

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

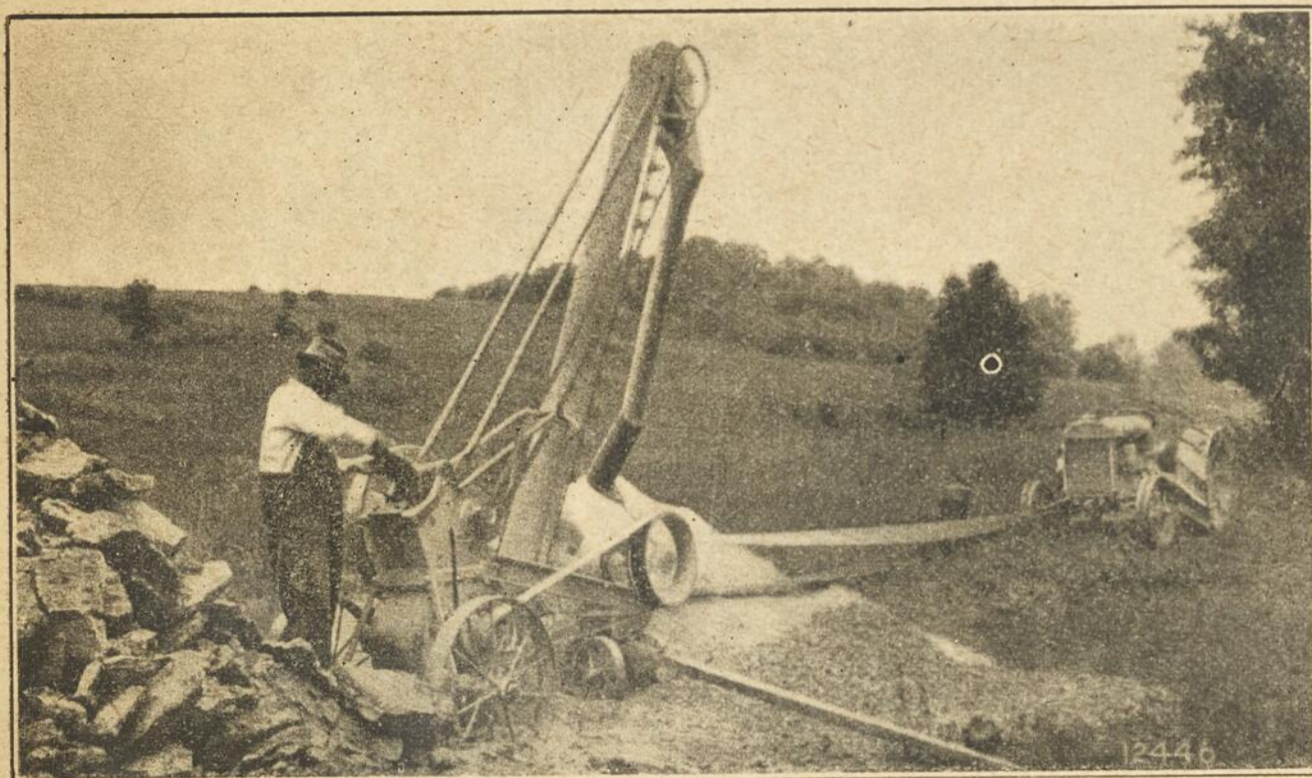
BULLETIN No 76

Chaux et Calcaire Pulvérisé

LEUR EMPLOI COMME AMENDEMENT DES SOLS
DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

— PAR —

H. M. NAGANT, I.A.I.F.,
Professeur à l'Institut Agricole d'Oka.



Petit broyeur pour calcaire, en opération sur une terre.

PUBLIÉ PAR ORDRE DE L'HONORABLE JOS.-ED. CARON, MINISTRE DE L'AGRICULTURE

P 631.821

N 131 c

LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF TORONTO

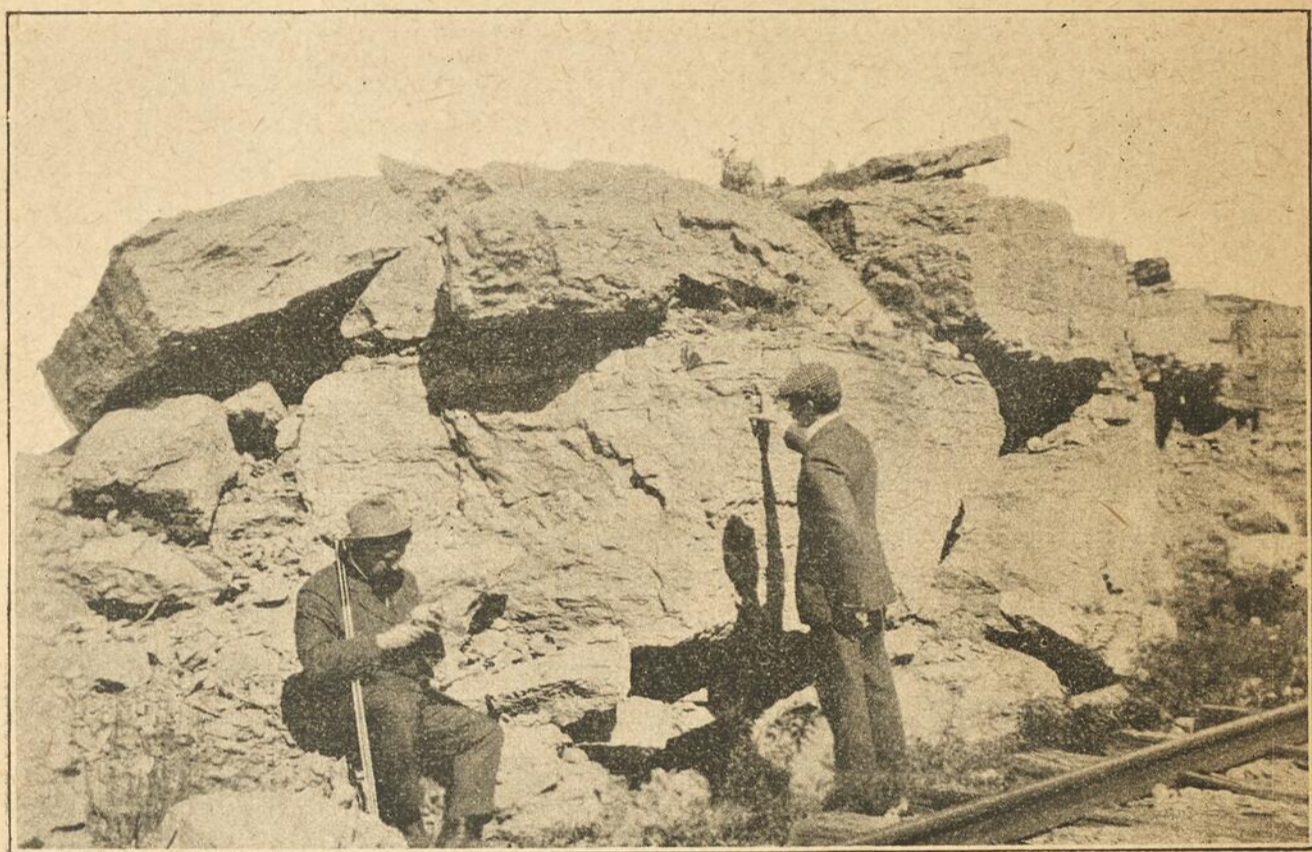
SOMMAIRE

Dans ce bulletin, les points principaux suivants, qui sont d'intérêt pour les cultivateurs de cette province, sont développés :

- 1.—La nécessité de commencer par chauler la plupart des terres dont l'état de fertilité laisse à désirer.
- 2.—Les causes qui ont empêché jusqu'ici l'emploi des amendements calcaires de se généraliser. Les causes principales sont: 1o—leur prix trop élevé, 2o—l'ignorance de leur rôle. Le remède consiste à expliquer clairement les fonctions des matériaux calcaires en agriculture, et à indiquer la voie à suivre pour se les procurer dans des conditions économiques.
- 3.—Un bref historique nous apprend que l'usage des amendements, sous forme de marne et de chaux caustique, dans le but d'augmenter les récoltes, était connu depuis bien des siècles, mais que leur application rationnelle, en connaissance de causes, est de date relativement récente.
- 4.—Il importe donc, avant tout, que le cultivateur sache raisonner l'emploi de ces matières.
- 5.—La chaux constitue un amendement du sol à un triple point de vue, physique, chimique et biologique.
 - a) Elle améliore la structure des terres fortes.
 - b) Elle supprime l'acidité du sol.
 - c) Grâce à la chaux les éléments nutritifs les plus essentiels,—azote, acide phosphorique et potasse—emmagasinés dans le sol, sont rendus plus assimilables.
 - d) La chaux favorise la multiplication des bactéries utiles et assainit la couche arable.
 - e) Elle fait pousser le trèfle en abondance et celui-ci enrichit la terre en humus et en azote.
- 6.—En outre, la chaux constitue un aliment direct des plantes; mais la nécessité d'en enrichir le sol résulte plutôt des effets indirects mentionnés ci-dessus.
- 7.—Si la chaux est un facteur fondamental de fertilité il ne faut cependant pas perdre de vue qu'il en est beaucoup d'autres.
- 8.—Ce ne sont pas tant les récoltes qui appauvrissent en chaux, la couche cultivée, que l'action continuelle de l'eau d'infiltration qui en enlève par dissolution plusieurs centaines de livres à l'acre, chaque année.
- 9.—Les terres fortes et celles riches en débris végétaux demandent un pourcentage plus élevé de chaux que les terres légères ou peu humifères.

- 10.—On peut par plusieurs moyens se rendre compte si un sol est acide et manque de chaux :
- a) Par l'épreuve au **papier de tournesol**, qui est décrite dans ce bulletin.
 - b) Par l'observation de la végétation; le trèfle, la luzerne et les pois ne font pas une pousse vigoureuse dans un terrain pauvre en chaux, tandis que certaines mauvaises herbes caractéristiques d'un milieu acide, prennent leur place.
- 11.—Les amendements calcaires que l'on peut employer avec avantage sont :
- a) La chaux caustique (chaux vive et chaux hydratée).
 - b) Le carbonate de chaux, comprenant la marne et la pierre calcaire pulvérisée.
- 12.—La chaux caustique est le plus énergique, le plus actif des amendements calcaires, mais il faut se garder d'en abuser, de crainte de brûler l'humus du sol.
- 13.—On peut appliquer des doses de chaux vive, variant entre 1000 et 3000 lbs., à l'acre, suivant la nature du sol, pour la durée d'une rotation de 4 à 6 ans.
- 14.—La marne et le calcaire pulvérisé ont une action moins énergique et plus lente, mais leur application, même en excès, ne peut causer de dommage au sol.
- 15.—La rapidité de l'effet de la pierre à chaux pulvérisée est en raison directe de son degré de finesse.
- 16.—Mais comme le prix de revient augmente rapidement avec la finesse de pulvérisation, il devient plus avantageux, plus économique de faire usage d'un amendement moins uniformément fin, mais en quantités plus grandes.
- 17.—Ce faisant, on obtiendra un résultat immédiat, égal et une action plus prolongée, avec une moindre dépense d'argent.
- 18.—Un calcaire pulvérisé à tel point qu'il passe entièrement au tamis de 8 ou 10 mailles, c'est-à-dire 64 ou 100 ouvertures au pouce carré, semble rencontrer ces desiderata, à condition qu'il renferme une proportion suffisante de matière fine à côté de particules plus grossières. En l'occurrence la fine poussière produira l'effet immédiat, tandis que les grains moyens et plus gros agiront graduellement au cours des années subséquentes.
- 19.—Des carrières possédant un outillage industriel, et utilisant leurs déchets de pierre calcaire, sont en mesure de fournir ce produit à un prix très bas aux cultivateurs de la région avoisinante.
- 20.—Il serait désirable que les compagnies de chemins de fer, dans leur intérêt, bien compris, comme dans celui des cultivateurs, accordassent de fortes réductions sur le transport des matières calcaires destinées à l'agriculture.

- 21.—Dans les paroisses fort éloignées des carrières, mais où existent des dépôts de calcaire d'une qualité satisfaisante, les cultivateurs trouveront avantage à s'unir pour acheter un petit broyeur et l'exploiter en commun pour leurs besoins en amendements.
- 22.—Actuellement on peut se procurer des broyeurs mobiles, convenant pour grandes fermes et groupements de cultivateurs, à des prix variant entre 500 et 1,800 dollars, ou plus, f. o. b. Montréal.
- 23.—La capacité de ces petits appareils varie, suivant leur numéro et la dureté de la pierre à réduire entre 1 et 3 tonnes à l'heure.
- 24.—Avec un bon broyeur, fonctionnant pendant un nombre de jours raisonnable à l'année, nous estimons que le prix de revient de la tonne de calcaire réduit au tamis de 10 mailles, pourrait varier entre \$2.00 et \$3.00, dans la province de Québec.
- 25.—La quantité calcaire pulvérisé, à appliquer par acre, devra atteindre au minimum le double de la quantité de chaux vive correspondante. Elle pourra donc varier entre 2000 et 6000 lbs à l'acre et excéder ces quantités lorsqu'il s'agit de matériaux moins fins.
- 26.—Le calcaire agricole comme la chaux caustique peuvent s'appliquer en tout temps, mais l'automne est l'époque qui convient ordinairement le mieux.
- 27.—La distribution des amendements calcaires se fait le plus commodément au moyen d'épandeurs spéciaux fournis par la plupart des manufactures de machines aratoires.
- 28.—La chaux et les calcaires qui contiennent une certaine proportion de magnésie semblent au moins aussi efficaces que les produits non magnésiens.
- 29.—Il ne faut jamais payer plus que la moitié du prix de la chaux vive, pour une même quantité de calcaire le plus finement moulu, et plus des trois quarts du prix de la chaux vive pour de la chaux hydratée ou éteinte.
- 30.—A la fin de ce bulletin il est donné un aperçu sommaire des principaux gisements de calcaire et de leur distribution, dans les trois grandes régions que comporte la province de Québec.
- 31.—Nous ajoutons aussi un questionnaire, de 22 questions, pouvant être utilisé au cours d'une petite enquête à faire sur le besoin en amendements calcaires dans une paroisse.
- 32.—Enfin on trouvera une liste des principaux fabricants de chaux, et exploitants de calcaire agricole qui nous sont connus dans la province. Ceux qui ne seraient pas mentionnés sont invités à communiquer leur adresse et, éventuellement, une liste des prix de leurs produits, au "Service de la Grande Culture", ou au "Journal d'Agriculture", à Québec, qui se chargeront volontiers de les faire connaître aux intéressés.



Bancs de calcaire de Trenton, près de Roberval (Lac St-Jean), où leur épaisseur atteint près de cent pieds.

INTRODUCTION

LE BESOIN GENERAL DE CHAUX

La nécessité première de la chaux pour rétablir la fertilité de la plupart des terres qui se trouvent en mauvaises conditions de production, dans les régions de l'est de l'Amérique, en général, et de la province de Québec en particulier, est chose reconnue et proclamée par tous les agronomes.

C'est ainsi que le professeur Elmer O. Fippin, du Collège d'Agriculture de Cornell, état de New-York, dans le bulletin No. 148, intitulé: "**The use of lime on the soil**", débute en disant:

"L'emploi de la chaux sous une forme ou une autre est actuellement reconnu comme nécessaire pour atteindre la plus haute capacité productive des sols couvrant de grands espaces dans l'état de New-York, et, en fait, dans tous les états de l'est et du centre. Sur les sols réclamant de fortes quantités de chaux, l'emploi de fumier, d'engrais chimiques, et l'amélioration des méthodes de travail du sol seront en grande partie inefficaces dans la production de plus forts rendements des récoltes, à moins que la chaux ne soit appliquée préalablement. Dans des terres semblables, la chaux représente la clef de voûte sur laquelle il sera possible d'édifier de plus fortes récoltes. La valeur de la chaux comme moyen d'amender le sol a été démontrée par maintes expériences sur des parcelles et par d'innombrables champs de démonstration établis dans presque chacune des sections de l'état. Sur les terres les plus acides et les moins productives, l'usage de la chaux a porté le rendement du trèfle, de pratiquement rien à une ou deux tonnes à l'acre, dans nombre de cas. **En conséquence de la meilleure croissance du trèfle, de l'accumulation de l'azote dans le sol, qui en est le résultat, d'autres récoltes de la rotation, même celles qui sont peu sensibles à l'acidité du sol, produisent de beaucoup plus forts rendements**".

De leur côté, les professeurs **J. F. Barker et R. C. Collison**, dans le bulletin No 400, de la station agricole de Genève, située également dans New-York, disent encore:

"Les trois quarts, ou davantage, des terres cultivées de New-York bénéficieraient beaucoup d'une libérale application de chaux. De fait, pareil traitement est fondamental à toute méthode rationnelle pour l'amélioration de ces sols. Ceci est en train d'être reconnu si généralement par des cultivateurs pratiques et est l'objet de si fréquentes discussions qu'il devient superflu de le démontrer plus au long ici."

Ces affirmations si nettes de la part d'agronomes compétents de l'état de New-York, voisin de la province de Québec, se retrouvent, en substance, dans au moins 25 ou 30 bulletins différents traitant du chaulage des terres et publiés en des dernières années par les stations expérimentales des autres états de l'u-

nion américaine. Elles sont corroborées par les enseignements du docteur Shutt, de la ferme expérimentale d'Ottawa, par les travaux du docteur Charron au laboratoire provincial de St. Hyacinthe, les expériences effectuées à la ferme expérimentale du Cap Rouge.

