance, en quelque sorte son anéantissement. Aujourd'hui c'est une pierre qui nous remet sous les yeux toutes ses formes, sa structure entière; c'est une pierre dont la dureté surpasse celle du bois et des os et égale souvent celle des pierres les plus dures, un carbonate de chaux ou un silicate.

Nous connaissons fort peu le procès de la pétrification. Ce que j'en ai appris par quelques observations sur du bois incomplètement pétrifié, est que la substance organique subit préalablement une carbonisation et il paraît que cette opération change la substance en acide carbonique qui en cédant sa place, en quantités infiniment fines, précipite la chaux ou la silice que le fluide ambiant tient en dissolution: ce qui explique pourquoi ces deux terres ne se placent que là où était la matière organique et non dans les interstices. Les végétations métalliques nous offrent une opération de ce genre. Dès qu'il s'est formé la plus petite molécule de métal pur, l'hydrogène de l'eau, libéré par l'électricité négative produite par l'oxydation du zink, décompose le métal oxydé et acidifié et le dépose sur la molécule déjà désoxydée. Au reste je ne donne pas cet exemple comme le modèle de ce qui se passe dans l'acte de la pétrification, mais seulement comme une analogie qui peut mener plus loin.

On objectera peut-être que nous ne connaissons pas encore de pétrifications d'une couleur aussi foncée que celle de la plupart des pierres d'Imatra, couleur que l'on pourrait attribuer à la grande quantité d'alumine

ferrugineuse où le fer est à l'état de deutocide. Mais ce que nous ne connaissons pas encore peut parvenir à notre connaissance et je livrerai plus bas l'analyse d'une pétrification calcaire qui contient 0,2805 d'alumine ferrugineuse où le fer est ou à l'état de deutocide en très petite quantité ou à l'état de protoxide. Les infusoires découvertes dans tant de silicates nous étaient naguères si complètement inconnues, que si quelqu'un nous les eût annoncées sans nous les montrer par milliers et sous de nombreuses espèces, comme l'a fait Mr. Ehrenberg, il eût été pris pour un lunatique.

Il s'agit de savoir si cette opinion est en contradiction avec les phénomènes connus. L'analyse de ces pierres ayant démontré que la chaux et la silice (deux terres pétrifiantes) font ensemble en moyenne une quantité deux fois et demie aussi grande que l'alumine ferrugineuse, il n'y a aucune raison d'admettre que celle-ci ne soit restée attachée par adhésion aux deux premières. Lorsqu'on a enlevé la chaux au moyen de l'acide hydrochlorique, le résidu filtré offre à l'oeil une masse homogène gélatineuse un peu colorée, dans laquelle l'alumine ferrugineuse est également disséminée en parties infiniment déliées; et s'il est vrai, comme l'on ne peut en douter, que la pétrification soit une apposition des particules des terres pétrifiantes à chaque point où la substance organique se trouvait, il n'y a absolument aucune raison de penser que l'alumine et l'oxide de fer tellement déliés ne s'y soient également apposés, entraînés par leur adhésion à la silice ou à la chaux. Au reste je ne conclus pas de là que l'alumine, seule ou avec l'oxide de fer, dût être une substance pétrifiante. Il faudrait qu'elle pût être précipitée par la matière organique; ce que j'ignore. Il paraît qu'elle entre dans l'acte de la pétrification non comme agent, mais seulement comme compagne des deux terres éminemment pétrifiantes.

Ce qui m'a le plus étonné de tous les phénomènes que j'ai pu observer relativement aux pierres d'Imatra, a été de trouver dans la composition de ces pierres du soufre dans la proportion importante de presque

4 $\frac{1}{2}$ pour cent. Or il est certain (comme il a été dit plus haut) qu'il ne préexistait pas dans les terres pétifiantes, mais dans le corps pétrifié ensuite. Car le sulfure de fer n'est pas soluble dans l'eau pure; et si l'eau contenait un acide ou un sel, il ne pouvait en résulter qu'une décomposition du sulfure qui eût expulsé le soufre en forme d'hydrogène sulfuré, comme cela a eu lieu dans les analyses par l'acide hydrochlorique.

Ainsi le soufre des pierres d'Imatra appartient nécessairement au corps pétrifié, non aux matières pétifiantes. Donc toute pierre d'Imatra a été avant la pétrification un *ens sui generis*.

Il a été prouvé plus haut avec évidence que ni des opérations mécaniques, telles que des tournoiements d'eau ou des infiltrations, ni des opérations d'une attraction quelconque, n'ont pu produire les pierres d'Imatra. De toutes les forces de la nature à nous connues il ne nous reste plus que les forces organiques pour expliquer la formation de ces corps singuliers et il s'agit d'abord de savoir à quel règne des êtres organisés ils appartiennent ²²⁾.

