

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 43 (1917)  
**Heft:** 12

**Artikel:** L'oeuvre scientifique de Jules Gaudard  
**Autor:** Dommer, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-33168>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 13.07.2025

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

couverts : le premier par la marquise du B. V., les suivants par une grande halle métallique de 196 m. 90 de long sur 44 m. de large, reposant sur 2 rangées de colonnes à l'écartement de 29 m. 68. Les quais 2, 3 et 4 reliés au B. V. et à la cour par des passages inférieurs évitent au public la traversée des voies à niveau. Celui de l'est a 6 m. de largeur. Un passage public de 4 m. lui est accolé, remplaçant le P. I. de Montriond supprimé. Celui de l'ouest a une largeur de 7 m. 50 jusqu'au quai 2 et 6 m. au delà. Leur hauteur libre minima est de 2 m. 40.

La cour pavée aux voyageurs est traversée en diagonale par la voie du L.-O., posée en 1879 et longitudinalement par 3 voies de la Société des Tramways lausannois ouvertes au public les 1<sup>er</sup> septembre 1896, 24 septembre 1903 20 mai 1906.

2<sup>o</sup> Pour les Postes et Télégraphes <sup>1</sup>, un bâtiment faisant suite au Buffet, à l'ouest, d'une surface de 884 m<sup>2</sup>. Un tunnel avec des monte-charges le relie aux quais 2, 3 et 4.

3<sup>o</sup> Pour les marchandises, a) en grande vitesse, à la Rasude, un bâtiment pour bureaux, de 244 m<sup>2</sup> ; une halle de 441 m<sup>2</sup> et un quai. Au Treyblanc, un quai à bestiaux. b) en petite vitesse, à la Rasude, un bâtiment de 295 m<sup>2</sup>, une halle de 1128 m<sup>2</sup> et des quais. En Jurigoz, un quai aux longs bois.

4<sup>o</sup> Pour la traction <sup>2</sup>, une grande remise rectangulaire de 4760 m<sup>2</sup>, pour 32 locomotives, formée de 2 ailes de 41 m. 30 sur 43 m. 50, à 8 voies chacune et d'un corps central abritant le chariot transbordeur. L'évacuation des fumées est assurée par un réseau de canaux aboutissant à deux cheminées de 35 m. de hauteur. La charpente de la couverture est en bois enduit d'une solution qui le rend peu combustible.

A l'ouest, est une annexe de 675 m<sup>2</sup> pour atelier, magasin, réfectoire, dortoir et bains.

L'ancienne remise annulaire de 1800 m<sup>2</sup> pour 13 locomotives et le bâtiment du chef de dépôt, de 155 m<sup>2</sup>, sont conservés. On crée de nouveaux emplacements pour le dépôt des combustibles.

Les grues hydrauliques sont alimentées par un nouveau château d'eau avec cuve métallique de 300 m<sup>3</sup>.

Les services voyageurs, marchandises et traction réunis disposent au total d'une surface couverte de 17,200 m<sup>2</sup>, non compris les marquises et la grande halle des voyageurs. Cette dernière mesure 8600 m<sup>2</sup>.

5<sup>o</sup> Pour l'administration, un deuxième bâtiment, à la Rasude, d'une surface de 864 m<sup>2</sup>, relié au premier par une passerelle. Cette construction, dont le coût ne figure pas au devis de la nouvelle gare fut mise en service le 1<sup>er</sup> juillet 1909.

6<sup>o</sup> Les installations d'enclenchements, comprenant un appareil de block central à 63 parcours, placé dans le B. V., et 2 postes de manœuvre des aiguilles et des signaux montés dans 2 pavillons dominant les voies. Au poste 1 (côté ouest) sont groupés 78 leviers et au poste 2 (côté est) 85. Une partie des signaux, soit 18 sémaphores de

départ et 10 signaux de manœuvre, sont placés sur 3 passerelles métalliques posées en travers des voies : une du côté ouest et 2 du côté est de la gare.

7<sup>o</sup> L'éclairage électrique qui est assuré par 1195 lampes à incandescence d'une intensité lumineuse totale de 45,600 bougies et par 27 lampes à arc de 10 ampères chacune. Ces chiffres ne comprennent pas l'éclairage des 2 bâtiments d'administration.

