

Caractéristiques géotechniques de sols genevois

Autor(en): **Fontana, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **99 (1973)**

Heft 16

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-71691>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Caractéristiques géotechniques de sols genevois¹

par A. FONTANA, ingénieur EPFL au bureau P. & C. Dériaz, Genève

Introduction

Laissant de côté les traits morphologiques et géologiques de la cuvette genevoise qui seront décrits par M. Amberger, géologue cantonal, cet exposé présente sur le plan géotechnique, les termes constituant les sols de cette région et propose un classement systématique de ses différents terrains. Ce classement est basé sur la subdivision en phases géotechniques des principaux horizons géologiques. Cette étude repose sur l'analyse statistique des résultats de plusieurs milliers d'essais de laboratoire et plus de dix années de pratique.

Elle a pour but d'identifier plus clairement un sol, de mieux prévoir son comportement sous l'effet des sollicitations qui lui seront appliquées et de proposer un mode de classement unifié utilisable par chacun.

Cet exposé sera volontairement limité aux grandes lignes directrices. En application, quelques caractéristiques géotechniques des moraines seront évoquées.

Principes d'un classement

La classification USCS, normalisée et internationalement adoptée, a fait faire un grand pas en avant pour l'adoption d'un langage commun de classement et d'identification des sols. Toutefois, elle ne suffit pas, à elle seule, à donner une image suffisante de nos terrains.

Soit le symbole CL « Argile inorganique de plasticité faible à moyenne » qui peut aussi bien signifier une moraine argileuse de bonne qualité et un limon argileux, dur à très dur, ou tendre et compressible, voire même désagréablement fluent à l'excavation lorsqu'il est saturé et stratifié de limon et de sable.

Par ailleurs, les cailloutis morainiques de l'« Alluvion ancienne auct. » qui forment vraiment une couche particulière et caractéristique, peuvent, suivant leur teneur en particules fines et leur courbure, être désignés par les trois symboles GP, GW, GM (graviers à granulométrie uniforme ou étendue, limoneux, argileux).

Ces deux exemples montrent le besoin d'adapter et de compléter cette classification à nos terrains.

L'exiguïté géographique de notre canton permet au géotechnicien qui y travaille d'avoir en tête, après quelques années de pratique, des sols types auxquels il aura tendance à se référer. Citons entre autres la moraine compacte de Cointrin, les argiles tendres du plateau des Palettes, les limons sablo-argileux des rues Basses, de la Corratte, de la rue de Carouge, ainsi que les argiles supramorainiques préconsolidées, dures, clivées de fissures de retrait que l'on rencontre si fréquemment au-dessus de l'altitude 400 m/mer environ. L'expérience locale amène tout naturellement l'esprit à faire une synthèse.

¹ Conférence donnée à Genève, lors de la réunion de la Société suisse de Mécanique des sols et de Travaux de fondations, les 14 et 15 mai 1971.

Avant d'aller plus loin, l'examen d'un profil type, complet, idéalisé même des terrains quaternaires genevois, est nécessaire (fig. 1).

Rappelons qu'il serait exceptionnel de rencontrer dans un sondage ou dans une coupe de terrain une succession de dépôts aussi complète que celle représentée sur cette figure, avec comme toujours quelques exceptions (village de Cartigny, par exemple).

De la profondeur en surface, on y distingue le substratum molassique oligocène, recouvert des deux glaciations de Riss et de Würm, séparées par un interglaciaire ; les graviers et sables, parfois aquifères, de l'« Alluvion ancienne » des auteurs, appelés maintenant cailloutis morainiques profonds ou moraine graveleuse profonde, le complexe de la moraine argileuse et des formations de retrait würmien surmonté des divers dépôts holocènes récents, allant des craies et tourbes aux graviers et remblais.

En surface, on observe bien souvent une nappe superficielle liée au réseau hydrographique et aux conditions météorologiques.

Il est possible de généraliser. Cette coupe de principe, exception faite de l'âge des formations molassiques, est en effet valable pratiquement sur tout le Plateau suisse. Dans la région genevoise, la hauteur de cette coupe peut être comprise entre quelques décimètres, soit la terre végétale sur les reliefs molassiques (Bernex, Bossy), et plus de 160 m (Verbant).