En effet, celui qui se donne la peine d'examiner les résultats d'analyses d'échantillons de terres, de diverses parties de la province, qui furent envoyés à Monsieur Charron au cours des cinq ou six dernières années, remarquera que neuf fois sur dix la maladie principale de ces terres, pour lesquelles on demandait une consultation, était la pauvreté en chaux. Ainsi, dans son rapport pour l'année 1916, le directeur du laboratoire de St. Hyacinthe commente les résultats de vingt-six analyses complètes d'échantillons de terres, faites au cours de l'exercice, de la manière suivante :

“Ce qui frappe d'abord, c'est la forte proportion des terres qui sont acides. En effet, 73 pour cent de ces terres accusent une acidité très prononcée révélant ainsi qu'elles bénéficieraient d'un bon chaulage. Il semblerait qu'une très forte proportion des sols en culture dans certaines régions de la province de Québec ont besoin d'être chaulés judicieusement.”

Des constatations semblables se répètent dans les compte-rendus des années subséquentes. Ainsi parlant des échantillons de sols analysés durant l'exercice 1920-1921, le docteur Charron dit encore : “Ce qui frappe surtout, en examinant ce tableau, c'est la généralité de l'état d'acidité de ces sols. Des vingt-cinq sur lesquels nous faisons rapport il n'y en a qu'un qui ne soit pas acide.”

Remarquons aussi, en passant, que la neutralisation des acides n'est pas l'unique fonction dévolue à la chaux; l'utilité de celle-ci comme amendement se manifeste encore par plusieurs autres actions spécifiques, dont quelques-unes aussi importantes que la suppression de l'acidité, ainsi que nous le verrons. Il en résulte que les matériaux calcaires peuvent même avoir leur utilité dans des sols ne révélant pas d'acidité. Celle-ci n'en constitue que l'indice le plus certain.

Où nous en sommes aujourd'hui.

En considérant ce qui précède, on serait fondé de croire que l'usage des amendements calcaires s'est développé vigoureusement dans notre province, durant les dernières années. Il n'en est pas ainsi cependant, quoique de nombreux articles traitant de la chaux et de la pierre à chaux, au point de vue agricole, aient paru dans les revues et journaux agricoles, quoique des industriels aient mis sur le marché des amendements calcaires de diverses dénominations. Force est même de reconnaître que la confiance en ces produits est aujourd'hui fort basse dans bien des paroisses où ils acquièrent une vogue momentanée, grâce à la propagande d'agents de compagnies et revendeurs.

Causes d'insuccès

Nous pensons ne pas nous tromper en affirmant que les principales causes du peu de succès remporté jusqu'ici par les amendements calcaires, dont l'emploi généralisé serait cependant la première étape d'une amélioration sérieuse en matière de culture du sol, peuvent se ramener aux suivantes :

1o Le prix initial de la chaux vive et de la pierre très finement pulvérisée, telle qu'on la préconisait il y a quelques années, est souvent trop élevé pour que leur application en dose suffisante soit compensée par la plus value des récoltes ordinaires de la grande culture.

2o Les taux élevés de fret de chemin de fer exagèrent encore beaucoup le prix de revient à la tonne de ces matières pondéreuses, dès qu'il s'agit de les transporter à une distance un peu considérable du lieu de production.

3o Chose bien regrettable, de nombreux abus commis dans le commerce en détail de la pierre pulvérisée n'ont pas peu contribué à répandre le discrédit et la méfiance à l'égard de la chaux sous toutes ses formes. N'a-t-on pas vu des revendeurs débiter ce produit très utile sans doute, mais qui en somme n'est qu'une roche très commune, aux prix de 20, 25, et 30 piastres, à la tonne, le faisant passer pour un engrais chimique proprement dit.

4o Enfin, il y a à tenir compte de l'ignorance encore très grande du rôle d'un amendement tel que la chaux; beaucoup de cultivateurs ne sachant pas encore faire la distinction nécessaire entre amendements et véritables engrais. Cette confusion est d'ailleurs aussi trop souvent entretenue par les boniments intéressés de sous-agents, ignorants eux-mêmes des problèmes de fertilité du sol.

Dans ce bulletin, nous nous proposons donc en premier lieu d'expliquer d'une façon claire et simple le rôle de la chaux dans la fertilisation du sol.

Nous examinerons ensuite quels sont les moyens à mettre en action pour se procurer les amendements calcaires à des conditions vraiment économiques. Ainsi, il est un fait que le prix de revient de la pierre pulvérisée augmente rapidement avec la finesse, par suite du coût élevé des broyeurs perfectionnés et de la forte dépense d'énergie que réclame l'obtention d'un produit très fin. Or, les expériences faites aux Etats-Unis, au cours des années les plus récentes, tendent généralement à démontrer qu'un effet aussi bon et plus durable est obtenu par l'emploi de pierre calcaire moins parfaitement broyée, mais appliquée en doses plus massives. Ce qui donne un autre avantage à ces matériaux moins fins, c'est qu'il est aisé de se les procurer comme sous-produits de carrières faisant le concassage de la pierre destinée à des usages industriels, ou bien encore au moyen de petits pulvérisateurs mobiles exploités par des groupements de cultivateurs, dans les paroisses éloignées de ces carrières, mais où existent des affleurements de pierre à chaux.

HISTORIQUE DE L'EMPLOI DES AMENDEMENTS CALCAIRES

Rien de nouveau sous le soleil

Bien des cultivateurs s'imaginent peut-être que l'usage des amendements calcaires, tant sous forme de chaux vive que de pierre à chaux moulue, constitue une nouveauté préconisée par les agronomes modernes. Il n'en est rien cependant, puisque dès 2000 ans en arrière, déjà, après la conquête de la Gaule par les Romains, les historiens Pline et Varron notaient que les habitants de cette région fertilisaient leurs champs avec de la marne qu'ils allaient chercher parfois à 100 pieds sous terre. L'usage de la marne, qui n'est que du carbonate de chaux friable, comme amendement des sols, est resté populaire au cours des siècles dans les régions du nord de la France et de la Belgique, là où existent des dépôts facilement exploitables de cette matière. Suivant Damseaux, le chaulage des terres ne s'introduisit en Angleterre que vers le milieu du 13^{ème} siècle. Entretemps, les applications de chaux vive, avec des alternatives de succès et de déceptions, sont signalées dans tous les pays agricoles. Ceci n'est pas pour étonner, car s'il y a bien longtemps que des résultats parfois surprenants de la chaux sur le rendement des récoltes furent observés, ce n'est que depuis les grandes découvertes de la chimie et de la biologie, relativement récentes dans le domaine de l'agriculture, que le rôle véritable de la chaux a été mis en évidence. Alors seulement il fut démontré que **la chaux n'est pas du tout un engrais universel**, comme se l'imaginèrent assez facilement les cultivateurs impressionnés par un premier essai; **elle n'apporte ni azote, ni acide phosphorique, ni potasse, mais son rôle consiste surtout à créer dans le sol toutes les conditions favorables à l'assimilation de ces éléments essentiels à la nutrition des plantes.** L'usage inconsidéré de la chaux, sans souci de l'apport ou de la restitution des matériaux nutritifs des plantes, par des fumures adéquates, fut donc fatalement décevant à la longue. Les sols s'épuisèrent d'autant plus rapidement que l'action stimulante de la chaux se manifesta plus vivement au début et répondirent par une stérilité de plus en plus grande à de nouvelles applications d'amendements calcaires. Aussi retrouve-t-on dans le langage du terroir de tous les pays d'Europe de vieux dictons condamnant sous des formes variées, mais toujours dans le même sens, l'emploi de la chaux. Parmi les clichés les mieux connus, on pourrait rappeler les suivants :

“Chaux pour le père est riche mine,

“Mais pour le fils c'est la ruine.”

“Qui chaule sans fumer, se ruine sans y penser.”

Cependant, les grands progrès de la chimie agricole à la suite des travaux de Liebig, qui datent de 1840, et de ceux de Pasteur plus tard, mirent les choses

au point. A partir de cette époque, les agronomes commencèrent à enseigner les conditions rationnelles de l'emploi des amendements calcaires dans le plan général de la réédification de la fertilité des sols.

Aussi leur usage prit un nouvel essor et se généralisa de plus en plus au cours de la dernière moitié du 19^{ème} siècle, en Allemagne, en Angleterre, en France et en Belgique.

Aux Etats-Unis, la pratique du chaulage commença, selon Elmer O. Fippin, à être appliquée extensivement par des cultivateurs allemands établis dans l'est de la Pensylvanie, mais elle ne se répandit guère dans les autres régions avant le début du siècle présent. Depuis quinze ou vingt ans, les investigations des stations agronomiques des différents états de l'est firent ressortir le manque de chaux sur d'immenses surfaces de terrains cultivés, et il s'ensuivit une propagande sérieuse de la part des professeurs et experts des écoles d'agriculture et stations expérimentales, en faveur de la vulgarisation des amendements calcaires. A la chaux vive, qui, à côté de certains avantages, présente des inconvénients dont nous parlerons plus loin, et a aussi le tort de coûter parfois trop cher, on préfère, actuellement souvent la pierre à chaux pulvérisée.

An lieu de calciner la roche calcaire pour transformer le carbonate de calcium en oxyde de calcium, les américains ont donc imaginé de la pulvériser. Ainsi, grâce aux broyeurs puissants fournis par l'industrie moderne, on convertit la pierre à chaux compacte en une matière plus ou moins pulvérulente, analogue à la marne. De sorte que, par le simple artifice du broyeur en plus, nous en sommes revenus à l'ancienne marne de nos ancêtres les Gaulois, qui surent déjà attirer l'attention des auteurs romains par leurs méthodes de culture. Cet exemple confirme donc bien la phrase: "**il n'y a rien de neuf sous le soleil.**" Mais il s'agit pour le cultivateur moderne d'appliquer rationnellement et avec précision des pratiques parfois fort anciennes pour obtenir des résultats certains, et faire de l'agriculture un métier scientifique. Aussi, il faut en premier lieu comprendre les fonctions de la chaux dans la fertilisation du sol.

LA CHAUX COMME AMENDEMENT DU SOL.

Qu'entend-on par amendement ?

On appelle amendement toute substance qui a pour objet principal d'améliorer les conditions physiques du sol, soit encore d'y produire des modifications chimiques ou des conditions biologiques favorisant l'assimilation, par les plantes, des matériaux nutritifs qui existent naturellement dans la terre ou qu'on y ajoute sous forme d'engrais. Or, le rôle principal de la chaux et du carbonate de chaux est d'être un amendement au triple point de vue, physique, chimique et biologique.

10 Action de la chaux sur la structure du sol.

Le but des travaux du sol, tels que les labours et hersages, est avant tout de communiquer à la terre une structure granuleuse, nécessaire à la pénétration de l'air et de l'eau. En cas d'absence ou d'insuffisance de chaux, il est à peu près impossible d'obtenir cette structure granuleuse dans les terres fortes, parce que l'argile passe à l'état colloïdal et remplit tous les interstices ou pores entre les particules du sol; la terre reste alors imperméable à l'air et à l'eau, difficile à travailler; à l'état humide elle colle fortement aux instruments; en séchant les mottes durcissent comme de la brique et ne s'émiettent pas sous l'action de la herse. Une proportion relativement élevée de carbonate de chaux est donc nécessaire dans les terres fortes, pour maintenir l'argile à l'état de **floculation**.

C'est le bicarbonate de chaux, dissout dans l'eau du sol, qui détermine naturellement la floculation de l'argile.

20 Actions chimiques de la chaux dans le sol.

Les actions chimiques de la chaux, comme amendement du sol, sont variées et complexes. Parmi les principales mentionnons: (a) **Son rôle dans la formation de l'humus**: En l'absence de chaux, l'humus devient acide et les éléments nutritifs qu'il renferme ne peuvent être utilisés par les plantes. (b) **Son action sur l'assimilation de l'acide phosphorique**: Si la chaux fait défaut, il se forme des phosphates de fer et d'alumine beaucoup moins assimilables que le phosphate de chaux. (c) **Son action favorable à l'absorption de la potasse par les plantes**. (d) **Son rôle dans le pouvoir absorbant du sol**, grâce auquel la terre retient des principes solubles qui en l'absence de chaux sont entraînés par les eaux de drainage.

30 Action de la chaux sur les microbes du sol.

Un fait bien établi aussi, c'est que le développement et la multiplication des bactéries, ces auxiliaires absolument nécessaires au cultivateur, est en relation intime avec la richesse du sol en carbonate de chaux. Ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne les précieuses bactéries de la nitrification qui réclament absolument un milieu alcalin pour accomplir leur utile besogne. Il en est encore ainsi des bactéries qui fixent l'azote de l'air dans les racines du trèfle, de la luzerne et autres légumineuses, des **azotobacter**, autre variété de microbes bienfaisants, jouissant du pouvoir de former directement des composés avec l'azote libre, dans l'humus.

Observons cependant que, dans quelques cas, la chaux peut favoriser des bactéries qui sont des causes de maladie pour certaines récoltes. Il en est ainsi

pour les microbes produisant la galle de la pomme de terre. C'est pourquoi il ne faut pas chauler une terre l'année de la plantation de ces tubercules qui s'accommodent d'ailleurs des terrains siliceux légèrement acides, à l'encontre de la plupart des autres cultures.

La chaux comme aliment des plantes.

Outre leur rôle d'amendement, les matières calcaires peuvent être utiles comme aliment direct des plantes, la chaux étant, en effet, un principe indispensable à l'édification des tissus végétaux. Eventuellement, la chaux peut donc agir comme engrais. Les besoins des plantes sont très différents en ce qui concerne les quantités de chaux assimilées. Ainsi une récolte de 30 minots de blé ne prélève que 9, 2 lbs. de chaux; une récolte de 35 minots d'avoine, 11, 6; une récolte de 1, 5 tonnes de foin de mil, 32 lbs; alors qu'une récolte de foin de trèfle rouge en prend 90 lbs., et une récolte de deux tonnes de foin de luzerne environ 100 lbs. C'est pourquoi le trèfle et la luzerne, plantes calcicoles par excellence, exigent surtout un sol riche en chaux, et sont particulièrement sensibles à l'application d'amendements calcaires.

La chaux dans l'alimentation des animaux.

Il faut noter, dit monsieur Elmer Fippin, dans le bulletin 148 de la Station de Cornell, que plus il y a de chaux dans le sol, plus on en trouvera dans les plantes, abstraction faite de la question si oui ou non cette chaux était nécessaire à la plante." Ceci prouve que les fourrages recueillis sur des terrains calcaires sont souvent de meilleure qualité et plus propres au développement de la charpente osseuse des jeunes animaux. La question de savoir si les rations des animaux renferment une proportion suffisante de chaux pour le développement du squelette est importante dans les problèmes d'élevage. Le mal connu sous le nom d'ostéomalacie ou rachitisme du système osseux est essentiellement dû à une insuffisance de chaux et d'acide phosphorique dans la nourriture. On sait que cette affection est assez répandue dans certaines régions de la province de Québec, où des terres basses et acides ne fournissent que des pâturages de pauvre qualité.

La Chaux n'est pas le seul facteur de fertilité.

Malgré les fonctions si importantes remplies par la chaux, nous insistons encore en répétant qu'elle ne suffit pas. **Elle ne peut remplacer ni l'humus, ni les engrais, mais ceux-ci ne produisent tout leur effet qu'à condition que le sol soit pourvu de chaux. L'addition de celle-ci aux terres qui en manquent est donc la première étape dans le rétablissement de leur fertilité. Certains engrais doivent l'accompagner ou la suivre pour compléter le sol.**

Causes d'appauvrissement en chaux, des sols.

Ce ne sont pas les récoltes successives qui exportent le plus de chaux de la couche arable, mais bien l'action dissolvante des eaux d'infiltration. Les quantités enlevées du premier chef peuvent varier, suivant la nature des récoltes, entre 10 et 150 lbs., à l'acre ainsi qu'on vient de le voir. Or les observations poursuivies durant un grand nombre d'années à la ferme expérimentale de Rothamsted, en Angleterre, ont démontré que l'eau de drainage d'un acre de terre cultivée renfermait en moyenne l'équivalent de 800lbs. de carbonate de chaux, en dissolution. Il faut tenir compte que l'eau de pluie chargée d'acide carbonique, en filtrant au travers du sol, dissout continuellement un peu de carbonate de chaux à l'état de bicarbonate. C'est pourquoi les sources provenant de terrains calcaires fournissent des eaux dites dures. On reconnaît facilement une eau dure parce que la chaux qu'elle contient forme des grumeaux avec le savon et laisse un résidu blanc après évaporation. Ce résidu de carbonate de chaux forme aussi des incrustations gênantes dans les chaudières alimentées au moyen d'eaux dures.

Bref, on peut dire que les sols de tous les pays à climat humide, parmi lesquels il faut ranger la province de Québec, se décalcarisent rapidement au profit de l'eau des sources et des rivières qui charrient le carbonate de chaux à la mer. Cette décalcarisation ou appauvrissement progressif en matières basiques, se manifeste par l'acidité qui envahit de grandes surfaces cultivées. Ajoutons que la dissolution du carbonate de chaux est encore intensifiée par l'usage de certains engrais qui laissent un résidu acide dans le sol. Parmi ces engrais, il y a à mentionner le sulfate d'ammoniaque, le chlorure et le sulfate de potassium.