8<sup>o</sup> Une force motrice totale de 100 HP., utilisée par 33 moteurs électriques différents actionnant les ventilateurs, le vacuum et l'horloge du B. V., les monte-plats, les machines-outils et les ventilateurs du Buffet, le chariot transbordeur et les machines-outils du dépôt.

(A suivre.)

## L'œuvre scientifique de Jules Gaudard

par A. DOMMER, ingénieur,

Professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

(Suite et fin <sup>1</sup>.)

« Malgré ses imperfections, la résistance des matériaux dans son état actuel, constitue déjà une belle et utile doctrine, qui devrait être mieux connue du grand nombre des constructeurs, tant elle imprime de hardiesse et d'élégance aux projets de toute nature. »

Cet opuscule est suivi d'une discussion à l'Institut des ingénieurs anglais, discussion protocolée par Gaudard lui-même et contenant foule de renseignements expérimentaux concernant entre autres les moyens de distinguer facilement la fonte de l'acier et du fer, renseignements intéressants, bien que généralement connus.

« Projetez de la limaille sur la flamme du gaz : si le métal est de l'acier ou de la fonte, les particules scintillent comme des étoiles, tandis que pour le fer elles deviennent simplement lumineuses ; en outre, l'acier décrépité, le fer ne rend qu'un son doux. Enfin, la combustion des parcelles de fonte manifeste une couleur rouge, comme effet général des scintillations nombreuses, tandis que la limaille d'acier a un éclat blanc. Les poussières d'acier sont grises, celles de fonte noires. »

L'auteur de « **Théorie et détails de construction des arches en métal et en bois** », mémoire publié en 1871 dans le même journal anglais et reproduit en 1872, par le *Génie civil*, fut de nouveau récompensé par la médaille Watt et le prix Telford.

On trouve dans cet ouvrage, d'une centaine de pages, la théorie complète des arcs et une application de cette théorie à l'élaboration d'un projet de pont en arc de 68 m. de portée pour chemin de fer sur le Rhône, à St-Maurice.

Une étude parallèle, avec poutres droites, faite également par M. Gaudard, pour le même objet, fit ressortir une économie de 50,000 francs. Le pont fut donc exécuté d'après ce système, puis renforcé dès lors comme la plupart de ses frères de la même époque.

Dans l'article : **Influence des dénivellations d'appuis**

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique*, 1908, p. 43.

<sup>2</sup> Voir *Bulletin technique*, 1911, p. 160.

<sup>1</sup> Voir numéro du 2 juin 1917, p. 408.

dans les poutres à plusieurs travées solidaires » publié à peu près en même temps, Gaudard établit des formules applicables aux calculs des ponts tournants, à ceux nécessités au Viaduc du Châtelard, sur Lutry, par la réparation de la culée côté Berne, ainsi qu'à la détermination du surcroît de travail engendré dans les poutres du Viaduc de la Paudèze, du fait du tassement intempestif, de 10 cm. environ, de la culée côté Lausanne.

Ce tassement, provoqué, en 1868, par des galeries de mine creusées sous la culée et mal remblayées occasionna, nous dit l'auteur du calcul, un supplément de travail du métal de 41 % sur la première pile (8 1/2 kg. au lieu de 6 kg.), majoration du reste sans action néfaste sur l'ouvrage. Si l'on tient compte de la variabilité de la section, cette augmentation n'est plus que de 28 %.

Délaissant pour un instant la question des ponts, Gaudard donna, en 1875, toujours au journal anglais, une note sur la « **Consolidation des terrassements** ». Nouveau prix Telford.

La question des drainages est, au dire des spécialistes, étudiée avec une compétence indiscutée dans cet article.

Ce sont les ponts tournants qui attirent son attention, en 1877.

L'« **Etude sur les conditions de résistance des ponts tournants** », publiée d'abord en anglais, est reproduite, l'année suivante, dans les *Annales du Génie civil*.

A côté de la question théorique, abondamment traitée, des détails de construction nombreux font de cet ouvrage un guide précieux pour l'ingénieur spécialiste.

La même année paraît, toujours à la même source, un mémoire intitulé : « **Des fondations** ». Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur cette question.

