

Vocabulaire Technique International de l'Ingénieur

The Engineer's Technical and International Vocabulary

AVEC LE CONCOURS DE M. G. RANSFORD ET DU PROFESSEUR GIROUD

TERMES RELATIFS AU GEL, A LA NEIGE ET A LA GLACE (*)

LA GLACE ET LA TECHNIQUE
PERTURBATIONS CAUSÉES PAR LA GLACE
DANS L'EXPLOITATION DES BARRAGES
ET DES CENTRALES HYDRO-ÉLECTRIQUES
(Suite)

POUSSÉE DE LA GLACE SUR LES BARRAGES

La pression pouvant être exercée par une nappe de glace contre un barrage était, autrefois, estimée à environ 60 t par mètre linéaire aux U.S.A. et en Suède, alors qu'en Norvège la pratique était d'adopter des chiffres n'atteignant pas 10 t/m.

On estime généralement que le premier de ces deux chiffres est bien trop élevé; il était calculé sur la base de la résistance de la glace à l'écrasement. Si on l'estime à 30 kg/cm² (elle varie beaucoup, en fait, avec la température et la vitesse d'accroissement de la pression) et si on la suppose réalisée à la surface supérieure d'une nappe de glace pour s'abaisser de façon uniforme jusqu'à la surface inférieure où elle est nulle, une nappe de 45 cm pourrait développer une poussée de 67 t/m. Une façon plus rationnelle de poser le problème doit prendre en considération d'autres propriétés de la glace, en particulier sa plasticité sous pression. La poussée réelle dépend de la vitesse d'accroissement de la tem-

THE VOCABULARY OF FROST, SNOW AND ICE

ICE ENGINEERING
ICE TROUBLES IN DAM AND HYDRO-ELECTRIC
PLANT OPERATION

(Continued)

ICE THRUST ON DAMS

The thrust which an ice sheet is capable of exerting against a dam was formerly estimated to be of the order of 40,000 lb. per linear foot in the U.S.A. and Sweden, though Norwegian practice has been to take figures of less than 7,000 lb. per linear foot.

It is now generally agreed that the former value is far too high. The basis on which figures of this order were calculated was the crushing strength of ice. Taking this at 400 lb. per square inch (it varies greatly with temperature and rate of loading in actual fact), and assuming it to be realized at the upper surface of a sheet of ice, with a uniform variation across the cross-section down to zero stress at the under surface, an 18" sheet could develop a thrust of 43,200 lb. per linear foot. A more rational approach to the problem must take account of other properties of ice, in particular, its plastic flow under pressure. The actual thrust will depend on the rate of temperature rise, as well as the rise itself. Recent calculations based on as much data as is available on the yield of ice under pressure, and with reasonable assumptions as to tem-

(*) *La Houille Blanche*, nos 4, 5, 6, 1950 — nos 1, 3, 4, 5, 6, 1951 — n° 1, 1952.

pérature aussi bien que de cette température même. Des calculs récents, basés sur tous les renseignements que l'on a pu réunir concernant la compressibilité de la glace sous pression et sur des hypothèses raisonnables quant à l'accroissement de température, ont indiqué qu'il était suffisant de prévoir, pour les barrages construits aux U.S.A., des poussées comprises entre 7,5 et 30 t/m. Les calculs partant de cette base semblent justes dans le cas de nappes de glace dépassant 30 cm d'épaisseur, mais les nappes plus minces y échappent à cause de la formation de **crêtes de pression** (*reefing*); cela devient alors un problème de stabilité et on n'a pas encore publié de solution satisfaisante tenant compte, entre autres, de l'effet sur la glace de la poussée hydrostatique.

Il convient d'ajouter aux considérations ci-dessus que la pression exercée par une nappe de glace dépend évidemment de la topographie du réservoir d'accumulation; si, par exemple, un barrage est bâti en face d'une rive bourbeuse, la glace tendra à repousser la vase et à l'accumuler en monticules plutôt qu'à agir contre le barrage. Si le niveau de la retenue varie constamment, la glace se brise le long des bords et le danger de poussée est réduit, bien que la nappe puisse encore s'étendre, car l'eau peut geler dans les fissures en une nuit. L'inclinaison des parements des barrages ne constitue pas une défense contre la glace, à cause de la plus grande surface contre laquelle elle adhère. Le danger de la pression causée par la glace est réduit, du fait qu'il ne faut en tenir compte que lorsque la surface de l'eau est en dessous du niveau de la crête déversante.