B. Hypothèse végétale.

Les végétaux ne nous offrent qu'une famille, les champignons charnus, dont les formes paraissent pouvoir se rapporter à quelques formes des pierres d'Imatra, et il s'agit d'abord de savoir si ces champignons contiennent du soufre. On sait que parmi les 7 acides que la Chimie moderne a découverts dans les champignons d'aujourd'hui se trouve l'acide sulfurique. Or ce n'est pas sous la forme d'acide que le soufre est dans les pierres

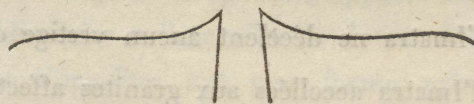
22) Peut-être a-t-on trouvé les réfutations des autres hypothèses un peu prolixes. Mais j'espère qu'à présent le lecteur sera persuadé qu'il était nécessaire de ne laisser aucun doute sur l'insuffisance de ces hypothèses et d'ôter tout refuge à ceux qui, contents d'explications vagues, seraient tentés d'y tenir encore.

d'Imatra, mais sous celle de sulfure; car l'acide hydrochlorique ne décompose pas l'acide sulfurique. Pour savoir si les champignons ne contiendraient pas aussi du sulfure, je les soumis à l'éprouvette qui décéla son existence d'une manière très décidée. J'en essayai ainsi en tout 18 espèces des genres *agaricus*, *polyporus*, *hydnum*, *bovista*, *irpex* etc. dont je dois la plupart à l'obligeance de notre célèbre cryptogamiste Mr. Weinmann. Ainsi il paraît qu'un sulfure est un des ingrédients des champignons charnus, et cet indice annonce une analogie chimique importante avec les pierres d'Imatra, si tant est qu'il ait existé des champignons antédiluviens²³).

Mais d'autres substances des champignons, telles que les acides phosphorique et sulfurique, forment des différences tout aussi importantes. Leurs combinaisons avec la chaux n'auraient pu disparaître ni dans l'eau ni par la carbonisation des autres substances.

Quant à la forme extérieure et intérieure, il se trouve encore des différences essentielles entre les champignons et les pierres d'Imatra.

1) Les pierres d'Imatra à moulures, celles avec lesquelles les champignons auraient le plus de ressemblance, sont convexes à leur moitié inférieure comme à leur moitié supérieure. Ce n'est pas le cas pour les champignons charnus. Leur surface supérieure est, à la vérité, presque toujours bombée, quelquefois conique, mais l'inférieure pas; celle-ci est le plus souvent creuse quelquefois plate, d'autres fois comme la figure ci-jointe



2) Les contours des champignons n'ont jamais la grande régularité des pierres d'Imatra. On n'en trouve point qui aient des figures ovales ré-

23) On ne peut guère se refuser à cette opinion quoique ce genre de pétrification soit rare, et que nous n'ayons aujourd'hui, autant que je sache, aucune espèce de champignons qui croissent dans la mer. Il peut y en avoir eu autrefois.

gulières et leur épaisseur n'est jamais partagée en couches (moulures) comme les pierres d'Imatra.

3) Les champignons n'offrent point de lamelles horizontales dans leur intérieur.

4) Les surfaces des pierres d'Imatra n'offrent jamais des orifices de tubes ni des lamelles libres, verticales, que l'on observe clairement dans les champignons pétrifiés, comme dans les champignons de nos jours.

5) Les champignons qui croissent en touffe, comme quelques *agaricus*, ne se lient pas entre eux par une bande de leur substance avant de se toucher comme les types des pierres d'Imatra dans les bitypes, tritypes etc. Au contraire lorsqu'à force de croître ils se touchent et croissent encore, ils forment réciproquement une tranche plane qui est là une diminution de leur volume. Parmi le grand nombre de pierres d'Imatra que j'ai vues et recueillies je n'ai pas trouvé un seul exemple de cette réunion.

6) Il croît des espèces d'*agaricus* à la surface du tronc de quelques arbres, formant des demi-disques, nommément comme quelques pierres d'Imatra sur des morceaux de granite. Mais cette ressemblance est illusoire; car il ne croît sur des roches ou rocaïlles aucune espèce de champignons, excepté de maigres lichens qui n'ont nulle analogie de forme avec les pierres d'Imatra. De même ni moi, ni mes compagnons à la recherche de ces pierres, n'en avons trouvé aucune sur un morceau de bois pétrifié.

7) Les pierres d'Imatra ne décèlent aucun vestige de tiges ni de racines.

8) Les pierres d'Imatra accolées aux granites affectent de se placer sur leurs flancs, jamais sur leurs surfaces supérieures horizontales. Les lichens par contre n'affectent pas cette répugnance pour les surfaces horizontales, et les champignons charnus paraissent croître de préférence sur un sol horizontal.

J'ai cru devoir présenter toutes ces preuves, parce qu'une ou deux

auraient pu paraître insuffisantes pour prouver que les pierres d'Imatra ne sont pas des champignons charnus pétrifiés. Mais leur ensemble doit satisfaire tout esprit non prévenu.

Ainsi, après avoir examiné cette dernière hypothèse, il ne me reste plus qu'à m'adresser au règne animal pour trouver, s'il est possible, la solution de notre problème.

C. Hypothèse stercorale.

Les excréments pétrifiés d'animaux marins, surtout d'Ichtyosaurus et vraisemblablement d'autres Sauriens, que l'on trouve en très grand nombre sur différens points de l'Angleterre et que Mr. Buckland a décrits avec soin dans *le monde primitif et ses merveilles*, pourraient faire naître l'idée que les pierres d'Imatra seraient peut-être des Koprolites. Comme cette idée pourrait être partagée par plusieurs savans, je vais en faire l'examen.