Le pont en maçonnerie de Lucens, les ponts en fer de Vallorbe et Wohlhusen (ce dernier ayant été rompu aux essais de 1894) sont décrits sous le titre : « **Notes sur quelques travaux en Suisse et sur diverses questions de théorie** », publiées en 1879.

A part un article très court sur la « **Poussée horizontale d'une masse de sable** », paru en 1883, nous ne retrouvons aucune publication jusqu'en 1886, année qui vit éclore l'« **Exposé des principaux systèmes de barrages mobiles de rivières** ».

« L'eau est précieuse et pernicieuse », nous dit Gaudard, « bienfaisante dans sa modération, redoutable dans ses fureurs. Dompter les fleuves est l'un des grands soucis et l'une des gloires du Génie civil. »

Dans les 57 pages de texte, accompagnées de nombreux dessins d'ouvrages existants, il s'applique surtout à classer les principes mis en œuvre pour faciliter le relevage des barrages à poutrelles, à aiguilles, à fermettes. Estimant avoir été trop long, Gaudard s'excuse, en terminant comme suit :

« Auteur sans être acteur, on se laisse aller à trop s'étendre sans être au courant de tout ce qui se trame de nouveau, car les progrès de l'art ne cessent d'amender la nature. Poursuivez, chercheurs, réformateurs, votre œuvre de rénovation perpétuelle ! Bien des courants encore

restent à redresser, endiguer, retenir, distribuer, museler ou lâcher à la mer ! »

Comme ces quelques lignes font bien ressortir à la fois la modestie de cet homme et ses qualités d'écrivain distingué !

« **De la résistance des Viaducs aux coups de vent** », tel est le titre d'un article anglais important, publié en 1887, et suivi dans le journal de l'*Institution des Ingénieurs anglais*, d'une intéressante discussion.

« **Limites des fondations profondes** » est une brochure publiée en 1890 et qui fait pour ainsi dire suite à celle de 1877. Alors que cette dernière initie le lecteur à tous les genres de fondations, jusqu'à et y compris les fondations pneumatiques, Gaudard nous parle spécialement ici du fonçage des caissons à des profondeurs ne permettant plus l'installation des ouvriers dans une chambre de travail sous pression. Il nous indique les procédés divers d'extraction automatique des déblais des caissons et les difficultés rencontrées dans les travaux délicats du pont de Hawkesbury, aux Nouvelles Galles du Sud, où les fondations de certaine pile furent poussées jusqu'à 49 m. 40 sous l'eau.

Les difficultés s'accroissent dans les fleuves à fortes crues et à courant violent, les caissons y sont parfois déjetés, déversés pendant leur descente, et Gaudard nous décrit les moyens employés pour les redresser. Il nous enseigne aussi, dans cet ouvrage, un procédé simple d'implantation des appuis d'un grand pont en rivière.

Les *Annales des Ponts et Chaussées*, de mars 1890, nous apportent une « **Note sur les types fondamentaux de poutres métalliques et sur le système cantilever** ».

L'auteur débute par une critique du mode de construction américain par articulations et continue par une étude des formes de poutres à adopter, de préférence à d'autres, pour obtenir un minimum de dépenses.

Avec les poutres continues ou à travées solidaires, l'économie réalisée atteint 49 % pour la charge morte et 16 % pour les surcharges, à la condition que l'on donne aux travées de rive une longueur égale aux trois-quarts environ de celle des travées intermédiaires. Cette économie n'est pas dépassée dans les ponts du système cantilever ou en consoles ou à intersections, comme les appelle Gaudard, mais, le dit système présente, sur la poutre continue, le grand avantage de se plier aux dénivellations d'appuis. L'article se termine par une étude théorique ayant pour but de fixer la position des articulations, soit la longueur de la travée, dite indépendante, correspondant au poids minimum, et par la détermination des déformations prises par les poutres sous des charges données, avec application numérique au pont suédois de Forsmo.

Le *Recueil inaugural de 1892 de l'Université de Lausanne*, contient entre autres un travail intitulé : « **De l'évolution dans la construction des grands ponts** » où Gaudard décrit, avec combien d'humour et de richesse d'expressions, les divers types de ponts en maçonnerie, bois et métal.