Quel est le pourcentage de chaux que devrait contenir un bon sol?

Si on tient compte, d'une part, des fonctions nombreuses remplies par la chaux dans le maintien de la fertilité du sol et, d'autre part, du taux élevé de déperdition annuelle de cette matière minérale, il devient évident que les meilleurs sols doivent renfermer un bon approvisionnement de carbonate de chaux. Mais il est difficile de fixer par des chiffres quel est le pourcentage minimum de carbonate de chaux qu'il faut exiger pour une terre. Ceci est un peu une question d'appréciation personnelle, suivant que l'on tient compte des besoins immédiats ou futurs. Ainsi en France, où les terres de haute teneur en carbonate de chaux sont plus communes qu'aux Etats-Unis, on demande un pourcentage plus élevé, avant d'appliquer le qualificatif de sol calcaire. Toutefois on peut dire en général que les sols argileux requièrent un pourcentage plus élevé de chaux que ceux de consistance moyenne ou légère. Garola, agronome français, estime qu'une terre forte n'est pas toujours suffisamment calcaire avec 5% de carbonate de chaux, alors que 1% est très satisfaisant pour les sols légers.

En tout cas, l'adage, bien connu, qui dit: "**Une région calcaire est une région riche**", semble entièrement justifié, puisque la première condition requise pour la conservation d'une fertilité prolongée, est l'existence d'un stock considérable de carbonate de chaux dans le sol, ou, du moins, la présence de gisements d'amendements calcaires, à proximité des terres cultivées, pour leur en fournir à mesure qu'elles en ont besoin.

Comment se rendre compte si un sol a besoin de chaux ou non?

Il est évidemment très important qu'un cultivateur puisse se rendre compte si sa terre a besoin de chaux ou non. Or cette détermination est à la portée de tout le monde, moyennant quelques essais ou expériences fort simples et l'observation attentive de certains caractères du sol.

1° Essai du sol au moyen de l'acide muriatique ou du vinaigre.

Mettre un échantillon de terre, humecté d'eau de façon à lui donner une consistance pâteuse, dans une soucoupe ou une tasse à thé. Verser par dessus quelques gouttes d'acide muriatique, ou, à défaut de cet acide, un peu de vinaigre fort. Si la terre est abondamment pourvue de carbonate de chaux, on le constate immédiatement à l'effervescence ou bouillonnement dû à l'échappement du gaz carbonique uni à la chaux et que l'acide a déplacé ou chassé.

Cet essai permet seulement de reconnaître les sols vraiment riches en chaux, parce qu'en dessous d'un certain pourcentage de carbonate, l'effervescence devient peu sensible. Du moment qu'on constate du bouillonnement, cela indique que le sol contient au delà de $\frac{1}{2}$ pour cent de carbonate de chaux. L'absence d'effervescence n'indique donc pas que le sol examiné soit pauvre en chaux, au point d'être acide. Dans la province de Québec, les terres réagissant d'une façon bien nette sous l'action de l'acide muriatique ou du vinaigre ne sont pas communes. Aussi, lorsque cet essai n'a pas donné un résultat permettant de conclure, à priori, à la richesse en carbonate de chaux, il faudra préciser par :

2° L'épreuve au papier de tournesol.

Ici on dispose un échantillon de terre dans une soucoupe ou dans un verre propre, puis on verse un peu d'eau distillée ou d'eau bouillie sur la terre et on brasse avec un petit bâton jusqu'à ce que la masse prenne une consistance pâteuse. Presser alors à l'aide d'un petit bâton ou du dos d'un couteau une bande de papier de tournesol, de façon à en faire entrer la moitié ou les deux tiers de la longueur dans la terre humide. Au bout d'un quart d'heure retirer avec pré-



Epreuve de l'acidité de la terre au moyen du papier de tournesol.

- A) Application de la solution de nitrate de potassium.
- B) Mélange du sol avec la solution.
- C) Mise en contact d'un bout du papier de tournesol.

caution le papier et observer s'il a changé de couleur. Si celle-ci est devenue rouge, c'est signe que la terre est acide. Si elle est devenue d'un bleu plus intense, il faut en conclure que le sol est alcalin, c'est-à-dire abondamment pourvu de chaux.

Pour rendre la réaction plus sensible, la Station expérimentale de Cornell conseille d'humecter la terre avec une solution saturée de nitrate de potassium (salpêtre ordinaire) au lieu d'eau bouillie. Ainsi le papier bleu de tournesol rougit plus vite et d'une façon plus nette, si le sol est acide. Il y a lieu de recommander aussi de ne pas ajouter trop de liquide à la terre, car lorsque celle-ci forme une bouillie liquide, le papier de tournesol qu'on y trempe se décolore par dissolution de la teinture qu'il renferme, et il devient difficile d'observer le changement de couleur.

On peut se procurer dans toutes les pharmacies, des petits carnets renfermant de 25 à 50 bandes de papier de tournesol bleu. Malheureusement le papier du commerce n'est pas toujours de bonne qualité, et pour bien faire il faudrait que les agronomes de comtés puissent en obtenir d'un laboratoire où il serait préparé spécialement, avec les soins requis. Il existe des méthodes plus exactes pour la recherche de l'acidité du sol, mais elles sont plus compliquées et rentrent dans le domaine du laboratoire. En somme, l'épreuve au papier de tournesol reste toujours celle qui peut rendre le plus de services dans la pratique ordinaire.

3° Indications fournies par les apparences du sol.

En principe, on peut admettre que la plupart des terres argileuses compactes bénéficieraient d'un chaulage, au moins en ce qui concerne l'amélioration de leur structure physique, lorsqu'elles sont plastiques, difficiles à travailler, lentes à se ressuyer, et ne s'émiettent pas en séchant.

Il est permis aussi de présumer, à prime abord, que les terres basses, et particulièrement celles dont la teinte noire révèle la richesse en débris végétaux (terres noires, terres de savanes) ont besoin d'amendements calcaires, après un égouttement préalable. Enfin, les sols formés d'un sable à grains siliceux grossiers sont souvent dépourvus de matériaux calcaires et demandent de la chaux sous une forme ou une autre avant de produire du trèfle.

4° Renseignements donnés par la végétation naturelle installée sur le sol.

L'observation démontre que l'on peut ranger toutes les plantes, aussi bien celles qui sont cultivées que les plantes sauvages ou mauvaises herbes, en deux catégories, suivant leur accommodation à la réaction du sol. Certaines espèces s'adaptent facilement à un sol légèrement acide; quelques-unes le préfèrent

même à un sol neutre ou alcalin, c'est-à-dire plus ou moins calcaire; d'autres plantes, au contraire, et elles représentent la majorité des espèces cultivées, ne prospèrent que dans les sols du dernier genre. On a donné aux végétaux de la première catégorie le nom de "**plantes calcifuges**", et à ceux de la seconde celui de "**plantes calcicoles**". Comme type de plante calcifuge, il y aurait à nommer l'oseille, et comme exemple de plantes calcicoles, le trèfle rouge et la luzerne. Entre ces deux extrêmes on trouve un grand nombre d'espèces intermédiaires quant aux facultés d'adaptation.

La conclusion à tirer de cela c'est que les plantes calcifuges ont une tendance à se propager dans les terres acides, en l'absence de concurrence de la part des plantes calcicoles, alors que la croissance vigoureuse de celles-ci ne leur laisse guère la chance de s'établir ou de se multiplier sensiblement dans les terrains neutres ou alcalins. Aussi, l'observation des prairies, pâturages et terrains en friche, au cours de l'été, procure au cultivateur de précieux renseignements pour juger si ses terres réclament un chaulage ou non. L'envahissement progressif, la prépondérance marquée de certaines mauvaises herbes d'adaptation acide, au détriment de plantes plus ou moins calcicoles, est une des meilleures preuves que la terre souffre d'un manque de chaux. Parmi les espèces qui dénoncent cette condition, il y a à nommer surtout les suivantes, (d'après le traité sur les sols, par Lyon, Fippin et Buckman) :

1. **L'Oseille** (*rumex acétosella*)
2. **Les queues de renard** (*équisetum arvense* et *sylvaticum*)
3. **La marguerite** (*bellis perennis*)
4. **Les fraisiers**
5. **Les renoncules**
6. **Les mousses**
7. **La myrtille** (bleuet), **le wintergreen**, (pe tit thé), **les fougères**, dans les sols en friche.

Répetons toutefois que ce n'est qu'une réelle prépondérance de ces plantes qui permettra de conclure à l'acidité du sol, car on peut fort bien en trouver quelques pieds mélangés à des espèces plutôt calcicoles, dans des terrains qui ne sont pas acides. La distinction entre plantes calcicoles et calcifuges est assez relative.

Inversément, lorsque des plantes calcicoles telles que le trèfle rouge, la luzerne, poussent avec exubérance et ont une tendance à se propager en dehors des surfaces où elles furent introduites artificiellement, on a là un fort bon indice que le sol est calcaire. La persistance, à l'état vigoureux, de ces mêmes plantes, dans les vieilles prairies et pâturages ne fait que confirmer davantage ces présomptions.

FORMES D'AMENDEMENTS CALCAIRES

En résumé, il y a à distinguer deux formes d'amendements calcaires, du point de vue chimique, ce sont :

1° **La chaux caustique**, comprenant a) **la chaux vive** et b) **la chaux hydratée** ou **chaux éteinte à l'eau**.

2° **La chaux carbonatée** ou **carbonate de chaux**, comprenant a) **la marne**, et b) **le calcaire moulu** ou **la pierre à chaux pulvérisée**.

LA CHAUX CAUSTIQUE COMME AMENDEMENT

Ainsi que tout le monde le sait, la chaux vive s'obtient par la calcination de la pierre calcaire, roche formée essentiellement de carbonate de chaux, dans des fours spéciaux. A une température de 600 ou 700 degrés centigrades, le carbonate de chaux se décompose en anhydride carbonique, gaz qui s'échappe dans l'atmosphère, et en oxyde de calcium, qui reste sous forme d'une matière blanche constituant ce que l'on appelle de la chaux vive.

L'expérience démontre que 100 lbs. de carbonate de chaux pur fournissent exactement 56 lbs. de chaux vive lorsque la calcination est bien complète. La différence entre ces deux poids, soit 44 lbs., représente donc la quantité de gaz carbonique qui s'est séparée du carbonate de chaux.

La chaux vive est très avide d'eau, avec laquelle elle se combine pour former de l'hydroxyde de chaux ou chaux hydratée. Cette combinaison donne lieu à un dégagement de chaleur très considérable, c'est pourquoi on appelle vulgairement "**extinction de la chaux**" l'opération qui consiste à verser de l'eau sur la chaux vive.

La chaux éteinte ou hydratée, tout comme la chaux vive, constitue une forme caustique parce qu'elle exerce une action désagrégeante sur les matières organiques en général, produisant notamment l'effet d'une brûlure sur la peau.

Variétés de chaux vive

Dans la pratique on rencontre, à côté de matériaux calcaires constitués de carbonate de chaux presque pur, des variétés plus ou moins impures, contenant un pourcentage variable d'autres matières minérales, telles que de la magnésie, des silicates divers, des oxydes de fer, etc. Suivant le degré de pureté des matériaux employés dans la calcination on peut donc distinguer :

1° **Des chaux grasses**.—Ce sont celles provenant des calcaires ou marnes les plus purs.

2° **Des chaux maigres**.—Ce sont celles dérivant de calcaires renfermant un pourcentage plus ou moins élevé d'autres substances, associées au carbonate de chaux, tels les calcaires magnésiens et calcaires argileux.

Variétés convenant le mieux comme amendement

Règle générale, il faut donner la préférence aux chaux grasses, puisqu'elles renferment le plus haut pourcentage d'oxyde de calcium qui en constitue l'élément utile. Cependant les chaux maigres magnésiennes qui ne renferment pas d'autres impuretés, peuvent avoir une valeur à peu près égale, sinon supérieure, attendu que la magnésie remplit plusieurs des fonctions de la chaux et est aussi un élément indispensable à la nutrition des plantes.

Manière de reconnaître les chaux grasses.—1° Elles foisonnent fortement, c'est-à-dire, gonflent beaucoup et dégagent une grande quantité de chaleur lorsqu'on les éteint.

2° Elles se réduisent entièrement en poussière après avoir absorbé de l'humidité.

Comment appliquer la chaux vive ?

La chaux vive, telle qu'elle sort des fours, se présente sous forme de morceaux plus ou moins gros (lump lime) ayant conservé la forme des pierres employées. Parfois on la pulvérise à l'état de poudre fine, mais il est alors nécessaire de l'enfermer dans des quarts, hermétiquement clos, pour l'expédier, ce qui augmente beaucoup de prix de revient à la tonne. Pour usages agricoles, l'économie commande le transport de la chaux en vrac, sous forme de gros morceaux avec le minimum de poussière qui en rend le déchargement si pénible aux hommes chargés de cette besogne.

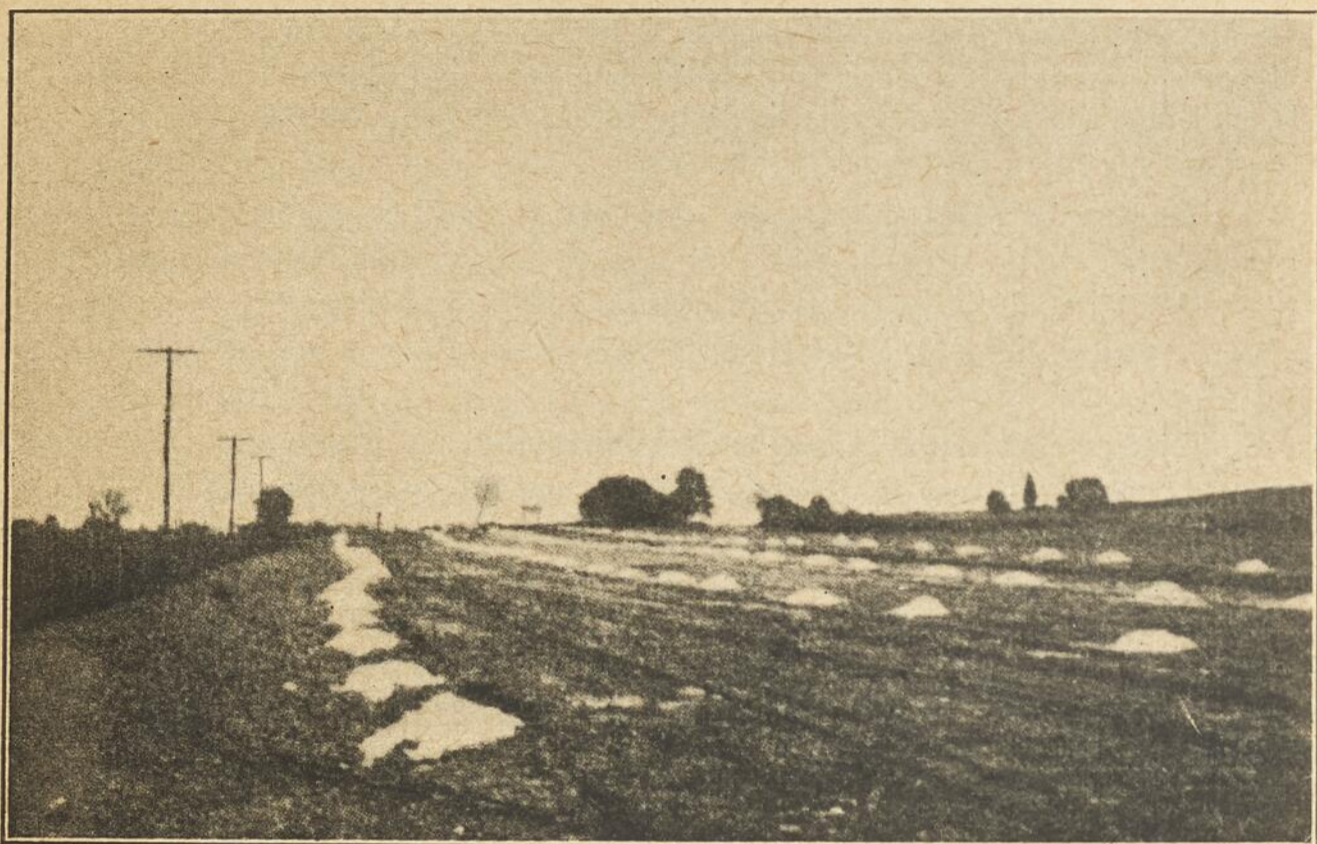
Extinction de la chaux.

Avant d'incorporer la chaux au sol, il est nécessaire de l'éteindre, dans le but de réduire en poussière très fine les blocs de chaux vive, qui mettent obstacle à toute distribution uniforme. Cette extinction peut se pratiquer de différentes manières :

1°—On peut disposer la chaux en un grand tas et ajouter de l'eau au fur et à mesure que le tas s'élève. La quantité d'eau à ajouter sera d'environ 60 gallons par tonne de chaux vive. Il faut éviter l'addition d'un excès d'eau, car sinon au lieu de former une fine poudre, d'une distribution facile, la chaux éteinte prend une consistance pâteuse très incommode.