Cette coupe ne doit pas, par ailleurs, faire oublier l'extrême variabilité de nos formations quaternaires.

Géotechniquement parlant, les premières analyses statistiques du bureau Dériaz remontent à 1963, lors de la synthèse de la campagne de sondages effectuée pour les différents projets de la Traversée de la Rade.

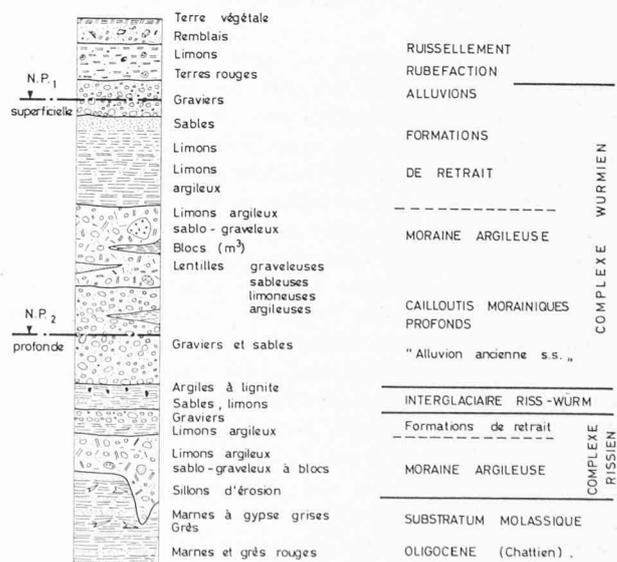


Fig. 1. — Profil type de la cuvette genevoise.

L'examen des histogrammes des teneurs en eau et des limites d'Atterberg a fait très nettement ressortir des subdivisions géotechniques au sein d'un horizon géologique important, le retrait würmien ; cette première synthèse a jeté les bases de travaux ultérieurs.

En 1965 et 1966, l'analyse des mêmes histogrammes pour la moraine würmienne fait ressortir, au sein de la moraine argileuse trois phases géotechniques principales, qui recoupaient d'ailleurs des sols types précédemment cités.

Ces différents travaux, et l'expérience acquise avec les ans ont permis, dès 1967, l'étude systématique complète de tous les résultats moyens d'essais obtenus en laboratoire pour la cuvette genevoise.

Ce gros travail, basé sur les résultats de six ans d'activité et d'environ 500 expertises, s'est effectué sur un échantillonnage de plus de 10 000 essais géotechniques.

Il avait fallu auparavant se mettre d'accord avec différents géologues pour jeter les bases d'une classification géologique unifiée des sols de la région.

En effet, cette classification géologique sert de base, d'armature ou de squelette en somme, aux subdivisions géotechniques des principaux horizons géologiques.

Dans ce classement, les termes de passage, les zones altérées ou lenticulaires de faible puissance (épaisseur inférieure au mètre) n'ont pas été retenus, car ils ne constituent pas de termes francs ou caractéristiques.

La figure 2 représente l'abaque de plasticité de Casagrande sur lequel sont reportés les résultats de 1622 limites d'Atterberg exécutées de 1960 à 1970.

La droite de régression est située au-dessus de la ligne de séparation A, dans le domaine des argiles glaciaires nord-américaines. Elle a pour équation

$$IP = 0,662 WL - 6,694$$

Le diagramme de fréquence des limites de liquidité dessiné en surimpression indique très nettement des groupes de sols correspondant aux différentes phases géotechniques du complexe würmien, soit de retrait soit de la moraine argileuse.

On constate également que la limite de liquidité reste pratiquement comprise entre 15 et 50 % ce qui caractérise des terrains constitués de limons et d'argiles inorganiques de plasticité faible à moyenne.

Les résultats de telles analyses ont permis de représenter la succession géotechnique des sols genevois dans un tableau (tableau 1). On y trouvera également indiqué les synonymes et les équivalences de la classification proposée avec ce que l'on peut trouver dans la littérature spécialisée ainsi que des indications succinctes et non exhaustives sur la répartition géographique de ces différents groupes de sols.