Il nous rappelle l'arche en bois de 118 m. 90 d'ouver-

ture construite, en 1776 à Wettingen, sur la Limmat, par les frères Ulrich et Jean Grubemann, chef-d'œuvre brûlé dans les guerres de 1799. On craignait alors les fondations en eau profonde, c'est ce qui explique l'adoption d'une portée si inusitée. Perronet et Dupuit ne rêvaient-ils pas aussi, à l'époque, d'arches en maçonnerie de 160 m. de portée ? Rêve, encore aujourd'hui !...

Parlant du pont du Forth, Gaudard écrit :

« Quel sera le terme de l'évolution de ce caméléon aux aspects changeants, le plus grand pont du monde ? Il faut dire qu'il s'est jusqu'ici vaillamment comporté. Glorieux parvenu, usurpateur heureux, il n'abdique que pour grandir encore dans ses successeurs ; ou, s'il lui est arrivé deux fois de décliner, ce n'est point par son fait, mais par le vandalisme de la guerre des hommes, qui a sapé la voûte de Trezzo et brûlé la charpente de Wettingen. Ce sont plutôt les petits ouvrages qui tombent. Serait-ce que les grands ont mieux connu la défiance de soi-même et les sévérités qu'elle inflige ou que leur masse imposante se rie des ébranlements ? Cependant, ni pour les uns, ni pour les autres, la sécurité ne saurait être absolue et indéfinie.

» Pour avoir été déprimée par les calculateurs, l'asymptote de la courbe des portées réalisables n'en existe pas moins certainement ; l'audace des constructeurs finira bientôt par la serrer de près et alors le dernier des plus grands ponts du monde gardera la royauté incontestée, à l'abri des rivaux et métamorphoses, ou bien, par une chute retentissante, marquera un recul irrévocable ; le plus grand pont du monde aura été et ne sera plus. »

Les chutes réitérées, en cours de construction, du pont de Québec, auront certainement rappelé à Gaudard, quinze et vingt-six ans plus tard, les lignes prophétiques qu'il écrivait alors.

Continuant l'énumération des travaux de notre maître, citons une « **Note sur quelques ponts suisses et suédois** » publiée, en 1893, dans le *Génie Civil*, puis, en 1894 : « **Progrès des constructions maritimes** ». C'est un résumé du compte rendu du congrès international de 1893, à Londres.

« La science de l'ingénieur », nous dit Gaudard, « est si cosmopolite, il y a tant de contact entre ses branches, que ce n'est pas notre situation territoriale qui empêchera les choses maritimes d'être, pour nous aussi, fort attachantes ».

Sont traités ici tour à tour :

Les opérations de désensablement des ports par les chasses, les dragages. (L'eau salée dépose, paraît-il, quinze fois plus vite que l'eau douce les matériaux qui y sont en suspension ; c'est ce qui explique la formation des barres à l'embouchure des fleuves.)

L'opération du dérochement des ports (Livourne, entre autres) consistant à perforer et à faire exploser les masses rocheuses sous l'eau.

L'établissement d'épis de défense, efficaces contre l'ensablement, celui des brise-lames, digues maritimes ou môles, la construction des jetées ou môles à parements accostables, les murs de quais, tous travaux à exécuter, de

préférence, nous dit Gaudard, avec des mortiers Portland très fins mélangés à un quart de ciment prompt.

Un paragraphe traite spécialement des écluses, des appareils de radoub et des docks flottants.

Dans le chapitre concernant la construction des navires, est rappelée la tentative curieuse faite, en 1874, sans suite heureuse d'ailleurs, sur le paquebot *Bessemer*, de l'installation d'un salon oscillant. « Les sensations dures qu'éprouvaient les voyageurs dans cette cage, nous dit le narrateur, étaient plus désagréables encore que la mer. »

Les engins de déchargement et de manutention des marchandises, telles que charbons, bois, pétrole, défilent aussi sous les yeux du lecteur.

Le chapitre du rapport du congrès relatif aux « Phares et signaux », nous dit Gaudard, « est un livre à l'adresse des physiciens qui, aujourd'hui comme jamais en quête de l'utile, se rangent parmi les plus praticiens des ingénieurs ». Les phares du Havre, dont les feux sont à une altitude de 121 mètres sur mer, n'ont, grâce à la sphéricité de la terre, qu'une visibilité géodésique de 50 km.

La construction des phares avancés en mer fait l'objet d'une description des plus pittoresques.