2° Une autre méthode consiste à mettre la chaux vive en petits tas de deux ou trois minots chacun, disposés à intervalles réguliers sur le champ; ces tas sont alors recouverts d'une couche de terre humide, d'une épaisseur d'une couple de pouces. Au bout de huit ou quinze jours la chaux sera éteinte et déi-tée spontanément par absorption de l'humidité du sol ou des pluies qui ont pu

survenir. Les tas de chaux hydratée seront alors étendus à la pelle sur toute la surface du champ. On peut aussi se servir d'épandeurs à chaux qui facilitent beaucoup le travail de la distribution. Enfin il faut incorporer la chaux au sol par un labour ou par un hersage. En Europe, c'est généralement l'enfouissement par la charrue qui prévaut, tandis qu'en Amérique on recommande plus souvent l'emploi de la herse.



Chaux vive éteinte par petits tas recouverts de quelques pouces de terre.

Chaux hydratée toute préparée.

On peut aussi se procurer, dans le commerce, de la chaux hydratée d'avance, emballée dans des quarts, mais son usage ne peut-être économique, en tant qu'amendement agricole, par comparaison avec la chaux vive. En effet, à 100 lbs. de celle-ci correspondent 135, 5 lbs. de chaux hydratée, après absorption d'eau. Outre le travail de l'extinction, il y a donc à payer la manutention, l'emballage et le fret de 35, 5 lbs. d'eau, pour chaque quantité de 135, 5 lbs. de chaux hydratée qu'on emploie.

Autres variétés de chaux caustique.

Résidu des générateurs de gaz acétylène.—La matière blanche qui reste après l'action de l'eau sur le carbure de calcium pour l'obtention du gaz acétylène n'est pas autre chose que de la chaux hydratée. L'emploi de ce sous-produit comme amendement du sol est donc tout indiqué lorsqu'on peut en disposer.

Chaux des usines à gaz.—Provient de l'épuration du gaz d'éclairage par de la chaux. Elle renferme, outre de la chaux éteinte, des sulfures de calcium et divers composés toxiques. Souvent les usines à gaz la donnent pour rien à ceux qui veulent l'enlever. On peut l'employer avec profit comme amendement, mais il faut avoir soin de la laisser exposée à l'air, en petits tas, avant de l'enfouir dans le sol. L'action de l'air détruit les composés nuisibles qu'elle renferme.

Cendres de bois.—Les cendres de bois et d'autres végétaux renferment toujours, à côté de la potasse et d'un peu d'acide phosphorique, une forte proportion de chaux, qui peut atteindre jusqu'à 50% du poids total. A ce titre, les cendres des matières végétales remplissent donc aussi le rôle d'amendement calcaire.

Cendres de fours à chaux.—Elles constituent un déchet facile à obtenir pour la peine du charriage, aux environs des endroits où se fabrique de la chaux. Formées d'un mélange de poussière de chaux vive et de la cendre provenant du combustible, elles auront surtout de la valeur, comme amendement et engrais, si la calcination de la pierre calcaire, dans les fours à chaux, se fait au bois. Leur inconvénient est d'être d'un maniement assez pénible à cause des poussières irritantes de chaux caustique respirées, et reçues dans les yeux, aussitôt qu'on les remue à la pelle.

Comportement de la chaux caustique dans le sol

La chaux hydratée arrive dans le sol à un état de division extrême, plus parfaite qu'elle ne pourrait être réalisée par n'importe quel procédé de pulvérisation mécanique. De plus, elle est relativement soluble dans l'eau, qui commence donc par la faire diffuser dans toutes les parties de la couche arable. A cause de son alcalinité prononcée, la chaux caustique neutralise énergiquement les acides du sol pour former des sels de chaux; elle désagrège les matières organiques, favorise la formation d'ammoniaque aux dépens des composés azotés, coagule l'argile, réagit avec les silicates. Mais petit à petit l'hydroxyde de chaux se recombine avec le gaz carbonique rencontré en dissolution dans l'eau du sol, elle perd ainsi sa causticité et repasse à l'état de carbonate de chaux très finement divisé qui continue à exercer les effets bienfaisants qui lui sont propres.

Quantités de chaux vive à employer

La quantité de chaux vive qu'on peut appliquer en une fois pourra naturellement varier suivant le degré d'acidité du sol, l'abondance de la matière humique, la compacité des terres fortes. On peut dire, d'une manière générale, qu'il faut incorporer une quantité de chaux suffisante d'abord pour détruire toute l'acidité de la couche arable, plus un excédent assez considérable pour subvenir aux divers besoins du sol et aux déperditions par lavage, pendant la durée d'une rotation. Voici des chiffres que l'on peut considérer comme des moyennes convenables pour maintenir le sol approvisionné en chaux pendant le cours d'une rotation de 4 à 6 années.

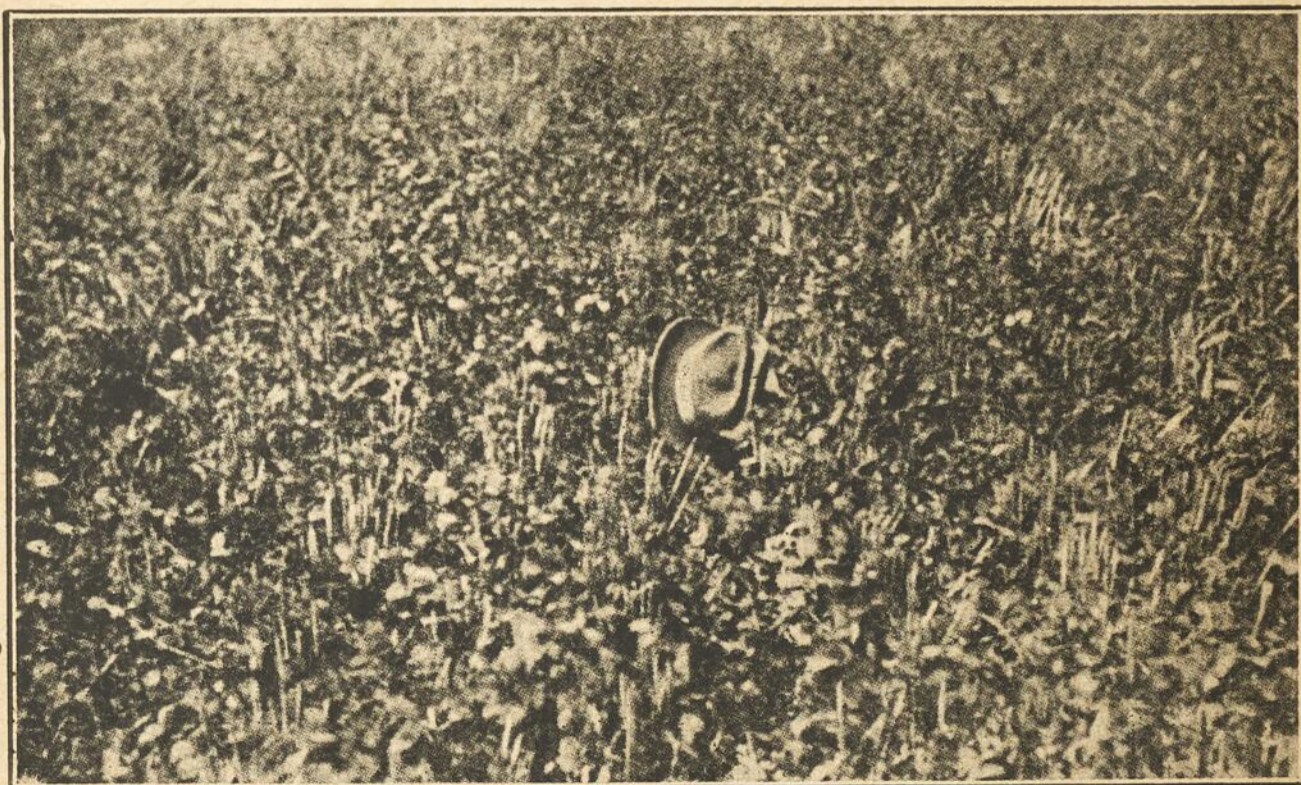
1000 à 1500 lbs. de chaux vive, par acre, dans les terres plutôt légères et peu humifères;

1500 à 3000 lbs., dans les terres fortes ou très humifères.

Constatation des effets du chaulage.—Les effets du chaulage ne tardent ordinairement pas à se manifester par une heureuse modification dans la flore des terrains amendés. Les plantes calcicoles, et particulièrement les plantes fourragères de meilleure qualité, telles que les paturins, les trèfles, etc., se développent en abondance aux dépens des plantes médiocres, à caractéristique acide, dans les prairies et pâturages; ceci indépendamment des augmentations le rendement à escompter pour les récoltes de céréales ou de plantes racines.

Avantages et inconvénients de la chaux caustique

La chaux caustique possède des avantages marqués sur les variétés de l'autre forme d'amendement, le carbonate de chaux. En vertu de sa grande finesse de division, de sa solubilité initiale et de sa forte alcalinité, son effet amendant doit être nécessairement plus immédiat et plus énergique, au début. Mais, d'un autre côté, en raison même de ces propriétés, il faut mettre en garde contre l'usage abusif de la chaux caustique. Son action stimulante fait trop souvent perdre de vue, au cultivateur, qu'il doit restituer au sol les autres éléments de fertilité, au fur et à mesure que les récoltes plus fortes les enlèvent. L'emploi de doses excessives de chaux vive peut aussi devenir la cause d'un fort gaspillage des réserves d'humus et de matières azotées du sol qui sont décomposées en trop grandes quantités, sans profit pour les récoltes. Dans ces conditions, on peut dire que l'excès de chaux brûle le sol. Enfin, il y a à considérer le coût de la chaux; lorsque la chaux vive en pierre (lump lime) dépasse le prix de 12 à 15 piastres la tonne, au lieu de production, le bénéfice de son usage devient des plus problématiques, en grande culture, et il faut nécessairement avoir recours à une forme d'amendement calcaire qui revienne à meilleur marché.



Jeune pousse de trèfle sur un champ d'expérience dans le Missouri.

La parcelle représentée sur la photo du bas reçut une application de 8000 lbs de calcaire pulvérisé. Celle représentée en haut ne reçut pas d'amendement, mais fut traitée de même façon pour le reste.—(Extrait du Bulletin No. 171, du Missouri).

LE CARBONATE DE CHAUX COMME AMENDEMENT

C'est la forme la plus ordinaire sous laquelle on trouve la chaux en grandes quantités dans la nature. Les coquilles de mollusques, le squelette pierreux des coraux et autres organismes qui se développent abondamment dans les mers sont entièrement constitués de carbonate de chaux. La craie n'est pas formée d'autre chose que de l'accumulation, au fond des océans, des restes de myriades d'organismes microscopiques à squelette calcaire. Enfin le calcaire compact ou pierre à chaux provient lui-même d'anciens dépôts de coquillages et de coraux, formés lorsque les océans recouvraient les régions actuellement habitées, et pétrifiés ensuite. Sur la cassure de beaucoup de pierres calcaires on reconnaît d'ailleurs facilement les empreintes, à formes variées, des anciens coquillages dont elles sont formées.

A l'état finement divisé, le carbonate de chaux, qu'il provienne de coquilles de mollusques, de marnes, ou de pierre calcaire, remplit les mêmes fonctions que la chaux caustique, excepté l'action spécifique beaucoup plus énergique de celle-ci au début. Il n'en possède non plus jamais le degré de finesse incomparable, comme on vient de le voir. L'effet du carbonate de chaux sera donc plus lent à se manifester dans le sol. Mais un avantage que l'on peut toujours invoquer en sa faveur, c'est qu'il n'y a pas de risque à courir du fait d'application en quantités excessives. Le carbonate de chaux n'est pas caustique, et, appliqué même en doses excessives, il ne provoque pas la décomposition de l'humus, d'une manière directe du moins, comme le fait la chaux hydratée. De plus, une quantité donnée de chaux ou oxyde de calcium sous forme de carbonate, peut souvent être obtenue à un prix beaucoup inférieur à la quantité équivalente de chaux vive. C'est pour ces diverses raisons que la chaux carbonatée peut être préférable à la forme caustique.

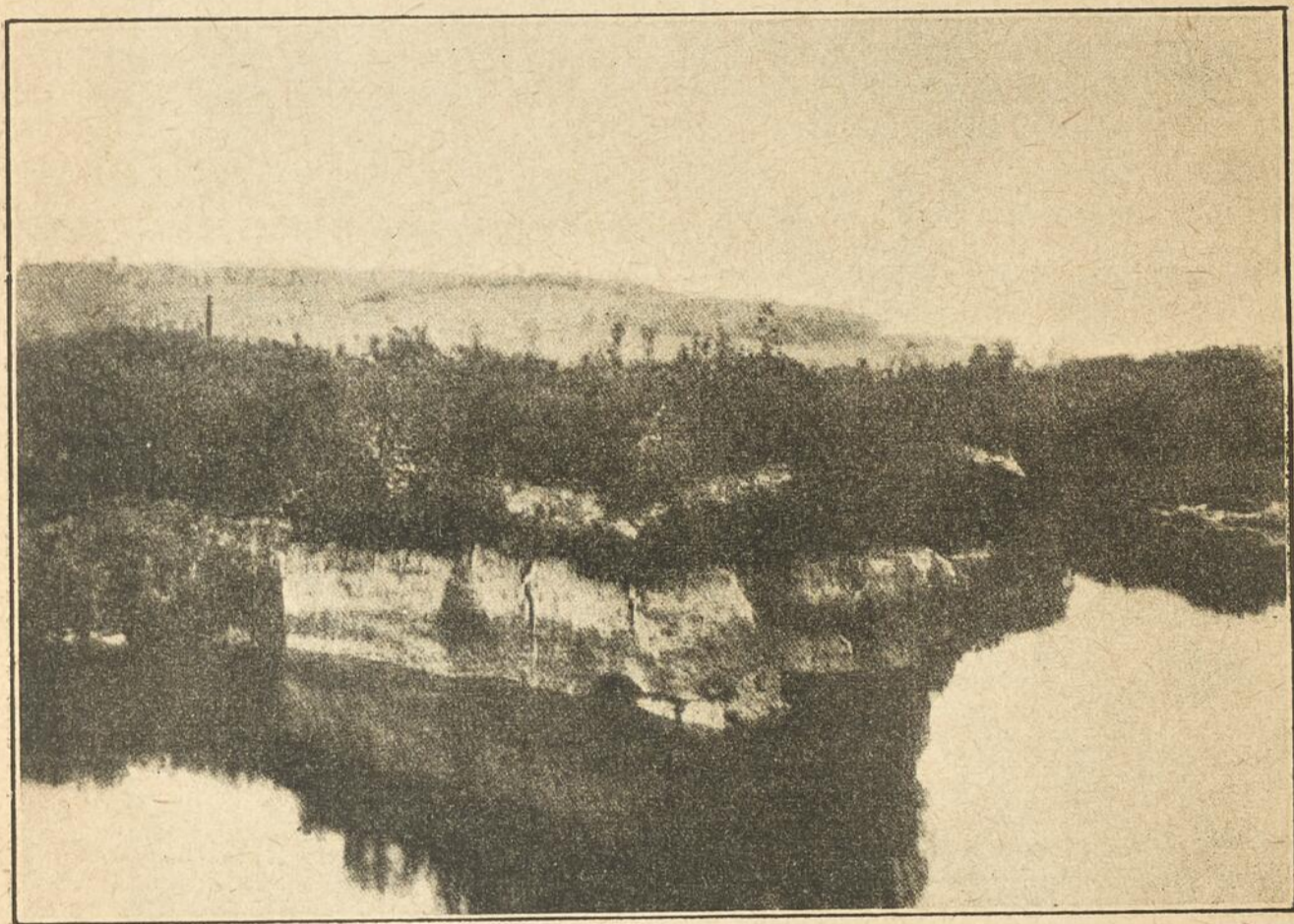
Variétés de carbonate de chaux

Il y a à distinguer surtout deux variétés: a) **La marne calcaire**; b) **la pierre à chaux pulvérisée**.

MARNE CALCAIRE.

On appelle marne tout dépôt de matière calcaire friable, s'émiettant sous l'action de la pression des doigts. En général on ne trouve des marnes que dans les terrains géologiques relativement récents, où les dépôts calcaires n'ont pas eu le temps de se consolider sous l'action métamorphique d'une très longue période de temps. Ceci explique que les dépôts de marne soient peu importants dans la province de Québec dont le territoire est constitué des plus anciens ter-

rains du monde. Cependant on y trouve des couches marneuses formant le fond d'un assez grand nombre de petits lacs et de marais tourbeux. Autrefois il devait y avoir dans ces flaques d'eau beaucoup de mollusques d'eau douce, dont les coquilles ont formé, à la longue, une couche de quelques pieds d'épaisseur. A mesure que ces mares d'eau sont devenues moins profondes, elles ont été envahies par une végétation de mousses dont les débris ont constitué une couche de tourbe plus ou moins épaisse par dessus la marne coquillière. Un rapport de la Commission géologique fait remarquer que cette marne est le plus souvent blanche, friable et très riche en carbonate de chaux.



Couche de marne en dessous d'une couche de tourbe, dans un marais, telle qu'on en rencontre parfois dans la province de Québec.

Malheureusement l'exploitation de ces gisements est généralement malaisée à cause de l'eau. Elle ne deviendrait pratique que si l'on pouvait égoutter ces étangs marneux. Dans le comté de Bonaventure on exploite la marne d'un petit lac, en hiver, en la draguant par un trou percé dans la glace. Il serait évidemment intéressant d'étudier les possibilités d'exploitation rationnelle de ces marnes, partout où il en existe des dépôts de quelque importance.

