

# PUBLICATIONS

OF THE

Earthquake Investigation Committee

IN

FOREIGN LANGUAGES.

~~~~~  
NO. 3.  
~~~~~

—  
TOKYO, 1900.

~~~~~  
*Printed by the Tokyo Printing Company, Limited.*  
~~~~~

## TABLE DES MATIÈRES.

---

	Page
Liste des Membres du Comité. ... ..	1
Organisation du Comité. ... ..	1
Annexe No. 1. ... ..	5
Annexe No. 2. ... ..	13
Résumé du Projet des travaux du Comité. ... ..	15
Étude sur la résistance à la traction des joints de briques. ... ..	33
Appareil pour l'Étude théorique des tremblements de terre. ... ..	85
Cheminées d'usine ayant souffert des secousses. ... ..	87
The Scope of the vulcanological Survey of Japan. ... ..	89

---

## Liste des membres du Comité des tremblements de terre.

(PRÉSENTS AU DÉCEMBRE 1899)

### MEMBRES DU BUREAU.

#### PRÉSIDENT.

M.M. Kikuchi-Dairoku, *Dr. ès Sciences, Président de l'Université Impériale de Tokyo.*

#### SECRÉTAIRE GÉNÉRAL.

Omori-Fusakichi, *Dr. ès Sciences, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université Impériale de Tokyo.*

#### MEMBRES.

Kikuchi-Dairoku, *sus-nommé.*

Furuichi-Koi, *Dr. ès Sc. appliquées, Vice-Ministre des Communications.*

Koto-Bunjirô, *Dr. ès Sc., Prof. à la Fac. des Sc. de l'Univ. Imp. de Tokyo.*

Tatsuno-Kingo, *Dr. ès Sc. appliquées, Prof. à la Fac. des Sc. appliquées de l'Univ. Imp. de Tokyo.*

Kochibe-Chushô, *Dr. ès Sc., géologue au Ministère de l'Agriculture et du Commerce.*

Tanakadate-Aikitsu, *Dr. ès Sc., Prof. à la Fac. des Sc. de l'Univ. Imp. de Tokyo.*

Nakamura-Kiyowo, *Météorologiste titulaire à l'Observatoire central météorologique.*

Nagaoka-Hantarô, *Dr. ès Sc., Prof. à la Fac. des Sc. de l'Univ. Imp. de Tokyo.*

Tanabe-Sakurô, *Dr. ès Sc. appliquées, Ingénieur des chemins de fer au gouvernement du Hokkaidô.*

Omori-Fusakichi, *sus-nommé.*

Haraguchi-Kaname, *Dr. ès Sc. appliquées.*

Okino-Tadao, *Dr. ès Sc. appliquées, Inspecteur général des travaux publics.*

Ishiguro-Isoji, *Dr. ès Sc. appliquées, Ingénieur de la marine.*

Yamaguchi-Hanroku, *Dr. ès Sc. appliquées.*

Katayama-Tôkuma, *Dr. ès Sc. appliquées, Ingénieur architecte au Ministère de la Maison de l'Empreur.*

Mano-Bunji, *Dr. ès Sc. appliquées, Prof. à la Fac. des Sc. appliquées de l'Univ. Imp. de Tokyo.*

Yoshida-Hikorokuro, *Dr. ès Sc. Prof. à la Fac. des Sc. et des Sc. appliquées de l'Univ. Imp. de Kyoto.*

Wada-Yuji, *Météorogiste titulaire à l'Observatoire central Météorologique.*

Sone-Tatsuzo, *Dr. ès Sc. appliquées.*

Nakamura-Tatsutaro, *Dr. ès Sc. appliquées, Prof. à la Fac. des Sc. appliquées de l'Univ. Imp. de Tokyo.*

Inokuchi-Ariya, *Dr. ès Sc. appliquées, Prof. à la Fac. des Sc. appliquées de l'Univ. Imp. de Tokyo.*

Yasunaga-Yoshiaki, *Dr. ès Sc. appliquées, Ingénieur à l'Acierie Impériale.*

Kondô-Toragoro, *Dr. ès Sc. appliquées, Ingénieur des travaux publics au Ministère de l'Intérieur.*

MEMBRES EXTRAORDINAIRES.

Oi-Saitaro, *Dr. ès Sc. appliquées, Ingénieur télégraphe au  
Ministère des Communications.*

Ishii-Keikichi, *Ingénieur architecte au Bureau temporaire de  
construction du Palais du Prince Impérial.*

Noguchi-Magoichi, *Ingénieur des chemins de fer au Ministère  
des Communications (en disponibilité).*

Koyama-Tomonao, *Ingénieur des chemins de fer au Gouverne-  
ment du Hokkaidô.*

Fukuoka-Tsunejirô, *Ingénieur architecte à la Préfecture de  
police.*

---

## Organisation du Comité des tremblements de terre.

---

Le Comité a été établi et organisé en vertu de l'Ordonnance Impériale No. 55 promulguée le 25 Juin 1892.

Sa création devenue ainsi définitive a pour origine la proposition (*voir le document annexe No. 1*)—votée à une grande majorité et présentée au Gouvernement par la Chambre des Pairs à la 2<sup>e</sup> Session de l'année 1891, sur l'initiative de l'un de ses membres, M. Kikuchi Dairoku, Docteur ès sciences.

Cette proposition fut transmise à la date du 17 Décembre de la même année, par le Président de la Chambre des Pairs au Ministre-Président du Conseil, qui, le 20 janvier 1892, invita le Ministre de l'Instruction Publique à examiner la question et à donner son avis.

A la date du 6 Février, celui-ci, conformément au désir exprimé par le Ministre-Président du Conseil, présenta un rapport qui se résume comme suit.

“Vu le bien-fondé de la proposition, il serait désirable qu'une Commission d'études fût nommée avec mission, d'une part, de préparer le projet d'organisation d'un service chargé des travaux d'observations sismiques, et d'autre part, d'établir les dépenses budgétaires nécessaires à ce service.

Il serait aussi à souhaiter que cette Commission d'études fût placée sous le contrôle immédiat du Ministre de l'Instruction Publique.”

Le Ministre de l'Instruction Publique soumettait en même temps à l'approbation du Ministre-Président du Conseil une liste de 5 personnes qu'il estimait le plus compétentes pour en faire partie.

Le 2 Mars, les cinq savants ci-dessous furent nommés membres de la Commission :

MM.                    HIRATA TÔSUKE,  
Chef de Section au Bureau de Législation.

KIKUCHI DAIROKU,  
Dr. ès Sciences, Prof. à l'Université  
Impériale ;

FURUICHI KÔI,  
Dr. ès Sciences appliquées, Directeur des  
Travaux Publics au Ministère de l'In-  
térieur et Prof. à l'Université Impériale.

WADA TSUNASHIRO,  
Directeur des Travaux géologiques au Mi-  
nistère de l'Agriculture et du Commerce ;

TATSUNO KINGO,  
Dr. ès Sciences appliquées et Prof. à  
l'Université Impériale.

Le Ministre-Président du Conseil informa le Ministre de l'Instruction Publique qu'il plaçait la Commission sous son contrôle.

Le 11 Mars, la Commission réunie au Ministère de l'Instruction Publique, arrêta, après délibération, un projet d'Ordonnance Impériale sur l'organisation du Service en question et évalua les dépenses qu'il devait comporter. Elle en fit un rapport au Ministre de l'Instruction Publique.

Le 22 Mars, celui-ci soumit au Conseil des Ministres ces deux projets avec le rapport de la Commission et fit observer à ses collègues du Cabinet que, "vu l'urgence de la question, il convenait de présenter



à la sanction de la Diète Impériale qui devait s'ouvrir au mois de Mai le projet de crédit nécessaire à la nouvelle institution.

Le Gouvernement présenta à la Diète Impériale convoquée pour la III<sup>e</sup> Session le projet des dépenses nécessaires à la constitution du Comité permanent d'études sismiques.

Le projet fut voté et l'Ordonnance Impériale promulguée le 25 Juin 1892 (*voir le Document No. 2*).

---

## ANNEXE No. 1.

---

Nous avons l'honneur de déposer sur le bureau de la Chambre des Pairs, en vertu de l'article 64 du Règlement intérieur de cette Assemblée, un projet de représentation tendant à la création d'un Bureau ou Comité permanent d'étude des tremblements de terre, en vue d'en rechercher les mesures préventives.

Le 11 Décembre 1891.

Signé : Le Promoteur,

KIKUCHI DAIROKU,

Membre de la Chambre des Pairs; (Suivent les signatures des adhérents : P<sup>ce</sup> Konoye et 51 autres membres de la Chambre des Pairs).

---

### EXPOSÉ DES MOTIFS.

Nos annales prouvent de manière à ne laisser place à aucun doute que notre pays, où les tremblements de terre sont si fréquents, subit généralement, au renouvellement de chaque période de 30 à 40 ans, de violentes secousses souterraines causant une effroyable dévastation, comme celles qui viennent de s'y faire sentir, sans parler d'autres tremblements de terre moins désastreux qui y arrivent par intervalles au milieu de cette période.

Sans remonter jusqu'à l'antiquité, bornons-nous à citer ici, à l'appui du fait que nous avançons, les phénomènes enregistrés dans l'histoire de ces derniers temps.

La 1<sup>re</sup> année de Tempō (1830), grand tremblement de terre à Kyōto : Nombre d'hommes et d'animaux écrasés et nombre de maisons détruites. Désastre non moins terrible dans les 5 provinces "Gokinai" avoisinant la Capitale. La 5<sup>e</sup> année de Tempō (1834), fortes secousses aux environs du mont Fuji. L'année suivante (1835), tremblement de terre et ras de marée à Sendai.

La 4<sup>e</sup> année de Kōkwa (1847), grand tremblement de terre dans la province de Shinano : éboulements dans les montagnes et obstruction de cours d'eau ; 2.400 maisons détruites et plus de 20.000 personnes tuées. La 1<sup>re</sup> année de Kaei (1848), fortes secousses dans la province d'Echizen.

La 6<sup>e</sup> année de Kaei (1853), fortes secousses aux environs de la ville d'Odawara.

Au mois de Novembre de la 1<sup>re</sup> année d'Ansei (1854), grand tremblement de terre qui s'étendit aux provinces: de Suruga, Tōtōmi, Mikawa, Ise, Iga, Settsu, Harima et aux quatre provinces de Shikoku. Dans celle de Tosa, l'une de ces dernières, il se fit sentir particulièrement fort et dura très-longtemps, les secousses ne cessant pas durant 14 mois, de Novembre de cette année à Décembre de l'année suivante.

Au mois d'Octobre de la 2<sup>e</sup> année d'Ansei (1855), la ville shōgunale de Yedo fut le théâtre d'une épouvantable catastrophe qui en un clin d'œil la bouleversa de fond en comble et dont le douloureux souvenir est encore dans toutes les mémoires.

Plus tard, il y eut un tremblement de terre, la 1<sup>re</sup> année de Genji (1864), dans les provinces de Tamba et de Harima, et la 5<sup>e</sup> année de Meiji (1872) dans celles d'Iwami et d'Izumo.

Les 13<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> années de Meiji (1880 et 1887), il y en eut de particulièrement violents dans le département de Kanagawa.

La 21<sup>e</sup> année de Meiji (1888) se signale par l'éruption du mont Bandai.

L'année suivante (1889), la ville de Kumamoto éprouva un grand tremblement de terre.

Enfin la récente catastrophe qui a dévasté les provinces de Mino et d'Owari ainsi que les localités avoisinantes ferme cette liste déjà longue des tremblements de terre constatés pendant les 60 dernières années, et s'y fait remarquer comme la plus désastreuse après celle de la 2<sup>e</sup> année d'Ansei (1855).

Tels ont été les événements sismiques les plus dignes d'être enregistrés, sans compter 500 autres secousses d'intensité variable, mais de moindre importance, qui se font sentir en moyenne chaque année.

Ces chiffres sont assez éloquents pour prouver l'excessive fréquence des tremblements de terre au Japon et les dangers perpétuels auxquels ils nous exposent sans cesse.

Il est également hors de doute que, tous les 30 ou 40 ans, il s'en produit un aussi terrible que le dernier, qui, dans les seules provinces de Mino et de Owari, a tué ou blessé plus de 25.000 personnes,—renversé, englouti ou incendié 120 à 130.000 maisons, détruit 45 kilomètres de chemins de fer et plus de 520 kilomètres de digues, endommagé des routes, des ponts, et causé des dégâts matériels tels qu'on a vu disparaître en un jour le fruit de plus de dix années d'efforts continus par la destruction de canaux d'irrigation et de drainage, de réservoirs, digues, etc.

L'étendue des dégâts matériels causés par cette catastrophe peut donner une idée des pertes de l'ordre économique qui ont dû résulter de l'interruption des communications et de la cessation de toutes transactions commerciales dans la région éprouvée.

Les désastres que peuvent causer les tremblements de terre sont donc, sans exagération, autant et même plus terribles que les conséquences d'une guerre. Ce qui est plus grave encore, c'est que, si celle-ci peut souvent être évitée, il n'en est pas de même des phéno-

mènes sismiques, qui se reproduisent indépendamment de toute volonté humaine.

Mais s'ils arrivent fatalement, ne peut-on pas au moins chercher par tous les moyens possibles, à préserver la vie et les biens de l'homme des dangers auxquels ils sont exposés ?

C'est pour l'Etat un devoir essentiel qui prime tous les autres ; car il n'assurerait nullement la sécurité du peuple, en se bornant après les tremblements de terre, à secourir les victimes et à réparer les dégâts, il doit faire plus, c'est-à-dire, chercher à prévenir de telles calamités et à en atténuer les conséquences désastreuses. D'un autre côté, il y a lieu de prévoir que, dans un avenir de 30 ou 40 ans, une catastrophe analogue à la dernière, survenant au milieu d'une expansion industrielle sans cesse croissante et de progrès considérables réalisés par la construction d'édifices publics, de chemins de fer, de canaux, de jetées etc., causerait un désastre plus effroyable encore.

En conséquence, il est urgent d'étudier, dès à présent, les moyens préventifs des accidents de tremblements de terre. Et, dans ce but, nous croyons que l'étude des questions énumérées ci-après est de la plus grande importance :

Quels sont les matériaux et le genre de construction les plus propres à résister aux secousses des tremblements de terre ?

Y a-t-il des moyens propres à atténuer les secousses de tremblements de terre que doivent subir les constructions ?

Quels genres de construction sont à condamner comme dangereux et quelle mesure administrative conviendrait-il d'adopter pour les interdire ?

Quelles sont au Japon les régions où les tremblements de terre sont le plus fréquents ? Et une même région peut-elle comprendre des parties différentes par une fréquence plus ou moins grande de ce phénomène ?

Quelle est la composition géologique des terrains qui offrent le plus de sécurité ?

Y a-t-il ou non des moyens de prévoir les tremblements de terre ?

La solution de ces problèmes, importante pour la découverte des moyens préventifs, ne pourrait être obtenue sans un minutieux examen de certaines questions préliminaires comme les suivantes :

Quel est le caractère essentiel des tremblements de terre ?

Quelle en est la cause ? Doit-on l'attribuer à une action volcanique ou à un travail de transformation des couches souterraines ?

Quels sont en général les phénomènes qui précèdent ou suivent les tremblements de terre ?

Quelle est la constitution géologique des régions les plus fréquemment visitées par les tremblements de terre ?

Dans ces mêmes régions et en temps ordinaire, quels sont les mouvements qui s'opèrent dans l'écorce terrestre ? Et le nombre en moyenne des tremblements de terre qui s'y font sentir ?

Quelle en est l'intensité ordinaire ?

Leur fréquence y est-elle en augmentation ou en diminution ?

En effet, une augmentation subite au dessus de la moyenne des tremblements de terre était remarquée depuis 2 ou 3 ans dans la région de Gifu (Mino), avant la catastrophe de 1891. Un pareil fait a été observé aussi de temps en temps dans d'autres localités.

Faut-il attribuer ce changement dans la fréquence des secousses à un ramollissement du sol de ces localités ? Toujours est-il que, d'après les connaissances acquises aujourd'hui, il ne laisse pas d'avoir des rapports certains avec les tremblements de terre.

Dans le même ordre d'idées, nous avons à signaler aussi le soulèvement annuel du niveau du sol qui s'observe dans certaines localités ; notamment sur les côtes Est du Nippon où le phénomène mérite la plus sérieuse attention. A ce sujet, on peut se demander :

De quelle quantité le soulèvement se fait en une année?  
Si, à un soulèvement donné, correspond ou non un tremblement de terre ?

Autant de questions importantes, sinon pour prévoir les tremblements de terre, du moins pour éviter les fâcheuses conséquences des soulèvements successifs du niveau, dont on devrait tenir compte, par exemple, pour les travaux de construction d'un port, etc.

De même, les travaux de triangulation subirait naturellement les effets d'une surélévation ainsi produite à la base adoptée.

Les observations du phénomène en question auraient donc cet autre résultat fort utile d'éclairer subsidiairement certaines questions scientifiques, qui autrement demeureraient insolubles.

En conséquence, les divers problèmes signalés plus haut devraient être étudiés dans le plus bref délai possible, leur solution ayant une connexion étroite avec une foule d'autres questions.

Nous avons à nous féliciter de ce que notre pays s'est assuré l'un des premiers rangs dans le monde pour les progrès de la science sismologique, dans laquelle il a acquis depuis une dizaine d'années tant de nouvelles connaissances.

Mais il faut garder ce rang et, à cet effet, continuer à avancer dans la bonne voie, explorer le champs ouvert à nos investigations, car un pays aussi intéressé et aussi favorable que le nôtre à cette sorte d'études ne saurait s'y laisser devancer par aucun autre.

Etant donnés les motifs ci-dessus, notre Assemblée a l'honneur de présenter au Gouvernement une motion tendant à la création d'un Bureau d'études sismiques ou d'un Comité chargé de ces études.

En ce qui concerne l'organisation de cette institution, nous croyons utile d'appeler l'attention sur ce qui suit :

Les membres du Bureau ou Comité devront être choisis parmi les sismologues, physiciens, géologues, ingénieurs civils, architectes etc.

Le Bureau ou Comité devra être assuré d'une longue durée, si l'on veut que ses travaux soient féconds en résultats, attendu qu'ils nécessiteront et une longue suite d'expériences et une persévérante application d'efforts.

Ces expériences, à cause de leur nature même, exigeront des installations matérielles non pas improvisées, mais établies en vue d'un long avenir.

La création de ce Bureau ou Comité doit naturellement comporter, outre les frais d'établissement et d'entretien, un crédit suffisant pour subvenir aux frais de voyage du personnel, à l'acquisition du matériel et à bien d'autres dépenses.

Une haute situation devra être assurée aux membres de ce Bureau ou Comité lequel, à cet effet, sera indépendant des autres administrations et relèvera directement du Cabinet Impérial avec des attributions suffisamment étendues. Et, pour lui assurer un bon fonctionnement, il sera mis en rapport direct avec l'Université Impériale, l'Observatoire central météorologique, les Stations régionales météorologiques, les Bureaux de télégraphe et les Directions de Chemins de fer etc.

Si un Bureau ou Comité était constitué selon le plan exposé ci-dessus et mis à même de se livrer aux études voulues, il déterminerait le Gouvernement à adopter des règlements relatifs aux constructions et, par d'autres mesures qu'il lui suggérerait, il pourrait arriver à compléter un système préventif des tremblements de terre. Alors les effets des secousses seraient atténués et une catastrophe aussi navrante que la dernière pourrait être évitée. Enfin la vie et les biens seraient mieux sauvegardés, sans compter la gloire qui résulterait, pour notre pays, d'avoir devancé tous les autres, dans la science sismologique.

---



## ANNEXE No. 2.

---

Nous avons approuvé l'organisation du Comité permanent des tremblements de terre et en ordonnons par les Présentes la promulgation.

(L. S. I.)

Le 25 juin 1892.

Contresigné :

Le Président du Conseil,

C<sup>te</sup>. MATSUKATA ;

Le Ministre de l'Instruction Publique,

C<sup>te</sup>. ŌGI.

---

Ordonnance Impériale No. 55, sur l'Organisation du service du Comité des tremblements de terre.

**Article I.**—Le Comité des tremblements de terre, placé sous le contrôle du Ministre de l'Instruction Publique, s'occupe de tout ce qui concerne les mesures contre les accidents de tremblements de terre et en examine le mode d'application.

**Article II.**—Le Comité pourra établir les règlements nécessaires à la bonne expédition des affaires de son service.

**Article III.**—Le personnel du Comité se compose de: 1 Président, 1 Secrétaire général et 25 membres.

**Article IV.**—Un fonctionnaire du rang de Tcho-kunin sera appelé à présider le Comité.

Les membres seront désignés par le Conseil des Ministres, sur la

proposition du Ministre de l'Instruction Publique, parmi les spécialistes dans les sciences pures ou appliquées.

Le Secrétaire général sera choisi parmi les membres du Comité par le Conseil des Ministres, sur la proposition du Ministre de l'Instruction Publique.

**Article V.**—Dans le cas où ses travaux l'exigeraient, le Comité pourra s'adjoindre des membres suppléants, lesquels seront, nommés par le Conseil des Ministres sur la proposition du Ministre de l'Instruction Publique.

**Article VI.**—Le Président aura la haute direction de toutes les affaires ayant trait à l'étude des mesures préventives des accidents sismiques.

**Article VII.**—Le Secrétaire général expédiera les affaires courantes du Comité au nom du Président.

**Article VIII.**—Une allocation annuelle n'excédant pas 300 yens par personne, pourra être attribuée au personnel de service du Comité.

Toutefois les auteurs de travaux spéciaux pourront être rétribués exceptionnellement pour les services signalés qu'ils auront rendus.

**Article IX.**—Le Comité aura 3 secrétaires choisis parmi les employés du Ministère de l'Instruction Publique et chargés, sous les ordres de leurs supérieurs, de sténographier les délibérations et d'expédier les affaires courantes.

**Article X.**—Le Président pourra se servir d'employés temporaires, dans le cas où le genre d'étude à entreprendre le nécessiterait.

---

## Résumé du Projet des travaux du Comité des tremblements de terre.

---

Rapport présenté, à la date du 9 Juillet-1893, par le Président  
du Comité au Ministre de l'Instruction Publique,  
conformément à son désir.

---

Notre Comité ayant pour but de rechercher les moyens pratiques de préserver le pays des effets désastreux des tremblements de terre, en s'efforçant soit de les prévenir, soit d'en atténuer le plus possible les conséquences, ses investigations devront s'exercer en partie dans le domaine des sciences physiques et en partie dans celui du génie civil.