Cette classification est schématique et descriptive. Elle vise plus à définir des groupes de sol, à les énumérer, qu'à expliquer leurs formations.

Elle s'apparente bien à celle proposée par M. Amberger, géologue cantonal.

Les points à retenir de ce tableau sont :

- la grande majorité des travaux d'excavation et de fondation à Genève s'effectuent dans les dépôts holocènes récents, le complexe würmien ou dans le substratum molassique. Il est exceptionnel d'avoir affaire aux dépôts interglaciaires ou rissiens.
- Mis à part des dépôts graveleux ou préconsolidés, les formations holocènes et de retrait würmien sont dans l'ensemble des horizons de faible résistance mécanique. Ces formations posent des délicats problèmes de fondation et d'excavation.
- Toutefois, les incidences techniques provoquées par ces dépôts de meilleure qualité, soit graveleux, soit préconsolidés, sont souvent importantes.
- Les formations morainiques würmiennes sont dans la règle de bonne tenue mais des niveaux d'argile intramorainique et des phases non consolidées de la moraine argileuse peuvent poser des problèmes de stabilité de pente et de fondation. Rappelons qu'en surface toute moraine peut être altérée et de moindre qualité.

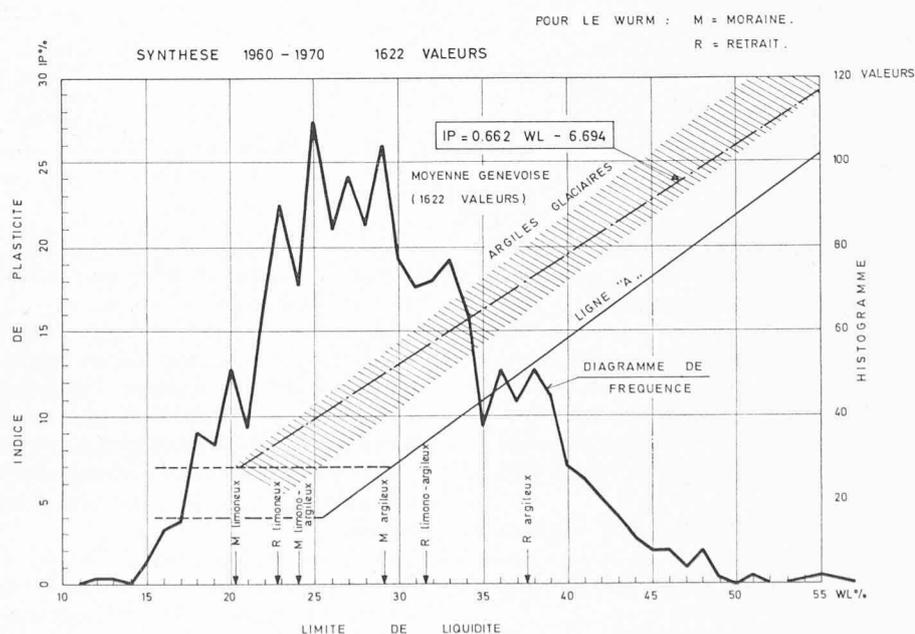


Fig. 2. — Histogramme et abaque de plasticité.