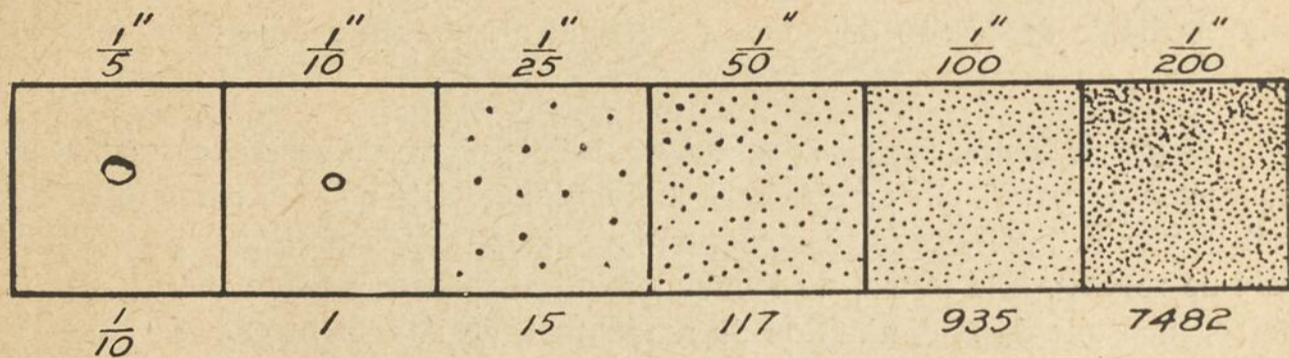
Manière d'employer la marne.—Elle s'emploie de la même manière et en mêmes quantités que la pierre à chaux pulvérisée dont nous allons parler.

CALCAIRE PULVERISE.

Si beaucoup de sols de la province de Québec manquent de chaux, si les dépôts de marne pouvant servir à les amender y sont peu importants, par contre, fort heureusement, nous possédons de puissants bancs de calcaire compact ou pierre à chaux, largement distribués à travers toute l'étendue de la partie cultivée du pays. Un grand problème agricole à résoudre consiste donc à mettre, sous une forme utilisable, à la disposition des sols déficitaires, le carbonate de chaux concentré, accumulé en masses énormes dans ces gisements de calcaire. Pour cela, il est nécessaire, avant tout, de posséder des méthodes économiques pour la pulvérisation, ou réduction en marne artificielle, de ce calcaire. Ensuite, il faut encore pouvoir transporter à peu de frais ce produit pondéreux, de son lieu de production à l'endroit de son utilisation. C'est à la solution de ce problème que nous allons consacrer les pages qui suivent.

Valeur agricole de la pierre calcaire pulvérisée.—Elle dépend:

1° **De sa teneur en carbonate de chaux et de magnésie.** A ce propos, remarquons qu'il faut toujours rechercher les calcaires les plus riches en carbonates, car le pourcentage en matières autres est l'exacte mesure des dépenses



Répartition possible du calcaire moulu, suivant le degré de finesse.

Cette figure montre le nombre de particules de calcaire par pouce cube de sol, sur une épaisseur de 6 pouces de terre, après application d'une tonne à l'acre, si toutes les particules étaient de la dimension indiquée au-dessus de chaque carré. (D'après bulletin 148 de Cornell).

de broyage et de transport faites en pure perte. De plus, les impuretés siliceuses d'un calcaire rendent la pulvérisation plus onéreuse, par suite de leur résistance plus grande et de l'usure plus forte du matériel employé pour réduire la pierre.

On rencontre des pierres à chaux indiquant jusqu'à 98% de pureté. Aussi, pour bien faire il ne faudrait pas se servir de roche titrant moins de 80% de carbonates.

2° **De la finesse de pulvérisation.** La rapidité de l'effet d'une quantité déterminée de carbonate de chaux dans un sol est proportionnelle à la surface exposée à l'action dissolvante de l'eau chargée d'anhydride carbonique ou de

toute autre matière susceptible d'entrer en réaction avec lui. Or cette surface elle-même est en raison directe du degré de division de l'amendement. Il en résulte évidemment que l'efficacité actuelle de la pierre à chaux moulue est proportionnelle à sa finesse.

Estimation de la finesse.

L'état de finesse d'un calcaire pulvérisé se mesure au moyen de tamis spéciaux présentant un nombre plus ou moins grand de mailles croisées, au pouce linéaire, auxquelles correspondent un nombre d'ouvertures égal au carré du nombre des mailles, par pouce carré de surface.

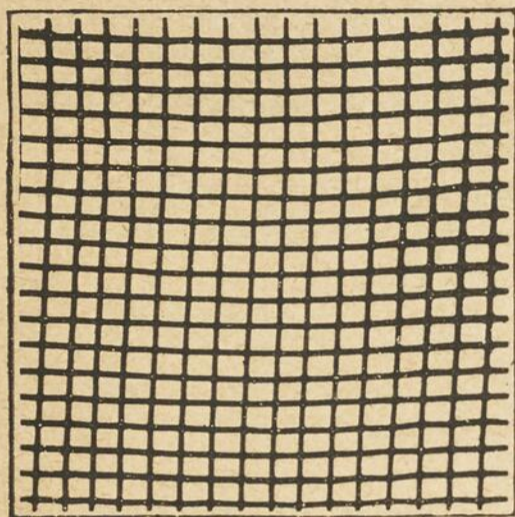
C'est ainsi, par exemple, qu'un tamis de 10 mailles au pouce linéaire présentera $10 \times 10 = 100$ ouvertures par pouce carré; un tamis de 20 mailles aura $20 \times 20 = 400$ ouvertures au pouce carré; un tamis de 40 mailles aura $40 \times 40 = 1600$ ouvertures au pouce carré, le tamis de 100 mailles aura $100 \times 100 = 10000$ ouvertures au pouce carré, le tamis de 200 mailles présentera pas moins de $200 \times 200 = 40,000$ ouvertures par pouce carré. Les particules de pierre broyée passant successivement à travers ces divers tamis auront donc un diamètre inférieur à, respectivement, $1/10$, $1/20$, $1/40$, $1/100$, $1/200$ de pouce. Une particule de $1/100$ de pouce de diamètre représente déjà une poussière très fine.

Degré de finesse le plus économique.—Si la pierre pulvérisée au maximum de finesse possède le plus d'efficacité momentanée, cela ne veut pas dire qu'elle soit le plus rationnel et le plus économique dans l'usage pratique. En effet, le prix de revient, à la tonne, de l'amendement augmente rapidement avec la finesse, par suite de la diminution du rendement, de l'augmentation de l'énergie requise et du coût plus élevé des appareils très perfectionnés que cela demande. Il y a donc une limite où le bas prix de la production l'emporte sur l'efficacité plus grande d'un produit plus fin.

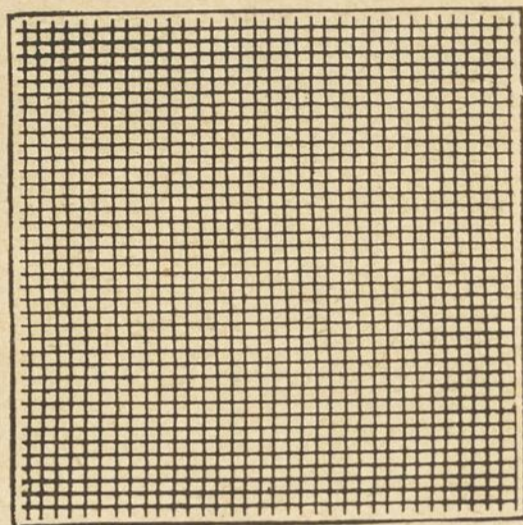
Le problème délicat à résoudre c'est de déterminer avec quelque approximation le degré de finesse le plus satisfaisant, le plus économique, d'un produit, par rapport à son prix de revient. Jusqu'il y a quelques années la question n'avait guère été étudiée à fond, et on se bornait à recommander l'emploi de calcaires pulvérisés le plus finement possible. Mais on s'aperçut bientôt que l'amendement très divisé revenait trop cher à produire et qu'il s'agissait d'essayer l'emploi d'un amendement moins fin, en quantités plus grandes, procurant un effet égal et plus durable que les produits très fins. A cet effet un grand nombre d'expériences ont été conduites en ces dernières années par les diverses stations expérimentales des Etats-Unis, et toutes démontrent l'écono-

mie de l'emploi de calcaires moins finement pulvérisés, pourvu que sur la quantité totale il y ait une proportion suffisante de matière fine, pour subvenir aux besoins immédiats du sol.

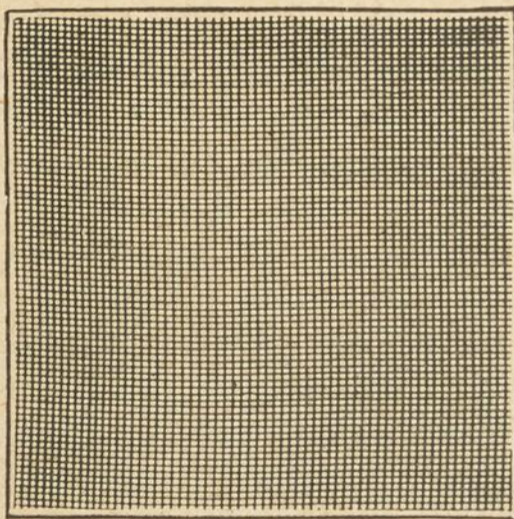
Tamis employés pour estimer le degré de finesse du calcaire pulvérisé.



Tamis de 10 mailles au pouce linéaire.



Tamis de 20 mailles au pouce linéaire.



Tamis de 40 mailles au pouce linéaire.

Opinions des Stations Agricoles des Etats-Unis

Afin de nous former une conviction concernant le degré de finesse qu'on pourrait généralement recommander comme étant le plus satisfaisant dans la province de Québec, nous avons consulté une vingtaine de bulletins, au moins, publiés en ces dernières années par les stations expérimentales des divers états de l'Union américaine. Certaines stations, telles, par exemple, celle de l'Illinois,

dans les "bulletins 194 et 212", celle du Tennessee, dans son "bulletin 119", vont jusqu'à admettre l'emploi des criblures (**screenings**) passant au crible de 4 mailles, soit 16 ouvertures au pouce carré, à condition toutefois qu'elles renferment à côté des grains pouvant atteindre jusqu'à $\frac{1}{4}$ de pouce de diamètre, une proportion suffisante de matière fine et qu'il n'y ait pas de transport à des distances considérables. Remarquons que ces criblures connues sous le nom de "**screenings**", ou "**mill run**" constituent un déchet des installations de concassage de la pierre pour l'empierrement des routes, la préparation du béton et autres usages industriels; c'est ce qui explique que ce produit puisse être cédé au prix très modique de 50c à \$1.00 la tonne, aux cultivateurs.

Disons tout de suite que la majorité des stations expérimentales ne va pas aussi loin, la plupart sont d'accord pour recommander la totalité du produit passant aux tamis de 8 ou 10 mailles au pouce linéaire, correspondant respectivement à 64 et 100 ouvertures au pouce carré.

Ainsi le *bulletin 213, de la Station de Perdue, (Indiana)* s'exprime comme suit à la page 12 :

"Une bonne qualité de calcaire pulvérisé devrait être assez fine pour que la totalité passe au tamis de 10 mailles, la moitié au travers du tamis de 40 mailles, et un quart à travers un tamis de 100 mailles."

Le *bulletin 152, du Collège d'état de Pensylvanie*, donne les explications suivantes :

"L'augmentation du coût du calcaire très finement moulu, concurremment avec la rapidité avec laquelle il disparaît du sol, comparativement avec le matériel plus grossier, amène à conclure qu'une application de calcaire moulu dont la totalité passe au tamis de 10 mailles et qui inclut toute la substance fine que produit le broyage, est suffisamment fin comme amendement du sol, du moment qu'il est appliqué en quelque excès sur les besoins immédiats de la terre. On peut conclure aussi qu'une application de calcaire dont le produit entier est constitué de particules très fines est moins désirable qu'une autre consistant en particules à degrés de finesse variés."

Les expériences les plus concluantes au sujet de l'efficacité relative de calcaires pulvérisés à différents degrés de finesse, comparés entre eux et par rapport à la chaux hydratée, sont peut-être celles rapportées dans le *bulletin 180, du Rhode Island*.

Ces essais portèrent sur une période de cinq années, au début de laquelle on fit, sur différentes parcelles, des applications de chaux hydratée et de calcaires moulus à différents degrés de finesse, en quantités équivalentes, lorsque exprimées en oxyde de calcium.

Durant la 1^{ère} année le calcaire à 80 mailles produisit le même effet que la chaux hydratée, tandis que l'action du calcaire à 10 mailles ne fut qu'en proportion de la quantité d'éléments fins, passant au tamis de 80 mailles, qu'il

contenait. Mais au cours des 3ème, 4ème et 5ème années, l'effet du calcaire à 10 mailles devint plus marqué que celui provenant de l'application équivalente de chaux hydratée dont l'action, plus énergique au début de l'expérience, fut plus vite épuisée. Ceci semble donc bien démontrer l'action graduelle des particules plus grossières d'un calcaire broyé, au fur et à mesure que les portions plus fines ont été consommées. D'après cette expérience on pourrait conclure aussi qu'avec un excès de calcaire moins fin on eût obtenu, outre l'effet plus durable pour les années subséquentes, une action égale à celle de la chaux hydratée et du calcaire très fin, dès le début.

Conclusions pour la province de Québec

En l'absence d'expériences suivies sur le sujet, dans notre pays, l'accord presque unanime qui existe parmi les experts des nombreuses stations expérimentales des Etats-Unis nous permet de conclure en faveur de l'emploi du calcaire pulvérisé dont la totalité passe au tamis de 10 mailles ou 100 ouvertures au pouce carré, et dont les grains les plus gros ont donc un diamètre inférieur à 1/10 de pouce. Il est probable que ce produit sera aussi le plus satisfaisant, dans la généralité des cas, pour la province de Québec, à condition toutefois que sa richesse en carbonate soit assez élevée et qu'il contienne une proportion suffisante d'éléments fins et demi-fins, à côté des grains plus gros. Ajoutons aussi en ce qui concerne ces deux derniers points qu'il est désirable :

- 1° **Que la teneur des calcaires préparés pour l'expédition et la vente ne soit pas inférieure à 85% en carbonates;**
- 2° **Que 50% de la totalité du calcaire à 10 milles passe au tamis de 40 mailles; et 25%, du même total, passe au tamis de 100 mailles.**

On peut s'attendre à ce qu'un produit ainsi conditionné et appliqué en doses un peu plus fortes, soit plus avantageux que l'amendement uniformément fin, les parties très fines fournissant l'effet immédiat, et les parties intermédiaires et grossières assurant la durabilité de l'action.

Peut-être y aurait-il des cas où un amendement plus grossier encore que celui dont la totalité passe au tamis de 64 ou 100 ouvertures par pouce carré, donnerait satisfaction, mais nous n'oserions assumer aucune responsabilité à ce sujet.

LA PRODUCTION ECONOMIQUE DU CALCAIRE PULVERISE, DANS LA PROVINCE DE QUEBEC.

Ayant conclu en faveur du calcaire pulvérisé à 10 mailles, il y a lieu d'examiner comment on peut se procurer, ou préparer soi-même, ce produit, à des conditions économiques :

1°—Production industrielle

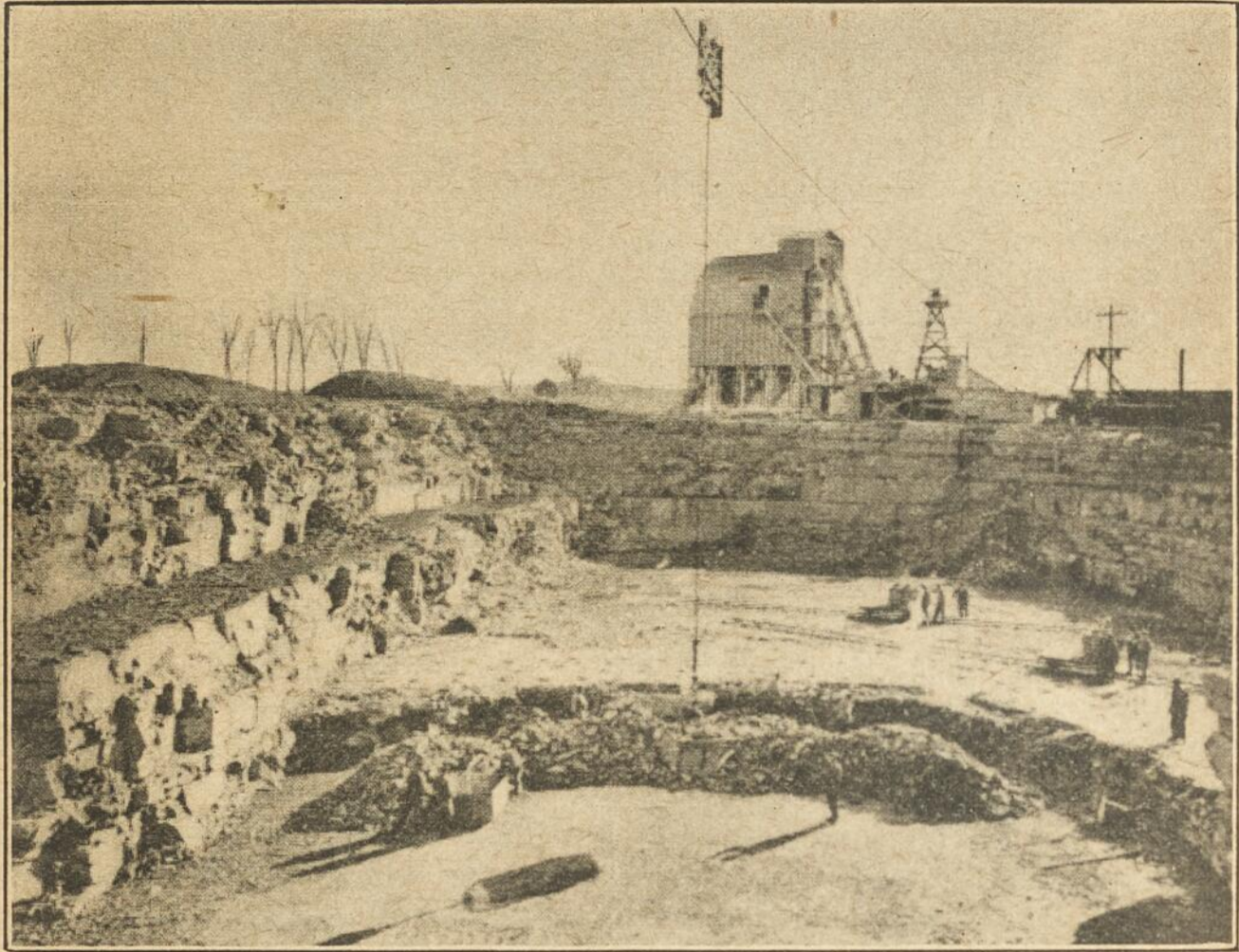
Ainsi que nous le disions, les affleurements de bancs calcaires sont largement distribués dans toute la partie cultivée de la province de Québec. On trouve de puissants gisements en une foule d'endroits que nous indiquerons plus loin, dans une courte étude sur les formations calcaires de la province.