En effet, dans l'ordre d'idées qui nous occupe, ces deux sciences, intimement liées l'une à l'autre, sont appelées à concourir et à s'entr'aider en maintes circonstances.

Voici donc—sans suivre aucun ordre d'importance ou de priorité—les principaux travaux qui doivent incomber au Comité :

- 1°. Collection des documents relatifs aux phénomènes, tels que tremblements de terre, ras de marée, éruptions volcaniques ou boueuses, etc. ;
- 2°. Rédaction d'une histoire des phénomènes sismiques au Japon ;
- 3°. Recherches géologiques ;
- 4°. Etude sur la nature des mouvements sismiques ;
- 5°. Détermination de leur vitesse de propagation ;
- 6°. Détermination de l'inclinaison et des " pulsations " de la surface du sol ;

- 7°. Etude comparative des mouvements sismiques à la surface et à l'intérieur de la terre;
- 8°. Déterminations magnétiques et création de stations magnétiques;
- 9°. Observation de la température du sol à de grandes profondeurs;
- 10°. Mesure de résistance des matériaux;
- 11°. Projet de maisons capables de résister aux tremblements de terre; construction de maisons-modèles dans les localités fréquemment éprouvées par les tremblements de terre;
- 12°. Expériences sur la résistance des constructions de divers genres au moyen de tremblements de terre artificiellement produits;
- 13°. Etude des monuments actuellement existants au point de vue et en prévision des effets sismiques;
- 14°. Etude comparative des terrains de diverses natures au point de vue de la fréquence des tremblements de terre;
- 15°. Expériences ayant pour but d'amortir les mouvements sismiques;
- 16°. Publication des mémoires et des comptes-rendus des travaux du Comité.

Tels sont les travaux qui devront nous occuper principalement. Nous en omettons ici beaucoup d'autres qui ont attiré notre attention et nous nous attendons d'ailleurs à nombre de questions nouvelles qui se présenteront à notre étude à chaque pas qu'elle fera en avant.

Mais la modicité du crédit alloué au Comité ne lui permet pas d'embrasser à la fois tous les travaux inscrits dans le programme ci-dessus et qui cependant sont tous d'une égale importance : force lui sera d'arrêter l'ordre de la mise à exécution des différents travaux en

considération du plus ou moins d'urgence, de difficultés ou de dépenses qu'ils doivent nécessiter.

Voici succinctement détaillés les travaux annoncés et les moyens adoptés pour leur mise à exécution.

**I.—Collection des documents relatifs aux phénomènes, tels que tremblements de terre, ras de marée, éruptions volcaniques ou boueuses, etc.**

Laissant aux stations météorologiques pourvues de sismographes ce qui concerne les observations des mouvements sismiques sans importance, le Comité s'occupera de recueillir des documents aussi complets que possible sur les phénomènes sismiques moins fréquents, ras de marée, éruptions volcaniques ou boueuses, et aussi faits accessoires précédant, suivant ou accompagnant ces divers phénomènes physiques.

Dès que se sera produit un des phénomènes ci-dessus, le Comité enverra une mission d'étude sur place ou recueillera les plus amples renseignements ou procédera autrement selon les moyens d'action qui ne lui manqueront pas.

A côté des phénomènes d'une gravité tout apparente, il en est d'autres, moins importants, surtout moins frappants, qui ne laissent pas cependant de mériter notre constante attention : tels sont, par exemple, des roulements souterrains dans le sein d'une montagne—l'existence de ce fait a été signalée à plusieurs reprises ces derniers temps.—En présence de ce fait, il y a lieu d'étudier s'il a été périodique dans la localité et, en ce cas, si son intensité est demeurée la même chaque fois ou s'est accrue peu à peu. De même, s'il arrive, comme il a déjà été constaté que, à l'approche d'une éruption, les eaux thermales du voisinage changent de propriété ou de température, il est intéressant de rechercher si ce changement est habituel et indépendant de tout autre phénomène.

Une suite d'observations de ce genre, répétées des années durant, pourraient peut-être contribuer à faire prévoir les tremblements de terre !

Ainsi la terrible catastrophe arrivée aux provinces de Mino et d'Owari en 1891, a, par ses tristes effets mêmes, fourni des renseignements réellement utiles aux physiciens et aux ingénieurs civils.

Notre Comité, qui n'a pu disposer des crédits qui lui sont affectés qu'à partir d'avril 1893, n'était pas alors en mesure d'étudier ce phénomène, mais il a pu néanmoins, grâce à l'obligeance de différentes administrations, réunir nombre de documents le concernant.

En faisant prendre copie d'autres documents encore dispersés, en envoyant sur place une mission chargée d'étudier le désastre, en vue de composer un recueil de renseignements complets sur ce tremblement de terre et ses effets par rapport aux constructions, aux chemins de fer, aux ponts et aux digues, etc., notre Comité rendrait un immense service, non seulement aux savants, mais aussi au monde industriel, chacun pouvant trouver de précieux renseignements dans un tel ouvrage.

## II.—Rédaction d'une histoire des phénomènes sismiques au Japon.

En ce qui concerne les tremblements de terre consignés dans nos annales et mémoires, nous aurons, en nous appuyant sur ces mêmes documents, à rechercher quelles régions ont souffert de la fréquence de ce fléau.

Cette étude liée à celle du No. III, contribuera à celles qui font l'objet des No. VII, VIII, IX et XI.

Ses résultats seront utiles à l'élaboration de certains projets d'oeuvres du génie civil, à la prévision approximative, si toutefois elle est possible, du temps et des lieux de renouvellement presque périodique des catastrophes sismiques et au calcul des probabilités, s'il s'agit de fonder, suivant le projet de M. Mayet, des caisses

d'épargne et des sociétés d'assurances contre les risques des tremblements de terre.

Le Comité pourra, pour l'étude dont il s'agit, mettre à profit les documents collectionnés depuis des années par l'initiative privée de l'un de ses membres ou trouvés dans les archives de la Section des travaux historiques de l'Université.

### III.—Recherches géologiques.

Etant donné que les tremblements de terre ne sont autre chose que les vibrations de l'écorce terrestre, il est certain que, pour les étudier, des recherches géologiques sont de première importance.

Cependant l'étude générale des terrains du Japon rentrant dans les attributions du Bureau des travaux géologiques du Ministère de l'Agriculture et du Commerce, notre Comité se bornera à les étudier au seul point de vue de rechercher s'il existe une connexion entre la composition de la croûte terrestre et les tremblements de terre.

Dans le grand tremblement de terre de Mino et d'Owari, nous avons remarqué le fait suivant: les vallées de Toku-no-yama-dani et de Bugi-dani, bien que contiguës à celle de Neo-dani, centre des mouvements sismiques, n'ont ressenti que de faibles oscillations, tandis que la plaine bien plus éloignée, en éprouvait d'aussi violentes qu'au centre même.

Ce fait curieux ne pourrait trouver son explication que par une étude géologique de la région.

Il appartient aussi à la science géologique d'expliquer la fréquence des tremblements de terre dans une région plutôt que dans une autre.

C'est elle qui déterminera la cause des mouvements sismiques et leurs rapports avec la constitution de la croûte terrestre, au profit des sciences et de leurs applications en général.

Or, puisque les volcans, résultats d'une constitution spéciale de la croûte terrestre, se comptent par centaines au Japon, le Comité commencera par étudier les volcans, afin d'acquérir une idée générale de la relation qui peut exister entre la composition de l'écorce terrestre et ses convulsions.

#### **IV.—Etude sur la nature des mouvements sismiques.**

Tant que restera inexpliquée la nature des mouvements de la croûte terrestre dans les tremblements de terre, toute discussion sera impossible en ce qui concerne la nature des mouvements transmis alors aux constructions; impossible également de s'assurer de la similitude des secousses naturelles et artificielles et d'apprécier l'utilité des expériences faites à ce sujet.

Cette question s'étant particulièrement imposée à l'attention de nos sismologues, ils ont inventé des sismographes dont quelques-uns sont d'une réelle valeur, bien que laissant encore à désirer.

D'ailleurs, le Comité étudiera les perfectionnements à y apporter.

#### **V.—Détermination de la vitesse de propagation des mouvements sismiques.**

Cette étude corrélatrice à celle du No. IV, sera indispensable pour préciser la nature des mouvements sismiques. Elle nous permettra de calculer la longueur des ondes sismiques et, par suite, de découvrir les foyers des tremblements de terre. Elle servira encore à régler, en raison de la longueur des ondes sismiques, les dimensions qu'il conviendrait de donner aux constructions pour leur stabilité.

La vitesse de propagation des mouvements sismiques étant telle qu'elle ne saurait être mesurée que par des observations extrêmement précises, le Comité a décidé d'établir à cet effet un service téléphonique permanent, reliant toutes les stations météorologiques aux bureaux



télégraphiques les plus rapprochés. Dès que ce service sera ouvert, l'heure de midi sera annoncée tous les jours à toutes les stations météorologiques, afin qu'elles puissent avoir ainsi le moyen de préciser les heures des tremblements de terre qu'elles auront enregistrés.

Pour leur faire mieux atteindre encore le but proposé, il y aurait avantage à les pourvoir chacune d'un chronomètre; elles en seront munies au fur et à mesure que les ressources, actuellement trop limitées, permettront au Comité de leur en procurer.

Un autre moyen d'action efficace consisterait à installer dans plusieurs localités voisines de Tōkyō un certain nombre de postes sismographiques communiquant entre eux par des fils électriques et disposés de telle façon que, en cas de tremblement de terre, tout le système agissant simultanément indique le temps mis par une onde sismique à parcourir les distances de 4 à 10 ou 15 kilomètres qui séparent ces postes les uns des autres. D'après ces indications, on pourrait calculer la vitesse de propagation des mouvements sismiques.

## VI.—Détermination de l'inclinaison et des "pulsations" de la surface du sol.

L'étude de l'inclinaison et des "pulsations" de la surface du sol est une véritable innovation dans la science sismologique, et cette étude est absolument distincte de celle à laquelle on se livre en Italie sur les trépidations microsismiques.

D'après les observations faites depuis quelques années par M. Rebeur Paschwitz en Allemagne et par M. Milne au Japon, il existerait des mouvements oscillatoires exactement comparables, à cause de leur excessive lenteur, aux mouvements des vagues dans la haute mer et complètement distincts des trépidations ou ondulations microsismiques ordinaires.

Ces mouvements dureraient de 2-3 à 7-8 secondes, et la longueur

d'ondes qu'ils produisent, beaucoup moindre que celle des autres, serait, en conséquence, susceptible de changer le niveau du sol.

Ces variations de niveau sont continuellement enregistrées au moyen d'un pendule horizontal fonctionnant automatiquement.

Des observations déjà recueillies par ce moyen il résulterait que, outre ces changements quotidiens de niveau, la Terre subit une sorte de perturbation magnétique indépendants de tout tremblement de terre se produisant ou non dans le voisinage.

En ce qui concerne ces mouvements d'inclinaison et de "pulsation" produits au milieu des fortes secousses sismiques, les tremblements de terre de Mino et d'Owari confirment pleinement ce fait qui ne laisse plus lieu à aucun doute.

De plus, on a pu de temps en temps constater que les appareils sismographiques d'une sensibilité ordinaire, enregistrent des mouvements souterrains d'une amplitude considérable, bien que difficiles à constater en l'absence de ces instruments. Or, il s'agirait, nous semble-t-il, dans la plupart de ces cas, des mouvements d'inclinaison et de "pulsation" provenant de la répercussion d'une forte secousse sismique ayant lieu à une distance considérable: les tremblements de terre de Kumamoto en juillet 1889, -de l'île de Miyakejima, Prov. d'Izu, le 18 avril de la même année, -de Mino et d'Owari en 1891, auraient ainsi, d'après M. Paschwitz, fait ressentir leurs contre-coups jusqu'à Potsdam.

Il y a donc lieu d'espérer que des observations de ce genre, maintes fois répétées, serviront à mesurer la vitesse de propagation des mouvements d'inclinaison et de "pulsation" et prépareront la solution de divers problèmes sismiques d'un haut intérêt.

D'ailleurs, les mouvements d'inclinaison du niveau, s'ils viennent à se produire isolément, et non à la suite d'un tremblement de terre, pourraient être parfois attribués à une révolution quelconque à l'in-

térieur de la terre, et l'on pourrait aussi supposer que ces mouvements survenus à la surface de terre préludent à un grand tremblement de terre dans le voisinage.

Il y aurait donc là encore un apport pour découvrir un moyen de prévision des tremblements de terre.

### VII.—Etude comparative des mouvements sismiques à la surface et à l'intérieur de la terre.

D'après une opinion qui a été émise, les mouvements sismiques seraient moins sensibles dans le sein de la terre qu'à sa surface.

Cette opinion, supposé qu'elle soit vraie, pourrait aider à trouver un moyen d'amortir considérablement les chocs résultant des mouvements sismiques. La confirmation de son bien-fondé ne pouvant qu'être utile à l'architecture (voir le No. XV), nos sismologues se sont, dès la première heure, occupés de cette question : à la Faculté des Sciences de l'Université Impériale de Tokyo, les observations comparatives se poursuivent concurremment au moyen d'un appareil sismographique placé sur le sol et d'un autre placé au fond d'un puits profond de 5 mètres et demi, pour l'établissement de la différence d'intensité des secousses ressenties en haut et en bas. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont appréciables, mais non encore pleinement satisfaisants.

Pour compléter nos moyens de recherches dans cette voie, nous avons l'intention de faire percer d'autres puits dans des terrains de différentes natures, choisis à cet effet

En attendant l'exécution de ce projet, nous ferons approfondir le puits déjà existant dans l'enceinte de l'Université.

### VIII.—Déterminations magnétiques et création de stations magnétiques.

Chercher le moyen de prévoir les tremblements de terre est, en

vérité, une oeuvre pleine de difficultés, peut être même impossible à réaliser, mais les difficultés d'une oeuvre ne sont point une raison de l'abandonner. Au contraire, pour les surmonter, toutes les ressources possibles doivent être mises à profit et au prix de constants efforts, mille tentatives faites, que rien ne doit rebuter ; et cela, d'autant plus que l'histoire des découvertes scientifiques ne manque pas d'exemples de problèmes jusque là réputés insolubles et dont la solution a fini par récompenser la persévérance des chercheurs.

En conséquence, nous avons à exécuter d'une façon aussi complète que possible toutes études tendant à contribuer à l'oeuvre que nous poursuivons.

Les tremblements de terre étant les vibrations de la croûte terrestre, leur étude implique celles de la constitution de l'écorce du globe et des changements auxquels elle est assujettie.

Nous plaçant encore au point de vue purement physique, (comme il est dit au No. III), il importe d'étudier l'état normal de la croûte terrestre et les changements qui peuvent s'y produire.

De même que la prévision du temps nécessite les observations de la pression atmosphérique, de la température de l'air, de l'état hygrométrique, de la vitesse et de la direction des vents, des formes des nuages, et des quantités de pluie et de neige tombées, ainsi que la détermination des isobares et des isothermes; de même il y a lieu de supposer que les recherches d'un moyen de prévision des tremblements de terre exigent, pour être fructueuses, des observations méthodiques et suivies sur ce qui concerne le magnétisme terrestre, les courants telluriques et la température du sol à différentes profondeurs, la pesanteur, etc. ainsi que les variations que subissent ces divers phénomènes.

Faute d'études suffisantes, nous ne sommes pas encore en mesure d'affirmer s'il existe ou non un rapport direct entre les tremblements

de terre et le magnétisme terrestre; cependant, il y a lieu de remarquer que, des observations comparatives faites avant et après les grands tremblements de terre de Mino et d'Owari, il résulte que la distribution des lignes isogoniques y a subi un changement (voir le mémoire de l'Université, section des Sciences, livraison V et la Revue scientifique "Tōyō-Gakugei-Zasshi," No. 30) tellement accentué qu'on ne saurait nier l'existence de rapports intimes entre les tremblements de terre et le magnétisme terrestre.

Supposé que le magnétisme terrestre réside en partie dans l'écorce terrestre, il serait rationnel de conclure de là qu'une variation de pression ou de température dans cette écorce exerce immédiatement son influence sur le magnétisme terrestre, en provoquant un changement dans la distribution des lignes isogoniques.

Nous appuyant sur cette hypothèse, nous avons l'intention d'effectuer, tous les 3 ou 4 ans, un mesurage général de l'intensité magnétique dans tout l'Empire et de faire une étude comparative des variations des lignes isogoniques et de la distribution des surfaces ébranlées par les tremblements de terre.

Si, grâce à ces travaux, nous pouvions arriver à éclaircir la question des rapports qui existent entre ces deux phénomènes, nous aurions contribué à trouver un moyen de prévoir la probabilité des lieux et époques où les tremblements de terre sont à redouter. De plus, comme l'intensité magnétique terrestre subit chaque année une certaine variation, il serait nécessaire de l'observer constamment et d'en relever les variations annuelles et mensuelles. Ce travail sera réservé aux stations magnétiques à créer dans ce but.

Ainsi les observations quotidiennes et les observations générales et périodiques concourront à l'obtention de résultats certains.

Il semble aussi que, en plus de celles qui précèdent, des observations sur les courants telluriques ne seraient pas dépourvues d'intérêt.

Le Comité a commandé la construction de 4 magnétographes et de 4 autres appareils nécessaires aux travaux de détermination magnétique qui seront effectués dans tout le pays, et, dès la réception de ces instruments, 4 stations magnétiques seront ouvertes à Nemuro, Sendai, Nagoya et Kumamoto.

### **IX.—Observation de la température du sol à de grandes profondeurs.**

D'après les travaux des spécialistes, les phénomènes géologiques tels que les éruptions volcaniques et les tremblements de terre, auraient principalement pour cause la production de fissures dans la croûte terrestre qui se contracte, à mesure que la chaleur centrale va en diminuant.

Evidemment, il doit exister un rapport entre la température intérieure de la terre et les chaînes sismiques qui la parcourent.

Pour pouvoir constater les variations de cette température, il faudra comparer entre les différentes localités, la répartition des surfaces isothermes à une profondeur de plusieurs centaines de mètres. A cet effet, on ne saurait mieux faire que d'étudier la température distribuée à l'intérieur de la terre, au moyen de nombreux et profonds puits pratiqués dans diverses parties de l'Empire.

Après avoir déterminé les formes normales des surfaces isothermes et leurs variations générale ou locales, une étude comparative permettrait de constater le rapport qui peut exister entre l'état de la température souterraine et la distribution des volcans et des centres de tremblements de terre, et par là elle aiderait peut-être à prévoir désormais les tremblements de terre, avec leur degré d'intensité, ainsi que les localités et l'époque où il y a lieu de les craindre.

Tel serait le but principal de la création des puits ci-dessus mentionnés, qui seraient également utiles pour faire connaître la composition géologique des couches superposées sur une épaisseur de plusieurs

centaines de mètres, ainsi que l'élasticité, la rigidité et la conductibilité de la chaleur de chacune d'elles.

D'ailleurs, cette connaissance s'impose absolument si l'on veut étudier les formes et les variations des surfaces isothermes, ainsi que l'intensité des mouvements sismiques.

Présentement, l'impossibilité de creuser à la fois en différentes parties du Japon environ 300 puits que comporte notre projet, nous oblige à nous contenter, pour commencer, du premier puits de cette série qui, pour la commodité de nos études, sera placé à Tōkyō. En effet, l'exécution complète du projet sera très difficile et très dispendieuse, car ceux là même qui passent pour maîtres dans la conduite de travaux de ce genre ne réussissent pas toujours quand il s'agit de percer des puits descendant à un millier de mètres et plus, sans parler des obstacles invincibles que la nature capricieuse peut opposer aux ouvriers les plus habiles, qu'elle arrête au milieu de travaux péniblement en marche.

#### X.—Mesure de résistance des matériaux.

Il est aussi utile et même nécessaire de réunir des renseignements sur le degré de résistance que présenteraient aux efforts de pression, de tension ou de torsion, les différents matériaux de construction.

L'utilité des expériences faites à ce sujet n'est pas exclusive aux bâtiments exposés aux tremblements de terre, mais elles les intéressent cependant tout particulièrement.

Dès expériences analogues ayant déjà donné à l'Étranger des résultats qui nous sont connus, devront être renouvelées avec les matériaux différents employés au Japon.

**XI.—Projet de maisons capables de résister aux tremblements de terre; construction de maisons-modèles dans les localités fréquemment éprouvées par les tremblements de terre.**

Ce projet étant celui qui répond le mieux au but du Comité, point n'est besoin d'explications pour en prouver l'utilité.

Notons seulement que le Comité fera construire, d'une part, une maison en briques sur un plan spécial dû à l'un de ses membres, M. Tatsuno, ingénieur-architecte, laquelle maison sera munie d'appareils sismographiques destinés à enregistrer toutes secousses ressenties dans ses diverses parties. D'autre part, il fera construire, en différentes localités, un certain nombre de maisons en bois ou en briques ou mixtes, qui seront soumises à l'épreuve des tremblements de terre.

**XII.—Expériences sur la résistance des constructions de divers genres au moyen de tremblements de terre artificiellement produits.**

Il serait à souhaiter que nos expériences pussent être effectuées, comme il est dit au No. précédent, sur des maisons existantes et par de véritables tremblements de terre. Mais nous perdrons un temps précieux à nous reposer sur cet unique procédé, aussi aléatoire que coûteux, attendu que la construction d'un grand nombre de bâtiments entraînerait une dépense trop lourde pour le budget du Comité, et que les tremblements de terre, grands ou petits, échappant encore à toute prévision, seraient parfois vainement attendus pour nous donner de constater les effets qu'ils doivent produire.

Nous devons donc avoir recours à un procédé plus pratique, qui consiste à soumettre à des secousses artificiellement produites différents modèles de bâtiments construits avec un ou plusieurs des matériaux ci-dessus mentionnés.

Ce moyen permettra de supputer l'importance des dégâts probables pour tel ou tel type de construction après des secousses sem-



blables, mais naturellement produites, et de fixer le choix des matériaux les plus résistants ainsi que les formes préférables pour les bâtiments à l'épreuve des tremblements de terre.

On voit qu'il s'agit des expériences les plus importantes et les plus urgentes pour le mode de construction à adopter au Japon.

Voici les différents types de bâtiments qui, réduits à des proportions moindres, seront examinés.