TABLEAU 1

GÉOLOGIE		DÉFINITION	SYNONYMES	LOCALISATION		
FORMATIONS QUATÉRAIRES	HOLOCÈNE	1. Sols actuels, dépôts artificiels (2) 3. Colluvions, limons de ruissellement, palustres, Terres rouges 4. Cailloutis de la basse terrasse 5. Tourbe, craie lacustre	Terrasse de 3 m	Pro memoria La Praille, Champagne, Bords du lac, du Rhône, Delta Arve Fond du Lac, marais de Veigy, Seimaz		
	PLEISTOCÈNE	supérieur	COMPLEXE WURMIEN	6. Retrait a) Phase caillouteuse	Alluvions post-glaciaires auct. Fluvio-glaciaire récent p. p. auct. Alluvions des Plateaux auct. Terrasses de 10, 30 et 50 m p. p. auct. Sablon (pop.)	Champagne, Tranchées
				b) Phase sableuse	Glaise (pop) Diot (pop) Glacio-lacustre auct. Argiles à varves auct. Argiles rubanées auct. Marnes périglaciaires Argiles supramorainiques	Bords du Lac, du Rhône Le Cannelet, Vieille Ville, Tranchées Rue Basses, rue de Carouge Non consolidé : Vengeron, Pâquis, Palettes Préconsolidé : « Hauts plateaux ».
				c) Phase limoneuse d) Phase limono-argileuse e) Phase argileuse	} préconsolidée ou non	
				7. Moraine argileuse c) Phase limoneuse d) Phase limono-argileuse e) Phase argileuse	} consolidé, dur ou non	(Glaise (pop) Diot (pop) Argile à blocs, Argile à galets striés Moraine de fond auct. Würm s. s. auct.) Glaise feuilletée
8. Dépôts intramorainiques ou intraformationnels			Falaises de Champel			
		9. Moraine caillouteuse profonde ou Alluvion ancienne		(Fluvio-lacustre ancien Alluvion de progression auct. Interglaciaire Riss-Würm p. p. auct. Cailloutis morainiques profonds)	Bois de la Bâtie, Falaises de Saint-Jean, de Cartigny	
	moyen	10. Interglaciaire c) Phase limoneuse e) Phase argileuse		Glacio-lacustre ancien p. p. a. « Marnes à lignites auct. »	Le Viaison, de Budé Sous falaises de Saint-Jean, Cartigny	
	moyen et inférieur	11. Retrait a) Phase caillouteuse c) Phase limoneuse préconsolidée 12. Moraine argileuse a) Phase graveleuse c) Phase limoneuse d) Phase limono-argileuse e) Phase argileuse		« Marnes micacées »	Sous falaises de Saint-Jean, Pont Butin, Jonction, Quai du Seujet Quai du Seujet Verbois Verbois, Servette Jonction Verbant	
				COMPLEXE RISSIEN		

Dans la cuvette genevoise, on obtient ainsi, en négligeant les termes du substratum molassique trente sols types principaux dont seize pour le complexe würmien.

Bien entendu, de nouvelles subdivisions peuvent être ajoutées en tout temps pour mieux s'adapter aux variabilités des sols rencontrés (phases sableuses et limoneuses rencontrées dans l'Alluvion ancienne par exemple).

Il est même ainsi possible, dans une expertise, de subdiviser une phase géotechnique en deux pour mieux faire ressortir certaines différences.

Par ailleurs, deux sols appartenant à des horizons géologiques différents peuvent fort bien s'apparenter géotechniquement parlant (cailloutis de retrait, graviers d'alluvions, etc.)

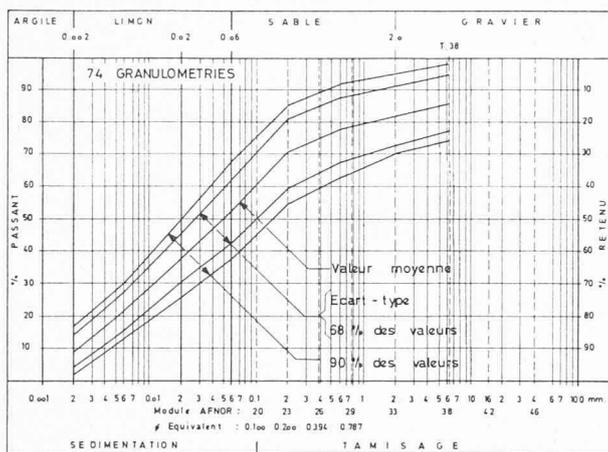
Pour les sols à grains fins, les critères de classement entre phases sont dans l'ordre la limite de liquidité et la teneur

en eau. Les fuseaux granulométriques, décevants pour la moraine argileuse, donnent des résultats très intéressants pour les formations de retrait.

Mentionnons également que pour les formations de retrait et la moraine argileuse, les dénominations limoneux, limono-argileux et argileux s'appliquent en fait à des limons argileux qui auraient tout aussi bien pu être subdivisés en phases limono-argileuses A, B, et C, par exemple.

Les termes argileux et limoneux ont été préférés car ils indiquaient mieux la plus ou moins grande plasticité de ces terrains.