Les phares flottants et l'alimentation de leurs feux, de même que les progrès réalisés dans les signaux sonores, terminent cet opuscule qui paraît présenter pour nous un regain d'actualité, l'idée de l'acquisition d'une flotte par la Suisse étant à l'ordre du jour.

En 1894, publication, dans le *Génie Civil*, d'une note sur les « **Bâches de ponts-canaux** » et sur l'« **Élargissement du pont Pichard, à Lausanne** ».

On ne se douterait pas que cet élargissement, exécuté, en 1892, pour la somme d'environ fr. 100,000, fut l'objet, en 1873, d'une première étude de Gaudard, en 1875, d'un concours d'idées, rendues sous forme d'esquisses, au nombre de 22, et qu'en fin de compte, le projet Gaudard fut accepté en principe en 1887. Il fallut donc, à nos édiles cantonaux, dix-neuf ans pour arriver à chef.

Dans « **Vues d'ouvrages d'art** », article publié, en 1895, dans le *Bulletin Technique de la Suisse Romande*, nous retrouvons des descriptions du Viaduc de Vallorbe, de la Paudèze, de St-Maurice, ainsi qu'une dissertation sur le béton armé et sur le mode de construction des organes tendus du pont du Forth.

La Halle aux machines de l'exposition nationale de 1896 inspire à Gaudard une note publiée, la même année, sous le titre : « **Application du système cantilever aux halles métalliques** ». Il y félicite les auteurs de ce bel édifice qui, chacun le sait, est utilisé, actuellement, comme halle à charbon de l'Usine à gaz de Schlieren.

En 1897, paraît, dans le *Bulletin des Ingénieurs et Architectes de la Suisse romande* : « **Eboulements des co-teaux irrigués de la Colombie britannique** », recherche géologique intéressante des causes ayant provoqué des éboulements considérables dans les tranchées de 60 m. de hauteur creusées pour le passage du « Canadian Pacific » dans les cagnons ou gorges du fleuve Thomson. « Ces décrochements intempestifs », conclut l'auteur, « sont dus

au fait que les irrigations ont délavé le *silt-blanc* ou grès tendre, dur lorsqu'il est sec, se résolvant en une masse pâteuse lorsqu'il est mouillé. » Il s'agit, nous dit l'ingénieur anglais Stanton, dont Gaudard rapporte les faits et gestes, dans la région comprise entre Donald et Vancouver, de la contrée la plus rude et la plus raboteuse du monde, avec d'épaisses forêts présentant des arbres de 60 à 90 m. de hauteur et des accumulations séculaires de bois mort rendant ardu à l'extrême, les travaux de terrassement. En revanche, le climat y est, paraît-il, délicieux. »

Dans « **Etude préliminaire pour chemin de fer dans les cagnons du Colorado** », sortie de presse en 1898, Gaudard nous rend compte des énormes difficultés rencontrées par le même ingénieur Stanton et ses assistants en descendant un des fleuves les plus turbulents du monde, depuis la station de Green-River dans l'Utah, jusqu'à son embouchure dans le golfe de Californie.

Dans ces régions tourmentées, seuls des relevés stadiométriques et photographiques étaient possibles.

Le même article nous apprend comment, sur les effrayants rapides de la Santa, au Pérou, les ingénieurs s'y prirent pour établir des communications provisoires le long de parois rocheuses à pic. Le vertige vous saisit à la lecture de cette description animée et pittoresque.

Nous voyons, en 1898 également, apparaître une brochure sur le « **Barrage du Periyar** ». L'auteur nous y entretient de la construction des barrages fixes très répandus aux Indes où, à une période de pluies continuelles, de juillet à décembre, succède, pendant le reste de l'année, une période de grande sécheresse.

Il s'agit alors d'accumuler les eaux, de créer des lacs artificiels, en barrant les vallées par de vastes digues en terre ou en maçonnerie. Cette eau est rendue petit à petit aux terrains cultivables par des canaux d'irrigation.

Les fièvres empêchant tout travail pendant les mois de très forte chaleur, soit d'avril à fin juin, on ne dispose que de trois mois, de janvier à mars, pour exécuter les travaux.