- Maison en briques ;
- „ „ pierres naturelles ;
- „ „ artificielles ;
- „ principalement en bois ;
- „ „ „ fer ;
- „ mixte en briques et en pierres naturelles ;
- „ „ „ „ „ bois ;
- „ „ „ „ „ pierres artificielles ;
- „ „ „ „ „ fer ;
- „ „ „ pierres naturelles et en fer ;
- „ „ „ „ „ artificielles ;
- „ „ „ „ „ en bois ;
- „ „ „ „ artificielles „ „ „ ;
- „ „ „ „ „ „ „ fer ;
- „ „ „ bois et en fer ;
- „ „ „ briques, en pierres naturelles et en fer (ou bois) ;

Il est évident que les secousses à produire dans les expériences devront se rapprocher autant que possible des secousses naturelles.

### XIII.—Etude des monuments actuellement existants, au point de vue et en prévision des effets sismiques auxquels ils seraient exposés.

Souvent, après un tremblement de terre, il n'est plus temps

d'apprécier exactement l'importance des dégâts qu'il a causés à une construction, parce que l'on ignore son état antérieur : elle était déjà, par exemple, inclinée ou lézardée.

Il est regrettable que le manque de documents exacts et détaillés relativement aux constructions existantes ou disparues nous ait jusqu'aujourd'hui privés de précieuses indications au point de vue des effets sismiques.

En conséquence, il faut, pour combler cette lacune, réunir des renseignements sur l'état actuel de certaines constructions qui offrent un intérêt particulier, pour le cas possible où elles auraient à subir les effets désastreux d'un tremblement de terre.

#### **XIV.—Etude comparative des terrains de différentes natures au point de vue de leur sensibilité par rapport aux tremblements de terre.**

Pour les constructions, quelles qu'elles soient, il y a intérêt à déterminer l'intensité des secousses sismiques, variables suivant la nature des terrains, ou sablonneux, ou rocailleux, ou composés de pierres de toutes sortes, ou préparés avec du béton.

Cette expérience d'une utilité si pratique se fera dans un terrain donné, de nature homogène et préalablement préparé à l'instar des fondations, avec du sable ou du gravier ou des pierres ou du béton, etc.

Un appareil enregistrera les secousses qui y auront été ressenties; on aura ensuite à comparer les observations ainsi recueillies dans des terrains diversement préparés.

#### **XV.—Expériences ayant pour but d'amortir les mouvements sismiques.**

Dans les travaux de précision, tels que les observations astronomiques, les expériences de physique, les préparations photographiques,

qui exigent une parfaite immobilité des appareils en service, il est souvent difficile d'éviter les mouvements que cause la propagation des faibles secousses produites au dehors par le passage des hommes, des chevaux, des voitures, etc.

Pour soustraire ces appareils à l'influence des secousses, le seul moyen connu aujourd'hui consiste à pratiquer des rainures autour des appareils, et souvent ce moyen a été efficace.

Il y aura lieu d'examiner si l'application de ce principe peut être utilement étendue aux grandes secousses sismiques et, dans l'hypothèse affirmative, si les rainures ou canaux devraient être vides ou pleins. Il sera enfin intéressant d'étudier s'il est possible de faire intercepter ou détourner ou renvoyer ou absorber les ondes sismiques par des canaux remplis d'eau, ou de sable, ou de gravier, etc.

Cette expérience d'un grand intérêt théorique et pratique n'a été, à notre connaissance, tentée par personne, tant à cause de la difficulté d'exécution qu'à cause des dépenses considérables qu'elle doit nécessiter.

Nous faisons des vœux pour qu'une sérieuse étude en prépare l'exécution.

#### **XVI.—Publication des mémoires et des comptes-rendus des travaux du Comité.**

*Les travaux de notre Comité seront publiés, et quelques-uns même en une langue européenne pour être soumis à l'appréciation de savants étrangers; cette appréciation, quelle qu'elle soit, ne pourra que nous être utile et sera toujours reçue avec reconnaissance.*

---

# Etude sur la résistance à la traction des joints de Briques.

par  
S. TANABE.

Docteur ès Sciences appliquées, Membre du Comité des Tremblements de terre.

## I.—But de cette étude.

On entend souvent dire que les constructions en brique ne peuvent résister aux tremblements de terre, et citer comme preuve les nombreux dégâts subis par des constructions de ce genre, à la suite de secousses terrestres, dans les provinces d'Owari et de Mino et récemment à Tôkyô même.

Et pourtant l'on ne doit tenir cette opinion pour fondée qu'après avoir examiné avec soin si les plans et structures de ces bâtiments étaient bons ou défectueux.

Quoi que l'on puisse dire du peu de résistance des bâtiments de brique en cas de tremblement de terre, on ne peut se dispenser d'en élever, et en dépit des dangers qu'on lui attribue, la brique sera de plus en plus employée.

Il est évident que l'examen de la force effective du ciment rentre dans la sphère d'étude de notre Comité, qui s'occupe des moyens de prévention contre les dégâts des tremblements de terre. Nous n'avons jamais espéré atteindre immédiatement par ces études, les premières qui aient été faites, un résultat complet. Ceci n'est qu'un premier pas ; nous avons surtout rassemblé des matériaux pour une étude plus approfondie ; évidemment, pour arriver à une conclusion, il faudra encore beaucoup d'autres expériences pratiques.

## II.—Procédé d'expérimentation.

Nous entendons par la *solidité d'une construction* celle que possède

cette construction dans sa partie de moindre résistance ; c'est cette partie de moindre résistance que nous nous proposons d'étudier en même temps que le mode de construction le plus parfait.

Nous croyons pouvoir considérer trois cas de fracture de la brique scellée au ciment :

1° *Fracture de la brique même.*

Elle se produit lorsque le ciment ou mortier employé pour joindre les briques est de la meilleure qualité, c'est-à-dire, lorsque la force de liaison du ciment est supérieure à la solidité de la brique elle-même.

2° *Fracture du mortier employé.*

Celle-ci se produit lorsque la force de liaison du ciment et la solidité de la brique elle-même sont supérieures à la solidité du ciment.

3° *Décollement de la brique et du mortier.*

Ce décollement se produit quand la solidité de la brique et celle du ciment sont supérieures à la force de liaison de ce dernier.

Les trois cas que nous venons d'énumérer peuvent se présenter séparément, ou deux d'entre eux à la fois, ou tous les trois ensemble ; par exemple, quand un bloc composé d'une brique et du ciment qui y adhère se détache.

Mais il est évident que si l'on emploie à la fois des briques, du ciment et du mortier de qualités également excellentes, la construction entière sera parfaitement résistante ; mais augmenter une quelconque de ces trois qualités sans augmenter aussi les deux autres est inutile, et même, les augmentant toutes trois, si la manière de bâtir n'est pas bonne, nous verrons se produire les accidents N° 1 et 2 (Cassure du mortier et décollement de la brique.)

Quoi qu'il en soit, prenons des briques de 1<sup>ère</sup> qualité et surcuites, cimentons les avec un mortier composé de 1/3 de ciment et de 2/3 de sable : si les briques ne sont pas convenablement humectées, et si le

mortier, lui aussi, ne contient pas la quantité d'eau nécessaire, nous verrons se produire des fractures du mortier et des décollements de la brique (cas 2 et 3).

Nous voyons par là que la solidité d'une construction en briques dépend non seulement du choix des matériaux, mais encore du mode même de construction et de la manière de se servir des matériaux ; en présence d'un si grand nombre de facteurs, et malgré les nombreuses expériences auxquelles nous avons soumis les différents procédés en question, nous devons reconnaître avec regret que nous ne pouvons être complets sur ces matières.

### Détail des expériences.

#### I.—MATÉRIAUX.

Les matériaux, briques, etc. . . . ., sur lesquels ont porté nos expériences, ont été les suivants :

##### I.—Briques :

(a). Briques provenant de la *Tokyo-Shuchi-Kan*.

Briques de choix, et surcuites.

Ordinaires, 1<sup>ère</sup> catégorie

„ 2<sup>ème</sup> „

„ 3<sup>ème</sup> „

(b). Briques provenant de la Société anonyme japonaise de briqueterie *Nippon-Renga-Seizo-Kabushiki-Kwaisha* :

Surcuites, 1<sup>ère</sup> catégorie

Ordinaires, 2<sup>ème</sup> „

„ 3<sup>ème</sup> „

„ 4<sup>ème</sup> „

##### II.—Ciment.

Ciment de la manufacture *Asano*.

### III.—Sable.

Sable de la rivière *Tamagawa*.

## II.—CHOIX DES MATÉRIAUX.

### I.—Ciment.

La cuisson des briques au four donne certaines briques inégales et brûlées ; ces différences déterminent les qualités de briques. Quoique celles-ci soient triées par des contremaitres experts, il est impossible d'obtenir une identité parfaite, vu le grand nombre que l'on en fabrique chaque jour.

Cependant, pour nos expériences, il nous en fallait d'aussi uniformes en tous points et d'aussi régulières que possible ; c'est pourquoi nous avons demandé à chaque fabrique de la ville ou des environs des échantillons parmi lesquels nous avons fait un choix, et d'après ce choix nous avons effectué nos commandes. Et ce sont les briques fabriquées par la *Tokyo-Shuchi-Kan*, et la *Nippon-Renga-Seizo-Kabushiki Kwaisha*, mentionnées plus haut, que nous avons adoptées.

Il est nécessaire de remarquer les différents procédés de fabrication de ces deux compagnies ; la *Tokyo-Shuchi-Kan* et la *Nippon-Renga-Kwaisha* emploient la vapeur comme force motrice.

Dans la première de ces briqueteries, les faces de la brique sont, les unes façonnées au moyen d'une planche de bois, les autres coupées au moyen d'une ficelle ; aussi les six faces sont-elles à peu près également unies.

A la "*Nippon-Renga-Kwaisha*," au contraire, les deux faces horizontales de la brique étant coupées avec un fil de fer sont grossières et rugueuses ; ce procédé a pour but d'obtenir un gros débit, mais non pas d'obtenir une surface rugueuse. Aussi fait-on subir à ces briques une manutention nouvelle, qui leur donne le poli nécessaire ; puis on procède au séchage ; et alors on a les briques ordinaires de cette compagnie.

Nous nous sommes procuré et nous avons employé pour nos expériences des briques de choix, mais seulement coupées au fil de fer et non polies, puis séchées et cuites; aussi les faces horizontales de ces briques sont-elles plus rugueuses que dans les briques ordinaires de cette compagnie. Nous avons pour objet d'examiner le rapport existant entre le degré de poli ou de rugosité de la brique et sa puissance d'adhésion au mortier.

### **II.—Ciment.**

Nous n'avions pas de raison pour choisir le ciment de la compagnie *Asano* plutôt qu'un autre, et nous ne pourrions dire, naturellement, s'il est de qualité supérieure.

### **III.—Sable.**

Il en a été de même pour le sable de la rivière *Tama-gawa* que nous avons choisi; cependant nous pouvons dire que ce sable est un des meilleurs de ceux qu'on emploie dans la région de Tokyo.

## **III.—EXAMEN DES MATÉRIAUX.**

### **I.—Examen des briques.**

(1)—Les expériences sur l'absorption de l'eau par la brique ont donné les résultats consignés dans les deux tables ci-dessous. Les briques étant empilées, dans une période de beau temps, de façon à être bien aérées, sont exposées au soleil pendant quarante ou cinquante jours; et quand, ayant perdu toute leur humidité, leur poids a cessé de diminuer, ce qu'on constate par plusieurs pesées successives, alors on les emploie.

Le tableau ci-dessous donne les moyennes d'absorption d'eau par la brique.



## Absorption d'eau par la brique.

Brique.		Poids de la brique sèche.		Durée d'immersion,							
Qualité	Numéro	Mommé	Livres	30 secondes		60 secondes		2 minutes		3 minutes	
				Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée
Brique de choix.	1	672	5.5	709	37	726	17	738	12	745	7
	2	650	5.4	687	"	704	"	718	14	726	8
	3	651	"	697	46	"	7	"	"	727	9
	4	655	"	"	42	702	5	714	12	721	7
	5	628	5.2	658	30	675	17	691	16	702	11
	6	660	5.4	698	38	714	16	727	13	736	9
	7	668	5.5	715	47	734	19	750	16	758	8
	8	642	5.3	671	29	686	15	700	14	708	"
	9	668	5.5	712	44	730	18	745	15	753	"
	10	646	5.3	683	37	705	22	720	"	728	"
Total pour cent d'eau absorbée					45.7		17.6		16.4		9.4
Ordinaire 1ère catégorie	1	648	5.3	700	52	727	27	752	25	768	16
	2	673	5.6	723	50	752	29	778	26	794	"
	3	670	5.5	718	48	740	22	763	23	780	17
	4	645	5.3	694	49	720	26	748	28	766	18
	5	682	5.6	731	"	756	25	784	"	801	17
	6	654	5.4	706	52	739	33	757	18	770	13
	7	668	5.5	719	51	746	27	767	21	781	14
	8	665	"	713	48	740	"	762	22	776	"
	9	678	5.6	735	57	750	15	774	24	791	17
	10	636	5.2	684	48	709	25	734	25	750	16
Total pour cent d'eau absorbée					37.		18.6		18.		12.
Ordinaire 2ème catégorie	1	656	5.4	700	44	722	22	746	24	762	16
	2	660	"	704	"	729	25	752	23	770	18
	3	672	5.5	722	50	746	24	770	24	786	16
	4	682	5.6	726	41	752	26	776	"	794	18
	5	670	5.5	718	48	744	"	770	26	788	"
	6	674	"	722	"	748	"	772	24	796	24
	7	640	5.3	692	52	722	30	750	27	764	14
	8	686	5.7	738	"	766	28	792	26	809	17
	9	624	5.2	760	46	702	32	720	18	731	14
	10	672	5.5	728	56	766	38	788	22	800	12
Total pour cent d'eau absorbée					36.		21.		18.		12.
Ordinaire 3ème catégorie	1	662	5.5	700	38	722	22	744	22	761	17
	2	652	5.4	695	43	720	25	"	24	"	"
	3	670	5.5	704	34	723	19	747	"	765	18
	4	658	5.4	688	30	708	20	732	"	750	"
	5	673	5.6	707	34	730	23	755	25	771	16
	6	675	"	711	36	735	24	760	"	776	"
	7	635	5.2	778	41	702	"	731	29	750	19
	8	660	5.5	702	42	727	25	756	"	775	"
	9	668	"	709	41	732	23	757	25	774	17
	10	686	5.7	729	43	752	"	780	28	798	18
Total pour cent d'eau absorbée					28.		17.		18.5		13.5

(1)—Brique fabriquée par la Tokyo-Shuchi-Kan.

Poids et Quantité d'eau absorbée (Mommé).

5 minutes		10 minutes		15 minutes		30 minutes		60 minutes		24 heures		Quantité totale d'eau absorbée
Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	
750	5	752	2	752	0	753	1	753	0	753	0	81
730	4	730	0	730	..	731	..	731	..	734	3	84
735	8	737	2	738	1	738	0	738	..	742	4	91
725	4	728	3	730	2	730	..	730	..	732	2	77
709	7	709	0	709	0	709	..	709	..	713	4	85
739	3	739	..	739	0	739	..	739	..	739	0	79
763	5	763	..	764	1	764	..	764	..	768	4	100
714	6	715	1	766	1	716	..	716	..	720	..	78
754	1	755	..	755	0	755	..	755	..	759	..	91
729	..	730	..	731	1	731	..	751	..	732	1	86
	5.2		1.1		.7		.2		0		3.6	
776	8	778	2	778	0	778	0	778	0	778	0	130
800	6	802	..	802	..	802	..	804	2	807	3	134
790	10	796	6	797	1	798	1	798	0	810	12	140
776	..	776	0	776	0	777	..	777	..	778	1	133
811	..	817	6	820	3	820	0	820	..	822	2	140
772	2	776	4	777	1	777	..	777	..	779	..	125
792	11	797	5	800	3	800	..	800	..	800	0	132
789	13	794	..	796	2	797	1	797	..	798	1	133
803	12	811	8	812	1	813	..	813	..	815	2	137
764	14	768	4	769	..	769	0	769	..	770	1	134
	6.6		2.9		.73		.3		.1		1.8	
776	14	782	6	782	0	782	0	782	0	782	0	126
786	16	792	..	792	..	792	..	792	..	792	..	132
799	13	804	5	804	..	804	..	805	1	805	..	133
809	15	816	7	816	..	816	..	817	..	818	1	136
802	14	804	2	804	..	805	1	805	0	805	0	135
808	12	808	0	808	..	808	0	808	..	808	..	134
768	4	770	2	770	..	770	..	770	..	770	..	130
818	9	820	..	821	1	821	..	821	..	821	..	135
746	12	754	8	754	0	754	..	754	..	754	..	130
806	6	806	0	806	..	806	..	806	..	806	..	134
	8.2		3.		0		0		.1		0	
779	18	796	17	801	5	802	1	804	2	804	0	142
..	..	785	6	787	2	788	..	789	1	789	..	137
784	19	801	17	801	0	801	0	801	0	801	..	131
768	18	782	14	789	7	790	1	791	1	791	..	133
786	15	803	17	807	4	808	..	809	..	809	..	136
789	13	803	14	809	6	814	5	814	0	815	1	140
767	17	769	2	769	0	769	0	770	1	770	0	135
778	3	788	10	788	..	788	..	789	1	789	..	129
791	17	796	5	797	1	797	..	797	0	798	1	130
816	18	823	7	823	0	824	1	824	..	824	0	138
	11.5		8.1		1.9		.7		.7		.1	

## Absorption d'eau par la brique. (2)—Brique

Brique		Poids de la Brique sèche		Durée d'immersion,							
Qualité	Numéro	Mommé	Livres	30 secondes		60 secondes		2 minutes		3 minutes	
				Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée
Brique de choix, surcuite 1 <sup>ère</sup> catégorie	1	686	5.7	733	47	757	24	771	14	772	1
	2	700	5.8	737	37	758	21	776	18	780	4
	3	680	5.6	724	44	745	„	765	20	775	10
	4	718	5.9	770	52	792	22	811	19	812	1
	5	682	5.6	726	44	749	32	770	21	776	6
	6	674	5.6	722	43	747	25	767	20	772	5
	7	678	„	714	36	732	18	750	18	751	1
	8	668	5.5	724	56	751	27	772	21	773	„
	9	676	5.6	718	43	739	71	756	17	758	2
	10	670	5.5	715	45	737	22	„	19	760	4
Total pour cent d'eau absorbée					49.4		24.2		.12		.38
Ordinaire, 2 <sup>è</sup> e catégorie	1	666	5.5	713	47	757	23	761	25	770	9
	2	672	5.6	725	53	750	25	774	24	784	10
	3	678	„	731	„	755	24	777	26	„	7
	4	673	„	722	49	746	„	772	26	785	13
	5	676	„	734	48	762	28	789	27	801	12
	6	662	5.5	715	53	741	26	768	„	784	16
	7	675	5.6	729	54	757	28	779	22	782	3
	8	672	5.5	723	51	749	26	773	24	785	12
	9	642	5.3	686	44	701	15	732	31	742	10
	10	645	„	695	40	722	27	746	24	761	15
Total pour cent d'eau absorbée					44.3		22.		22.		10.
Ordinaire, 3 <sup>ème</sup> catégorie	1	688	5.7	740	52	768	28	794	26	810	16
	2	686	„	736	50	767	31	793	„	808	15
	3	644	5.3	697	53	722	25	742	20	761	19
	4	645	„	692	47	716	24	748	32	„	13
	5	662	5.5	710	48	734	„	757	23	775	18
	6	689	5.7	743	54	770	27	796	26	813	17
	7	646	5.3	687	41	714	„	749	„	753	13
	8	656	5.4	705	49	731	26	758	27	773	15
	9	654	„	698	44	721	23	746	25	763	17
	10	655	„	702	47	726	24	751	„	768	„
Total pour cent d'eau absorbée					38.7		21.		21.		12.7
Ordinaire, 4 <sup>ème</sup> catégorie	1	658	5.4	709	51	736	27	760	24	776	16
	2	692	5.7	740	48	766	26	791	25	809	18
	3	630	5.2	674	44	696	22	719	23	739	20
	4	692	5.4	736	„	759	23	785	26	807	22
	5	606	5.0	653	47	680	27	705	25	719	14
	6	668	5.5	714	46	741	„	763	„	784	18
	7	692	5.7	746	54	774	28	803	29	820	17
	8	702	5.8	754	52	780	26	809	„	828	19
	9	684	5.7	735	51	761	„	791	30	809	18
	10	701	2.8	754	53	982	27	812	31	828	16
Total pour cent d'eau absorbée					39.7		19.5		20.2		13.4

fabriquée par la Nippon-Renga-Kabushiki-Kwaisha.

Poids et Quantité d'eau absorbée (Mommé).

5 minutes		10 minutes		15 minutes		30 minutes		60 minutes		24 heures		Quantité totale d'eau absorbée
Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	Poids	Quantité d'eau absorbée	
772	0	772	0	772	0	773	1	773	0	774	1	88
780	..	780	..	780	..	781	..	782	1	782	0	82
775	..	776	1	776	..	776	0	777	1	777	..	97
812	..	814	2	814	..	814	..	815	1	815	..	..
776	..	776	0	776	..	778	2	778	0	778	..	96
772	..	772	..	772	..	773	1	774	1	774	..	100
751	..	751	..	752	1	752	0	752	0	754	2	76
773	..	774	1	774	0	775	1	775	..	775	0	97
758	..	758	0	758	..	758	0	758	..	760	2	84
760	..	760	..	760	..	760	..	760	..	..	0	90
	0		.4		.1		.7		.4		.5	
771	1	771	0	772	1	772	0	772	0	772	0	106
784	0	784	..	785	..	786	1	786	..	786	..	114
785	1	785	..	..	0	..	..	..	..	..	..	108
787	2	787	..	787	..	788	..	788	..	788	..	115
802	1	803	1	803	..	803	0	803	..	803	..	127
788	4	790	2	790	..	790	..	790	..	790	..	128
782	0	782	0	782	..	782	..	782	..	783	1	108
786	1	786	..	786	..	786	..	786	..	786	0	114
743	..	743	..	743	..	743	..	743	..	744	1	102
770	9	770	..	770	..	770	..	770	..	771	..	126
	1.7		.2		.1		.4		0		.2	
817	7	818	1	818	0	818	0	820	2	820	0	132
812	4	812	0	812	..	812	..	814	..	814	..	128
767	6	767	..	768	1	768	..	769	1	769	..	125
762	1	762	..	763	..	763	..	764	..	764	..	119
785	10	785	..	787	2	788	1	788	0	789	1	113
816	3	816	..	818	..	818	0	820	..	820	0	131
755	2	755	..	757	..	757	..	757	0	758	1	110
779	6	779	..	780	1	780	..	780	..	780	0	125
775	12	775	..	775	0	776	1	776	..	876	..	122
780	..	780	..	780	..	780	0	781	1	771	..	126
	5.1		0		.8		1.1		.1		.1	
781	5	781	0	782	1	782	0	782	0	782	0	124
823	14	826	3	826	0	828	2	828	..	828	..	136
756	17	761	5	761	..	761	0	761	..	761	..	131
826	19	832	6	832	..	832	..	832	..	832	..	140
723	4	723	0	723	..	723	..	723	..	723	..	117
798	14	798	..	798	..	799	1	799	..	800	1	132
826	6	826	..	826	..	826	0	826	..	830	4	138
840	12	840	..	840	..	840	..	840	..	841	1	139
826	13	822	..	822	..	822	..	822	..	823	..	..
840	12	844	..	840	..	840	..	840	..	840	0	..
	.9		1.		0		.4		0		.5	

**Briques fabriquées par la Tokyo-Shuchi-Kan.**

Brique de choix, surcuites, 13<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Le poids de l'eau absorbée est  $\frac{1}{7.70}$  du poids de la brique.