D'après la description de ce célèbre naturaliste, ces corps ont une forme oblongue, cylindrique, conique à un bout et quelquefois aux deux bouts. Le caractère principal de leur structure est une hélice de trois jusqu'à six tours qui se perdent en filets presque rectilignes aboutissant au sommet du cône. Ces filets, les spiraux et les rectilignes, disparaissent dans les excréments de petits Sauriens. La tranche qui passe par l'axe offre des dessins de cônes curvilignes, irréguliers, apposés les uns sur les autres, et la tranche perpendiculaire à l'axe offre le dessin d'une spirale également irrégulière. D'autres Koprolites ont une forme aplatie très irrégulière, comme d'une masse très molle ²⁴).

Souvent ces excréments sont mêlés à leur surface et à leur intérieur d'écailles, de fragmens d'os, de petites dents de Sauriens ou de poissons,

24) Les Sauriens qui nous ont fait ce cadeau avaient apparemment la diarrhée!

des débris de coquilles etc. On a même trouvé un jeune Saurien entier dans le ventre d'un grand Ichtyosaurus.

D'autres Koprolites enfin ressemblent à des pommes de terre de figure de rognon, dont au reste Mr. Buckland n'a pas décrit la structure intérieure.

Les Koprolites se trouvent en lits d'une étendue très considérable sur la côte de *Lyme Regis* dans la formation du Lias, à l'embouchure de la Saverne et dans plusieurs autres endroits de la Grande-Bretagne, dans le Wurtemberg près de Gaildorf etc.

Les poudingues ou rognons de *Lyme Regis* décrits par Mr. de la Bèche seraient-ils identiques avec les Koprolites décrits par Mr. Buckland? On peut au moins en douter.

Tout dans cette description parle contre l'identité des Koprolites avec nos pierres d'Imatra. En voici les principales preuves.

a) Dans les Koprolites la forme de vis, terminée en cône, paraît être caractéristique pour ce genre de pétrifications; mais ce caractère ne se trouve dans aucun des 400 exemplaires de pierres d'Imatra que je possède. Mes compagnons et moi n'en avons également vu aucun exemplaire parmi les milliers qui bordent le rivage du Wuoxen. Les exemplaires aplatis, sans forme (comme s'exprime Mr. Buckland) n'ont rien qui rappelle les formes si régulières et élégantes de nos monotypes, bitypes etc. La forme de rognon seule pourrait se rapporter à quelques uns de nos bitypes. Mais Mr. Buckland ne leur assigne ni des moulures ni des rainures à l'extérieur; ce qu'il n'eût sûrement pas manqué de faire, si ces concrétions en avaient; au contraire, il les compare à des pommes de terre.

b) Parmi les 38 exemplaires des pierres d'Imatra que j'ai fait fendre et polir, il n'en est pas un seul qui contienne des fragmens de coquilles, d'os, d'écaille, des dents, etc. Par contre Mr. Buckland ne parle pas de pier-

res étrangères qui se seraient trouvées dans les Koprolites ; ce qu'il n'eût sûrement pas négligé de nous dire.

c) Les Koprolites sont comme des [bandes d'excréments roulées irrégulièrement en spirale et en hélice, l'une autour de l'autre et l'une sur l'autre, et enfin rétrécies à un de leurs bouts ou aux deux bouts. Elles ne sont qu'agglutinées l'une à l'autre. Les disques des pierres d'Imatra sont au contraire séparés l'un de l'autre par des lamelles planes d'une matière plus compacte.

d) La forte agglutination à des morceaux de granite, que les pierres d'Imatra offrent avec tant de signes de spontanéité, est un phénomène impossible dans l'hypothèse que ces pierres fussent des Koprolites. On ne conçoit pas comment ces excréments se seraient ainsi agglutinés, surtout aux faces verticales et aux angles et jamais aux surfaces supérieures horizontales. Quelle explication pourrait-on en outre donner du changement de formes extérieures selon celle des morceaux de granite, si ces concrétions étaient des excréments ? En général Mr. Buckland ne dit pas le mot de pareilles agglutinations qu'il n'eût sûrement pas passées sous silence si elles avaient lieu.

Cette réfutation paraît ne porter que sur les Koprolites de Sauriens ou de poissons et l'on pourrait se retrancher sur des Koprolites d'animaux terrestres.

Je réponds à cela que, malgré les autorités que l'on pourrait alléguer, il n'existe pas de Koprolites d'animaux terrestres et qu'il est impossible qu'il en existe. En voici la preuve : Statuer ces Koprolites c'est croire que des excréments de cheval, [de boeuf, de chien, d'ours, d'éléphant etc. ont pu être pétrifiés et parvenir à nous dans cet état de pétrification. Or ces excréments ont la propriété de se délayer facilement dans l'eau. Ainsi il suffit d'une pluie de quelques heures pour en désunir les parties, les éparpiller et leur ôter jusqu'au dernier vestige de leur forme antérieure, avant

même que la pourriture, à laquelle la nature les a destinés en faveur de la végétation, ne les ait entièrement détruits.

Veut-on que ces excréments aient été jetés dans un pays où il ne pleut jamais, où ils se soient séchés au point qu'ils eussent échappé à la pourriture jusqu'à l'arrivée du déluge dont ils attendaient l'immortalité par le procès de la pétrification? Mais ce déluge commencera dès son arrivée par délayer ces petites masses avant d'avoir eu le tems de les pétrifier, et voilà les Koprolites anéantis avant d'être formés.