Il existait, en 1898, 37,000 réservoirs dans la province de Mysore, 42,000 dans la présidence de Madras, où se trouve précisément le barrage de Periyar, ouvrage en maçonnerie de 54 m. de hauteur de retenue. Avec la terre, la hauteur de retenue maximum atteinte a été de 37 m. 50 au barrage du Nuggar.

M. Gaudard cessa son enseignement en 1901, laissant un héritage précieux à la postérité et à son successeur ; je veux parler de son monumental ouvrage encyclopédique : « **Croquis de ponts métalliques** », où sont groupés, de la façon la plus heureuse, les renseignements innombrables accumulés au cours de 45 années de lecture assidue des périodiques techniques de tous pays. Rien d'important ne s'est assurément fait dans le monde entier, dans le domaine des ponts métalliques, qui ne soit ici relaté. Les 526 croquis qui illustrent cet ouvrage constituent, à eux seuls, un chef-d'œuvre d'habileté et de persévérance.

En 1903, lors de la célébration du cinquantenaire de

l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne, M. le Professeur honoraire Gaudard voulut bien condescendre à la requête pressante des organisateurs chargés de la publication d'un Album de Fête, en donnant, pour cet ouvrage, le « **Programme d'un cours sur les ponts mobiles** », article fourmillant de renseignements surtout utiles aux ingénieurs désirant se vouer à cette intéressante spécialité.

C'est, si nous ne faisons erreur, le dernier des ouvrages techniques publiés par notre éminent concitoyen — nous en avons cité vingt-six et ne sommes pas certain de n'en avoir point oublié. Insister davantage sur le travail considérable accompli nous paraît superflu. D'autres ont dit ou diront, mieux que je ne saurais le faire, que, dès lors, abandonnant, dans une certaine mesure, les choses visibles, qui ne sont que pour un temps, Gaudard dirigea plus spécialement ses regards vers les choses invisibles qui sont éternelles. Il mourut, comme il a du reste toujours vécu, en croyant, non sans avoir laissé plusieurs ouvrages philosophiques et religieux dont une voix autorisée vous a parlé.

Honneur soit à la mémoire du savant et de l'homme de bien !

### Les Bases de la Géographie économique

par CHARLES BIERMANN,

Chargé du cours de Géographie à l'Université de Lausanne.

L'indépendance économique n'existe pas. Les peuples restés aujourd'hui les plus isolés dépendent pour diverses matières de leurs voisins ou même de régions lointaines ; les Indiens du Haut Caïary, visités pour la première fois par le Dr Koch-Grünberg, trouvent dans un petit nombre de districts seulement l'arundinaria, dont la tige constitue la partie principale de leur arme, la sarbacane ; la fabrication du poison à flèches est le monopole de certaines tribus, d'autres font les meilleurs carquois, et les produits de ces industries se répandent dans toute la Haute Amazonie. Aux confins de l'œcoumène, les Esquimos du Groenland se procurent par échanges la pierre ollaire dont sont faites leurs lampes. Chez les Tchoutches et d'autres riverains du détroit de Bering, Nordenskjöld a trouvé des objets faits en néphrite, roche dont les gisements connus sont en Haute-Asie, au Mexique et en Nouvelle-Zélande. Des objets de la même matière ont été découverts dans les Palafittes de la Suisse, et si l'on n'ose leur attribuer une origine aussi lointaine, il est aussi difficile d'admettre que les Lacustres aient connu les gisements indigènes, qui ont échappé longtemps aux recherches des géologues. En tout cas, l'obsidienne, roche volcanique, ne saurait provenir de la Suisse, où elle a servi également à l'industrie néolithique. On est mieux renseigné sur l'ambre jaune, dont le commerce, dès l'âge du bronze, mettait en relations les populations de la Méditerranée avec celles de la Baltique. A l'âge du fer, c'est le sel qui attire les trafiquants dans les Alpes orientales et y crée le centre de Hallstatt, si riche en objets de la première époque de cet âge. Bref, si haut qu'on remonte, si loin qu'on s'avance, on retrouve toujours la trace d'objets importés, la preuve de rapports d'échanges.

Ces échanges s'expliquent aisément. Le globe terrestre, considéré géographiquement, n'est qu'inégalité : inégalité d'échauffement, d'éclairement, d'humidité, inégalité de relief, d'exposition, inégalité du jour et de la nuit, inégalité des saisons, inégalité des étendues marines et terrestres, etc. Toutes