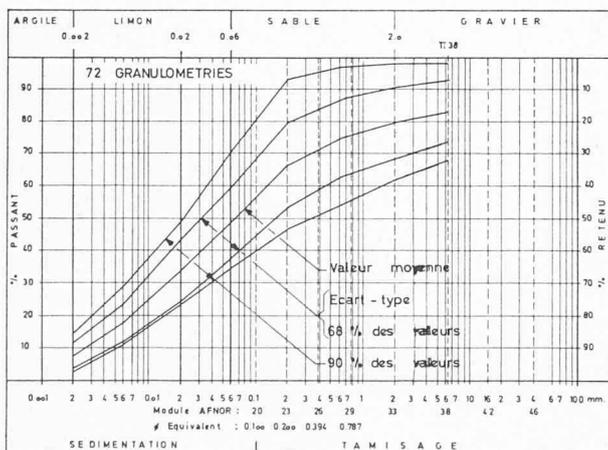
Ces phases géotechniques ont été ensuite divisées en couches préconsolidées ou non, selon leur consistance ; la limite étant de l'ordre de 1,5-2,0 kg/cm² pour la résistance à l'écrasement non confiné, soit pratiquement au passage d'un dépôt ferme à dur.



Classification USCS — CL (SC-CL)

			Nombre d'échantillons	Valeur moyenne	Coefficient de variation %
Teneur en eau	W %		829	15,4	11
Poids spécifique apparent	γ t/m ³		354	2,18	3
Limite de liquidité	WL %		191	29,1	7
Limite de plasticité	WP %		191	15,4	8
Indice de plasticité	IP %		191	13,7	11
Consistance apparente (Petit pénétromètre)	Qp kg/cm ²		425	3,2	29

Fig. 3. — Fiche signalétique Phase argileuse de la moraine.



Classification USCS — SC-CL (CL)

			Nombre d'échantillons	Valeur moyenne	Coefficient de variation %
Teneur en eau	W %		804	13,6	14
Poids spécifique apparent	γ t/m ³		305	2,24	3
Limite de liquidité	WL %		136	23,9	8
Limite de plasticité	WP %		136	14,1	7
Indice de plasticité	IP %		136	9,8	17
Consistance apparente (Petit pénétromètre)	Qp kg/cm ²		323	2,6	48

Fig. 4. — Fiche signalétique Phase limono-argileuse de la moraine.

Il est donc possible, sur la base des études géotechniques passées, en cours et à venir, d'obtenir, par accumulation et analyse périodique des résultats, une fiche signalétique donnant les principales caractéristiques géotechniques de chaque type de sol. Cette fiche indique notamment les valeurs moyennes, les écarts types et leurs coefficients de variation.

Au point de vue géographique, cette classification est complétée par l'établissement de cartes géotechniques au 1 : 5000 qui résument la nature du terrain entre 2,0 et 5,0 m de profondeur, les positions des substratums morainiques et molassiques ainsi que l'altitude de la nappe phréatique éventuelle. Ces données sont extrêmement précieuses au stade des avant-projets, car elles permettent d'orienter les études. Toutefois elles restent presque toujours insuffisantes lorsqu'on passe aux plans d'exécution.

Application : le complexe morainique würmien

Tout d'abord, essayons de définir le terme « moraine ». Mise en place par les glaciers, c'est essentiellement une formation massive, soit sans traces de stratifications, comprenant toutes les fractions granulométriques en proportion variable des argiles aux cailloux et blocs en passant par les limons, les sables et les graviers (moraine argileuse).

Habituellement, ces dépôts sont compacts car préconsolidés par le poids des glaces.

A toute règle ses exceptions, citons notamment les graviers et sables de l'alluvion ancienne ou moraine graveleuse profonde et les dépôts non consolidés de moraine argileuse rencontrés sur la rive gauche.

Ces dépôts ne présentent habituellement pas de gros problèmes de fondation.

Toutefois, il est difficile d'apprécier leurs caractéristiques mécaniques de résistance au cisaillement et de compressibilité. On constate en effet que les capacités de résistance de ces moraines sont beaucoup moins connues que celles des dépôts tendres et compressibles, beaucoup mieux étudiés. Les raisons de ce phénomène sont diverses.