On objectera peut-être que d'autres objets des continents ont été pétrifiés. Fort juste; mais ces objets ont chacun une texture à eux d'une certaine solidité, tels que les os, les bois, les feuilles des arbres etc. Submergés, emmenés dans des régions souvent lointaines, ils sont enfin déposés quelque part, où l'océan, s'il contient les substances pétrifiantes (la chaux ou la silice) ont le tems de les pétrifier, comme je l'ai expliqué au commencement de l'article *Hypothèse organique*.

Ainsi la pétrification suppose des individus organiques ou nés dans l'eau et insolubles pendant leur vie; ou nés sur la terre ferme, mais doués d'une texture qui résiste longtems à l'action de l'eau. Or les excréments de nos quadrupèdes, oiseaux, reptiles etc. n'ont point cette propriété; donc ils ne peuvent nullement fournir des Koprolites.

Il suit de cet examen que l'hypothèse stercorale est inadmissible.

D. *Hypothèse animale.*

Le plus simple coup-d'oeil sur les dessins de nos pierres d'Imatra indique que c'est dans la grande famille des animaux mous que l'on doit chercher les animaux à la pétrification desquels nous devons ces pierres énigmatiques. Ainsi l'hypothèse animale s'exprime dans ce peu de mots:

Les pierres d'Imatra sont des mollusques pétrifiées, sans coquilles ²⁵).

Il n'est nullement nécessaire de prouver ici que les mollusques contiennent du soufre, cette substance qui distingue essentiellement les pierres d'Imatra de toutes les matières minérales de la contrée où on les trouve et où elles ont été formées. Cela est si connu que deux célèbres géologues, Mr. Gemellaro à Catane et Mr. Léonhard à Heidelberg, croient pouvoir assigner l'origine de tout le soufre connu à la décomposition des mollusques; au moins peut-on leur attribuer celui des houilles en grande partie.

Comme les formes des mollusques que nous connaissons sont extrêmement variées et variables, on ne peut pas objecter contre l'hypothèse que celles des pierres d'Imatra ne congruent pas avec telle ou telle de celles que nous connaissons. La nature a été si prodigue en formes déterminées et indéterminées dans cette grande famille, qu'il serait téméraire de vouloir lui assigner des bornes à cet égard.

On ne manque pas dans les cabinets d'histoire naturelle de mollusques pétrifiées. Mais comme ordinairement on n'a guère égard qu'à la chaux comme matière pétrifiante, on pourrait douter que les pierres d'Imatra,

25) Le mot mollusque n'est pas pris ici dans le sens arbitraire que Cuvier lui a donné dans le *Règne animal*, mais tout simplement comme synonyme d'animal mou. Peut-être se trouverait-il des naturalistes qui me feront un crime de m'être écarté de la nomenclature de cet illustre naturaliste. Je révère et aime Cuvier, mon ami de jeunesse, et je ne combats point sa nomenclature; je me réserve tout simplement ma liberté de conscience grammaticale. Je me suis servi du mot *mollusque* parce que ce mot indique clairement et simplement la qualité caractéristique de l'animal. D'ailleurs le système de Cuvier est-il généralement reçu? De nouveaux systèmes lui ont déjà succédé et d'autres succéderont vraisemblablement à ceux-ci. En face de cette variabilité n'ai-je pas dû, moi qui ne construis pas de système zoologique, m'en tenir au sens grammatical qui est invariable? On prétendra peut être que j'aurais dû me servir du mot *Akalèphe*, qui n'a aucun sens étymologique. Aristote l'a employé, à ce que l'on croit, pour désigner les animaux nommés aujourd'hui *Méduses*, et Cuvier pour toute sa troisième classe des Zoophytes. Mais il est incroyable que le premier de ces deux grands naturalistes eût voulu introduire dans son système un mot qui n'aurait aucun sens et il est vraisemblable que ce mot est une faute de copiste. En effet le mot *Κελύφη* signifie *coquille*, *écaille*. Ainsi *Αχιλὺφη* signifierait un *sans-coquille*, comme le Français de la révolution disait un *sans-culotte*.

à raison de la quantité notable, 0,2683, d'alumine ferrugineuse qui se trouve dans leur composition soient des pétrifications. Pour m'assurer de la vérité à cet égard, j'ai choisi une *étoile de mer* pétrifiée (que j'ai dessinée en grandeur naturelle au N^o 76) pour l'analyser. Pour cet effet j'en ai enlevé un des cinq rayons *abc* et l'analyse m'a fourni le résultat suivant, correction faite pour la perte :

Chaux carbonatée . . .	0,7195
Silice	0,0000
Alumine ferrugineuse . .	0,2805
	1,0000

ce qui diffère beaucoup (comme l'on voit) des analyses des pierres d'Imatra, mais où la quantité de l'alumine ferrugineuse surpasse même celle de ces pierres.

Cette étoile contient en outre du soufre qui s'est décelé indubitablement au tube d'épreuve, mais dont je n'ai pas déterminé la quantité, parce que j'eusse été forcé pour cela de lui enlever encore un de ses rayons.