En beaucoup de localités où ces formations affleurent, des carrières sont exploitées en vue de la fabrication de la chaux ou du ciment, du façonnage de la pierre de construction, du polissage du marbre, du concassage de la roche pour empièchement des chemins, préparation du béton, de l'asphalte, du carbure de calcium, etc. Ces diverses industries de la pierre calcaire laissent toujours une quantité plus ou moins considérable de déchets, d'un calibre parfois très réduit déjà, qu'il est facile de convertir, à peu de frais, en matériel passant en totalité au tamis de 8, 10 ou 12 mailles, grâce à une pulvérisation ou un triage supplémentaires.

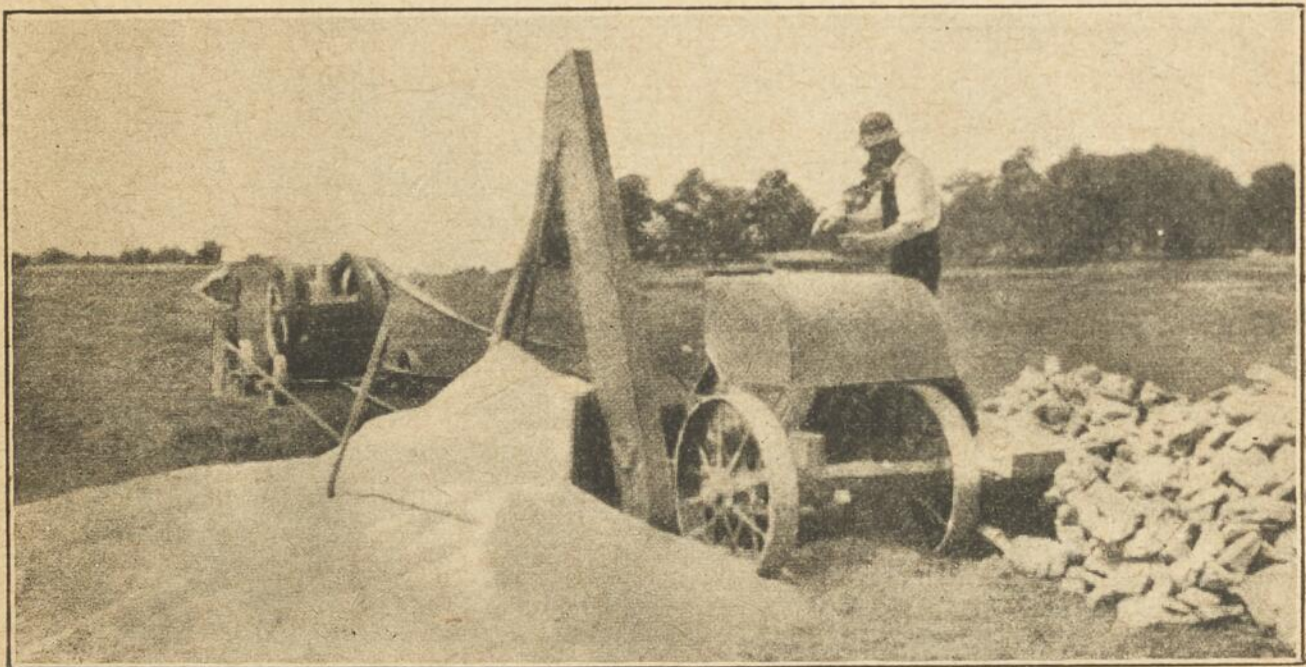
Aussi, les exploitants de ces carrières sont en mesure de fournir à un prix très modique, aux cultivateurs, le produit en question, du moment qu'ils veulent se contenter d'un bénéfice modéré à la tonne, et considérer l'avantage de pouvoir se débarrasser d'un sous-produit sans valeur pour les autres usages.

2°—La production coopérative

Nous ne croyons pas qu'un particulier ou une association de cultivateurs qui achèterait un petit pulvérisateur, tel qu'en fournit l'industrie, soit capable de produire de la pierre moulue au 1/10 de pouce, à un prix de revient qui puisse concurrencer les sous-produits d'une grande carrière, dans la région avoisinant celle-ci. Mais il n'en serait pas de même pour des paroisses situées à de grandes distances de toute carrière produisant des amendements pour l'agriculture. Ainsi, par exemple, pour une paroisse de la région du Lac St-Jean, le prix du fret, seulement, pour du calcaire que l'on fera venir d'une exploitation située aux environs de Québec ou de Montréal, pourra excéder deux ou trois fois la valeur du produit payé à la carrière. Dans ces conditions le prix de revient de l'amendement rendu sur le champ sera évidemment prohibitif. Ici on pourra donc recourir avec avantage à l'organisation de centres de broyage coopératifs, comme cela se pratique déjà beaucoup aux Etats-Unis, sous le nom de "**lime clubs**", pour exploiter directement des gisements de pierre à chaux trouvés dans la région. A cet effet, un groupe de cultivateurs pourra se former en association, acheter un petit pulvérisateur mobile et l'exploiter en commun pour les besoins des membres, avec la faculté de vendre éventuellement à d'autres cultivateurs, ne faisant pas partie de l'association, l'excédent de la production du calcaire moulu, pour couvrir une partie des frais de l'exploitation.



Carrière de calcaire et installation industrielle pour la pulvérisation.



Broyeur mobile fonctionnant sur une ferme.

Modèles de broyeurs convenant pour petites exploitations

Nous donnerons à la fin de ce bulletin une liste des principales maisons des Etats-Unis, qui fournissent de ces broyeurs et ont des représentants dans la province de Québec.

D'une manière générale, on peut dire que ces broyeurs mobiles qu'on peut installer sur truck, se construisent en modèles d'une capacité de 1 à 3 tonnes de pierre pulvérisée au tamis de 10 mailles, à l'heure. Cette capacité varie avec le numéro du modèle et aussi suivant le plus ou moins de dureté de la roche traitée. Les meilleurs appareils, tels qu'on en voit représenté un à la planche 1 sont ordinairement une combinaison d'un concasseur à mâchoire, qui brise les grosses pierres en petits morceaux, et d'un pulvérisateur à marteaux, lequel reprend la pierre concassée pour la réduire en poussière. Dans le choix d'un broyeur, il faut voir à ce qu'il soit en mesure de traiter des morceaux de pierre d'au moins 4 pouces d'épaisseur. Les meilleurs parmi les appareils mobiles, de dimensions moyennes, peuvent recevoir des roches de 4 à 6 pouces d'épaisseur sur 8 à 12 pouces de largeur.

Le moteur requis pour faire marcher ces appareils doit avoir une force variant entre 15 et 25 H.P. suivant le modèle. Certains de ces broyeurs peuvent donc être mis en opération au moyen d'un tracteur ordinaire.

Le prix des broyeurs mobiles de la capacité indiquée plus haut varie actuellement entre 500 et 1500 dollars environ, à l'usine aux Etats-Unis. Pour avoir une idée de leur coût f.o.b. à Montréal, il faudra ajouter environ 30% à cette somme.

Estimation du prix de revient du calcaire pulvérisé à la ferme

Il n'est pas facile d'établir d'avance, avec quelque précision, le prix de revient d'une tonne de calcaire pulvérisé au moyen de petits appareils exploités par des particuliers ou coopérativement. Ce prix dépend du coût initial de l'installation, du nombre de jours qu'elle fonctionne en une année, du coût de l'abattage de la pierre, de la dureté de celle-ci, du salaire payé aux ouvriers et de leur habileté, du prix du combustible et de l'huile employés, tous facteurs variables suivant le temps ou les lieux.

Après avoir consulté un grand nombre de documents provenant des Etats Unis, nous nous guiderons principalement sur des données fournies par le *Bulletin 171, du Missouri*, pour faire une estimation applicable à la province de Québec sans trop de mécomptes. Remarquons que dans l'état de Missouri on a une grande expérience de ce genre de travail qui s'y fait coopérativement ou encore par de petits entrepreneurs voyageant d'une ferme à l'autre avec leur broyeur mobile, pour pulvériser, moyennant un prix fixe à la tonne (variant

entre 1 et 2 dollars), la pierre abattue d'avance par les cultivateurs. L'estimé représente, suivant l'affirmation du bulletin 171, une bonne moyenne tirée des résultats d'une enquête faite parmi les exploitants de ces pulvérisateurs mobiles, dans l'état de Missouri et autres. Observons aussi que les chiffres figurant dans le bulletin du Missouri datent de l'année 1920, alors que les salaires et le prix des matériaux étaient à leur niveau le plus élevé; ceci nous préserve du risque d'une évaluation trop basse. D'autre part, en appliquant celle-ci à la province de Québec, nous tenons compte d'une majoration de 30% sur le prix d'achat de l'appareil correspondant.

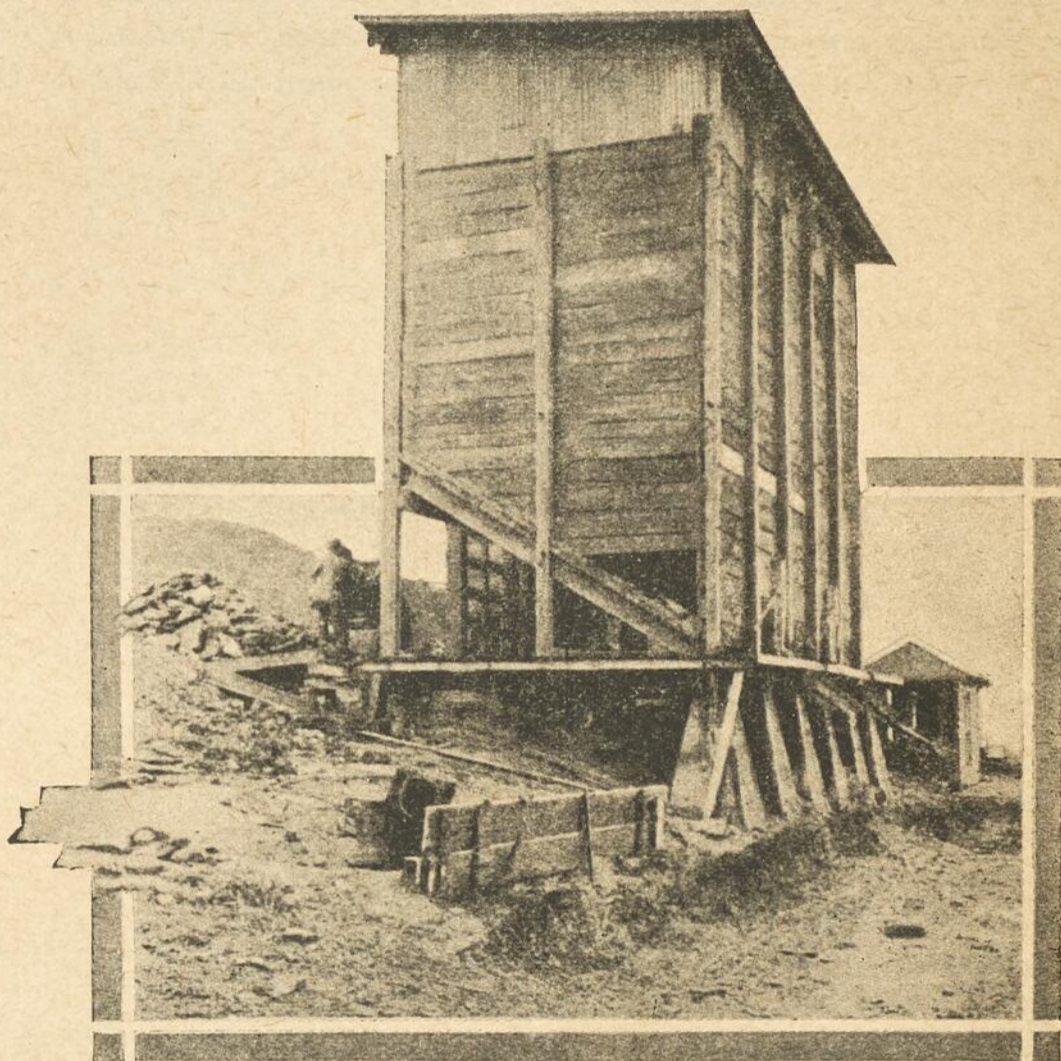
Le calcul suivant établit donc le prix de revient d'une tonne de calcaire pulvérisé, pour un pulvérisateur coûtant 1800 piastres, produisant 20 tonnes par jour, fonctionnant 60 jours à l'année, et demandant un moteur de 25 H.P.

Outre les salaires, le prix du combustible et de l'huile, il est tenu compte de la dépréciation de l'appareil, du coût de remplacement des pièces usées, de l'intérêt sur le capital investi.

Abattage de la pierre (20 tonnes)

	Coût pour 20 tonnes	Coût à la tonne
Minage et réduction aux dimensions requises pour le concassage, 3 hommes, une journée à \$5.....	\$15.00	0.75
Broyage (20 tonnes)		
Mécanicien et moteur de 25 H.P., 1 jour à \$12. (combustible et huile inclus).....	12.00	
Un ouvrier principal, 1 jour à \$4.....	4.00	
Deux manoeuvres, 1 jour à \$3.....	6.00	
Compte du broyeur		1.10
a) 10% de dépréciation annuelle.....\$180.		
b) 5% annuellement pour remplacement de pièces usées	90.	
c) 7% d'intérêt sur capital investi.....	126.	
Compte total annuel.....	\$396.	
Marche annuelle estimée à 60 journées de travail, à raison de 20 tonnes par jour: 1200 tonnes.		
Compte à charge du broyeur, basé sur les estimés ci-haut.	6.60	0.33
Coût total	\$43.60	\$2.18

Il semble évident que le taux des salaires mentionnés dans l'estimation ci-dessus est plutôt exagéré par rapport aux conditions actuelles dans les campagnes de notre province. Par contre, il se pourrait que le prix de location du moteur, pour effectuer le travail, revint un peu plus cher en raison du coût plus élevé du combustible, houille ou gazoline, ici. Dans ce cas, il y aurait compensation et nous croyons ne pas être trop optimistes en évaluant entre \$2. et \$3. le prix de revient moyen d'une tonne de calcaire pulvérisé, dans une petite installation pour besoins locaux, dans la province de Québec.



Petit entrepôt pour l'emmagasinage du calcaire pulvérisé, près d'une station de village ou pour une association de cultivateurs.

Quantités de pierre à chaux qu'il faut appliquer

Dans la constitution du carbonate de chaux pur, il entre un peu plus de la moitié son poids en oxyde de calcium ou chaux vive. Pour fournir le sol d'une quantité équivalente d'oxyde de calcium, il faudra donc employer environ le double en poids correspondant, de carbonate. De plus, pour obtenir un effet im-

médiat comparable, il faudrait que cette quantité de carbonate de chaux se présentât à un état de finesse idéale. Cela revient à dire qu'il convient d'employer au moins les doses doubles de celles indiquées, plus haut, pour la chaux vive, lorsqu'on dispose de marne ou de calcaires pulvérisés assez finement, et des quantités plus fortes lorsque le calcaire est plus grossier, tel par exemple le produit passant au tamis de 8 ou 10 mailles.

Aussi nous indiquerons les chiffres suivants pour la durée d'une ou deux rotations de 4 ou 6 ans :

2000 à 3000 lbs. de pierre moulue dans les terres de consistance moyenne, pas trop acides ;

3000 à 6000 lbs. de pierre dans les terres très fortes ou humifères fortement acides.

En faisant usage de produits moins uniformément fins, tels que celui dont la totalité passe au tamis de 8 ou 10 mailles, on pourra augmenter ces quantités, d'un quart ou de moitié.

D'ailleurs il n'y aurait même pas d'inconvénient à aller jusqu'à 10 tonnes à l'acre, si on disposait de grandes quantités de marne ou de pierre broyée, à très bas prix de revient.