L'empirisme donne habituellement, pour les ouvrages courants, des constructions encore économiques.

Il est malaisé, sinon impossible, d'y prélever des échantillons « intacts » et la présence de cailloux et blocs impose en laboratoire de très gros appareils d'où des investissements importants.

« In situ » des nivellements de précision sur des ouvrages construits et des essais de plaque permettent de définir un ordre de grandeur de la compressibilité. Mais les déformations mesurées (quelques millimètres) sont très souvent voisines de la précision des mesures.

Si l'examen morphologique de certains dépôts, et leurs analyses, permettent parfois à l'ingénieur d'apprécier le couple de valeurs — angle de frottement interne, cohésion — de résistance au cisaillement, l'application des résultats obtenus ne va pas sans quelques réserves.

Enfin, suivant le type de sollicitations, les paramètres de résistance au cisaillement peuvent diminuer dans le temps.

En pratique courante, l'ingénieur se tire le plus souvent d'affaire par analogie avec des expériences précédentes. Sa marge d'appréciation peut donc être fortement réduite une fois le terrain clairement identifié.

Exemples de fiches signalétiques, les figures suivantes indiquent pour les principales phases géotechniques de la moraine würmienne les valeurs moyennes des principaux paramètres d'identification géotechnique avec leur coefficient de variation, soit la fourchette habituelle des résultats.

La phase argileuse consolidée de la moraine (fig. 3) se rencontre dans tout le canton, sans préférence géographique marquée.

Sur la rive gauche (Malagnou, Champel) les horizons non consolidés de ce dépôt sont courants.

En classification USCS, c'est un CL, passant avec la diminution de la teneur en particules fines à un SC-CL, ou GC-CL. Avec un fuseau granulométrique peu étalé, sa teneur en eau moyenne est de 15,4 % pour une limite de liquidité de 29 % et un indice de plasticité de l'ordre de 14 %.

Dans l'ensemble, la consistance apparente obtenue au pénétromètre de poche dépasse légèrement 3,0 kg/cm² ; la résistance au battage N du pénétromètre von Moos atteint 60 coups/20 cm.

C'est un sol de compacité et de qualité moyennes, sensible à l'eau et aux agents météoriques.

Il permet des taux de travail de l'ordre de 2,0 à 4,5 kg/cm² pour des fondations sur semelles.

En terrassement, ce terrain, très souvent à la limite de carrossabilité, permet une réutilisation en remblai de qualité bien que sa teneur en eau naturelle soit fréquemment supérieure à l'optimum.

Les graviers morainiques de l'« Alluvion ancienne » des auteurs (fig. 6) constituent un dépôt particulièrement caractéristique et très connu à Genève par ses multiples affleurements. Chevauchant trois classes USCS, ces graviers sablo-limoneux constituent une succession de bancs très compacts, interstratifiés d'horizons sableux, limoneux et parfois même argileux.

Ces bancs sont affectés d'accidents (failles) et de déformations par étirements et flexion, etc., présentant un caractère général et dus à la disparition des bancs de glace d'épaisseur variée séparant ces différents horizons.

Par ailleurs, ces derniers sont très souvent cimentés par du carbonate de chaux et constituent alors un poudingue.

Ces graviers servent de réservoir à la nappe profonde et sont abondamment utilisés dans le canton comme matière première pour grave de fondation.

Au terrassement, les horizons cimentés de grandes dimensions peuvent nécessiter des moyens d'excavation particuliers (minage, éclateur, etc). Des vides, provenant de la fonte de la glace morte y ont été parfois constatés.

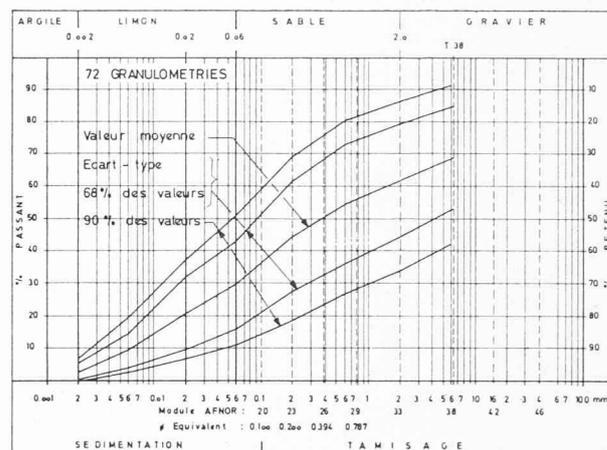
Pratiquement incompressibles, ils permettent des taux de travail élevés, de 4,0 à 6,0 kg/cm² pour des fondations superficielles.