J'ai ajouté à mes dessins le N^o 75, qui ressemble beaucoup pour la forme extérieure à un limaçon avec une moulure et deux appendices à la queue, et dont j'ai dessiné deux tranches *xy* et *yz*; non, au reste, que je prétende que cette pierre ait été en effet un limaçon quelconque, mais comme une pétrification d'une forme qui rappelle une origine animale.

Mais arrêtons-nous encore un peu à l'étoile de mer. Aucun naturaliste ne niera que ce ne soit une pétrification d'une espèce d'Astérie. Or, sa surface supérieure offre des moulures et sa coupe des stries correspondantes, précisément comme dans les pierres d'Imatra. On voit cela dans la fig. 76. *a.*, qui représente sur une échelle double la coupe transversale du rayon enlevé. Les deux stries inférieures sont moins régulières que la supérieure, parce qu'elles partent du canal *c* qui règne sur toute la longueur du rayon, aboutit à la bouche et est rempli d'une terre blanche,

vraisemblablement la même terre calcaire qui déjà du vivant de l'animal remplissait les cinq canaux. Au reste je n'ai pu observer dans cet exemplaire aucun vestige d'une *charpente composée de petites pièces osseuses diversement combinées* (comme s'énonce Cuvier), soit que ces petites pièces aient été plus cartilagineuses qu'osseuses et se soient pétrifiées comme les autres parties plus molles, soit que cet individu ait appartenu à une espèce qui n'avait pas cette charpente. Ce que l'examen de cette astérie nous offre en tout cas de bien certain, c'est un animal mou qui offre, à la forme extérieure près, une structure extérieure et intérieure qui a une ressemblance bien marquée avec celle des pierres d'Imatra.

Avant d'entrer dans les détails, j'observe qu'il paraît presque impossible de se représenter ces milliers de pierres d'Imatra semées sur une surface horizontale et ensuite couvertes d'une grande masse de terre comme pour les retenir à leur place, ces milliers de pierres, dis-je, toutes conformées sur un même type circulaire, et de tant de différentes dimensions, depuis la grosseur d'une lentille jusqu'à un diamètre de $4\frac{1}{3}$ pouces de Paris et avec presque autant de modifications du type que d'individus, sans conclure qu'il existe entre eux des relations organiques. Cette unité du type jointe à tant de variétés de formes, annonce des organismes autrefois vivans.

Quiconque jette un coup-d'oeil sur une pareille suite d'exemplaires augmentant de grosseur et conservant le même type général avec des modifications individuelles, ne peut s'empêcher d'y reconnaître une famille dont les individus ont différents âges et différens développemens. La nature non organisée ne nous offre rien de pareil.

Considérons à présent en détail nos pierres d'Imatra dans l'hypothèse qu'elles sont des mollusques pétrifiées. Nous jugeons au premier coup-d'oeil qu'elles se rangent dans la classe la plus inférieure des êtres animés; puisque l'on n'y découvre aucun organe particulier de nourriture. Les seuls organes qu'elles offrent sont des lamelles parallèles entre elles, qui

*

souvent se fondent par des passages imperceptibles dans le reste de la matière qu'elles renferment. L'organe de la nourriture paraît, comme dans quelques polypes, résider dans toute leur surface, dont les rugosités tantôt très saillantes comme dans le *N°* 20, tantôt moins, comme dans la plupart des numéros, tantôt presque imperceptibles comme dans les numéros 1, 6, 10, 22 (à quoi il faut ajouter que même dans le *N°* 1 et autres les contours verticaux offrent des rugosités plus fortes que le reste de la surface) la rendent peut-être plus ou moins apte à cette fonction.

Les pierres sphériques ou presque sphériques, qui n'ont point de lamelles intérieures, se rangent dans un ordre encore inférieur aux autres, et si elles ne se trouvaient pas parmi celles ci, si leur composition chimique n'était la même, si en outre il ne s'en trouvait quelques unes, comme le *N°* 7, qui ont à leur surface des impressions très irrégulières correspondant à des lamelles aussi irrégulières, on n'aurait aucune raison de les ranger dans un règne organique. Aussi pensé-je qu'elles occupent le rang le plus inférieur du règne animal.

Tout animal doit prouver quelque spontanéité par des mouvemens volontaires, un instinct qui le fasse agir d'une certaine manière. S'il est quelquefois difficile de prouver cette spontanéité dans des êtres vivans d'une organisation très inférieure, mais que l'on peut anatomiser par le scalpel ou par le microscope, cette anatomie et les preuves de spontanéité doivent être incomparablement plus difficiles dans un animal qui a vécu il y a plus de cent siècles et est devenu une pierre, d'autant plus que cet animal appartient à la classe la plus inférieure, qui n'offre que très peu d'organes à l'observation. Cependant les preuves ne nous manquent pas absolument et elles nous viendront d'une observation qui, au premier abord, n'a dû paraître que de peu d'importance.