Méthodes d'application

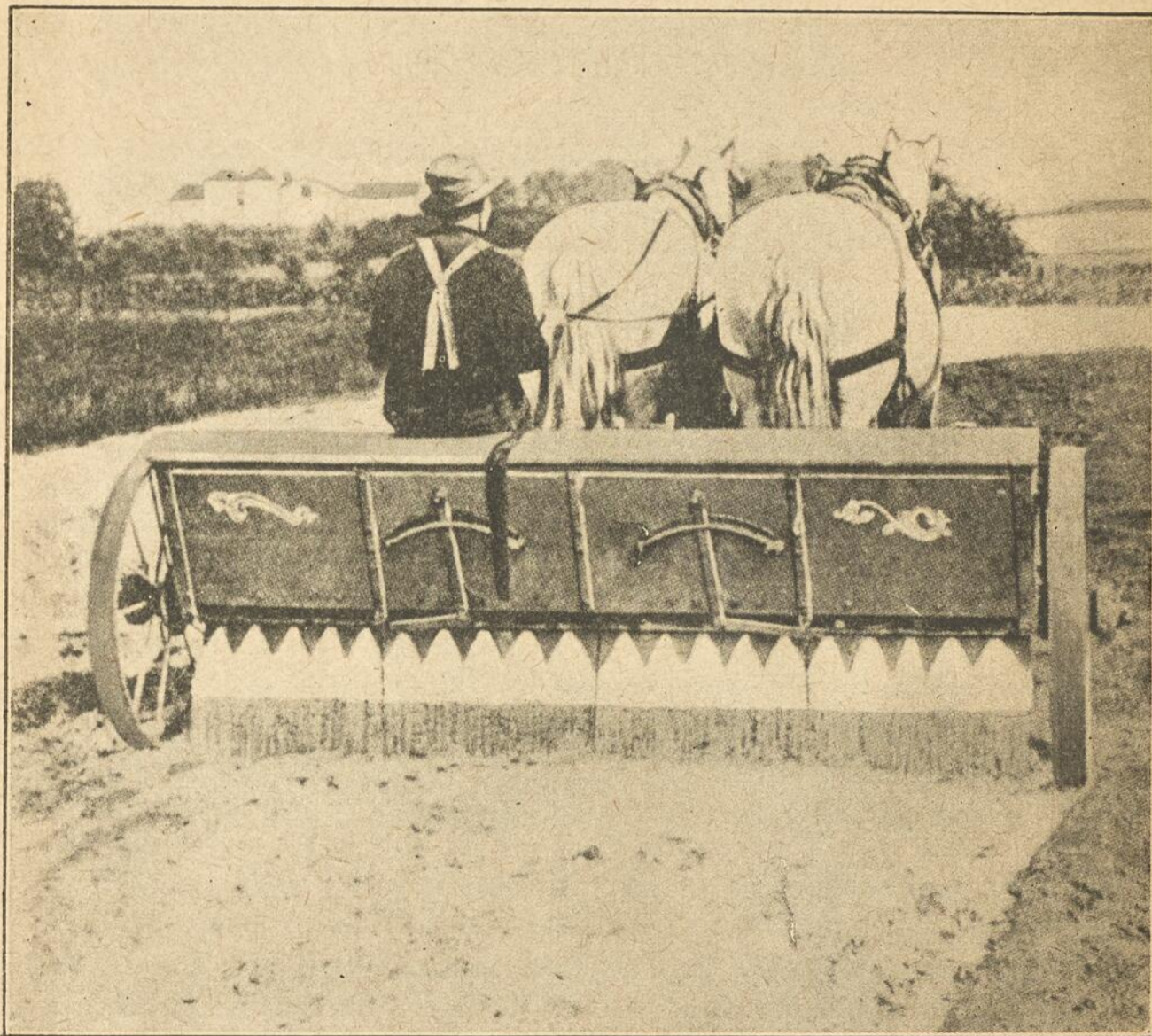
En Amérique on recommande généralement d'épandre l'amendement calcaire sur les guérets, et de l'incorporer ensuite aux 3 ou 5 premiers pouces de l'épaisseur du sol, par un bon disquage ou hersage. *Le bulletin 119, du Tennessee*, conseille, comme une méthode idéale, d'étendre d'abord l'amendement sur le terrain non labouré, d'incorporer au sol par un disquage et de labourer ensuite.

Pour les sols très acides, *le bulletin 146, de Cornell*, propose d'enfouir 2/3 de la quantité totale de l'amendement à appliquer, par un labour, et 1/3 par le hersage qui suit le labour.

L'épandage se fait le mieux au moyen d'épandeurs spéciaux que la plupart des grandes manufactures de machines aratoires livrent actuellement au commerce. Comme cet instrument n'est employé que peu de jours dans une année, par le même cultivateur, il y aurait encore une fois tout avantage à l'acheter en commun pour un cercle agricole ou un groupe de cultivateurs.

L'expérience démontre que l'humidité influence beaucoup le fonctionnement de tous les épandeurs à calcaire. Il est souvent difficile de bien distribuer la pierre pulvérisée devenue humide. C'est pourquoi les cultivateurs qui pulvérisent leur propre pierre, aux Etats-Unis, trouvent avantage à distribuer le produit aussitôt qu'il est préparé, et ne prennent pas le risque de lui permettre d'absorber de l'humidité.

Epoque de l'épandage.—On peut chauler ou marner le sol à n'importe quelle époque de l'année, cependant l'automne est la saison qui convient généralement le mieux pour cette opération, et cela pour plusieurs raisons: 1°) c'est en automne que les cultivateurs sont les moins pressés par d'autres ouvrages; 2°) en cette saison les chemins sont plus praticables qu'au printemps, et les terres mieux ressuyées; 3°) la réaction du carbonate de chaux est assez lente sur le sol, il y a donc tout avantage à appliquer l'amendement plusieurs mois d'avance afin qu'il ait le temps de produire son effet.

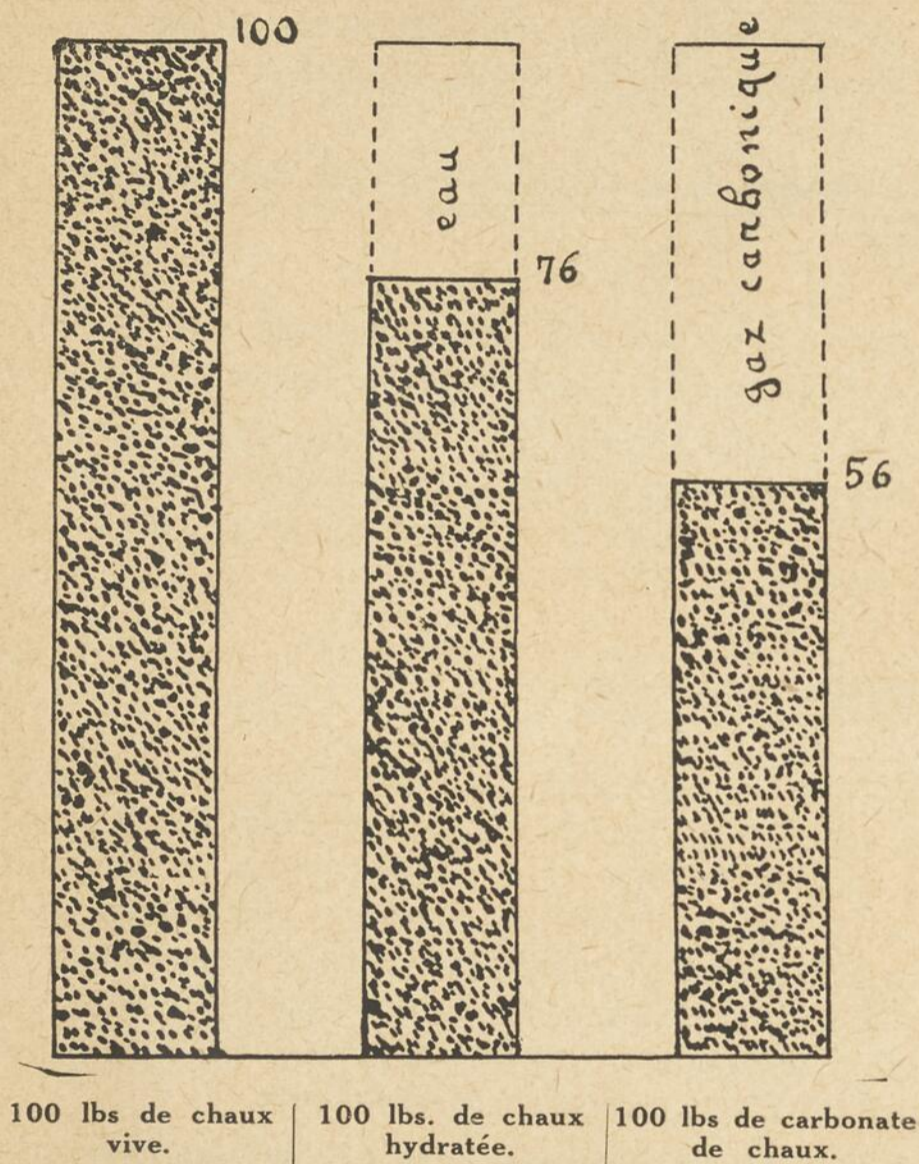


Epandeur perfectionné pour la distribution des amendements calcaires.
(Tiré du Bulletin 148, de Cornell)

QUELQUES CONSIDERATIONS TECHNIQUES

Equivalence entre les différentes formes d'amendements calcaires.

Si nous exprimons la valeur des amendements calcaires en oxyde de calcium (CaO), qui représente leur principe actif :



100 lbs. de chaux vive, à l'état de pureté, équivaldront à 100, puisqu'elle est de l'oxyde de calcium comme tel;

100 lbs. de chaux hydratée ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), équivaldront à 76, attendu qu'elle est formée de l'union de 76 parties d'oxyde de calcium (CaO) et de 24 parties d'eau (H_2O);

100 lbs. de carbonate de chaux (CaCO_3), à l'état de pureté, égaleront 56 lbs. d'oxyde de calcium, parce que le carbonate représente la combinaison de

56 parties d'oxyde de calcium (CaO) et de 44 parties d'anhydride carbonique (CO₂).

Il en résulte que si l'on paye \$1.00 pour un poids déterminé de chaux vive, il ne faudra pas payer plus de 76 cents, et 56 cents, respectivement, pour les mêmes quantités de chaux hydratée et de carbonate de chaux. Encore sera-t-il nécessaire que ce dernier se présente sous un état de finesse idéale, pour être sur un même pied de comparaison. Avec des formes en partie grossières, telles que le produit du tamis à 10 mailles, il faudra encore réduire l'équivalence, pour le prix, de moitié, peut-être, si pas davantage, en tenant compte du moindre degré d'assimilabilité, chose d'ailleurs difficile à évaluer avec quelque approximation.

Exemple d'estimation de la valeur en oxyde de calcium (CaO) d'un calcaire pulvérisé.

Supposons que l'échantillon indique une teneur de 85% de carbonate de chaux pur, quelle sera sa valeur en oxyde de calcium ou chaux vive ?

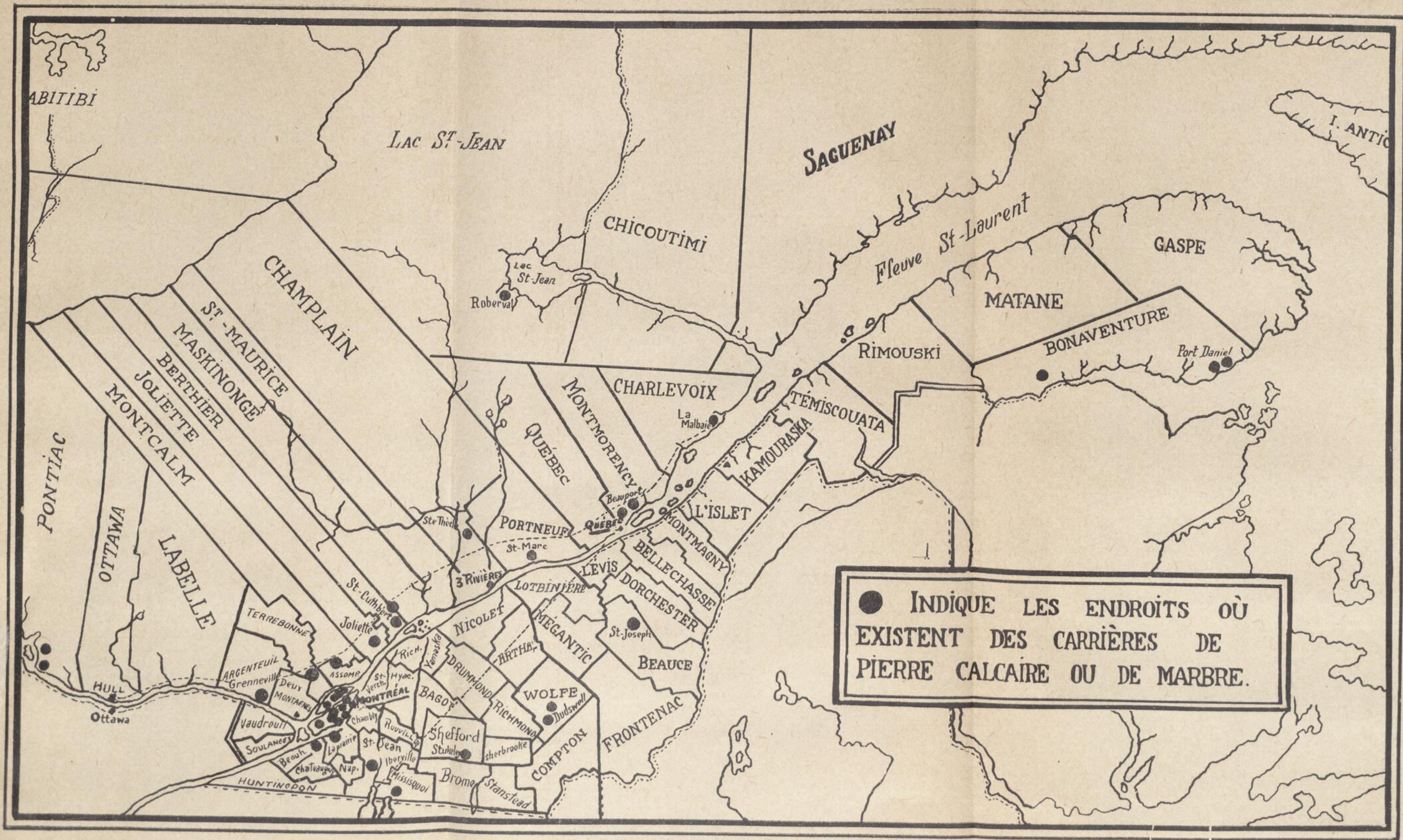
Réponse: Si le calcaire était pur, c'est-à-dire dosait 100% de carbonate de chaux, il renfermerait l'équivalent de 56% d'oxyde de calcium. Or puisqu'il ne titre que 85% de carbonate, il n'équivaudra donc qu'à $85 \times 56/100 = 47,6\%$ d'oxyde de calcium.

Chaux et calcaires magnésiens

Outre les caux ne renfermant que de l'oxyde de calcium (CaO), en fait de principe actif, on en rencontre aussi contenant des proportions variables d'oxyde de magnésium (MgO). Le magnésium est un métal différent du calcium mais ayant plusieurs propriétés communes avec celui-ci. Les chaux magnésiennes proviennent de la calcination de calcaires magnésiens, formés d'un mélange de carbonate de chaux et de carbonate de magnésium. Lorsque la proportion de ce dernier atteint environ 46%, contre 54% de carbonate de chaux, dans un calcaire, celui-ci prend le nom de **dolomie**.

Les chaux et calcaires magnésiens sont-ils inférieurs aux chaux et calcaires ordinaires ? — On s'est parfois objecté contre l'emploi de chaux et calcaires magnésiens, en alléguant que les sels de magnésie sont un poison pour les plantes. Cette objection ne semble pas avoir beaucoup de fondement car: 1o) si un grand excès de magnésie par rapport à la chaux, dans le sol, peut devenir nuisible, le carbonate de magnésium n'est pas toxique.

2o) Le magnésium est un élément indispensable à la nutrition des plantes au même titre que le calcium.



● INDIQUE LES ENDROITS OÙ
 EXISTENT DES CARRIÈRES DE
 PIERRE CALCAIRE OU DE MARBRE.

56 parties
(CO₂).

Il en r
il ne faudra
même quan
nécessaire c
un même p
le produit d
prix, de mo
d'assimilabi

Exemple d'

pulvé

Suppe
chaux pur,

Répor

chaux, il re
titre que 8
d'oxyde de

Chaux et c

Outre
de principe
d'oxyde de
cium mais
siennes pro
lange de c
portion de
dans un ca

Les cl ordinaires

magnésien
tes. Cette
grand excè
ble, le carl

30—Poids pour poids, l'oxyde de magnésium ou magnésie (MgO) et le carbonate de magnésium ont un pouvoir neutralisant, des acides, supérieur à celui de l'oxyde de calcium et du carbonate de calcium.

Ainsi 40 lbs. d'oxyde de magnésium peuvent détruire autant d'acidité que 56 lbs. d'oxyde de calcium, et 84 lbs. de carbonate de magnésium autant que 100 lbs. de carbonate de calcium.

Aussi maintes expériences faites en ces dernières années tendent à démontrer qu'on peut obtenir des résultats identiques et parfois même légèrement supérieurs par l'application de chaux ou calcaires magnésiens, comparativement aux matériaux purement calcaires. En Europe on recommande de préférence les amendements magnésiens pour les sols légers siliceux.