En fondation profonde, les Tours du Lignon, par exemple, sont fondées dans ces graviers par l'intermédiaire de pieux forés de 1,25 m de diamètre et d'une capacité atteignant 650 tonnes. Les tassements mesurés actuels des Tours ne dépassent pas 5 mm.

Le tableau 2 résume pour les quatre phases consolidées du complexe morainique würmien leurs caractéristiques d'utilisation (sensibilité à l'eau, gélivité, aptitude au remblayage) leur domaine de compressibilité ainsi que le taux de travail habituel de fondations courantes sur semelles superficielles. Par ce terme, nous entendons des semelles filantes, de 1,0 à 2,0 m de largeur et des semelles rectangulaires de 1,0 à 3,0 m de plus petit côté.

Il est recommandé, conformément à une pratique nord-américaine, de réduire le taux de travail des semelles de largeur inférieure au mètre, ceci pour obtenir des dimensions constructives, tenir compte de l'hétérogénéité du sol et conserver une marge de sécurité au poinçonnement suffisante.

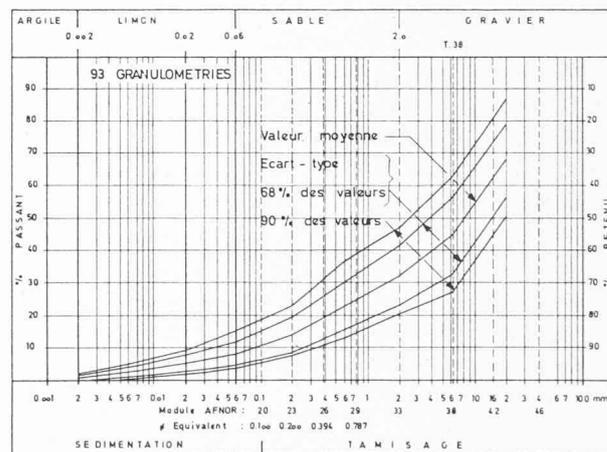
Les taux de travail indiqués ne sont en rien impératifs. Chaque projet doit, bien entendu, être étudié pour lui-



Classification USCS
GC-CL (GM-GC) SC-CL (SM-SC)

		Nombre d'échantillons	Valeur moyenne	Coefficient de variation %
Teneur en eau	W %	1560	9,7	19
Poids spécifique apparent	γ t/m ³	467	2,28	3
Limite de liquidité	WL %	147	20,3	11
Limite de plasticité	WP %	147	12,8	9
Indice de plasticité	IP %	147	7,5	21
Consistance apparente (Petit pénétromètre)	Qp kg/cm ²	145	4,1	20

Fig. 5. — Fiche signalétique Phase limoneuse de la moraine.



Classification USCS — GM (GP, GW)

		Nombre d'échantillons	Valeur moyenne	Coefficient de variation %
Teneur en eau	W %	646	7,2	35
Poids spécifique apparent	γ t/m ³	22	2,33	4
Limite de liquidité	WL %			
Limite de plasticité	WP %			
Indice de plasticité	IP %			
Consistance apparente (Petit pénétromètre)	Qp kg/cm ²			

Fig. 6. — Fiche signalétique Phase graveleuse de la moraine (Alluvion ancienne).