On a vu par les numéros 44 à 53, dont ma collection contient encore plusieurs exemplaires, que les pierres d'Imatra ont une propension à

s'attacher fortement à des morceaux de granite plus ou moins gros et y modifient leur forme extérieure selon la figure de la pierre. On a même pu observer, comme je l'ai fait voir plus haut, que l'emplacement s'est fait avec choix, l'animal évitant constamment les surfaces supérieures horizontales, ne se plaçant sur les surfaces inclinées qu'au défaut de surfaces verticales et cherchant même sous les surfaces inférieures quelques creux où elles puissent se nicher. Peut-on encore songer à des Keprolites lorsqu'on voit des milliers de ces individus rassemblés sur un espace choisi, un cloaque formel des sauriens, des poissons etc. ? Et pourquoi ces animaux n'auraient-ils jamais déposé leurs excréments sur la surface horizontale des granites, mais de préférence sur les surfaces verticales, sur les arêtes et les angles ? Quel que soit le but de cet instinct de nos mollusques, il existe ; car les 24 exemplaires de ma collection, qui portent environ 60 pierres d'Imatra, n'offrent aucune exception. Voyons si nous ne serions pas à même de découvrir ce but ou du moins de le présumer avec quelque vraisemblance.

Ces mollusques affectent une figure qui offre à toute impulsion extérieure une grande mobilité. D'où il suit que chaque mouvement de l'eau dans laquelle elles ont vécu pouvait les emporter à des distances illimitées, même dans des courans qui les arracheraient à la vie sédentaire à laquelle elles paraissent destinées et empêcheraient leur accroissement régulier. D'un autre côté ces animaux dans leur état actuel n'indiquent aucune trace d'adhérence au sol. Quelques grains de très fin sable, que l'on trouve quelquefois agglutinés à une petite portion de leur surface inférieure, ou les empreintes de ces grains, paraissent indiquer au contraire que ces individus sont nés sur un sol de très fin sable alluvié dans quelque endroit protégé contre les grands mouvemens de l'eau, mais qui ne leur offrait aucun point d'appui.

Si nous considérons en outre que ces petits animaux qui n'ont point

de membres pour agir au dehors, pour marcher et s'accrocher quelque part, ne peuvent pas avoir vécu dans un lieu soumis aux grands mouvements de l'océan d'alors qui eût au moins détruit toute symétrie dans leurs formes, nous concevons que ces êtres ont dû chercher dans leurs environs des corps solides et s'y accrocher par de grandes surfaces, comme cela a lieu dans tous les exemplaires cités. Peut-être aussi voulaient-ils s'y cacher.

Il a été dit plus haut que le nombre des monotypes circulaires est si considérable que l'on ne peut regarder les monotypes ovales que comme des exceptions. Cette anomalie ne peut-elle pas être considérée comme une expansion de l'animal de forme circulaire dans un sens, dictée par l'espoir de trouver une pierre à laquelle il puisse s'accrocher. Si une figure dont un axe doit être plus grand que l'autre, avait été le but de la nature dans ces individus, il est plus que probable que la figure de ce type eût été l'elliptique, qui se rapporte à une loi plus simple que celle de l'ovale dont l'équation est du sixième degré, qui se réduit à une du troisième degré.

Si nous admettons que la forme circulaire monotype est primitivement celle de toutes les pierres à moulures (et leur nombre paraît décider cette question) les bitypes ne seront que des jonctions de deux mollusques qui ont pris la figure ovale, cherchant à quoi s'accrocher, et croissant dès ce moment ensemble.

Ce principe s'applique aussi facilement aux tritypes, tétratypés, etc. et la grande variété de ces assemblages résulte de la position relative où les monotypes se trouvaient avant leur réunion. Ainsi le tritype régulier *N°* 17 offre le cas rare d'une ligne droite pour la position originaire des trois types, le *N°* 18 une ligne un peu courbe, le *N°* 19 une position presque en équerre, le tétratype *N°* 24 une ligne serpentée, le pentatype *N°* 23 trois monotypes en ligne droite et les deux autres de côté auprès d'un des trois premiers. Les exemplaires qui ont été nommés polytypes et dont le

N^o 25 offre un représentant très complet, sont des accumulations de nombreux monotypes dont les uns ont gêné l'accroissement des autres.

On pourrait, à la vérité, proposer une autre hypothèse pour la jonction de plusieurs monotypes les uns aux autres; supposer que le second monotype est une production du premier, le troisième du deuxième etc., soit comme fruit d'un germe éjeté, soit comme une simple extension. L'observation que dans les bitypes, tritypes etc. (les polytypes exceptés) les moulures et les lamelles correspondantes sont les mêmes et dans les mêmes plans, sans exception du N^o 10, semble parler en faveur de cette hypothèse.

Mais d'un autre côté le N^o 22 milite contre elle, offrant un monotype ovale placé sur un tritype dont les moulures diffèrent de celles du monotype par le nombre et les plans sur lesquels elles se trouvent. La même objection reparait dans le bitype N^o 13 où toute la conformation de l'un des types est différente de celle de l'autre. Il en est de même du N^o 20 en forme de pipe. Il est clair que, pendant que le grand des deux monotypes inférieurs formait sa bosse supérieure, le germe d'un troisième type s'y est placé et puis réuni par son accroissement qu'il a terminé par des moulures absolument différentes des moulures du bitype; même l'observation que le troisième type ne s'est pas placé précisément au milieu du type inférieur (ce qui aurait dû avoir lieu s'il n'était que le produit d'une surabondance de force plastique) prouve que le hasard a présidé à cette formation. Un autre exemplaire de ma collection offre dans l'emplacement du troisième type une excentricité encore plus saillante. Le N^o 14 n'offre également aucune ressemblance entre ses deux types, dont le petit (au contraire de la position du dessin) est probablement le supérieur. Enfin le N^o 25, le polytype, offre un tel cahos de monotypes placés au hasard et bornés dans leurs accroissemens mutuels, qu'il est impossible de les considérer comme des produits du bitype auquel ils sont attachés.