Ordinaires, 1<sup>ère</sup> catégorie, 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Le poids de l'eau absorbée est  $\frac{1}{4.76}$  du poids de la brique.

Ordinaires, 2<sup>ème</sup> catégorie 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Le poids de l'eau absorbée est 1/5 du poids de la brique.

Ordinaires, 3<sup>ème</sup> catégorie, 20,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Le poids de l'eau absorbée est  $\frac{1}{4.9}$  du poids de la brique.

**Briques fabriquées par la Nippon-Renga-Kwaisha.**

Surcuites, 1<sup>ère</sup> catégorie, 13,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> absorbant  $\frac{1}{7.52}$  de leur propre poids, en eau.

Ordinaires, 2<sup>ème</sup> catégorie 17,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> absorbant  $\frac{1}{5.78}$  de leur propre poids, en eau.

Ordinaires, 3<sup>ème</sup> catégorie, 18,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> absorbant  $\frac{1}{5.34}$  de leur propre poids, en eau

Ordinaires, 4<sup>ème</sup> catégorie, 19,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub> absorbant  $\frac{1}{5.05}$  de leur propre poids, en eau

Pour savoir la quantité d'eau absorbée par une brique en 30, 60 secondes, etc., pesez une brique sèche, plongez-la dans l'eau pendant 30 secondes, retirez-la, pesez-la encore ; remettez-la dans l'eau pendant 30 secondes, et repesez-la. Les différences entre les poids successifs vous indiquent les quantités d'eau absorbées pendant le laps de temps correspondant.

Faites la même expérience pour une immersion de 24 heures.

Dans notre tableau, le pourcent d'eau absorbée est le quotient de la quantité d'eau absorbée en 1 heure par la quantité totale d'eau absorbée.

(2) Expériences sur la résistance à la traction des briques. Donnez à la brique la forme en X; placez la brique dans la machine à

essayer; telles étaient les conditions dans lesquelles a été faite l'expérience, dont nous avons vu les résultats dans les tableaux ci-dessus, le dernier pour les briques de la *Nippon-Renga-Kwaisha*, l'avant dernier pour celles de la *Tokyo-Shuchi-Kan*; les deux sortes de brique ayant été éprouvées sèches et après 18 heures d'immersion.

La rugosité des briques nous a créé certaines difficultés; c'est pourquoi nous les avons placées entre des plaques de caoutchouc, afin de faire coïncider leur surface et celle de la machine; nous n'avons pu cependant éviter que cette difformité des briques n'occasionnât quelques cassures; nous n'avons pas tenu compte des briques qui se trouvaient dans ce cas, et les cinq catégories mentionnées dans le tableau sont des briques parfaites, qui se sont brisées par suite de la force de traction.

L'une des briques a été essayée d'une façon très complète; l'autre s'est brisée partiellement d'abord par la pression de la machine, ensuite, ayant été placée sous une masse pesante, par la force de traction.

(3).—Expériences sur la résistance à l'écrasement des briques. Nous regrettons de ne pouvoir fournir sur ce point aucun renseignement, n'ayant pu nous servir de notre machine à essayer, qui n'était pas en bon état.

Tableau de la force de traction des briques.  
(1)—Briques fabriquées par la Tokyo-Shuchi-Kan.

Briques		Sèches.			Après 18 heures d'immersion.		
		Force totale de traction (en liv. angl.)	Force de traction par pouce carré	Intervalle de temps entre la charge et la fracture	Force totale de traction (en liv. angl.)	Force de traction par pouce carré	Intervalle de temps entre la charge et la fracture
Qualité	No.						
Briques de choix surcuites.	1	1610	264	m s 5 51	1542	253	m s 5 33
	2	1666	273	4 33	1964	322	7 52
	3	1501	246	4 20	1510	243	3 31
	4	1864	305	7 15	1443	236	3 33
	5	1643	269	3 36	1709	280	3 50
	Moyenne		1657	276	5 7	1634	268
Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie.	1	1032	166	3 18	833	136	2 0
	2	833	136	2 0	983	161	2 46
	3	817	134	2 0	609	100	1 54
	4	908	149	2 35	842	138	2 30
	5	899	145	2 54	673	111	1 30
	Moyenne		898	146	2 33	788	129
Ordinaire, 2 <sup>ème</sup> catégorie.	1	907	146	3 57	899	142	2 1
	2	584	96	1 15	721	114	1 37
	3	800	131	2 16	1054	197	3 0
	4	842	138	2 6	692	715	1 50
	5	1000	164	2 45	942	157	2 28
	Moyenne		827	135	2 28	862	137
Ordinaires 3 <sup>ème</sup> catégorie.	1	1217	196	4 35	759	124	1 50
	2	883	141	2 13	788	125	1 50
	3	900	144	2 12	1025	168	2 30
	4	916	148	2 56	727	116	1 34
	5	925	148	2 10	817	134	1 48
	Moyenne		968	155	2 49	823	133

Tableau de la force de traction des briques.  
(2)—Briques fabriquées par la Nippon-Renga-Kwaisha.

Briques.		Sèches.			Après 18 heures d'immersion.		
		Force totale de traction (en liv. angl.).	Force de traction par pouce carré	Intervalle de temps entre la charge et la fracture	Force totale de traction (en liv. angl.).	Force de traction par pouce carré	Intervalle de temps entre la charge et la fracture
Qualité	No.						
Briques de choix surcuites, 1 <sup>ère</sup> catégorie.	1	1965	333	m s 6 13	992	159	m s 3 42
	2	1322	211	3 13	1898	339	3 59
	3	1342	215	3 15	1882	306	3 51
	4	1587	269	5 14	1654	280	3 26
	5	1698	288	6 21	1743	281	2 41
	Moyenne		1583	263	4 51	1634	273
Ordinaires 2 <sup>ème</sup> catégorie.	1	908	145	3 0	1458	233	4 42
	2	1150	184	3 0	755	126	1 36
	3	1050	168	2 45	1776	284	7 14
	4	1454	246	3 56	1258	201	3 9
	5	908	145	2 50	1383	221	3 20
	Moyenne		1094	178	3 6	1326	213
Ordinaires 3 <sup>ème</sup> catégorie.	1	1075	172	2 30	817	131	2 20
	2	625	100	1 50	1283	205	3 38
	3	1299	210	3 45	1032	175	2 24
	4	1321	224	3 40	1199	214	2 28
	5	1599	256	5 24	1083	181	2 43
	Moyenne		1184	194	3 26	1083	181
Ordinaires 4 <sup>ème</sup> catégorie.	1	625	100	1 23	875	140	2 24
	2	1443	245	4 17	942	151	2 18
	3	833	133	2 13	1310	209	3 26
	4	958	153	2 35	1083	173	2 51
	5	1177	199	3 40	1232	199	2 42
	Moyenne		1007	166	2 0	1088	174



## II.—Examen du ciment.

La manière de procéder est expliquée en détail dans le livret des conditions d'achat nous la reproduisons ci-dessous.

(1).—Extrait du livret des conditions d'achat : 1°. Le poids net d'un tonneau de ciment doit être de 48 *kwamme* ; si le poids est insuffisant, le tonneau sera rempli comme il doit l'être (le poids indiqué diffère du poids adopté maintenant) ; 2°. Chaque tonneau de ciment doit être essayé comme il est indiqué ci-dessous, et si un tonneau n'est pas de bonne qualité, il sera remplacé aux frais des fournisseurs, qui prennent aussi à leur charge les frais de l'essai.

(2).—Manière de procéder. 1°. Résistance à la traction.

Faites huit briquettes de ciment composées de 1 partie (en poids) de ciment et de 4 parties de sable sec ; laissez-les durcir à l'air pendant 24 heures, mettez dans l'eau, et examinez la force de traction de quatre de ces briquettes deux semaines, et des quatre autres quatre semaines après le jour de fabrication. Les quatre dernières briquettes sont plus fortes que les quatre premières, et au moins une d'entre elles doit avoir une force de traction de plus de 100 livres (anglaises) par pouce carré.

Le sable que nous avons employé provient de la rivière *Tamagawa*, et la grosseur de ses grains tient le milieu entre la grosseur du sable qui passerait à travers un tamis ayant 400 trous par pouce carré et celle du sable qui passerait à travers un autre tamis ayant 900 trous par pouce carré.

Pour faire la briquette placez le moule sur une plaque de métal ; faites-y tomber du sable à travers un tamis n° 20 suspendu à un pied de haut, ajouter du ciment ( $1\frac{1}{4}$  du poids du sable), de l'eau ( $1\frac{1}{10}$  du poids total de ce mélange), et mélangez bien le tout.

2°. Expériences sur le gonflement par l'eau.

(a).—Mélangez bien 1 partie de ciment et 2 parties de sable ;

mettez le mélange dans de petites bouteilles, versez de l'eau peu à peu, et quand le mélange est mouillé, laissez reposer pendant six semaines; aucune bouteille ne doit se fendre.

(b).--Mélangez de l'eau en quantité convenable à 20 *mommé* (75 grammes) de ciment; faites sur du verre trois briquettes plates d'une largeur d'environ 1 centimètre  $\frac{1}{4}$ ; laissez-les sécher vingt-quatre heures à l'air; mettez-en deux dans l'eau pendant six semaines: elles ne doivent pas se fendre; pour la troisième, mettez-la dans de l'eau froide pendant deux heures, puis dans de l'eau chaude à environ 90° centigrades: elle ne doit subir aucune modification.

### 3°. Expériences sur le durcissement.

Mélangez de l'eau à 20 *mommé* (75 grammes) de ciment; faites sur du verre huit briquettes d'une largeur d'environ 1 centimètre  $\frac{1}{4}$ , que vous plongez dans de l'eau à 18° centigrades; puis entre une heure et demie et cinq heures après l'immersion, chaque demi-heure, prenez ces briquettes une à une et examinez leur degré de dureté; le ciment ne doit pas commencer à se durcir avant deux heures et demie; mais lorsque le durcissement commence à se produire, le ciment doit être assez dur pour supporter un fil de fer de  $\frac{1}{2}$  de pouce de diamètre portant une charge de  $\frac{1}{4}$  de livre, placé sur la briquette.

### 4°. Expériences sur le degré de pulvérisation.

Passez le ciment dans un crible ayant 2500 trous par pouce carré; le poids de ce qui reste finalement dans ce crible ne doit pas dépasser  $\frac{5}{100}$  du poids total du ciment essayé.

Les essais du ciment sont faits comme il a été dit plus haut et les machines sont les mêmes que pour les essais de la solidité des briques; la forme des briques de ciment est la même que celle des briques véritables, la surface de leur petite section est de cinq pouces carrés, mais comme beaucoup de ces briquettes se brisent et qu'il en faut un assez

grand nombre, il a été décidé, depuis lors, d'améliorer la méthode des essais.

*Résultats d'expériences sur la résistance à la traction.*

La force dont il est question dans cette table est de 1 livre (anglaise) par pouce carré.

	No.	Après 2 semainces	No.	Après 4 semainces
1 <sup>er</sup> tonneau.	4	80	1	75
	6	59	5	66
	8	61	7	94
	10	73	9	104
2 <sup>ème</sup> tonneau.	5	48	1	95
	6	78	3	115
	8	86	7	97
	10	93		

*Résultats d'expériences sur le gonflement.*

1<sup>er</sup> tonneau. Pas de modification dans la briquette.

2<sup>ème</sup> „ „ „ „ „ „ „ „ „

*Résultats d'expériences sur le durcissement.*

1<sup>er</sup> tonneau : Le ciment a commencé à durcir après 4 heures et demie.

2<sup>ème</sup> tonneau : Le ciment était près de durcir après 5 heures.

*Résultats d'expériences sur le degré de pulvérisation.*

1<sup>er</sup> tonneau: Restes dans le crible: moins de  $\frac{1}{1000}$  du poids total.

2<sup>ème</sup> „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „

Ayant obtenu ces résultats, nous avons considéré ces deux tonneaux de ciment comme de bonne qualité, et nous avons soumis le ciment à l'épreuve de l'appareil d'essai, perfectionnant la méthode d'expérience de la façon suivante.

(2)—Perfectionnement de l'appareil et de la méthode d'essai du ciment.

1°. Appareil de mesure de la traction.

L'essai a été fait avec la machine de Michaëlis sur le ciment du tonneau n° 3; la construction de cette machine est très simple; elle est généralement employée en Allemagne.

2°. Appareil de mesure du durcissement.

Le ciment du tonneau n° 3 a été essayé avec la machine de Tetmair.

3°. Expériences sur les cassures produites par le gonflement.

L'essai au moyen des bouteilles de verre, comme indiqué plus haut, est incomplet; il donne des résultats variables suivant la solidité de la bouteille et suivant la manière d'introduire les éléments. C'est pourquoi nous avons adopté les trois méthodes suivantes pour le ciment du tonneau n° 3.

1.° Par immersion.—Nous avons déjà expliqué ce procédé plus haut; nous n'y reviendrons donc pas.

2.° Par immersion dans l'eau bouillante.—Prenez une briquette pareille à celle de l'immersion simple; placez-la dans une casserole pleine d'eau froide pendant environ deux heures, chauffez graduellement, et après environ une heure et demie d'ébullition, laissez refroidir; la briquette ne doit être ni cassée, ni défigurée au point

d'être de forme méconnaissable.

3.° Par cuisson sur le gril.—Placez avec précaution sur un gril une briquette pareille à celle de l'immersion dans l'eau bouillante ou de forme sphérique ; chauffez graduellement à la lampe à alcool ou au gaz jusqu'à 90° centigrades, pendant une heure et demie; puis exposez la briquette, une heure et demie durant, à la chaleur de la flamme il ne doit se produire aucune rupture.

Le du tonneau N° 3 ciment, soumis aux essais ci-dessus, a donné les résultats suivants :

*Résultats d'expériences de traction.*

La force considérée dans cette table est de 1 livre (anglaise) par pouce carré.

	No.	Force de traction après 2 semaines.	No.	Force de traction après 4 semaines.
3 <sup>ème</sup> tonneau.	1	56	2	83
	3	54	4	101
	5	61	6	93
	7	64	8	75
4 <sup>ème</sup> tonneau.	2	65	1	80
	4	65	3	54
	5	77	6	104
	8	69	7	101

*Résultats d'expériences de gonflement.*

1.° Méthode par immersion.

Aucune modification ne s'est produite dans le ciment des 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> tonneaux.

2.° Par immersion dans l'eau bouillante : même résultat.

3.° Par cuisson sur le gril : même résultat.

*Résultats d'expériences sur le durcissement.*

Le ciment du 3<sup>e</sup> tonneau commença à durcir après trois heures, la température de l'eau étant de 19° centigrades, celle de l'air de 20.°

Le ciment du 4<sup>e</sup> tonneau commença à durcir après quatre heures (eau, 9°8 centigr ; air 10°2).

*Résultats d'expériences sur la pulvérisation.*

Le 3<sup>e</sup> tonneau n'a pas donné  $\frac{1}{1000}$ .

Le 4<sup>e</sup> tonneau a donné environ  $\frac{1}{1000}$ .

C'est avec le contenu de ces tonneaux qu'ont été faites les briquettes; à la page suivante on trouvera quel tonneau a fourni le ciment de chaque sorte de briquettes.

**III.—Expériences sur le volume et le poids du ciment.**

(1)—Mettons du ciment du tonneau n° 1 dans une mesure de bois de 1 *shō* (à peu près 2 litres), à la main ou avec quelque instrument ; nivelons le dessus avec un bâton rond et pesons le contenu; nous trouvons les nombres suivants :

Poids de 1 <i>shō</i> (env. 2 litres) du ciment ( <i>Momme</i> ).	
1	536
2	548
3	540
4	548
5	542
6	"
7	546
8	542
9	545
10	544
Moyenne	543.3

(2)—Suspendez le crible n° 50 à un pied au dessus de la mesure de bois, mettez-y le ciment ci-dessus et agitez-le graduellement ; quand le ciment formera un tas, nivelez sa surface avec un bâton rond ; après pesée, le résultat est le suivant :

Poids de 1 <i>shō</i> (env. 2 litres) de ciment ( <i>Momme</i> ).	
1	530
2	528
3	534
4	536
5	530
6	531
7	530
8	540
9	539
10	540
Moyenne	534

(3)—Dans une mesure de bois de 1 *shō* (2 litres), mettez 2 *gō* (40 centilitres) de ciment ; frappez le fond ou les parois de la

mesure avec un bâton rond et quand le ciment sera tassé au fond, mettez encore deux *gô* de ciment, frappez encore, enfin répétez cette opération jusqu'à ce que le ciment soit bien compact; pesez, on a :

Poids de 1 <i>shō</i> (env. 2 litres) de ciment ( <i>Mommé</i> ).	
1	686
2	680
3	675
4	689
5	672
6	673
7	686
8	672
9	687
10	698
Moyenne	682

Les trois expériences ci dessus et celle du sable seront expliquées exactement, lorsque nous traiterons la question du mortier, car il est nécessaire d'établir la proportion de chaque élément pour la fabrication du mortier.

#### IV.—Expériences sur le sable.

Nous avons fait sécher au soleil sur une natte, pendant plus d'une semaine, du sable de la rivière *Tama-gawa*, et quand il a été bien sec, nous avons passé ce sable au crible n° 30, conservé dans un tonneau de 80 litres ou dans quelque autre tonneau à ciment pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois; nous l'avons alors employé. Voici l'expérience qui a été faite.

- (1)—Le sable ayant été placé dans une mesure 1 *shō* (2 litres) à la main ou avec un instrument et sa surface bien nivelée avec un bâton rond, le résultat a été comme suit :



Poids de 1 <i>shō</i> (env. 2 litres) de ciment ( <i>Mommé</i> ).	
1	669
2	672
3	670
4	"
5	"
6	668
7	669
8	"
9	"
10	667
Moyenne	669

(2)—Le crible n° 30 (900 trous par pouce carré) est suspendu à un pied au-dessus de la mesure de bois, rempli de sable et remué; quand le sable a formé un tas, le niveler avec un bâton rond, peser; le résultat est le suivant :

Poids de 1 <i>shō</i> (env. 2 litres) en de ciment ( <i>Mommé</i> ).	
1	769
2	774
3	771
4	769
5	"
6	774
7	768
8	773
9	771
10	772
Moyenne	771

(3)—Employez le même crible de la même façon, mais à deux pieds de hauteur; pesez, on obtient alors :

Poids de 1 <i>shō</i> (env. 2 litres). de ciment ( <i>Mommé</i> ).	
1	787
2	783
3	782
4	783
5	782
6	„
7	780
8	777
9	776
10	781
Moyenne	787

(4)—Suspendez à un pied de haut le crible n° 20 (400 trous au pouce carré); même emploi; pesez, on a :

Poids de 1 <i>shō</i> (env. 2 litres) de ciment ( <i>Mommé</i> ).	
1	754
2	765
3	759
4	770
5	754
6	754
7	755
8	766
9	768
10	756
Moyenne	761

(5)—Même opération, le crible à deux pieds de haut:

Poids de 1 <i>shō</i> (env. 2 litres) de ciment ( <i>Mommé</i> ).	
1	760
2	759
3	761
4	767
5	765
6	763
7	"
8	761
9	768
10	772
Moyenne	764

#### IV.—FABRICATION ET CONSERVATION DES BRIQUETTES.

Il est nécessaire pour faire des briquettes, de bien choisir la proportion du mortier; voyons d'abord comment déterminer cette proportion; puis nous parlerons de la fabrication.

##### I.—Mortier.

(1)—Détermination de la proportion de ciment et de sable. Cette détermination est un point important de nos expériences, et il y a deux manières d'y arriver: l'une par les volumes, l'autre par les poids. Mais il est clair qu'il est difficile d'arriver à des données équivalentes en poids et en volume quand il s'agit de corps pulvérisés, comme le sable et le ciment. C'est pourquoi, dans cette expérience, quand nous nous préparons à faire du mortier, nous tenons compte exactement des résultats des derniers essais, nous calculons la proportion en volume et en poids, et nous choisissons la proportion en poids, à savoir: le poids de 1 *shō* (2 litres) de ciment compté comme 530 *mommé* (1 kgr. 992) ce qui est le poids le plus faible trouvé ci-

dessus, et le poids de 1 *shō* (2 litres) de sable compté comme 750 *momme* (2kgr. 820) poids moyen trouvé au cours de la même expérience. Si l'on emploie par erreur plus de ciment, le résultat n'en sera que meilleur; en réalité on est plutôt disposé à employer aussi peu de ciment que possible et à augmenter la proportion de sable, au détriment du résultat : pratique à éviter, par conséquent.

*Proportion de ciment et de sable.*

<i>(Volume)</i>				<i>(Poids)</i>			
<i>Ciment.</i>	<i>Sable.</i>			<i>Ciment.</i>	<i>Sable.</i>		
1	:	1	...	1	:	1.42	
1	:	2	...	1	:	2.84	
1	:	3	...	1	:	4.26	
1	:	4	...	1	:	5.68	

Comme il a été dit plus haut, la composition du mortier dans le tableau des résultats, de 1 partie de ciment et 1 partie de sable, doit s'entendre en volume, et il faut remarquer qu'elle est calculée d'après les poids trouvés au moment de la fabrication.

Mais il est important de se rappeler que le poids net du ciment varie plus ou moins avec les tonneaux, et que pareillement le poids d'un tonneau de sable peut varier beaucoup suivant le degré de siccité ou d'humidité du sable; aussi, dans ces opérations, avons-nous vérifié soigneusement le poids de chaque tonneau de ciment et avons-nous pris soin de n'employer le sable qu'après l'avoir complètement débarassé de toute humidité, par le moyen qu'on a lu plus haut.