Aspect et caractères distinctifs des calcaires.—

Les calcaires, ordinaires aussi bien que magnésiens, peuvent se présenter à l'état amorphe ou cristallisé. A l'état amorphe, il présentent sur la cassure une teinte pouvant varier du gris clair au bleu foncé ou bleu noirâtre. Ils sont aisés à distinguer des roches siliceuses parce qu'ils se laissent facilement rayer par la pointe d'un couteau. A l'état cristallisé, les calcaires sont généralement blancs ou blanc jaunâtres, mais parfois diversement teintés par des veines qui les sillonnent. Par le polissage ils fournissent les différentes variétés de marbre employées pour la décoration.

Les calcaires sont aisés à reconnaître des roches siliceuses.

1°) **Par leur dureté beaucoup moindre.**—Ils se laissent facilement rayer par la pointe d'un couteau ou d'un clou, les roches siliceuses ne sont pas entamées.

2°) **Par l'effervescence qu'ils produisent au contact des acides minéraux ou du vinaigre.**

3°) **Les calcaires non cristallisés présentent souvent des empreintes de mollusques auxquels ils doivent leur origine.**

Cependant un morceau de dolomie ne fait pas effervescence, à froid, avec un acide, sa poussière seulement, grattée avec un canif, produira un léger bouillonnement.

APERÇU DES PRINCIPAUX GISEMENTS DE CALCAIRE DANS LA PROVINCE DE QUEBEC

La province de Québec peut se diviser en trois régions ou provinces géologiques qui sont :

I—La région du plateau Laurentien

Comprenant toute la portion de son territoire située au nord-ouest de la plaine du St. Laurent, depuis Ottawa jusqu'à Québec d'une part, et au nord du fleuve à partir de Québec jusque dans le golfe d'autre part. Le fondement de cette immense région, qui représente environ 93% de la surface totale de la province, est formé presque exclusivement de roches cristallines silicatées, de l'époque géologique précambrienne ou archéenne. Les formations calcaires y sont relativement très rares et se bornent à quelques massifs de calcaires cristallins, ou marbres impurs, souvent fortement magnésiens, appartenant surtout aux séries dites de Grenville. Comme principaux endroits d'affleurements de ces calcaires on peut mentionner :

Le district de Ste-Thècle, (comté de Champlain) carrières de marbre.

Le district de Portage du Fort (comté de Pontiac).

Le district de Lachute (Argenteuil).

Le district de Grenville (Argenteuil).

Le massif de calcaire cristallin de La Trappe (Deux-Montagnes), et quelques autres affleurements de moindre importance, dans le nord des comtés de Joliette, Maskinongé, Montcalm et Champlain.

A part de cela, on ne signale dans cette vaste région qu'un gisement de calcaire dolomitique, d'âge paléozoïque (formation Niagara) exploité dans l'île Brûlée, du lac Témiscamingue.

Observons que le plateau Laurentien si pauvre en calcaire est plutôt une région forestière et n'a d'importance agricole que par les districts de l'Abitibi et du Témiscamingue.

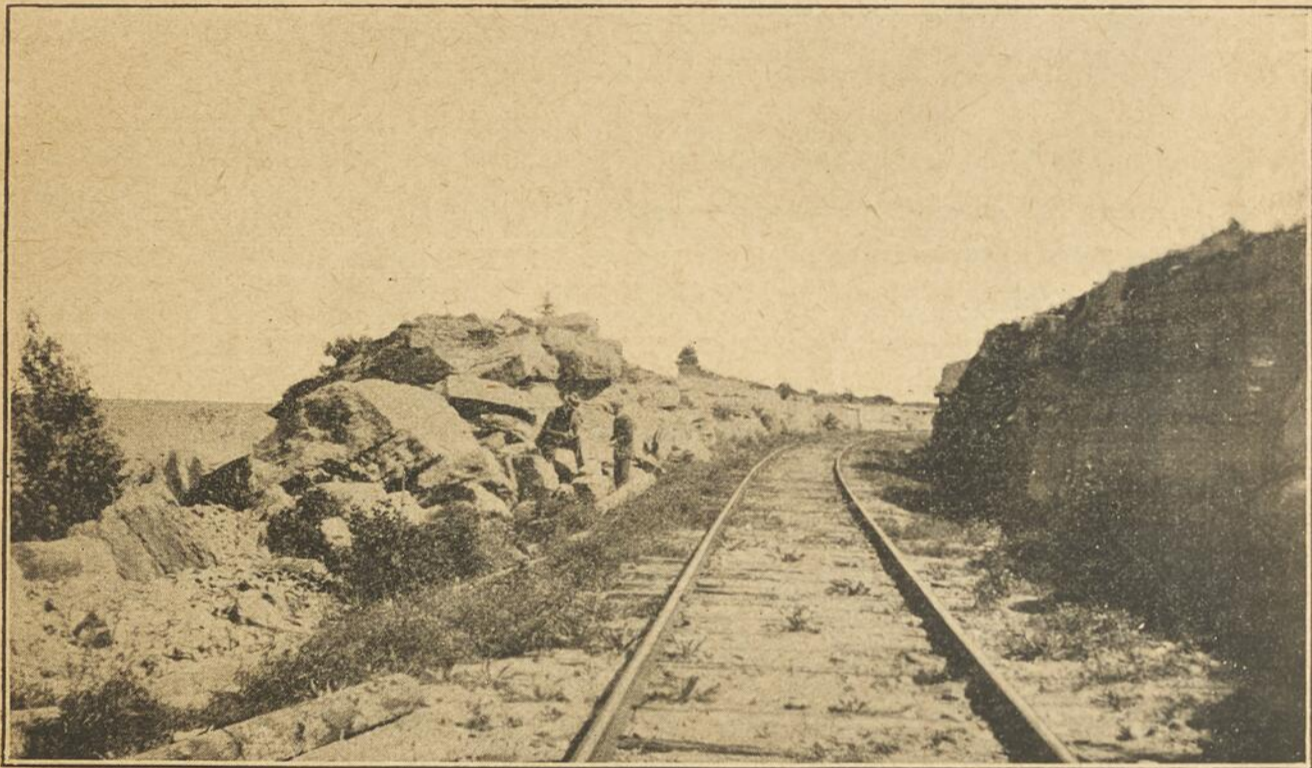
II—Région de la plaine du St-Laurent

Elle comporte principalement la petite surface de terrain plat, d'une altitude moyenne de 100 pieds au dessus du niveau de la mer, comprise dans le triangle ayant pour sommets, respectivement, les localités de la Malbaie, d'Ottawa, et le lac Champlain. Le côté nord-ouest, de cet espace triangulaire, est donc représenté par la ligne des Laurentides entre Ottawa et La Malbaie, le côté sud,

par la rivière Ottawa et la frontière des Etats-Unis, le côté Est, par une ligne imaginaire, tirée du Lac Champlain à la Malbaie, le séparant de la région montagneuse des Apalaches.

Cette région très limitée par sa superficie, mais la principale, de beaucoup, pour notre agriculture, est aussi des mieux partagées au point de vue des gisements de calcaire, très abondants parmi les roches paléozoïques qui en forment exclusivement le sous-sol.

Remarque. — A cause de la proximité et des analogies de caractères, nous incluons dans la région de la plaine du St-Laurent le district du Lac St-Jean, situé en réalité dans le plateau Laurentien.



Tranchée de chemin de fer à travers le calcaire de Trenton, à Roberval (Lac St-Jean).

Des calcaires paléozoïques constituent le fondement de la plaine du St-Laurent, suivant une large bande allant, en se rétrécissant, du sud-ouest au nord-est, depuis la région d'Ottawa, Montréal, St-Jean d'Iberville, jusqu'à La Malbaie. Sur tout ce parcours, les calcaires sont en grande partie recouverts par une épaisse couche de drift (dépôts glaciaires et alluvions), mais ils affleurent en beaucoup d'endroits, où ils donnent lieu à l'exploitation de carrières.

Calcaires de Chazy et de Trenton. — Les affleurements exploités relèvent principalement des formations dites de Chazy et de Trenton, puissantes de plusieurs centaines de pieds, en beaucoup d'endroits. D'après la localisation des

carrières on peut répartir les affleurements en différentes zones géographiques, subdivisées en districts, et ceux-ci en groupes (Rapport sur les pierres de construction du Canada, vol. 111, p. 30, Division des Mines, Ottawa.)

10 **Zône de Montréal;** est la plus étendue, et comprend:

(a) Le district de Montréal avec les groupes, respectivement, de Villeray, — du Mile End, — de De Lorimier — d'Iberville, — de Nicolet, — Maison-neuve, — de la côte St-Michel, — de Lachine.

(b) Le district de Caughnawaga (Laprairie)

(c) " de Pointe Claire

(d) " de St-Laurent

(e) " de Bordeaux

(f) " de St. Martin

(g) " de St-Vincent de Paul

(h) " de St. François de Sales.

20 **Les zones de Hull et de Grenville.**

30 **La zone de St. Jean et de Grande Ligne** (St. Jean)

40 **La zone de St. Dominique.**

50 " **de Joliette** (Joliette)

60 " **de St. Cuthbert** (Berthier)

70 " **de St. Marc des Carrières** (Portneuf)

80 " **de Beauport-Chateau-Richer** (Québec et Montmorency).

90 " **de la Malbaie** (Charlevoix))

100 " **de Roberval,** (district du Lac St-Jean.)

Remarquons que les calcaires de Chazy et de Trenton sont souvent très riches en carbonate de chaux et faiblement magnésiens. Ils atteignent parfois une teneur en carbonates de 98% et sont donc d'excellente qualité comme amendement.

III. Région des Apalaches.—

S'étend à toute la partie sud-est de la province, située à l'est d'une ligne droite allant du lac Champlain à la ville de Québec, et au sud du fleuve à partir de cette ville. Cette région, généralement tourmentée et montagneuse, comprend donc surtout les cantons de l'Est, les comtés de Beauce, Dorchester, les comtés au sud du fleuve à partir de Québec, moins une lisière au bord de l'eau, et toute la Gaspésie. Les roches du sous-sol sont de nature très variée.

Moins bien partagée que la plaine du St. Laurent, elle comporte cependant des gisements de calcaires paléozoïques, souvent cristallisés, affleurant à intervalles parfois très grands, le long d'une bande de territoire allant de la baie de Missisquoi, sur la lac Champlain, jusqu'à Port Daniel, dans Bonaventure.

En fait d'affleurements de calcaires ou marbres, il y aurait à mentionner principalement:

- 1° **La zone de Missisquoi**, comprenant les carrières de marbre de Philipsburg.
- 2° **La zone de Stukeley**, (Shefford), calcaire cristallin d'âge précambrien.
- 3° **La zone de Dudswell et Lime Ridge** (Wolfe) calcaire cristallin très riche en carbonates.
- 4° **La zone de Bishop Crossing**.
- 5° **La zone de Magoon point**, Lac Memphremagog (Stanstead), calcaire cristallin.
- 6° **La zone de Stoke** (Richmond)
- 7° **La zone de St. Joseph de Beauce et de Beauce Jonction**, (marbre cristallin.
- 8° **La zone de Causapscal et Sayabec**, (calcaires impurs siliceux)
- 9° **La zone de Port Daniel**, calcaire cristallin d'excellente qualité agricole.



Calcaire cristallin des falaises de Port Daniel, Gaspésie.

Il serait désirable qu'une étude plus détaillée fut faite de tous les affleurements de calcaires susceptibles d'être employés par l'agriculture, dans la province.



Liste des principaux fabricants de chaux et exploitants de calcaire agricole, dans la province de Québec:

(Tirée du Rapport des opérations minières de la province de Québec, durant l'année 1921).

Chaux

Arnaud et Beaudry.....	Joliette, P. Q.
Adolphe Caron	La Carrière, Québec, P. Q.
Delphis Beauregard	Stukeley, P. Q.
Arthur Boivin	Pont-Rouge, Cté de Portneuf, P. Q.
R. B. Carswell.....	Bryson, P. Q.
Achille Désilets	St-Louis de Champlain, P. Q.
Dominion Lime Co.....	Sherbrooke, P. Q.
Octave Héon	St-Louis de Champlain, P. Q.
Magloire Leclerc	St-Dominique, P. Q.
Thos. McCambly.....	Kazubazua, P. Q.
Montreal Lime Co.....	31, rue Prénoveau, Montréal.
Placide Sanche	Ste-Thérèse, P. Q.
Thos. Sharpe	Caldwell, Cté de Pontiac, P. Q.
Sovereign Lime Co.....	Ave Delorimier, C.P.R. tracks, Mont.
St-Maurice Lime Co.....	Bte P. 479, Trois-Rivières.
Succession O. Limoges.....	40, rue Poupart, Montréal.
Wright and Company, Incorporated....	Hull, P. Q.
Standard Lime Co.....	St-Paul de Joliette, P. Q.

Calcaire agricole.

La Cie de Calcaire Agricole.....	590, Ave Union, Montréal.
Deschambault Quarry Corporation.....	52, rue St-Paul, Québec.
Standard Lime Co., Limited.....	Joliette, P. Q.
Stinson Reeb Builders Supply Co., Ltd..	45, rue St-Alexandre, Montréal.
Villeray Crushed Stone and Construc- tion Limited	2111, rue De la Naudière, Montréal.
Dominion Lime Co.....	Sherbrooke, P. Q.
Canada Cement Co.....	Montréal.

Liste de quelques firmes fabriquant de petits broyeurs pour calcaire agricole.

- Jeffrey Mfg, Co., Columbus Ohio, manufacturers of portable pulverizers.
Allis-Chalmers Mfg Co., Milwaukee, (Wisconsin), manufacturers of portable pulverizers.
New Holland Machine Co., New Holland, Pennylvanie, manufacturers of portable pulverizers.
American Pulverizer Company, St-Louis.

QUESTIONNAIRE POUVANT SERVIR A UNE ENQUETE SUR
LE CHAULAGE, DANS UNE PAROISSE.

- 1.—Vos terres sont-elles bien égoutées ?
- 2.—Avez-vous déjà employé de la chaux ou de la pierre à chaux moulue pour amender vos terres ? Si oui, quelle fut la quantité appliquée à l'arpent ?
- 3.—Connaissez-vous des voisins qui ont fait usage d'amendements calcaires ?
- 4.—Le chaulage a-t-il produit un effet appréciable sur la végétation, durant la 1ère, la 2ème ou la 3ème année après l'application ? La chaux caustique s'est-elle montrée supérieure ou inférieure à la pierre à chaux pulvérisée ?
- 5.—Avez-vous observé la croissance du trèfle ou de la luzerne sur les surfaces chaulées, comparativement aux parties non amendées, de la même terre ?
- 6.—Le trèfle et la luzerne poussent-ils avec vigueur dans toutes vos terres ? Ces plantes se maintiennent-elles dans les vieux pâturages ?
- 7.—Certaines terres ne sont-elles pas envahies par des mauvaises herbes telles que les "queues de renard", l'oseille, les marguerites, les renoncules ? Les mêmes mauvaises herbes n'apparaissent-elles pas en abondance, en même temps que des mousses, des fraisiers et des joncs, dans les pâturages ?
- 8.—Si vous avez des terres argileuses, sont-elles plastiques, difficiles à travailler, collantes aux instruments, lentes à se ressuyer après la pluie, d'un émiettement difficile ?
- 9.—Se produit-il un léger bouillonnement ou effervescence lorsque vous humectez un échantillon de la terre de surface, jusqu'à 7 pouces de profondeur, avec du vinaigre ou de l'acide muriatique ?
- 10.—Si vous ne constatez pas cette effervescence avec la terre de surface, l'observez-vous pour des échantillons prélevés à 10 et à 20 pouces de profondeur ?
- 11.—Avez-vous déjà essayé ou fait faire l'épreuve au papier de tournesol, pour vous rendre compte si certains de vos sols sont acides ou non ?
- 12.—L'eau des sources rencontrées sur votre propriété est-elle dure ou douce ?
- 13.—Les sols de votre ferme reposent-ils sur de la roche calcaire ?
- 14.—Quelle est la nature des cailloux et fragments de roches, mélangés à votre terre ? Y en a-t-il beaucoup qui sont formés de pierre à chaux ?

- 15.—Y a-t-il des affleurements de pierre à chaux, aux environs de votre ferme ou dans les limites de votre paroisse ? N'y trouve-t-on point de dépôts de marne exploitables ?
 - 16.—Connaissez-vous des carrières de pierre à chaux exploitées dans le voisinage ?
 - 17.—Quel est l'endroit le plus proche où il se fabrique de la chaux ou de la pierre à chaux moulue ?
 - 18.—A quelle distance de chez-vous se trouve la station du chemin de fer qui dessert votre paroisse ?
 - 19.—Quel est le prix auquel se vend actuellement la chaux vive en pierre (lumb lime) et la pierre à chaux pulvérisée ?
 - 20.—Ne pouvez-vous pas vous procurer facilement et à bon marché des cendres de fours à chaux, des résidus de générateurs de gaz acétylène, ou d'autres sous-produits à base de chaux ?
 - 21.—Pourriez-vous éventuellement vous entendre avec d'autres cultivateurs pour acheter de la chaux vive ou de la pierre à chaux moulue, par char ?
 - 22.—Y aurait-il avantage à faire l'acquisition d'un petit broyeur portatif, pour pulvériser coopérativement de la pierre à chaux dans votre paroisse ?
-