Je pense que l'on peut, sans faire un tour de force d'imagination, ex-

pliquer la congruence des moulures et des stries des monotypes joints en bitypes, tritypes etc., tels que les numéros 11, 16, 19, 23, 24 et autres, en admettant tout simplement que les monotypes auparavant isolés étaient de même nature ou espèces et posés sur le même plan; d'où il suit naturellement que leurs moulures ont aussi dû se trouver dans les mêmes plans. Le tritype N° 17 est à cet égard très remarquable; nous avons vu plus haut qu'au milieu il est un peu convexe à sa surface supérieure et concave à l'inférieure et que les plus grandes épaisseurs des trois monotypes sont à-peu-près égales, comme l'indiquent les trois lignes x, x, x . Il ne paraît pas douteux que, si l'on fendait ce tritype sur sa longueur par un plan perpendiculaire à sa surface, les stries n'apparaissent courbes, indiquant la courbure du sol sur lequel il s'est formé.

On peut même, sans abuser du droit d'imaginer des explications, admettre que deux monotypes de nature peu différente, lorsqu'ils sont parvenus au contact, s'entendent par instinct à disposer leurs moulures et par conséquent leurs lamelles intérieures de façon qu'elles congruent; ce qui leur est facilité par la mollesse de leur substance. Le N° 13 en fournit un exemple. Le sol sur lequel il est né était inégal et le germe du grand monotype fut placé dans la partie inférieure; le germe du petit se trouva plus tard placé sur le bord de la petite élévation. L'accroissement mutuel et leur allongement opéré pour se rapprocher ayant produit le contact, le nouveau modela ses moulures et ses lamelles intérieures sur le premier; mais dès qu'il se fut élevé au dessus de celui-ci, il se forma à sa manière qui n'offre plus qu'une forte moulure surmontée d'une bosse.

Il a souvent été question des lamelles compactes qui partagent en couches parallèles la substance des pierres d'Imatra. Il n'est pas douteux, comme il a été prouvé plus haut, qu'elles appartiennent à l'organisation de chacune de nos mollusques, les sphériques exceptées. Ce sont les seuls organes que j'aie pu découvrir, vu l'état actuel de pétrification. Le seul

rôle que je puisse assigner à ces lamelles lorsqu'elles étaient en vie, es celui de muscles, au moyen desquels l'animal pouvait s'allonger ou se contracter dans le sens d'un de ses rayons ; ce qui se rapporte à son instinct de se rapprocher des corps étrangers qui se trouvent fortuitement à une petite distance de lui. Dans le cas où il allongerait ou contracterait tous ces muscles à la fois il changerait totalement sa figure qui s'aplatirait ou se gonflerait. Les lamelles qui ont été observées plus haut dans notre Astérie, et qui partent latéralement du petit canal plein de calcaire, sont certainement des organes. Pourquoi celles des pierres d'Imatra n'en seraient-elles pas ?

Ces mollusques n'offrent aucun organe qui indique qu'elles sont douées du sens de la vue et de celui de l'ouïe ; il est de même plus que probable qu'elles n'ont aucune sensation qui se rapporte au goût et le sens de l'odorat ne leur servirait à rien. Elles ne sont donc douées que du sens du toucher, qui par cette raison doit être d'autant plus délicat. C'est donc à ce sens seul que l'animal doit la connaissance des objets qui sont à une petite distance de lui. Mais, quelque petite que cette distance soit, il faut qu'un agent extérieur lui donne avis de la proximité du corps étranger ; car le sens du toucher n'est actif qu'au contact. Les petits mouvemens de l'eau, inévitables dans toutes les grandes masses liquides, sont ses indices, en ce que le corps voisin de la mollusque modifie ces mouvemens dans leurs directions et leurs vitesses, et l'on conçoit que ces modifications sont d'autant plus faibles que l'objet est plus éloigné.

Peut-être aussi l'animal a-t-il quelque faculté locomotrice, comme les autres mollusques sans coquilles, en vertu de son pouvoir de se dilater et de se contracter dans des directions voulues et qu'en vertu de cette faculté il va à la découverte. Mais ces voyages doivent lui être très pénibles à raison de sa forme ronde et une distance de quelques pieds doit être pour lui ce que serait pour nous le voyage à pied de Cadix au Kamtschatka. Notre mollusque est l'Aï de sa classe.

Passerai-je sous silence les taches nébuleuses qui se trouvent dans nombre de pierres d'Imatra, telles que dans les numéros 60, 61, 67, 68, 70 et 71, qui se trouvent dans les pierres sans moulures ou rainures et sans lamelles comme dans les autres, mais pas dans toutes, et qui même remplacent les lamelles, comme dans le N° 69 ? Ces taches appartiennent-elles à la vie de l'animal, ou bien sont-elles un commencement de la décomposition qui succède à la mort ? Il serait téméraire, à l'état actuel de nos connaissances, de vouloir porter un jugement sur cet objet. Il faudrait connaître beaucoup mieux l'économie animale de ces animaux énigmatiques. On voudra bien ne pas oublier que ce mémoire est le premier travail sur ces animaux, la première charrue dans ce champ inculte.