(2)—Quantité d'eau pour le mortier. Ayant ajouté de l'eau en quantités variables au mortier, la proportion suivante est celle qui est la meilleure pour les constructions en briques.

<i>Mortier.</i>							<i>Eeau.</i>
<i>Ciment.</i>	<i>Sable.</i>						(en poids)
(en vol.)	(en vol.)						
1	: 1	...	...	...	...	...	$0.185 \times \left\{ \begin{array}{l} \text{Poids du ciment} \\ + \text{Poids du sable.} \end{array} \right.$
1	: 2	...	...	...	...	...	0.200 × „
1	: 3	...	...	...	...	...	0.220 × „
1	: 4	...	...	...	...	...	0.222 × „

Suivant ces données la proportion du mortier et de son rendement adoptée dans cet examen est la suivante:

<i>Mortier. (en vol.)</i>							<i>Ciment.</i>	<i>Sable.</i>	<i>Eeau.</i>
<i>Ciment</i>	<i>Sable.</i>								
1	: 1	...	...	...	...	...	265	375	118
1	: 2	...	...	...	...	...	132	„	101
1	: 3	...	...	...	...	...	106	452	123
1	: 4	...	...	...	...	...	79	„	118

Ces données ont été établies pour 11 briquettes.

**II.—Fabrication des briquettes.**

La briquette est l'ensemble de deux briques collées à plat et en croix au moyen du mortier. Les quantités pour les éléments du mortier ont été indiquées plus haut: placez d'abord le sable et le ciment dans une boîte de bois de 1 pied 8 pouces de long, 1 pied 3 pouces de large, et 3 pouces de profondeur, mélangez-les bien, versez de l'eau et pétrissez comme il faut avec une petite pelle spéciale; vous obtenez ainsi onze briquettes.

Nous avons indiqué déjà quelle était la proportion convenable d'eau. Celle de 13 centièmes en eau ajoutés au poids du sable et du ciment est insuffisante; celle de 30 centièmes est excessive.

Les briques qui doivent être mises dans l'eau doivent y rester une heure et être bien lavées; les autres sont employées sans lavage.

Quant à l'absorption d'eau par la brique, elle doit être moitié du pouvoir absorbant de la brique; si celle-ci peut absorber 130 *momme* (490 grammes), d'eau il ne faut lui en laisser prendre que 65 *momme* (245 grammes), ce qui est bien la moitié.

Après plusieurs essais, nous avons trouvé que les briques surcuites demandaient, pour s'imbiber convenablement, 35 secondes, les ordinaires supérieures 45 secondes, et les ordinaires inférieures 65 secondes. Ces laps de temps écoulés, les briques sont employées.

Néanmoins, comme non seulement la qualité de la brique, mais aussi son degré d'humidité ou de siccité et son degré de cuisson, ont une influence sur son affinité pour l'eau, la quantité d'eau absorbée par ce procédé pendant le laps de temps indiqué variera quelque peu.

Quand on jette de l'eau sur les briques, on trouve que 44 briques, superposées en onze rangées, s'agglomèrent par la simple aspersion d'un seau d'eau.

Ci-dessous le tableau des résultats obtenus avec des briquettes faites avec le ciment des tonneaux n° 1, 2, 3 et 4.

Ciment Table	1er tonneau	2ème tonneau	3ème tonneau	4ème tonneau
1	182 730 jours	7. 14. 90 jours 365 jours No. 97 à 98 dans 60 jours	21 24 jours 60	35 42 jours
2	"	"	"	"
3	369. 370. 375. 376. dans 182 jours	365 jours 371-374 dans 180 jours	28 jours	60 jours
4	182 jours	365 jours	—	28 60 jours
5	—	182 365 jours	28 jours	60 jours
6	—	"	"	"
7	—	365 jours	"	60 182 jours
8	—	—	28 365 jours	"
9	—	—	"	"
10	—	365 jours	28 jours	"
11	28. 60. 182. 365 jours	—	—	—
12	"	—	—	—

D'après ce tableau, il est évident que le ciment de chaque tonneau a une force particulière; mais si le contenu des quatre tonneaux était employé bien mélangé, cette différence existerait-elle encore? Autrement dit, peut-on mélanger d'une façon parfaite le ciment de ces quatre tonneaux. Oui, cela serait possible, si l'on y employait les machines, le temps et l'argent nécessaires; mais si le mélange n'était qu'imparfait, on y trouverait, intactes, des masses de ciment du premier tonneau, ou de tout autre; d'un autre côté, le mélange pourrait être de quantités inégales, on y trouverait par exemple  $\frac{1}{10}$  provenant du premier tonneau,  $\frac{3}{10}$  provenant du deuxième,  $\frac{4}{10}$  du troisième, et  $\frac{2}{10}$  du quatrième. Dans le cas de mélange imparfait, la qualité serait

encore variable, et l'opérateur aurait perdu sa peine. D'ailleurs, le mélange serait-il parfait, que le résultat en serait de mince valeur. Ces différences de qualité peuvent avoir encore d'autres causes; en supposant qu'un ouvrier puisse faire 10000 briquettes, la place manquerait, d'où encore des différences; enfin il est évident qu'on ne peut faire en quelques heures beaucoup de briquettes, mais que ce travail demande un certain nombre de jours; et si l'on en faisait cependant une grande quantité, on ne pourrait en essayer au plus qu'une cinquantaine, parce qu'on n'a souvent qu'une machine à essayer, qui n'opère que sur quelques briquettes à la fois.

Si la conservation laisse à désirer, et que le ciment s'humidifie à la longue, ses qualités diminueront; si au contraire, l'emmagasiner est satisfaisant, le ciment ira s'améliorant. C'est pourquoi, si l'on veut mélanger le ciment de plusieurs tonneaux, il faut le faire en une seule fois, afin d'obtenir une qualité bien constante; mais ceci demande d'assez grands magasins, ce qui est coûteux. C'est pourquoi nous avons organisé un atelier pour le mélange des ciments et un petit magasin pour les conserver; nous avons alors acheté le ciment en quantité voulue, nous l'avons examiné, et nous avons fait les mélanges au moment voulu, mais non en hiver.

### **III.—Conservation des briquettes.**

Pour conserver les briquettes jusqu'à leur essai, séparez les assises par des pièces de bois, pour empêcher qu'elles ne soient trop comprimées; rentrez dans un magasin celles qui doivent être à l'abri du soleil, de la pluie ou de la gelée; empilez de même, mais au dehors, celles qui doivent être exposées au soleil; d'autres enfin doivent être mises dans l'eau; mettez-les dans un tonneau plein d'eau, enfoncé dans le sol jusqu'au bord.

### **V.—Méthode d'expériences et de calcul de la solidité.**

(I.) Cette machine à essayer a un levier et est construite



de telle sorte que lorsqu'on tourne la manivelle, la tare se meut le long de ce levier.

De l'autre côté du point de suspension du levier, placez la briquette, et tournez la manivelle dont il a été parlé plus haut: la tare s'arrête à un certain point du levier. Coupez la briquette. En multipliant la distance de ce point au point de suspension par le poids de la tare, et en divisant le produit ainsi obtenu par la distance au même point de suspension, le quotient trouvé indique la force totale de la traction.

En divisant encore ce quotient par la surface commune aux deux briquettes accolées, c'est-à-dire la surface par laquelle elles sont cimentées l'une à l'autre, le nouveau quotient indique la force de traction par unité de surface.

$$\frac{\text{Distance de la tare au point de suspension du levier} \times \text{poids de la tare}}{\text{Distance de l'appareil Fig. 9. au point de suspension du levier}} = \text{Force totale de traction(1)}$$

$$\frac{\text{Force totale de traction}}{\text{Surface commune aux deux briquettes}} = \text{Force de traction par unité de surface .....(2)}$$

Il faut encore ajouter à la force totale de traction le poids de la briquette inférieure et celui de la partie de l'appareil; c'est de cette manière qu'a été calculée la table des résultats.

Il faut veiller, au cours de l'opération, à ce que la tare s'avance sur le levier d'une vitesse uniforme; mais nous n'avons pu y réussir, parce que la manivelle était actionnée par une force mécanique. C'est pourquoi nous avons pris exactement, montre en main, le temps qui s'écoule entre l'application du poids et la rupture de la brique. Si l'on désire savoir quel poids est ajouté chaque seconde à la briquette, employer la formule suivante :

$$\frac{\text{Force totale, calculée d'après la formule 1.}}{\text{Temps écoulé entre l'application du poids et la rupture de la brique.}} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Charge moyenne par seconde, à la surface} \\ \text{commune des deux briques.} \end{array} \right.$$

$$\frac{\text{Charge moyenne par seconde, à la surface commune des deux briques.}}{\text{Surface commune des deux briques.}} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Charge moyenne par seconde, à l'unité de} \\ \text{surface.} \end{array} \right.$$

(II).—Surface de liaison des deux briques cimentées (c'est-à-dire de la briquette.)

La largeur des briques varie, par l'effet de la cuisson, entre 4 pouces  $\frac{1}{8}$  et 4 pouces  $\frac{3}{8}$ .

Dans chaque catégorie de briques, nous avons choisi les plus grosses, et nous avons calculé par catégorie la surface de liaison des deux briques cimentées.

La force de traction de l'unité de surface est le quotient de la force totale de traction par les surfaces communes ci-dessous :

Briques surcuites (largeur : 4 $\frac{1}{8}$  pouces) : surface commune 17 p. carrés.

Briques ordinaires 1<sup>ère</sup> qualité (largeur : 4 $\frac{5}{8}$  pouces) : surf. com. 18.6 p. carrés.

Briques ordin. qualité moyenne (larg. 4 $\frac{3}{8}$ ) : surf. comm. 19.1 p. carrés.

Briques surcuites, 1<sup>ère</sup> qualité, (larg. 4 $\frac{3}{8}$  pouces) : surface commune 17.53 pouces carrés.

Briques ordinaires, 2<sup>ème</sup> qualité (larg. 4 $\frac{1}{4}$  pouces) : surface commune 18.06 pouces carrés.

Briques ordinaires, 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> qualités (larg. 4 $\frac{3}{8}$  pouces) : surface commune 19.1 pouces carrés.

Mais comme quelques unes des briques du tonneau ont subi l'immersion après avoir été accolées, il s'est produit des bavures de

mortier, ce qui a gâté la surface de liaison, et, surtout pour quelques unes qui avaient été cimentées depuis six mois ou un an, les résultats ont été erronés.

Ainsi la force de traction par pouce carré prend la forme suivante :

$$\frac{\text{Force totale de traction}}{15} = \left\{ \text{Force de traction par pouce carré.} \right.$$

Ce nombre 15 est la surface commune de liaison.

#### **VI.—Explication des tableaux des résultats.**

(I.)—Tableaux de récapitulation.

Le 1<sup>er</sup> tableau montre les variations que subit la solidité des briques de bonne fabrication suivant la durée de temps.

Le 2<sup>ème</sup> tableau montre l'influence du degré de poli ou de rugosité des briques sur la force de liaison du ciment.

Le 3<sup>ème</sup> tableau montre l'influence de l'exposition au soleil de la brique d'une fabrication médiocre (sauf pour les briques ayant subi l'immersion).

Le 4<sup>ème</sup> tableau donne le résultat des mêmes recherches que dans le 3<sup>ème</sup>, mais effectuées sur des briques ayant subi l'immersion.

Le 5<sup>ème</sup> tableau montre l'effet de la surcharge d'eau sur le mortier.

Le 6<sup>ème</sup> tableau montre l'effet de l'insuffisance d'eau sur le mortier.

Le 7<sup>ème</sup> tableau montre l'effet de la conservation à l'ombre de briques de fabrication médiocre, comme dans le tableau 3, celles du tableau 4 exceptées.

Les 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> tableaux montrent l'effet de la conservation pendant quelque temps en magasin de plusieurs lots de mortier.

Le 10<sup>ème</sup> tableau montre l'effet des variations dans la durée d'absorption d'eau par la brique.

Les 11<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> tableaux montrent les résultats de l'emploi des briques pendant le froid.

(II.)—Tableaux détaillés.

Qui contiennent les résultats des expériences ultérieures No. 1, 2, 3, et ceux d'aujourd'hui. Ces tableaux serviront pour connaître les différentes qualités et les conditions des cassures des briques ; pour ces dernières, se référer aux photographies que nous en donnons.

(III.)—Observations pour consulter les tableaux récapitulatifs et détaillés.

(1).—Les nombres de solidité suivis d'un astérisque dans les tableaux sont des briques qui se sont cassées d'elles-mêmes (comme celle de la fig. 18) ou qui se sont cassées en dehors de la surface cimentée, et pour lesquelles il est impossible de déterminer le degré de solidité.

(2).—Les expressions "En cas d'équilibre," "En cas d'installation," "En cas de transport," usitées dans le tableau détaillé, veulent dire que l'infériorité de la qualité des briquettes en premier lieu, et l'imperfection de la machine d'essai ou quelque autre accident en second lieu, ont empêché l'expérience d'être parfaite, et que ces nombres sont exclus du calcul de la moyenne.

(3).—Pour quelques briques on trouvera le nombre 0 à la place où devrait être indiquée la solidité ; ce sont des briques dont on n'a pas pu essayer, même une sur onze ; celles qui sont indiquées seulement comme "de solidité moyenne" sont celles dont une ou deux seulement ont pu être examinées.

#### **VII.—Explication des diagrammes; conclusion.**

Quoiqu'il soit facile de trouver, après ces expériences, la meil-

leure méthode de cimentation, nous croyons difficile d'apprécier les résultats à moins qu'on ne fasse un grand nombre d'expériences. Cependant les intéressés trouveront d'utiles renseignements, sous toute réserve, en consultant minutieusement les différents tableaux.

(I.)—Diagrammes.

Les diagrammes ont été tracés avec des solidités moyennes seulement.

(II.)—Résultats importants.

Les résultats particulièrement intéressants qui ressortent de nos expériences sont les suivants :

1°. Les briques surcuites ont une solidité beaucoup plus grande que les autres, cimentées avec le même ciment.

2°. Il n'existe guère de différence de solidité entre les briques de la *Nippon-Renga-Seizo Kabushiki Kwaisha* et celles de la *Tokyo-Shuchi-Kan*.

3°. Il semble que la sursaturation d'eau de la brique lui fasse perdre de sa solidité ; autrement dit, l'immersion ne doit durer que 2 ou 3 minutes, ou bien il faut lui préférer l'arrosage bien homogène.

4°. Il est préférable que la quantité d'eau ajoutée au mortier soit surabondante plutôt qu'insuffisante.

5°. La solidité diminue par la conservation trop prolongée du ciment avant son emploi.

1<sup>er</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DES BRIQUETTES.

La force considérée dans ce tableau est le nombre de livres par pouce carré ; ceci est le résultat d'expériences pratiquées sur 22 briquettes, immergées et bien lavées ; épaisseur du mortier 7 mm.  $\frac{1}{2}$  ; emmagasinées après fabrication.

Mortier		Briques de la Tokyo-Shuchi-Kan	Nombre de jours écoulés entre la fabrication de la briquette et la date à laquelle on l'a coupée.													
Ciment	Sable		7	14	21	23	35	42	60	90	182	365	730			
1	1	Brique de choix surcuites	No.	1	17	33	49	65	81	97	113	129	145	161		
			Moyenne	23.04	42.58	52.39	57.38	*50.11	*61.46	*79.07	*80.38	*61.47	*72.72	40.37		
			Maxima	33.06	53.14	66.68	77.45	78.93	*89.77	*98.64	*112.35	86.43	*100.34	52.82		
				Minima	16.74	31.40	37.83	36.56	35.58	28.68	62.18	45.43	41.74	44.19	24.60	
				Ordinaires 1ère Catégorie		2	18	34	50	66	82	98	114	130	146	162
						17.32	*33.79	*38.70	*51.51	*47.42	*49.98	*46.95	*41.10	*45.57	32.20	*30.81
						27.19	*47.96	55.85	*58.63	*57.73	*56.83	*54.13	*50.53	*57.90	46.93	*56.45
						12.14	17.55	20.48	*43.33	29.82	*45.13	*38.82	25.77	30.20	23.51	8.79
				Ordinaires 2ème Catégorie		3	19	35	51	67	83	99	115	131	147	163
						15.73	*39.25	*38.04	*33.35	*44.43	*43.67	*40.62	*36.47	*29.83	*37.97	*26.21
						20.03	*50.81	*50.59	*50.30	*50.08	*50.08	*47.45	*49.21	*47.88	*46.58	*42.13
						10.21	12.99	27.83	14.40	*33.42	24.65	31.67	*16.76	15.34	22.90	12.36
		Ordinaires 3ème Catégorie		4	20	36	52	68	84	100	116	132	148	164		
				13.02	*34.96	*40.46	*28.17	*31.99	*39.06	*38.37	*36.89	*32.39	*39.24	*33.67		
				17.98	45.53	*45.63	*41.84	*45.70	*45.70	*68.94	*45.34	*41.70	*48.26	46.22		
				7.72	25.89	*31.33	12.94	15.01	*32.54	22.02	*29.91	15.92	24.32	6.23		
1	2	Briques de choix surcuite		5	21	37	53	69	85	101	117	133	149	165		
					24.28	38.74	29.39	43.73	28.26	25.96	43.59	47.89	35.44	*59.28	27.69	
					29.77	48.52	41.10	52.25	40.45	34.59	74.01	57.50	59.73	91.74	42.48	
						17.57	26.12	20.77	29.30	8.48	13.90	26.71	27.00	5.70	27.86	8.98
				Ordinaires 1ème Catégorie		6	22	38	54	70	86	102	118	134	150	166
						12.37	27.90	18.45	*38.30	28.52	25.75	18.66	*35.49	17.99	*28.58	23.28
						17.31	36.22	29.00	*56.75	38.77	46.26	28.70	*56.75	26.59	*51.35	41.16
						8.22	19.96	7.32	22.28	12.99	5.49	12.29	21.08	11.23	15.39	9.39
				Ordinaires 2ème Catégorie		7	23	39	55	71	87	103	119	135	151	167
						11.33	16.89	14.03	17.71	18.97	*29.27	17.55	*29.58	16.53	*27.58	14.49
						14.60	24.43	20.91	28.53	28.67	45.34	29.55	*40.67	21.80	*40.96	26.95
						9.04	10.07	7.13	8.60	6.23	17.90	11.53	19.07	11.68	14.98	5.96
		Ordinaires 3ème Catégorie		8	24	40	56	72	88	104	120	136	152	168		
				7.84	13.96	15.93	17.04	20.23	*26.45	17.86	*29.60	13.36	16.92	12.00		
				12.85	23.99	27.65	29.71	37.17	*38.34	23.55	*42.42	29.41	26.19	20.32		
				4.64	7.87	3.03	8.89	4.20	12.36	10.65	9.15	6.83	10.36	2.59		

Mortier		Briques de la <i>Tokyo-Shuchi-Kan</i>	Nombre de jours écoulés entre la fabrication de la brique et la date à laquelle on l'a coupée.											
Ciment	Sable		7	14	21	28	35	42	60	90	182	365	730	
1	3	Briques de choix surcuites	No.	9	25	41	57	73	89	105	121	137	153	169
			Moyenne	10.69	14.95	12.77	24.41	21.43	28.21	21.43	20.61	13.79	19.98	16.11
			Maxima	16.08	25.64	18.89	35.86	29.27	34.54	31.58	30.43	22.85	31.27	29.93
			Minima	6.03	2.90	8.67	14.60	7.35	20.12	11.64	12.30	7.68	13.23	6.69
		Ordinaires 1ère Catégorie		10	26	42	58	74	90	106	122	138	154	170
				5.32	10.77	8.49	9.87	17.86	21.98	12.73	14.59	11.80	11.01	10.38
			"	8.37	17.26	10.33	14.55	21.47	29.47	19.36	21.77	18.61	16.65	15.15
		Ordinaires 2ème Catégorie		11	27	43	59	75	91	107	123	139	155	171
				6.27	9.64	8.81	13.24	15.85	15.89	14.81	17.06	14.07	10.07	12.31
			"	7.72	12.85	12.85	17.98	27.50	24.14	21.50	23.26	24.14	17.98	17.24
		Ordinaires 3ème Catégorie		12	28	44	60	76	92	108	124	140	156	172
				5.80	11.97	10.57	10.37	17.01	20.29	8.14	16.56	12.58	17.49	8.29
"	7.73		12.41	14.75	16.36	22.23	30.29	13.58	21.20	17.98	35.12	11.83		
1	4	Briques de choix surcuites		13	29	45	61	77	93	109	125	141	157	173
				7.71	14.96	13.46	16.41	23.70	17.18	16.24	25.38	9.81	23.41	10.71
			"	10.16	22.02	17.90	21.53	30.28	23.35	20.87	32.07	16.08	52.91	13.95
				5.87	10.65	9.82	3.07	9.95	12.57	10.65	17.24	4.39	10.28	7.84
		Ordinaires 1ère Catégorie		14	30	46	62	78	94	110	126	142	158	174
				5.17	8.06	10.40	12.75	13.86	16.42	7.71	28.25	10.43	10.35	6.99
			"	7.32	11.54	14.85	17.56	16.50	18.38	12.29	36.67	14.85	14.49	11.84
		Ordinaires 2ème Catégorie		15	31	47	63	79	95	111	127	143	159	175
				8.73	8.06	13.25	11.96	12.35	14.56	4.84	25.66	8.04	14.50	6.70
			"	10.65	10.36	16.80	19.74	17.24	19.44	8.60	38.92	12.85	24.72	10.65
		Ordinaires 3ème Catégorie		16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176
				5.00	7.75	14.86	11.16	8.77	12.89	8.17	15.76	7.15	11.83	9.60
"	9.04		9.92	21.35	17.98	13.44	18.27	10.95	23.16	9.18	20.62	12.70		
		1.75	5.52	8.75	7.72	6.25	6.98	6.11	8.60	3.61	7.43	3.17		

2<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DES BRIQUETTES.

Mêmes conditions que dans le 1<sup>er</sup> Tableau; seule la provenance des briques diffère.