TABLEAU 2

Dénomination	Moraine argileuse			« Alluvion ancienne » ou moraine graveleuse profonde
	argileuse 7e ₁	limono-argileuse 7d ₁	limoneuse 7c ₁	graveleuse 9
1. Caractéristiques pratiques du terrain concernant : — sensibilité à l'eau — gélivité — remblai de qualité	forte moyenne moyen	forte moyenne bon	très forte moyenne très bon	nulle quasi nulle excellent (grave I et II)
2. Ordres de grandeur du module de déformation E ₀ kg/cm ²	200 500	200 600	500 800	1000 4000
a. Taux de travail admissible de fondations superficielles courantes sur semelles — moyenne pa kg/cm ² — fourchette pa kg/cm ²	2,8 2,0-4,5	3,2 2,5-4,5	4,0 3,0-6,0	4,5 4,0-6,0

même. Nous ne cherchons pas à Genève à établir un code du bâtiment à l'instar des cités nord-américaines, mais plutôt à définir des lignes directrices.

Conclusion

Pour conclure, rappelons les traits essentiels. On ne retrouve à Genève, sur le substratum molassique, que les traces de deux glaciations, soit principalement celle de Würm, et localement, en profondeur, celle de Riss.

La cuvette genevoise, recoupée de dorsales et de sillons molassiques voit deux de ces sillons remplis des sédiments fins, tendres et compressibles du retrait würmien.

La plus grande part de la basse-ville est implantée sur l'un d'eux, qui prolonge celui du Petit-Lac.

Avec le complexe morainique würmien et les dépôts holocènes ultérieurs, on touche ainsi plus de 95 % des sols genevois caractérisés par une grande variabilité et des résistances mécaniques très différentes, mais fort médiocres dans l'ensemble pour les formations holocènes et de retrait.

Un principe de classement est présenté. Il constitue le premier stade d'une étude de longue haleine portant sur la technologie des sols genevois.

A l'heure actuelle, pour l'entrepreneur chargé de préparer une soumission, pour l'ingénieur cherchant à visualiser un sol par analogie avec d'autres chantiers, pour le géotechni-

rien occupé à rechercher des corrélations entre paramètres d'identification et de calcul, à interpréter des mesures sur des ouvrages en exploitation, cette classification constitue une base de travail extrêmement précieuse.

Le deuxième stade, partant de couches clairement définies a pour mission d'apprécier leur comportement aux sollicitations qui leur sont appliquées, soit de définir les paramètres de résistance au cisaillement, de compressibilité, de perméabilité, etc.

Débordant enfin le cadre régional, cette recherche peut jeter les bases de travaux analogues sur les terrains touchés par les glaciations alpines.

BIBLIOGRAPHIE

- A. JAYET : *Résumé de Géologie glaciaire régionale*. Chappuis. Genève 1966.
G. AMBERGER : *Aperçu géologique de la région genevoise*. Route et trafic. Mai 1969.
P. DÉRIAZ A. FONTANA : *Le complexe würmien genevois*. Route et trafic. Mai 1969.

Adresse de l'auteur :

A. Fontana, bureau P. et C. Dériaz
32-34, rue des Noirettes
1227 Carouge / GE

Bibliographie

Prévention de la corrosion, par Joseph F. Bosich. Traduit de l'américain par P. Clavier, ing. ENSCP. Entreprise moderne d'édition — Technique et documentation, Paris. — Un volume 16 × 24, 239 pages, ill.

Réalisé par un spécialiste pour les ingénieurs praticiens, cet ouvrage est avant tout concret.

Sans développements théoriques inutiles, à jour des acquisitions les plus récentes de la technologie, « Prévention de la corrosion » a été conçu pour être l'outil de travail des ingénieurs d'usine ou de chantier, leur permettant de résoudre leurs problèmes quotidiens de protection contre la corrosion.

J. F. Bosich a vingt ans d'expérience dans la lutte contre la corrosion dans de nombreux domaines de l'industrie. Son ouvrage ne contient cependant aucune notion difficile, restant ainsi accessible au non-spécialiste, tout en étant d'une haute qualité technique. La consultation est facilitée par une table des matières claire et détaillée et par un index des termes utilisés.

Sommaire :

1. Mécanismes de la corrosion. — 2. Force électromotrice et séries galvaniques. — 3. Types de corrosion. — 4. Principes de la protection cathodique. — 5. Revêtements protecteurs. — 6. Essais des peintures. — 7. Essais de corrosion. — 8. Informations essentielles sur les matières plastiques dans la lutte contre la corrosion. — 9. Cas de corrosion typiques. — 10. Appendice.