Il reste encore un problème difficile à résoudre dans l'hypothèse que nous examinons, la présence des pierres étrangères dans l'intérieur de l'animal. Si l'on ne considérait que le N° 64 et d'autres exemplaires semblables, où la pierre jaune paraît au bout supérieur à nud et pas à l'inférieur, les partisans du système des infiltrations en Géologie se décideraient facilement à admettre que cette pierre est entrée dans l'intérieur par voie d'infiltration. Mais les numéros 65, 66 et 69, où je n'ai trouvé nulle part le canal par lequel cette pierre calcaire aurait pu s'introduire, militent contre cette opinion. Le N° 53. A, au milieu duquel se trouve un sili-cat d'une grosseur considérable, sans entrée ni issue, forme une objection encore plus forte. Le morceau de pierre jaune N° 53 adhérent à la pierre d'Imatra et le N° 42, où la pierre d'Imatra est entourée sur trois côtés de pierre jaune mêlée à celle-là par la compression qui l'a écrasée — tous ces exemplaires et d'autres prouvent que la pierre jaune se trouve attachée également à l'extérieur comme à l'intérieur des pierres d'Imatra et n'est pas une pierre d'infiltration, mais antérieure à nos mollusques, outre qu'il serait inconcevable que cette masse, si elle avait existé en solution dans la mer où elles se trouvaient et se fut précipitée pendant ou

après la vie de ces animaux, ils n'en eussent pas été entièrement couverts ; à quoi l'on peut ajouter qu'aucune des autres pierres qui ont été fendues n'a offert de cavité.

L'existence de cette terre jaune fait naître deux hypothèses. La première consisterait à admettre que la mollusque qui contient une pierre étrangère est née à proximité de la pierre, qu'en croissant elle est parvenue à la toucher et que dès lors elle se l'est appropriée en l'entourant de sa masse. Le *N° 53. A.* ne peut être expliqué autrement et parle fortement en faveur de cette hypothèse. Les numéros 62 et 63, qui ne contiennent que de très petites pierres étrangères, confirment également l'hypothèse. Pour les numéros 64, 65 et 66 il faut supposer que la pierre jaune se sera trouvée en petits morceaux tout près de la mollusque et dans les premiers tems de la vie de l'animal, qui aura travaillé à amener ces petites pierres dans son axe, après quoi l'animal croissant aura simplement travaillé à son accroissement ordinaire. Cette construction du problème expliquerait très bien les dérangemens observés dans les lamelles autour de l'axe de la mollusque et la régularité des couches extérieures.

Pour la seconde hypothèse il faudrait faire abstraction du *N° 53. A.*, qui a une tout autre pierre dans son intérieur et du *N° 53* qui n'a qu'à son extérieur la pierre jaune, comme elle aurait un morceau de granit. Ces deux pierres en outre sont des pierres à moulures, tandis que toutes celles qui ont la pierre jaune dans leur intérieur sont des pierres à rainures. En partant de ce principe, que la pierre jaune ne se trouve que dans les pierres à rainures et même pas dans toutes, on pourrait considérer cette masse jaune comme produite par l'animal, de même que la terre calcaire des Astéries et autres animaux mous, ou comme une production morbique.

Au reste la première de ces deux hypothèses me paraît la plus probable.

Il est à espérer que des investigations spéciales sur des pierres qui ont quelque ressemblance avec celles d'Imatra, telles que celles de *Lyme Regis* et

autres, répandront de nouvelles lumières sur ces productions énigmatiques de la Nature. Mais si l'on découvrait de nos jours, dans quelque petite rade bien abritée, des masses molles non terreuses, mais gélatineuses, qui eussent des formes régulières et à quelques égards semblables à celles des pierres d'Imatra, on aurait une nouvelle source d'investigations qui nous mèneraient promptement à la vérité. Il serait par conséquent très désirable que de savans voyageurs, soit sur mer, soit sur les côtes, voulussent fixer leur attention sur cet objet.

* * *

Telle est l'hypothèse animale sur la nature des pierres d'Imatra, celle à laquelle je crois devoir adhérer comme à une hypothèse conforme aux lois naturelles, aussi longtems que des connaissances ultérieures n'en auront pas démontré l'insuffisance.

Mais si de nouvelles investigations nous en offrent la confirmation et élèvent cette hypothèse à la dignité d'une théorie, le champ des sciences naturelles se trouvera peuplé d'une antique famille jusqu'à présent ignorée, famille d'un ordre inférieur et par conséquent plus ancienne même que les premières crustacées. Et comme il est possible que les poudingues que Mr. de la Bèche nous a décrits trop succinctement et tant d'autres que l'on n'a pas honorés d'une attention particulière, se rangent dans la même classe, la Géologie même en pourra tirer de nouvelles lumières par la place que ces êtres occupent dans la suite des roches.

Je n'entreprendrai pas de classer cette nouvelle famille de mollusques, abandonnant volontiers ce soin aux zoologues qui accepteront cette hypothèse. Je me permettrai seulement de proposer, en l'honneur du lieu d'ailleurs si remarquable où l'on a trouvé les espèces qui ont fourni les idées de ce premier travail, de nommer cette famille *Imatra*.