Mortier		Briques de la <i>Nippon Renga Kwaisha</i>		Nombre de jours écoulés entre la fabrication de la briquette et la date à laquelle on l'a coupée.											
Ciment	Sable			7	14	21	28	35	42	60	90	182	365	730	
1	1	Briques de choix surcuites	No.	177	193	209	225	241	257	273	289	305	321	337	
			Moyenne	28.40	36.92	45.56	57.61	62.10	56.91	55.06	56.23	32.85	*89.57	62.45	
			Maxima	37.85	44.18	55.13	73.20	76.54	82.28	89.92	70.81	50.25	112.50	101.11	
			Minima	18.31	26.00	37.00	37.37	40.24	32.11	35.94	42.09	14.50	61.85	37.37	
		Ordinaires 1ère Catégorie			178	194	210	226	242	258	274	290	306	322	338
					21.60	32.35	31.21	40.95	*62.39	49.41	*55.66	46.79	31.05	47.21	46.63
					27.23	46.92	44.56	55.36	92.85	74.30	*79.86	54.13	42.89	77.24	75.23
		Ordinaires 2ème Catégorie			16.40	23.66	15.54	27.93	11.70	29.78	46.94	35.60	13.43	29.30	23.29
					179	195	211	227	243	259	275	291	307	323	339
					20.62	29.99	30.37	30.86	34.96	*49.15	37.99	43.02	36.33	*56.87	46.10
		Ordinaires 3ème Catégorie			29.71	38.21	54.10	68.94	51.84	57.10	56.22	60.61	49.64	*69.55	57.98
					15.40	13.87	18.20	17.61	11.94	34.30	25.09	24.32	17.39	27.71	33.86
			180	196	212	228	244	260	276	292	308	324	340		
Ordinaires 1ère Catégorie			18.82	29.90	40.25	43.06	42.69	*40.26	*48.50	*53.86	36.69	*47.02	46.28		
			25.02	45.27	54.97	66.75	57.98	*57.10	*65.87	*64.99	56.68	63.68	60.61		
			15.48	22.96	22.28	26.41	25.97	25.53	6.81	37.75	23.89	23.78	31.67		
1	2	Briques de choix surcuites		181	197	213	229	245	261	277	293	309	325	341	
				15.60	22.50	30.25	38.69	37.30	36.23	34.34	47.84	25.54	44.28	36.28	
				18.95	29.52	28.09	51.31	45.97	48.8±	60.78	65.08	47.06	62.21	46.45	
				11.12	14.80	21.41	26.50	29.73	16.35	18.23	30.96	11.81	20.17	23.99	
		Ordinaire 1ère Catégorie			182	198	214	230	246	262	278	294	310	326	342
					13.05	20.33	20.68	21.91	31.52	38.34	29.03	33.79	23.03	19.48	30.67
					18.10	25.22	31.28	30.18	41.78	59.00	39.93	36.22	32.04	29.09	44.86
		Ordinaires 2ème Catégorie			8.47	10.95	10.00	15.75	9.98	17.72	20.17	26.34	11.67	8.16	21.43
					183	199	215	231	247	263	279	295	311	327	343
					12.93	18.55	23.88	18.91	27.31	23.81	30.52	34.21	22.46	21.72	21.02
		Ordinaires 3ème Catégorie			17.98	24.43	31.91	34.25	37.75	34.25	41.84	49.43	34.69	38.34	33.67
					10.07	13.28	15.63	13.00	8.56	12.81	20.24	20.53	12.12	11.53	7.40
			184	200	216	232	248	264	280	296	312	328	344		
Ordinaires 1ère Catégorie			12.00	17.50	24.60	25.80	25.28	26.70	29.66	*31.08	18.39	22.86	19.49		
			16.66	24.72	37.75	37.75	32.79	41.84	42.42	*56.43	26.34	33.67	30.16		
			4.78	14.16	13.23	13.23	5.64	12.36	7.98	8.56	7.87	6.81	5.94		



Mortier		Briques de la Nippon Renga Kwaisha	Nombre de jours écoulés entre la fabrication de la briquette et la date à laquelle on la coupe.											
Ciment	Sable		7	14	21	28	35	42	60	90	182	365	730	
1	2	Briques de choix surcuites	No, Moyenne	185	201	217	233	249	265	281	297	313	329	345
			Maxima	11.80	16.12	33.90	23.95	28.38	42.94	31.82	18.19	18.72	18.89	18.47
			Minima	15.10	20.07	41.77	34.77	37.95	51.95	42.40	26.00	28.24	25.68	28.88
		Ordinaires 1ère Catégorie		186	202	218	234	250	266	282	298	314	330	346
				10.70	13.32	17.16	19.18	21.42	25.71	18.20	29.39	15.35	8.40	14.43
				16.37	18.09	28.94	25.84	30.66	37.76	25.73	42.39	21.31	12.14	19.32
	Ordinaires 2ème Catégorie		187	203	219	235	251	267	283	299	315	331	347	
			8.49	13.57	17.78	12.58	18.50	22.15	23.61	18.42	14.14	11.96	11.44	
			11.68	15.78	30.29	17.10	24.32	30.75	33.08	24.43	21.50	18.56	17.10	
	Ordinaires 3ème Catégorie		188	204	220	236	252	268	284	300	316	332	348	
			11.26	13.39	12.35	14.43	17.79	26.91	18.16	20.49	12.32	23.14	11.01	
			14.75	18.56	17.39	21.64	23.26	39.79	23.84	28.53	22.82	31.91	15.04	
1	4	Briques de choix surcuites		189	205	221	237	253	269	285	301	317	333	349
				11.23	17.36	20.89	20.32	22.21	24.28	23.52	21.97	13.71	25.68	10.61
				16.88	22.95	25.68	24.71	26.32	29.68	35.41	32.40	17.20	39.54	19.91
		Ordinaires 1ère Catégorie		190	206	222	238	254	270	286	302	318	334	350
				11.12	13.43	17.67	19.84	16.96	17.66	17.83	18.72	11.07	23.47	11.79
				14.98	16.84	23.35	25.03	20.25	23.04	23.97	27.40	17.00	34.37	18.09
	Ordinaires 2ème Catégorie		191	207	223	239	255	271	287	303	319	335	351	
			6.00	10.65	15.82	17.45	15.23	17.84	19.39	13.41	7.04	13.15	6.53	
			8.89	14.46	18.42	28.09	22.67	24.43	30.00	19.44	10.51	18.56	9.48	
	Ordinaires 3ème Catégorie		192	208	224	240	256	272	288	304	320	336	352	
			6.51	11.82	12.07	18.77	17.73	21.88	14.24	13.50	6.83	9.25	10.17	
			8.75	15.19	17.39	27.97	20.03	27.65	19.44	22.08	10.21	14.75	16.80	
		4.34	8.01	5.81	12.12	13.87	15.92	10.65	4.64	3.90	2.73	2.73		

3<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

La force considérée dans ce tableau est le nombre de livres par pouce carré ; on a opéré sur 11 briquettes.

Ciment 1 partie, sable, 4.—Eau en quantité convenable.—  
Les briques n'ont pas été lavées, sauf celles qui ont été immergées.—Pas d'exposition en plein air, après cimentation des briques.

Quantité d'eau absorbée par la brique	Briques		Temps écoulé entre le jour de fabrication de la brique et le jour où on l'a coupée.			
			28	60	182	365
Saturation	Briques de choix surcuites	No.	353	361	369	377
		Moyenne	14.68	11.13	10.87	11.37
		Maxima	21.53	16.91	13.78	15.26
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> qualité	Minima	9.00	8.01	8.16	9.33
			354	362	370	378
			9.84	7.92	6.35	9.61
$\frac{1}{2}$ Saturation	Briques de choix surcuites		13.34	10.63	7.02	16.80
			4.31	7.32	5.21	6.87
			355	363	371	379
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		21.13	25.33	22.33	50.58
			36.51	34.05	42.09	83.86
			7.68	8.67	8.96	6.02
Aspersion d'eau	Briques de choix surcuites		356	364	372	380
			17.77	28.00	14.25	26.72
			25.08	36.97	26.74	37.02
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		6.42	20.18	3.71	13.61
			357	365	373	381
			32.72	53.27	42.56	72.65
A sec	Briques de choix surcuites		38.81	63.40	58.16	79.45
			23.39	36.51	28.31	61.16
			358	366	374	382
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		29.95	31.22	19.09	*47.54
			40.26	48.66	46.86	*55.93
			14.49	13.59	5.20	30.27
A sec	Briques de choix surcuites		359	367	375	383
			22.09	17.13	32.08	40.46
			34.05	37.17	42.27	61.44
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		10.48	7.65	13.29	13.29
			360	368	376	384
			11.93	8.10	15.92	*33.92
	18.91	12.29	21.47	*49.56		
	5.96	4.01	3.56	15.99		

4<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

Mêmes conditions que dans le 3<sup>ème</sup> tableau, sauf que les briques sont mises dans l'eau aussitôt après cimentation.

Quantité d'eau absorbée par la brique	Briques		Temps écoulé entre le jour de fabrication de la brique et le jour où on l'a coupée.			
			28	60	182	365
Saturation	Briques de choix surcuites	No.	385	393	401	409
		Moyenne	12.52	16.25	8.07	15.00
		Maxima	15.26	20.21	9.07	24.29
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	Minima	8.50	10.65	6.84	11.65
			386	394	402	410
			11.05	12.77	12.35	16.86
$\frac{1}{2}$ Saturation	Briques de choix surcuites		13.64	15.30	17.67	19.91
			8.22	10.78	9.83	11.51
			387	395	403	411
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		23.79	19.79	19.25	22.09
			28.74	28.12	24.95	29.80
			17.49	9.62	13.37	7.21
Aspersions d'eau	Briques de choix surcuites		388	396	404	412
			13.70	36.63	15.10	22.15
			19.67	55.69	19.90	28.49
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		8.22	8.82	8.15	15.05
			389	397	405	413
			23.74	30.04	10.82	19.53
A sec	Briques de choix surcuites		29.11	34.54	18.79	31.85
			18.15	27.33	5.53	6.09
			390	398	406	414
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		16.06	19.16	16.47	17.98
			19.67	27.08	28.68	24.39
			10.48	17.19	10.94	11.69
A sec	Briques de choix surcuites		391	399	407	415
			19.89	19.18	15.37	20.03
			25.81	23.83	24.76	29.49
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		5.71	11.97	9.45	10.16
			392	400	408	416
			8.93	15.68	12.96	29.58
	13.94	20.27	19.90	23.54		
	6.12	9.73	7.77	8.67		

5<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

Ciment 1 partie, sable, 4.—Eau en quantité plus abondante que dans le 3<sup>ème</sup> tableau.—Les briquettes sont exposées au soleil après cimentation.

Quantité d'eau absorbée par la brique	Briques		Temps écoulé entre le jour de fabrication de la brique et le jour où on l'a coupée.			
			28	60	182	365
Saturation	Briques de choix surcuites	No.	417	425	433	441
		Moyenne	9.26	6.76	14.26	17.28
		Maxima	13.95	9.82	17.07	29.77
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	Minima	6.69	4.88	9.66	10.93
			418	426	434	442
			5.17	5.30	8.07	10.19
$\frac{1}{2}$ Saturation	Briques de choix surcuites		6.57	7.17	10.48	13.04
			3.86	4.31	5.81	7.32
			419	427	435	443
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		20.18	27.43	27.68	35.73
			32.73	40.45	51.93	56.19
			10.93	9.29	4.70	10.95
Aspersion d'eau	Briques de choix surcuites		420	428	436	444
			16.61	20.16	13.32	*41.73
			29.60	27.98	39.57	*50.53
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		5.21	9.39	2.81	28.02
			421	429	437	445
			18.04	32.93	41.61	55.35
A Sec.	Briques de choix surcuites		32.73	47.99	57.83	78.79
			6.69	22.08	28.31	32.44
			422	430	438	446
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		14.76	*34.73	*39.29	*41.74
			25.08	*53.15	50.16	*54.71
			5.66	24.38	21.68	33.82
A Sec.	Briques de choix surcuites		423	431	439	447
			10.09	34.87	32.57	45.42
			19.55	49.63	64.06	74.99
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		6.85	12.24	10.28	19.38
			424	432	440	448
			10.46	*32.77	17.05	*41.90
	19.97	54.65	30.80	*51.13		
	3.26	5.20	8.52	30.84		

6<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

Mêmes conditions que dans le 5<sup>ème</sup> tableau, mais l'eau est en quantité insuffisante.

Quantité d'eau absorbée par la brique	Briques		Temps écoulé entre le jour de fabrication de la briquette et le jour où on l'a coupée.			
			28	60	182	365
Saturation	Briques de choix surcuites	No.	449	457	465	473
		Moyenne	18.96	20.19	15.76	25.90
		Maxima	27.46	26.14	18.89	31.29
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	Minima	6.36	12.30	5.71	18.80
			450	458	466	474
			10.77	16.26	10.06	14.20
$\frac{1}{2}$ Saturation	Briques de choix surcuites		16.35	21.32	13.94	22.38
			5.21	9.12	6.42	7.59
			451	459	467	475
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		0	8.47	16.25	31.66
			10.32	6.36	49.30	17.49
			452	460	468	476
Aspersions d'eau	Briques de choix surcuites		6.34	7.36	10.74	7.92
			13.04	18.46	3.71	
			4.46			
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		453	461	469	477
			5.38	13.25	3.41	24.40
			6.36	25.48		37.17
A Sec.	Briques de choix surcuites		3.07	6.36		12.24
			454	462	470	478
			4.61	16.94	8.82	0
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		35.77	5.06		
			455	463	471	479
			12.35	13.16	10.20	17.66
A Sec.	Briques de choix surcuites		23.17	33.39	14.93	20.21
			5.71	4.06	3.73	13.95
			456	464	472	480
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie		0	16.74	16.18	10.25
			30.35	29.17	15.94	
			3.41	6.42	5.21	

7<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

Mêmes conditions, à peu près, que dans le 3<sup>ème</sup> tableau ; cependant ici, les briquettes sont mises dans l'ombre.

Quantité d'eau absorbée par la brique.	Briques		Temps écoulé entre le jour de fabrication de la brique et le jour où on l'a coupée.			
			28	60	182	365
½ Saturation.	Briques de choix surcuites	No.	481	493	505	517
		Moyenne	23.94	51.57	*63.02	*16.66
		Maxima	32.07	79.91	88.78	*24.68
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	Minima	13.62	10.95	29.67	29.82
		No.	482	494	506	518
		Moyenne	12.82	*47.34	*39.63	16.66
	Ordinaire 3 <sup>ème</sup> catégorie	Maxima	27.49	55.03	57.73	24.98
		Minima	4.31	38.82	17.66	5.80
		No.	483	495	507	519
Aspersion d'eau	Briques de choix surcuites	Moyenne	14.47	*30.61	*31.84	20.55
		Maxima	18.71	*43.88	*45.26	40.67
		Minima	4.34	6.81	19.29	5.35
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	No.	484	496	508	520
		Moyenne	30.34	44.67	68.64	41.44
		Maxima	39.14	51.34	88.78	76.96
	Ordinaires 3 <sup>ème</sup> catégorie	Minima	17.49	38.48	47.40	17.84
		No.	485	497	509	521
		Moyenne	17.44	33.69	*46.15	*43.98
A sec.	Briques de choix surcuites	Maxima	28.09	43.33	*57.73	*51.43
		Minima	9.73	10.01	33.42	26.22
		No.	486	498	510	522
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	Moyenne	18.73	*40.00	*35.32	*31.74
		Maxima	25.90	44.82	*48.33	*43.59
		Minima	4.49	35.18	5.80	21.99
	Ordinaires 3 <sup>ème</sup> catégorie	No.	487	499	511	523
		Moyenne	12.60	56.82	49.23	21.26
		Maxima	35.86	73.02	72.04	52.25
Séparé les briquettes après cimentation, et cimenté de nouveau	Briques de choix surcuites	Minima	4.39	13.90	17.84	5.71
		No.	488	500	512	524
		Moyenne	8.00	*33.95	22.61	21.07
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	Maxima	13.04	*50.53	35.17	36.97
		Minima	3.71	11.81	7.75	7.29
		No.	489	501	513	525
	Ordinaires 3 <sup>ème</sup> catégorie	Moyenne	8.19	*36.42	*17.85	17.54
		Maxima	14.90	*50.59	*44.76	26.66
		Minima	3.90	17.32	5.15	7.98
Séparé les briquettes après cimentation, et cimenté de nouveau	Briques de choix surcuites	No.	490	502	514	526
		Moyenne	16.69	17.94	23.84	19.04
		Maxima	25.64	20.77	38.81	24.71
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	Minima	9.66	16.18	12.24	14.21
		No.	491	503	515	527
		Moyenne	14.88	14.15	12.23	14.19
	Ordinaires 3 <sup>ème</sup> catégorie	Maxima	18.01	17.86	17.78	19.17
		Minima	10.33	11.69	7.59	7.59
		No.	492	504	516	528
Ordinaires 3 <sup>ème</sup> catégorie	Moyenne	11.14	14.93	9.18	84.34	
	Maxima	14.90	19.59	11.83	10.02	
	Minima	8.01	8.31	4.20	4.60	

8<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

Le débit du mortier est d'environ 1/2 pied cube par heure ; mêmes proportions d'eau que dans le 3<sup>ème</sup> tableau. Les briques sont placées au soleil avant de les cimenter ; après cimentation, opérées comme dans le 5<sup>ème</sup> tableau, les briques employées sont ordinaires 1<sup>ère</sup> catégorie.

Mortier.		Intervalle de temps		Temps écoulé entre la fabrication des briquettes et le moment où on les a coupées.				
Ciment	Sable			28	60	182	365	
1	3	30 minutes	No.	529	537	545	553	
			Moyenne	8.69	4.76	5.29	11.84	
			Maxima	11.19	6.12		13.34	
				Minima	2.96	3.86		10.63
		60 minutes	"		530	538	546	554
					8.74	7.13	10.31	12.06
					11.69	8.82	19.67	15.45
					6.12	5.21	5.51	7.32
		2 heures	"		531	539	547	555
					10.65	6.68	11.12	20.19
					14.25	8.67	15.15	26.78
					7.02	5.21	7.62	13.64
3 heures	"		532	540	548	556		
			14.09	8.84	16.64	25.80		
			21.17	13.34	22.83	45.96		
			10.78	6.12	9.39	14.79		
1	4	30 minutes	"		533	541	549	557
					7.47	7.52	11.75	13.39
					11.08	10.33	16.35	22.83
					4.61	4.01	6.12	7.62
		60 minutes	"		534	542	550	558
					7.10	9.08	11.77	7.77
					8.52	11.84	14.85	9.73
					5.96	6.27	6.72	5.21
		2 heures	"		535	543	551	559
					6.99	11.56	11.62	7.53
					8.98	13.34	15.15	9.43
					3.71	9.43	8.22	3.56
3 heures	"		536	544	552	560		
			8.66	9.08	9.66	10.97		
			10.78	11.54	12.74	14.25		
			6.72	7.62	7.77	6.42		

9<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

Mêmes conditions que dans le 8<sup>ème</sup> tableau; briques ordinaires, 1<sup>ère</sup> catégorie, à l'ombre.

Mortier		Intervalle de temps		Temps écoulé entre la fabrication des briquettes et le moment où on les a coupées.				
Ciment	Sable			28	60	182	365	
1	3	30 minutes	No	561	569	577	585	
			Moyenne	4.84	6.84	10.25	6.87	
			Maxima	—	8.52	13.64	—	
			Minima	—	5.96	6.72	—	
		60 minutes	"		562	570	578	586
					6.31	7.86	9.49	8.11
					7.62	9.28	14.09	10.33
					5.21	5.51	6.42	5.81
		2 heures	"		563	571	579	587
					8.05	9.49	10.39	19.42
					10.63	12.14	15.45	43.56
					3.26	5.66	7.62	9.43
3 heures	"		564	572	580	588		
			10.96	10.25	10.62	15.02		
			16.20	11.08	15.15	20.87		
			8.07	8.37	3.11	11.69		
1	4	30 minutes		565	573	581	589	
				6.56	9.61	10.52	12.46	
				8.67	12.14	16.65	18.46	
				5.21	8.52	7.62	8.82	
		60 minutes	"		566	574	582	590
					6.55	8.81	9.26	10.65
					10.63	10.78	11.84	14.25
					4.46	3.41	6.72	7.92
		2 heures	"		567	575	583	591
					8.36	10.10	8.89	11.43
					11.38	13.49	10.63	14.25
					5.36	8.07	6.42	7.92
3 heures	"		568	576	584	592		
			7.37	7.47	11.12	7.23		
			10.48	10.03	20.72	—		
			4.31	5.21	5.96	—		



10<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

Proportions de mortier et d'eau comme dans le 3<sup>ème</sup> tableau ; cependant limitées l'absorption d'eau par la brique placé à l'ombre après cimentation.

Durée de l'immersion	Briques.		Temps écoulé entre la fabrication et le jour où on a coupé les briquettes.			
			28	60	182	365
2 minutes.	Briques de choix surcuites.	No.	593	601	609	617
		Moyenne	28.19	39.52	51.21	71.14
		Maxima	38.48	47.01	64.15	90.26
		Minima	7.98	33.89	43.46	40.51
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie.	„	594	602	610	618
			26.67	*39.31	*47.99	*37.92
		35.17	46.26	*55.03	57.28	
		19.58	19.88	36.57	10.91	
3 minutes.	Briques de choix surcuites.	„	595	603	611	619
			59.15	40.33	55.51	58.20
			41.43	52.25	64.65	93.71
			13.56	29.95	35.09	30.16
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie.	„	596	604	612	620
			28.22	*43.86	45.62	*42.39
		38.17	*52.55	50.53	*52.78	
		16.29	33.37	34.32	23.51	
5 minutes.	Briques de choix surcuites.	„	597	605	613	621
			27.19	25.09	39.21	52.51
			34.05	27.46	59.23	72.04
			16.51	19.22	29.67	31.15
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie.	„	598	606	614	622
			21.35	*42.59	31.54	*39.19
		30.68	49.63	36.12	48.73	
		8.19	35.22	25.31	28.02	
10 minutes.	Briques de choix surcuites.	„	599	607	615	623
			28.46	24.20	29.94	26.20
			33.56	27.20	39.52	38.48
			21.43	22.28	20.80	16.18
	Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie.	„	600	608	616	624
			23.64	16.80	24.54	38.21
		31.27	25.77	35.17	47.38	
		18.38	8.66	20.18	18.11	

11<sup>ème</sup> TABLEAU—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

Quantité d'eau regardée comme la plus convenable pour le mortier.  
Cimentation en hiver. Briquettes mises à l'ombre.

Mortier.		Briques.		Temps écoulé entre la fabrication et le jour où on a coupé les briquettes.				
Ciment	Sable			28	60	182	365	
1	4	Briques de choix surcuites	No.	625	629	633	637	
			Moyenne	12.70	16.16	12.49	16.02	
			Maxima	16.25	19.05	16.74	22.02	
				Minima	8.90	13.45	9.33	12.63
		Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	"	No.	626	630	634	638
				Moyenne	8.50	14.01	7.29	5.35
				Maxima	11.20	20.42	9.28	6.72
				Minima	6.60	12.29	5.06	4.01
		Briques 1 <sup>ère</sup> catégorie surcuites	"	No.	627	631	635	639
				Moyenne	11.50	13.60	13.53	13.40
				Maxima	15.10	16.56	17.04	21.03
				Minima	5.21	6.65	9.36	7.12
Ordinaires 2 <sup>ème</sup> catégorie	"	No.	628	632	636	640		
		Moyenne	8.01	9.86	16.97	12.04		
		Maxima	14.30	11.57	20.72	14.05		
		Minima	4.10	7.07	11.88	9.41		

12<sup>ème</sup> TABLEAU.—RÉSULTATS DES ESSAIS DE BRIQUETTES.

Toutes choses égales au 11<sup>ème</sup> tableau, sauf que les briquettes sont mises au soleil après cimentation.

1	4	Briques de choix surcuites	No.	641	645	649	653	
			Moyenne	8.01	9.36	9.00	5.68	
			Maxima	14.93	14.93		6.36	
				Minima	4.55	5.05		4.06
		Ordinaires 1 <sup>ère</sup> catégorie	"	No.	642	646	650	654
				Moyenne	6.52	5.14		7.65
				Maxima	11.80	5.96	0	9.43
				Minima	2.50	4.31		6.12
		Briques 1 <sup>ère</sup> catégorie surcuites	"	No.	643	647	651	655
				Moyenne	14.20	7.57	16.36	9.68
				Maxima	17.30	13.20	19.90	10.96
				Minima	17.80	5.40	1.86	7.77
Ordinaires 2 <sup>ème</sup> catégorie	"	No.	644	648	652	656		
		Moyenne	10.20	9.64	9.30	10.33		
		Maxima	15.75	13.12	14.66	13.43		
		Minima	5.54	6.46	6.61	7.23		

TABLEAU DÉTAILLÉ. N°. 321.

	Briques Mortier.	Briques de choix, surcuites Ciment Sable 1 : 2.	Date de cimentation. 5 Mai 1897. Date de coupure de la briquette. 9 Juin 1897.		
Numéro des briquettes. 65	Force totale de traction (livres angl.).	Force de traction par pouce carré (livres angl.).	Intervalle entre l'ap- plication du poids (fig. 8 et 9) et la coupure de la brique.		REMARQUES.
			m	s	
1	1040.4	61.20	2	4	Les briques se sont décollées, des grains de sable adhérant à la brique inférieure; 3 pouces carrés de mortier aussi adhérant à cette brique.
2	939.9	55.28	1	53	Décollement des briques; 4/10 du mortier adhérant à la brique inférieure, 5/10 détachés, 1/10 adhérant à la brique supérieure.
3	973.4	57.26	2	3	Comme (1).
4	1040.4	61.20	2	6	Décollement; petits grains de sable restant attachés à la brique supérieure, dont 1 pouce carré reste fixé au mortier.
5	722.1	42.48	1	21	Décollement; la brique supérieure reste attachée au mortier.
6	1341.9	78.93	2	54	Décollement partiel du mortier, dont 2 pouces carrés restent adhérant à la brique sup. et 5 p. car. à la brique inférieure.
7	738.9	43.46	1	26	2 pouces carrés. . . . ; comme n° (1).
8	671.9	39.52	1	21	4 „ „ „ „ n° (1).
9	604.8	35.58	1	12	Décollement; le sable s'attache à la brique supérieure.
10	722.1	42.48	1	30	Décollement; 8/10 sur la brique supérieure, 2/10 sur la brique inférieure; sable adhérant.

TABLEAU DÉTAILLÉ. N°. 321. (Suite).

	Briques Mortier.	Briques de choix, surcuites Ciment Sable 1:2	Date de cimentation. 5 Mai 1897. Date de coupure de la briquette. 9 Juin 1897.	
Numéro des briquettes 65	Force totale de traction. (livres angl.).	Force de traction par pouce carré (livres angl.).	Intervalle entre l'ap- plication du poids (fig. 8 et 9) et la coupure de la brique.	REMARQUES.
11	872.9	51.34	m s 1 45	Décollement; le sable adhère à la brique supérieure aux points où celle-ci n'a plus de mortier.
12	780.7	45.92	1 33	2 pouces carrés. . . . .
13	671.9	39.52	1 25	Comme (5).
14	889.6	52.33	2 8	Décollement de 4/10 de la brique supérieure; sable adhérent 6/10 restant.
15	688.6	40.51	1 28	Sur la brique inférieure, comme 9.
16	730.5	42.97	1 31	Comme (1).
*17	1149.2	67.60	2 47	Rupture à partir du centre de la brique supérieure.
18	755.6	44.45	1 47	3/10 <sup>èmes</sup> décollés; le reste comme n°. 12.
19	772.4	45.43	1 53	1/10 <sup>èmes</sup> décollés; „ „ n°. 12.
*20	1140.9	67.11	2 53	Décollement complet sur la première brique.
21	856.1	50.36	1 58	Le mortier se sépare sur les deux briques, mais la partie adhérent à la brique supérieure est mince.
22	638.4	37.55	1 26	Résultat analogue à celui du n°. 15.

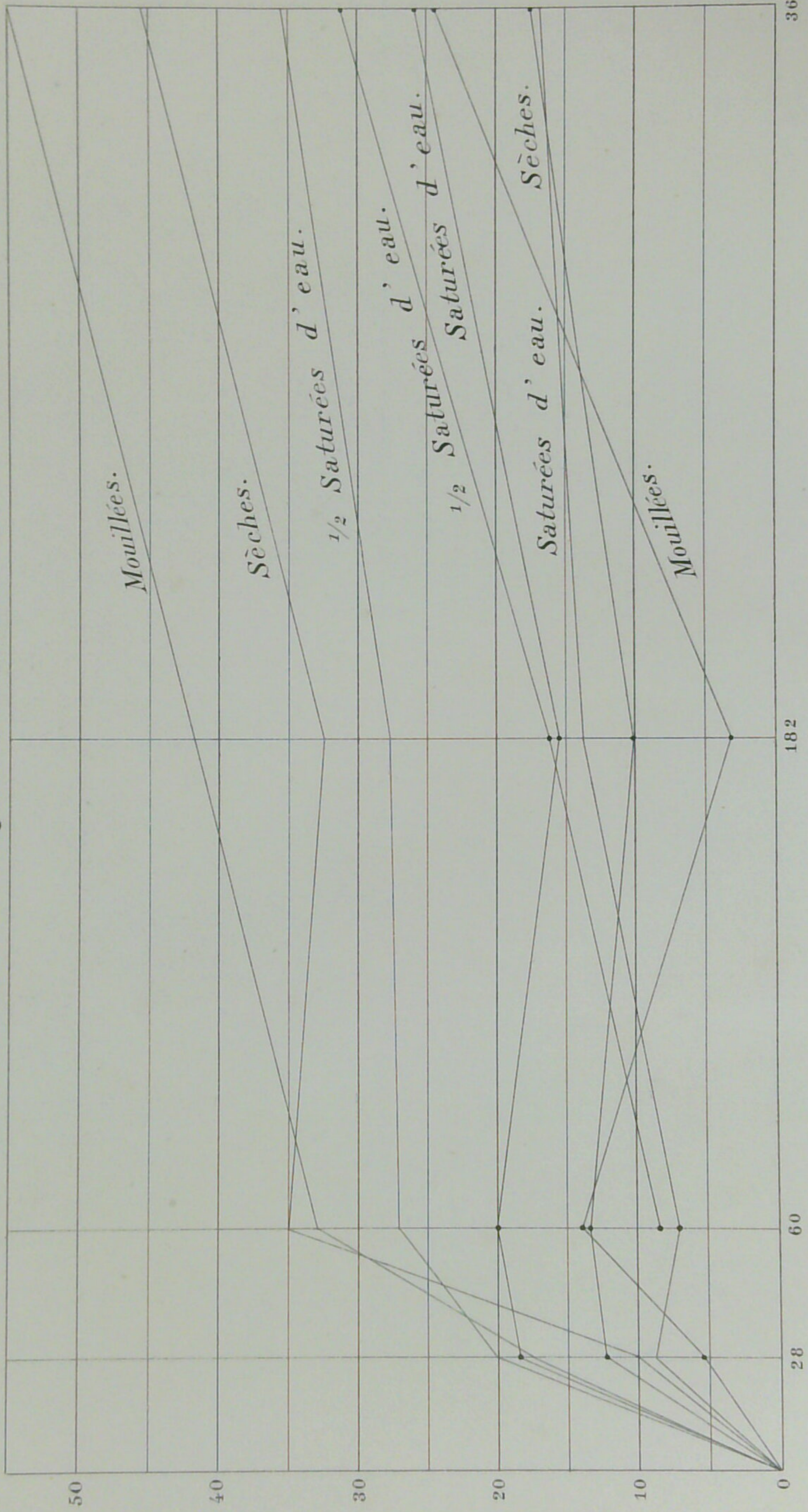
TABLEAU DÉTAILLÉ. N°. 452.

		Briques de choix surcuites. A sec.		Date de cimentation des briques : 8 Mai 1896. Date de coupure de la briquette : 8 Mai 1897.	
Numéro des briquettes. 383	Force totale de traction (livres anglaise)	Force de traction par pouce carré (livres anglaises)	Intervalle entre l'applica- tion du poids et la coupure de la brique.		REMARQUES.
1	225.8	13.29	<sup>m</sup> 1	<sup>s</sup> 4	Adhérent 7/10 au mortier, le reste à la brique supérieure.
2	776.8	45.70	3	39	Cassure du mortier, qui adhère en égale épaisseur aux deux briques.
3	854.9	50.29	2	28	Les 9/10 au mortier, le reste à la brique supérieure.
4	559.4	32.91	1	32	Les 5/10 „ „ „ „
5	470.2	27.66	1	19	Décollement ; un peu de sable adhère à la brique supérieure.
6	604.0	35.53	1	49	Comme 3.
7	553.8	32.58	1	35	„
8	1044.4	61.44	2	52	Les 9/10 au mortier, le reste à la brique supérieure.
9	843.7	49.63	2	22	Cassure du mortier, qui adhère en couche plus mince à la brique supérieure.
10	944.1	55.53	2	42	„ „ „ „
11	—	—	—	—	Détériorée pendant le transport.
Moyenne	687.7	40.46	2	8	Cette moyenne n'est prise qu'avec les briquettes qui ont subi l'opération.

TABLEAU DÉTAILLÉ. N°. 452. (Suite).

		Briques ; ordinaires, 1 <sup>ère</sup> catégorie A sec.	Date de cimentation des briques : 8 Mai 1896. Date de coupure de la briquette : 8 Mai 1897.	
Numéro des briquettes 384	Fore totale de traction (livres anglaises)	Force de traction par pouce carré (en livres anglaises)	Intervalle entre l'applica- tion du poids et la cou- pure de la briquette	REMARQUES.
1	732.2	39.37	<sup>m</sup> 2 <sup>s</sup> 8	8/10 du mortier se détachent ; 1/10 adhérent à la brique supérieure, 1/10 à la brique inférieure.
2	„	„	2 10	Le mortier se fend en épaisseur, la couche adhérent à la brique supérieure est mince.
3	587.3	31.57	1 37	Les 9/10 du mortier se séparent, le reste adhère à la brique supérieure.
4	687.6	36.97	1 58	2 pouces carrés de la brique supérieure adhérent au mortier, le reste se décolle.
5	297.4	15.99	40	„ „ „
6	565.0	30.37	1 25	Comme (2)
7	698.8	37.57	1 54	5/10 du mortier se détachent, le reste adhère à la brique supérieure.
8	799.1	42.96	2 14	Comme (2).
9	397.7	21.38	1 2	Comme (2).
10	921.8	49.56	2 38	Adhérence à la brique supérlense.
11	520.4	27.98	1 24	Comme (3).
Moyenne	630.9	33.92	1 45	

Diagramme des 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> tableaux.  
Brique de choix surcuites.



182

60

28

365 jours



International  
Seismological  
Centre

# Appareil pour l'Étude théorique des Tremblements de terre.

par

**B. MANO.**

Docteur ès Sciences appliquées,

Membre du Comité des tremblements de terre.

Cet appareil consiste essentiellement en une table à laquelle on peut imprimer un mouvement composé horizontal-vertical. Ce double mouvement se produit en même temps; on ne peut modifier à volonté la surface d'expérience, mais on a la faculté de régler indépendamment les oscillations horizontale et verticale.

## **Limite des mouvements de l'appareil :**

Mouvement horizontal	0 <sup>m</sup> ,127
Mouvement vertical	0 <sup>m</sup> ,076
Durée minima d'une oscillation	une seconde

## **Accélération :**

L'accélération, due à l'attraction terrestre, atteignant par seconde 9<sup>m</sup>,8, l'accélération sera pour une durée minima de vibration d'environ 9<sup>m</sup>,005, et pour une oscillation maxima de 0<sup>m</sup>,127 la durée sera d'à peu près 5 secondes.

## **Construction :**

Les fig. 1 et 2 représentent l'appareil :—La manivelle commande deux axes dont l'un, H, donne à la table T un mouvement horizontal par l'intermédiaire de la bielle B, et l'autre V, un mouvement vertical par l'intermédiaire de la bielle B' et des leviers coudés. Le rapport du nombre de tours de la manivelle à celui des axes est d'à peu près 13 à 40; il faut que la première en fasse 195 par minute pour obtenir la durée la plus courte de mouvement horizontal.

Le poids maximum que puisse supporter la table est de 4 tonnes ;



la plus grande accélération étant  $g$ , la plus grande force totale applicable sur la table est de 8 tonnes en tout, poids mort et force vive.

Pour compenser l'effet du point mort, on a fixé sous la table des ressorts en bois de *hinoki* non représentés sur la figure.

*Appareil perfectionné.*—L'appareil construit d'abord, manœuvré à bras, n'a pu produire que 50 mouvements par minute, on a donc été conduit à le faire marcher au moyen de 2 machines à vapeur P, P', et on est arrivé ainsi à obtenir jusqu'à 270 oscillations par minute. Enfin, au début la manivelle commandant en même temps les 2 axes, la table ne pouvait recevoir que le même nombre de mouvements dans le sens horizontal et vertical, tandis que maintenant on peut les faire varier à volonté indépendamment l'un de l'autre. (Fig. 3.)

**Résistance comparée de divers modèles de constructions au tremblement de terre artificiel.**

On a étudié les divers types de construction, *brique, pierre, bois, fer et bois, bois et pierre, béton et bois*, en commençant par les plus simples et en abordant progressivement les plus compliqués.

On a pris d'abord le *torii* du temple shintoïste, puis une porte d'entrée avec toit, et on a continué l'expérience des maisons de 9 pieds sur 12, maison japonaise, même maison améliorée, maison européenne.

Les modèles du *torii* et de la porte sont au  $1/5$  de la grandeur naturelle, ceux des maisons à la moitié.

---

## Cheminées d'usine ayant souffert des secousses de tremblement de terre du Juin 1894.

par

S. TANABE ET B. MANO.

Membres du Comité des tremblements de terre.

Le nombre de cheminées endommagées ayant été assez considérable, la Commission a fait étudier la nature des dégâts et examiner la résistance des joints des cheminées détruites ; mais on a rencontré diverses difficultés : le nombre des massifs de briquetage propres à l'examen étant restreint, on n'a pas pu arriver encore à des conclusions pratiques au point de vue de la construction. Les tableaux qui suivent ne sont donc présentés qu'à titre de renseignement.

**Résistance des joints :—**On a pris des massifs de briquetage provenant des cheminées affectées, et on s'est servi d'un appareil du laboratoire de l'Université. Les massifs ont été taillés en forme de tambour, et soumis à des tractions ; les résultats des expériences sont enregistrés dans le tableau No. 1.

On n'a malheureusement pas pu se procurer des morceaux de chaque cheminée, tous ceux qui ont été étudiés proviennent de la *fabrique d'Oji*, le nombre de massifs fournis par les autres usines étant insuffisant pour faire les essais. En général, en découpant les massifs, les joints se décollaient et se brisaient.

**Expériences sur la Résistance des joints :—**Des expériences ont été faites avec des briques de 1<sup>e</sup> qualité de la *fabrique de Foukaya* (en Boushyu), et avec des produits de la *prison centrale de Tokyo*. Les premières étant coupées à la machine, les 2 petits côtés et une des longues faces sont fines et lisses, mais l'autre face et les 2 épaisseurs sont rugueuses. Les briques faites à la *Prison centrale* sont coupées à

la main, leurs 6 faces sont rugueuses, et d'autre part la terre est différente de celle des autres.

Pour l'expérience, on a coupé en deux une brique ordinaire, abattu les angles en les usant ou les cassant soigneusement sans abimer les petits côtés, puis on a réuni les 2 morceaux avec du ciment (figure 2), la surface du joint est de 2 pouces carrés, et l'épaisseur du ciment de 3 lignes.

Si le ciment n'a pas à peu près la même cohésion que la brique, il est évident qu'il se déchire ou se décolle de la brique, sans y laisser aucune marque, on s'est donc servi du ciment de la meilleure qualité, compose de 1 de chaux pour 2 de sable, et après une semaine on l'a soumis à l'expérience, dont le procédé est indiqué dans la fig. 3.

On s'est servi de poids de 5 à 10 livres.

**Note Supplémentaire :—**Etat des cheminées d'usines d'*Osaka* ayant souffert des secousses du tremblement de terre du 28 Octobre 1893.

Hauteur	Nombre total de cheminées	Nombre de cheminées endommagées	id. %
101-150 pieds	10	3	30
81-100 „	18	4	22
61-80 „	44	14	32
46-60 „	90	23	26
30-45 „	68	9	13
Totaux	230	53	

D'après ce tableau, le nombre de cheminées ayant souffert des dégâts n'est pas absolument proportionnel à la hauteur ; il semble qu'il y ait une taille critique et on peut se demander si les dégâts ne tiennent pas à la vibration élastique des cheminées elles-mêmes.

# The Scope of the Vulcanological Survey of Japan.

By

B. KOTÔ, Ph. D.

Member of the Earthquake Investigation Committee.

Japan, being located on the 'girdle of fire of the Pacific,' is the land of typhoons, volcanoes and earthquakes. Grand physical phenomena and Nature's scourges are being displayed in a full degree unparalleled in any other spot of the earth. Not so long ago, in 1854-'56, this country was shaken savagely from the south end of Kiû-shû to the north of Hokkaidô, by shocks accompanied by seismic sea-waves. The calamity of this so-called "Ansei earthquake" is still vividly recalled in the mind of the living generation. In 1891, the earth was suddenly rent along a length of 112 kilométres in Central Japan, and the throwing down of the solid crust along this line of fissure created violent vibrations, shaking down the buildings and embankments of the Mino-Owari province into rubbish.<sup>1)</sup>

In such a country as Japan, where the great terrestrial convulsions are of frequent, and small shocks are of daily, occurrence, the best opportunities are afforded for studying the many and varied phenomena connected with the causes of earth-shaking. Studies in these directions began a score of years ago with the founding of the Seismological Society of Japan, and we find in Prof. John Milne its exponent, successfully followed by the late Prof. Sekiya, Prof. Ômori,

---

1) Milne-Burton, 'The Great Earthquake in Japan, 1891,' Tokyo. Tanakadaté-Nagaoka, 'The Disturbance of Isomagnetism attending the Mino-Owari Earthquake of 1891.' *Jour Sc. Coll.*, Vol. V. Tokyo. Ômori, 'On the After-shocks of Earthquakes.' *ibid.* Vol. VII. B. Kotô, 'On the Cause of the Great Earthquake in Central Japan, 1891,' *ibid.* Vol. VII. Ch. Davison, 'On the Distribution in Space of the Accessory Shocks of the Great Japanese Earthquake of 1891.' *Quart. Journ. Geol. Soc.* Vol. LIII. p. 1 *et seq.*

and many others. Apart from pure scientific interest, the investigations of earthquake-phenomena are of urgent necessity for Japan's welfare. Therefore, in June, 1892, a year after the *Mino-Owari* earthquake, the Earthquake Investigation Committee was appointed by an Imperial Ordinance, in accordance with the petition of the House of Peers, mainly through the effort of President D. Kikuchi,<sup>1)</sup> then Professor, of the Imperial University of Tôkyô.

Since the organization of the Committee, I have been fortunate enough to be one of its members, and to my lot falls the duty of investigating and reporting on the *geological side* of the earthquake phenomena—namely, geological investigations of the causes of earthquakes and the relations of earthquakes to geologic structures, *etc.*

I wish to add a few words by way of explanation of what is already said, that is of immediate concern to me. If we cast an eye upon the progress of geological science in the past, we find a time when most earthquakes were attributed to the expansive power of a gas in the earth's interior, a view which in later periods changed its form into the volcanistic hypothesis. This was prevalent throughout the Middle Ages, and may be considered to have originated from Aristotle and Pliny.<sup>2)</sup> During the first half of the present century, two hypotheses went side by side. One of them is that of depression, which was held by men of science, such as Boussingault, Necker, and Volger. Contemporaneous with these thinkers, there were prominent advocates of the volcanic theory of earthquakes in the person of L. v. Buch, A. v. Humboldt, and C. Naumann. To these nature-philosophers,

---

1) *Publications of the Earthquake Investigating Committee in a Foreign Language, No. 1.* The lines of investigation that may fulfil the scope of the Committee are many and various, and there are at present existing several sub-committees, dealing with the following subjects—namely; 1. Collection of facts concerning earthquakes, seismic waves, eruptions, *etc.* 2. Geological investigations of the causes of earthquakes and relations of earthquakes to geological formations, *etc.* 3. Investigations connected with the nature of earthquakes, especially the law of propagation of waves. 4. Magnetic observations. 5. Under-ground temperature observations. 6. Gravity observations. 7. Testing the strengths of various building materials. 8. Testing various structures and joints.

2) R. Hoernes, *Erdbebenkunde*, 1893, S. 12 *et seq.*

earthquake and volcanoes were nothing but the reaction of the earth's interior against the external shell, and both phenomena of nature were attributed to the same cause.

During the last half of the present century, tectonical geology has made a marvellous stride, and the structure of mountain-ranges are daily becoming more and more clear. At last, geologists began to inquire into the cause of seismic phenomena through the researches on the formation of mountains. The study in this direction is an effort to bring together into scientific shape the facts ascertained through detailed studies of individual earthquakes, and a comparison of the result obtained therefrom with the facts of the geological structure of the region concerned. The chief merit in this line of study is largely due to the renowned group of geologists, such as A. Bittner, H. Credner, A. Heim, R. Hoernes, Michel-Lévy, E. Suess, F. Toula, and many others too numerous to mention. Hoernes tells us in the concluding remarks of his well-known paper, that earthquakes may take origin from different causes ; at one time the falling in of subterranean cavities, though very rarely, and at another, a volcanic explosion may bring about locally terrible convulsions ; but by far the greater number of earthquakes and the most terrible ones are the direct outcome of the process of mountain-making. Under the last category are included those shakings whose frequency and seismic area are more or less closely connected with certain lines, upon which shakings are repeatedly observed. As they appear to have some direct relation to the activity of mountain-building, the name of *tectonic earthquake* was given.

Nowadays, in Japan, even daily newspapers speak of dislocation-earthquakes whenever a shaking is noticed, so that they are not at all surprised when the Neo fault of 112 km. long was discovered in 1891 in the Mino province, which had caused that great subterranean con-

vulsion. To me it appears that the theory of tectonic earthquake is now established beyond all dispute. The Quetta<sup>1)</sup> earthquake in Baluchistán on the 20th December 1892, and the Lokris earthquake of 1894 in Greece<sup>2)</sup>, are good examples of tectonic shaking. Prof. John Milne is perhaps the only person who still adheres to Humboldt-Naumann's view. As he is a great authority on the modern seismology, the English-speaking circle is now being greatly influenced by his standpoint, so that even the standard text-book of geology by Sir A. Geikie, is coloured with the volcanistic view of earthquakes.

It is unfortunately a common rule rather than an exception, that a theory, however perfect it may be, does not explain all the facts connected with it, so it is in the case of the theory of earthquakes, and there is a growing opinion against the view which I have already too long dwelt upon. It has been said that Prof. Gerland<sup>3)</sup> expressed his belief at the recent meeting of the 'Geographen-Tage' in Jena to the effect, that some of the earthquakes had, according to his calculation, their hypocentres *below* the assumed crust of the earth, probably in the transitional zone to another state of aggregation of the crust,—a fact which leads him to say that the mountain-making process has no causal connection with earthquakes, which implies the negation of tectonic shaking ; but there yet remains a question, What is the real thickness of the crust ?

Herr Alphons Stübel's view is also largely at variance with the tectonic hypothesis. I read with great interest his colossal work entitled '*Die Vulkanberg von Ecuador*,' and conceive that the whole tone of his tenet is volcanistic, as may be gathered from the citation

---

1) *Rec. Geol. Surv. of India*, 1893, Vol. XXVI, pp. 57-61.

2) 'Die zwei grossen Erdbeben in Lokris' von G. Skaphos, *Zeitschr. d. deutsch. Gesell. f. Erdkunde z. Berlin*, Bd. 29. 1894, S. 409 *et seq.*

3) 'Ueber den heutigen Stand der Erdbebenforschung,' (*Verh. d. XII. deutsch. Geogr-Tages*, 1897). Referred to in the *Neues Jahrbuch für Mineralogie, etc.*, 1898, II, S. 42.

below<sup>1)</sup>. Born in a volcanic and earth-shaking country, I cannot, from my own conviction and daily experience, fully agree with him in many points; *firstly*, that although some earthquakes originate in, and coincide with, a *centre of eruption*, as in the earthquake of Kumamoto<sup>2)</sup>, which shook the whole of Kiû-shiû in 1889, yet a purely volcanic one has a very limited area of shocks, as can be clearly seen in the eruption of Bandai-san in 1888<sup>3)</sup>; *secondly*, that tectonic earthquakes usually affect *considerably larger* areas than those of volcanic origin do, in contradiction to the assertion of Stübel's. Without going abroad, I can take a Japanese example in illustration of the point in the case in the great Ansei earthquake of 1854-'56, *i.e.*, a period of Ansei in our annals, when all Japan was being violently shaken; but not one of the volcanoes, of which, of course, there are many, have shewn any remarkable signs of activity; *thirdly*, that the *strict proof* for the tectonic earthquake can certainly be found in the faulting and shifting of the crust, which needs no farther remark, as I have already spoken sufficiently at length.

---

A few more words may properly find the place here. In modern geological teaching, so-called *tectonic fracture lines* play a most important part. It is the key with which the structure and the origin

---

1) Seite 24: "Dass die Erdbeben in ueberwiegenden Mehrzahl zu den vulkanischen Erscheinungen zu rechnen sind, kann keinem Zweifel unterliegen,—...In vulkanischen Gegenden, besonders in solchen, in denen sich noch thätigen Vulkane befinden, ist es fast zur *Gewissheit* geworden, dass der Ausgangspunkt der Erderschütterung mit den Eruptionscentren dieser Vulkane ueberaus häufig [?] zusammenfällt. Dass es also eine vulkanische Ursache der Erdbeben giebt, ist erwiesen; dass es aber auch eine andere, zumal eine tektonische geben kann, ist *möglich*, für gewisse Gegenden und *kleine*[?] *Erschütterungskreise* sogar *wahrscheinlich*, der strenge Beweis dafür ist jedoch bisher *nicht* erbracht worden [the fault of Neo valley may, I think, be looked upon as a crucial test], und die Nothwendigkeit dieser Annahme würde erst dann vorliegen, wenn die beobachteten Thatsachen mit den Aeusserungen der vulkanischen Kraft *nicht mehr in Einklang* zu bringen wären."

2) Kotô, 'Cause of the Great Earthquake in Central Japan in 1891.' *Jour. Sc. Coll.* Vol. V., 1893, p. 324.

3) 'The Eruption of Bandai-san.' *Jour. Sc. Coll.*, Vol. III. 1890, p. 91. See also *Transactions of the Seismological Society of Japan*, Vol. XIII., Part II., 1890. p. 139 et seq.



of continents and oceans, mountains and lowlands, tablelands and basins, *etc.*, are disclosed and explained. The study in this direction in deciphering the structure of the crust, in which a strong array of geologists is now working, is indeed the characteristic feature of modern geology. Although the term 'tectonic line' seems often to be much abused, and on account of it to be depreciated in its real value, yet it had already attained many good ends. The great scientific traveller, A. Stübel here again appears to be unwilling to accept the fissure-theory, though his remarks chiefly apply to the linear grouping of the volcanoes of the Andean cordillera<sup>1)</sup>. According to him, volcanoes are located not in lines but in groups, beneath the latter lie the so-called peripheric (secondary) hearths of the first, second and third orders, which stand in direct communication with the central hearth<sup>2)</sup> below ; and through the act of swelling of volume of magma during the general cooling of the crust, volcanic eruptions and explosions are brought about.

The present moment is the turning point of the doctrine of volcanoes, and the fissure-hypothesis is being attacked from various sides. Sir Archibald Geikie at least doubts the correctness of this hypothesis in saying that "the vents of Britain are usually independent of any faults that traverse at least the upper visible part of the earth's crust. If volcanic vents have, as is possible, risen preferably along lines of fissure in the terrestrial crust, these lines are seldom those of the visible superficial faults, but must lie much deeper, and are not generally prolonged upward to the surface<sup>3)</sup>." Prof. Branco made an exhaustive research of numerous embryo-volcanoes at the environs of Urach, and

---

1) *Die Vulkanberg von Ecuador*, Berlin, 1897, S. 392.

2) Meanwhile it is to be remarked that there might possibly exist chains of secondary hearths of melted magma within the crust comparatively near the surface, which supply lavas and cause eruptions. When the volcanic energy becomes exhausted, these hearths may, I conjecture, be converted into *laccolites*. If my assumption is to be justified, the *laccolites* are nothing but the cooled mass of the once red-hot melted hearth, and the *batholites* the hardened part of the receding central reservoir.

3) *Ancient Volcanoes of Great Britain*, London, 1897, Vol. I., p. 69.

his study forces him to state that the *maars* are independent of any fracture-lines. The structure-lines, if any, are of doubtful nature, and they are perhaps entirely absent. Granted that the fissure-lines exist, they should be rather the result but not the cause of eruptions<sup>1)</sup>. Prof. E. Fraas<sup>2)</sup> verifies Branco's assertion as regards the maars of the Schwabian Albs, and Prof. Bücking holds the same view with respect to the volcanic region of the Rhön. Prof. F. Loewl<sup>3)</sup> also says that volcanoes could not rise from fissures, because of the plastic nature of the crust at a comparatively shallow horizon where, as a matter of fact, the formation of any rent is impossible. From what is stated above, we see that the modern tendency revives the old Humboldt-Buch dogma in a somewhat modified form. Prof. Branco<sup>4)</sup> says that some volcanoes have indeed a certain relation with fissures; but the question is whether the observed fissure appeared before or after the volcanoes. It might be created only during the course of eruptions and the earthquakes accompanying the activities, so that the supposed cause may turn out to be the effect, or the fissure might be produced still later.

That Sir A. Geikie's '*puy*' type usually occurs in *groups* is certainly true, and to it the volcanists have hitherto chiefly paid their close attention, excepting Stübel, and here the negation of the existence of tectonic lines appears very plausible. It is also reasonable to assume, in the region infested with the volcanoes of the '*puy*' type, the presence of a subterranean hearth, from which a magma made its ways through the thin crust through its own exertion, just like a sieve in the ground.

---

1) 'Schwabens 125 Vulkan-Embryonen und deren tufferfüllten Ausbruchsröhren, das größte Gebiet ehemaliger Maare auf der Erde.'—*Jahreshefte des Vereins für vaterländ. Naturkunde*, Bd. 50, 1894, und Bd. 51, 1895. Also in the *Neues Jahrb. f. Mineralogie, etc.*, I., 1898, S. 175 et seq.

2) Cited in Branco's paper in the *Neues Jahrb.*, already referred to.

3) *Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, Wien, 1894, S. 469.

4) In Branco's paper, *Neues Jahrb.* S. 185.

I hear much about the volcanists talking their own ways, but they do not at least deny the *structure-lines* as regards the formation of folded and tilted mountains. It is by no means an easy matter to find out the position of these lines in regions geologically uniform. I may cite a remarkable example<sup>1)</sup> of the fault produced in a farmer's compound in the Mino province, at the time of the earthquake in 1891, when the solid ground with few trees standing on it was shifted horizontally for about 3 m, nevertheless the line of dislocation is so sharp and appears as if knife-cut, that the owner could scarcely recognize the line and also the reason of the changes of the relative position of trees. The difficulty of pointing out the actual position of the line of dislocation, therefore, cannot be used as a weapon against the fissure-theory. For the arrangement of volcanoes in chains and curves on the sea-board of Eastern Asia, the hearth-hypothesis could scarcely offer a satisfactory and convincing explanation.

*To make clear once for all my own standpoint, I must say plainly, that the chains of volcanoes, the systems of mountains, and the non-volcanic earthquakes appear to me to have very intimate and fundamental relations with the so-called tectonic lines.*

Therefore, my work in connection with the Earthquake-Investigation-Committee is, as the study of the geological structure of all Japan requires a life-long exertion of perhaps a dozen of geologists, to learn the old and new volcanoes of our country as regards their internal structure, their rocks, their foundations and their modes of distribution; in doing so, I can perhaps get an insight into the structure of the land; and finally, I may be able to construct the geotectonic map, by means of which we could possibly know the condition under-

---

1). B. Kotô, 'The Cause of the Great Earthquake in Central Japan.' *Jour. Sc. Coll.* 1893, Vol. V., p. 337. One of the figures may be seen inserted in Credner's *Geologie*, 8 te Auflage, S. 184.

ground, and the causes of the regional shaking and the local points of earthquakes. With these objects in view, I have been and will be for the near future one of the members of the Committee.

### *Vulcanological Survey.*

The scope of the vulcanological survey I have already distinctly stated in the preceding pages ; the prosecution of this projected scheme is then incumbent upon me ; and added to this, there occur not infrequently violent earthquakes, not to mention smaller ones, and landslips, and even sea-waves, which sometimes engage my attention. Through the valuable assistance of some senior students of our University, to each of whom I assign a certain district to be studied in detail, serving also for the graduating theses of these students in the course of geology, I am enabled to carry out the work, besides getting assistance from my colleagues, post-graduates and a few junior students, to these latter I usually allot the localities of interest for field-exercises in geology. To all of them who have given me their active help, I take this opportunity of expressing my best thanks. Though the Committee was called into life in 1892, yet my work actually began two years *later* for various reasons, chiefly owing to paucity of the appropriation for the travelling expenses (in the present fiscal year only 750 *yen* or 1,850 francs).

It has been my endeavour, first of all, to make a complete survey of the NORTHERN HALF OF HONSHŪ, or main island, since it is that portion of Japan, which is particularly abundant in volcanoes, and also most frequently visited by earthquakes. From this point of view, we take up each volcano and carry on investigations in the series, approximately corresponding to C. Naumann's "*eastern system*," of which I will speak in the sequel.

Nearly three-quarters of a century ago, v. Buch enumerated Japanese volcanoes with short descriptive notes.<sup>1)</sup> Thirty years later, C. Naumann<sup>2)</sup> divided the band of volcanoes of South-east Asia into a number of systems, and the volcanoes of Japan falls in his 'eastern system,' excluding from it, however, a few of those of Hokkaidô, which are brought under the 'north-eastern.' Furthermore, he constructed a branch system which is made to shoot off from the middle of Honshû, in a south-easterly direction, embracing in it the "Seven Islands" or Shichi-tô of Idzu, and Hachijô, Ogasawara-jima (Bonin), and the Sulphur Islands, and after a short interruption under the Tropic of Cancer, the somewhat easterly lying Mariannes. It did not escape the observant eye of the Saxon geologist in recognising the persistence of this meridional chain of volcanoes, which apparently continues to the volcanic regions of New Guinea, to those of the Cape of York, and of Bass Straits; while in the opposite direction the chain is lengthened to the island of Tarakai, and Ochotsk. The prolongation of this volcanic line beyond the Caroline 'Graben' in one direction and to the Amur Lands in the another is as yet not rigidly tested in the field in the light of modern science, nor have they ever been since taken up again and discussed by any scientists. We will see afterwards that Carl Naumann's eastern system approximately coincides with the 'Meridiankette von Nordjapan' of Edmund Naumann.

It is a great merit of the last-mentioned geologist, whose name is inseparable from the history of Japanese geology, to have recognised the distinctive features of *North* and *South Japan*, and also to have fixed the boundary between them by his *fossa magna*<sup>3)</sup> which is supposed to traverse right through the middle of Hon-shû, in the north-westerly direction from Japan Sea to the Pacific Ocean. Though the

---

1) *Gesammelte Schriften*, Bd. III., S. 584.

2) *Geognosie*, 2te Auflage, Bd. I., S. 91.

3) Ed. Naumann, *Ueber den Bau und die Entstehung der japanischen Inseln*, Berlin, 1835.

true nature of the *fossa magna* remains yet to be solved, the existence of an important tectonic line through the provinces of Suruga, Shinano, and Echigo is beyond all doubt; and it is also my endeavour, in connection with the vulcanological survey, to examine critically and dispassionately the region of "*Grossen Graben*," which the late Dr Harada<sup>1)</sup> advocated, polemically against Ed. Naumann, in favour of the view of a *mountain-confluence*.

As I have already stated, Dr Ed. Naumann calls that portion of *Hon-shû*, lying east to the great '*Graben*,' *North Japan*, through which runs his '*Meridional Chain*,' carrying on it a great number of both extinct and active craters. Just a year before the publication of E. Naumann's work, I gave, for want of a better one, a provisional name<sup>2)</sup> of the *Sachalin System* to the whole of *North Japan*, which is built up mainly of a meridional volcanic chain with its co-ordinate ridges and stumped mountains; and this was followed, four years later, by the late Dr Harada<sup>3)</sup>, though he often employed the term of *Nord-japanischen Bogen* for its synonym.

A mere glance at the topographic map of Japan will lead one to suppose that *Hon-shû* is a gigantic arc with *Hokkaidô* and *Kiû-shû* at the north and south ends as the homologous appendages; and the line of the *Fuji-Ogasawara* volcanoes pierces right through the middle of main island. But, as geological knowledge accumulates little by little with time, our primitive notion comes to be largely modified; and, at present, we can say positively that *North and South Japan* differ in that the prevailing direction of the South is greatly influenced by the *folding axes* while that of the North is by the *meridional ruptural lines*.

---

1) *Sonderabdruck aus dem akademischen Anzeiger*, Nr. XVII, Wien, 1887.

2) In a small treatise of mineralogy "*Kin-seki-gaku*," Tokyo, 1884, p. 137. At the time, when I wrote the small book, our knowledge of Japanese geology was still very fragmentary, and the *formational map* not yet in existence. I simply included also in my *Sachalin System* some meridional ridges in *South Japan*.

3) *Versuch einer geotektonischen Gliederung der japanischen Inseln*, Tokyo, 1888.

The external side of North Japan, in contrast to the regular succession of geological formations of the South, consists of three tectonic blocks,—that of the Paleozoic Chichibu (Kwantô), of the Archæan Abukuma, and of the Mesozoic and Paleozoic Kitakami ; and these are the gigantic *crustal* clods that bound the Pacific sea-board, each forming a geological unit, and an independent upland region. The geographical back-bone and the main water-shed of North Japan, lie, however, westwards of the discontinuous ectoperipheral zone, and is mainly built up of the *quartz-bearing tuffites of a Tertiary age*. These remarkably constant pyroclastics constitute the foundation, through which the various Andesitic lavas have welled out in *post-Tertiary times* in a nearly meridional direction, creating a long series of overtowering mighty cones.

If we were asked what is the mother-rock which supplied the material to the tuffites, we can only say that it is the *Rhyolite* which had been poured out at the bottom of the Neogene sea, and whose derivatives, the tuffites, had been deposited in so vast an extent as to serve for the foundation of nearly the whole of North Japan, excepting the three uplands, already mentioned. The Rhyolite is a whitish, biotite or hornblende-bearing effusive of a rough, porous structure, with a very important and characteristic component, the *quartz*, which occurs in the bipyramidal form or in rounded grains, of such a large size as to lead one take the rock for a Quartz-porphry. The rock varies greatly in its structure and also in its mineralogical composition. Some are compact and lithoidal, while others are coarse-granular, consequently *Nevaditic* ; but the typical porphyritic structure seems to be exceedingly rare. Among the felspars, the plagioclase never fails to enter into the composition of the rock, sometimes even to the exclusion of orthoclase. The plagioclase-rich varieties may with appropriateness be called *Dacite*, for which indeed they are often taken and describ-

ed as such; but it is practically impossible to discriminate, on the geological ground, the Dacitic varieties from the normal Rhyolitic ones. Therefore, I am compelled to put together all these multifarious varieties under one head of Rhyolite, which, when collectively taken, form a geologic unit, being the effusives of a particular geological period, and constitute a well defined petrographical province.

Of all the Rhyolites under consideration, *the plagioclase-bearing type is the most abundant and wide-spread, and built up the cones of Neogene times; but being of a remote geological age, these Tertiary craters were ruined and overflowed by the Andesitic lavas of the post-Tertiary volcanoes, forming the chains of the imposing lofty cones of the North-east, many among them still keep their activity down to the present moment.*

---

Having spoken broadly about the geological feature of NORTH JAPAN, the next step will be to give an account of its volcanoes, of which we have many special reports in our Committee's publications, all written in Japanese. Our Survey is now at the very threshold of its work, and it will take probably five years more to complete the details even of a series of craters, which roughly corresponds to Carl Naumann's *middle system*. Under such circumstances, I consider it to be premature at present to give even the general outline of the results, attained by our Survey. I will leave the detailed discussions to another occasion, and will now simply give the list of the papers on the subject-matter relating mainly to vulcanology.

The reports already handed over through me to the Committee, and hitherto published, all in Japanese, from the year 1895 to the present moment are, arranged after the date of their appearance, the following :—



## A.—VULCANOLOGICAL :

1. On the Geology of the Volcanoes of the Myô-kô Group.  
By N. Yamasaki, 1896.
2. On the Geology of the Volcano Yoné-yama. By I.  
Iwasaki, 1896.
3. On the Geology of the Volcanoes of the Kénashi Group.  
By S. Shimidzu, 1896.
4. On the Geology of the Volcanic Island Ôshima (Vries  
Island). By N. Yamasaki, 1896.
5. On the Geology of the Volcanoes Haruna and Tsuno-  
otoshi. By J. Iwasaki, 1897.
6. On the Geology of the Volcanoes Hakoné and Atami.  
By T. Hirabayashi, 1898.
7. On the Geology of the Volcanoes in the Izu Peninsula.  
By H. Ishiwara, 1898.
8. On the Geology of the Akagi Volcanoes. By Y. Saitô,  
1898.
9. On the Geology of the Dissected Volcano Arafuné. By  
E. Sakawa, 1898.
10. On the Geology of the Volcanic Group of Yatsu-ga-daké.  
By N. Yamasaki, 1898.
11. On the Geology of Fuji-san and Ashidaka. By T.  
Hirabayashi, 1899.
12. On the Geology of the Volcanoes of the Nikkô Group.  
By Y. Saitô, 1899.

To these, it will be added still four papers, *viz.*,

13. On the Geology of the Volcano Takahara. By N.  
Kanéhara. *Under press.*

14. On the Geology of the Volcanoes of the Nasu Group.  
By S. Matsuda. *Under press.*
15. On the Geology of the Volcano of Aso. By T. Iki.  
*In preparation.*
16. On the Geology of the Volcanoes of the Nambu-Fuji  
Group. By H. Sakurai. *In preparation.*

B.—SEISMOLOGICAL :

17. On the Earthquake of Shô-nai in 1895. By B. Kotô,  
1896.
18. On the Earthquake of Akita and Iwadé in 1896. By N.  
Yamasaki, 1897.
19. On the Earthquake of Fukuoka in 1898. By T. Iki,  
1899.

C.—ON SEA-WAVE :

20. On the Great Sea-wave on the North-east Coast of Japan  
in 1897. By T. Iki, 1897.

D.—ON THE GEOLOGY OF WELL-BORING :

21. First Report on the Geology of the Deep Well within the  
University-grounds. By N. Yamasaki, 1894.
22. Second Report on the Geology of the Deep Well within  
the University-grounds. By N. Yamasaki, 1898.

Tōkyō, December, 1899.

明治三十三年一月二十日印刷  
明治三十三年四月二十日發行

# 震災豫防調査會

印刷者

星野 諤次郎

東京市日本橋區兜町二番地

印刷所

東京印刷株式會社

東京市日本橋區兜町二番地