Les mesures de poussée de la glace ne sont pas nombreuses : la plus haute enregistrée semble avoir été 31 t/m exercée entre des piles de pont par une nappe de 30 cm. Une violente **poussée de glace** (*ice push*) (augmentation soudaine de la pression) qui se produisit à Safe Harbor Dam (U.S.A.), empila de la glace contre le barrage à une hauteur de près de 10 m. D'après les déformations causées aux vannes, on a pu calculer que la poussée qui en résulta sur le barrage ne dépassa pas 23 t/m.

S'il s'agit d'un barrage de basse-chute au travers d'un cours d'eau charriant des glaçons, ceux-ci peuvent être arrêtés, opposer à l'écoulement de la rivière une certaine résistance de frottement, provoquant ainsi l'apparition de poussées sur les ouvrages. Cela se produira aussi s'il s'agit d'une nappe de glace bien que, dans ce cas, ce sont les rives qui encaisseront la pression, ce qui a peu d'importance si le courant est lent.

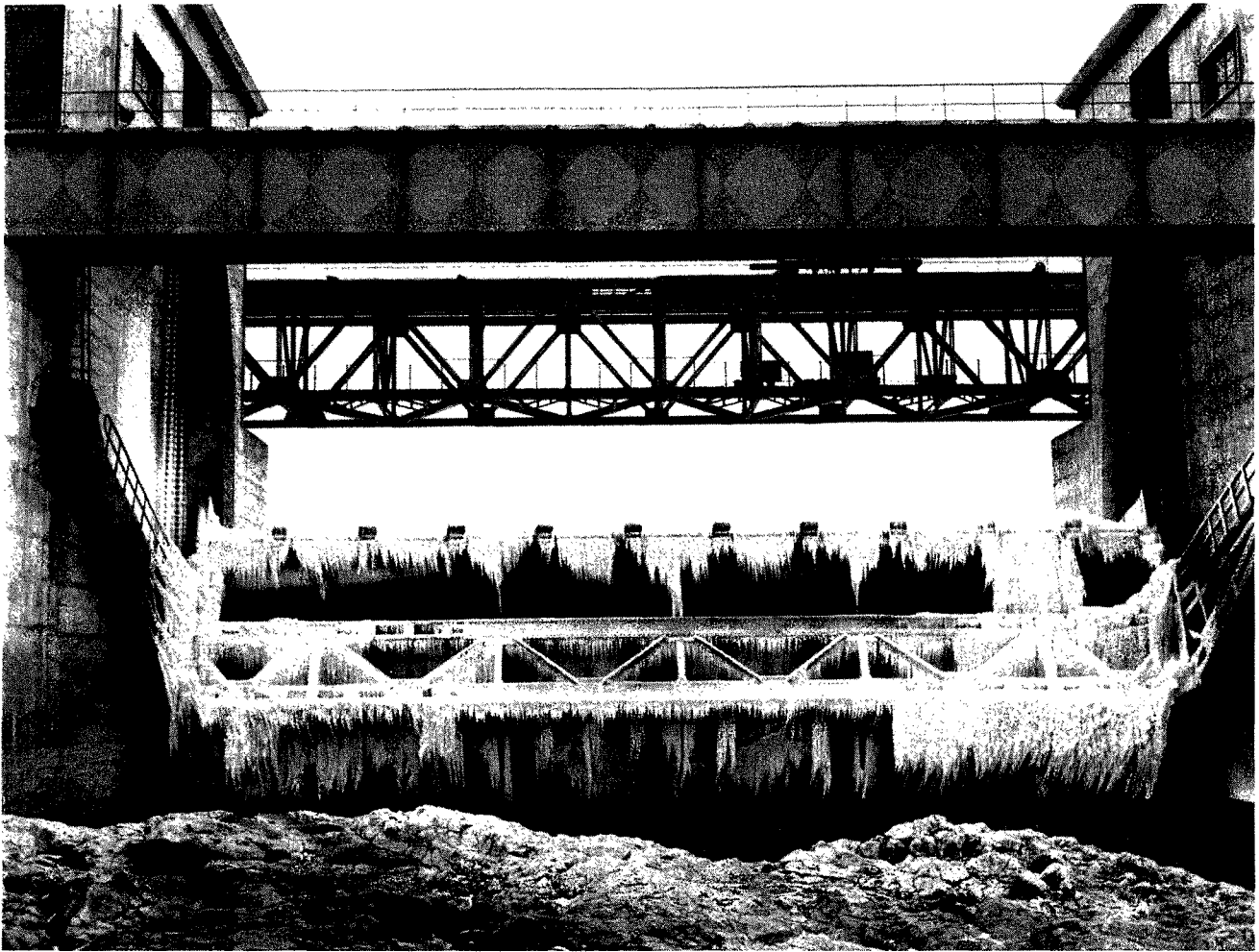
Un article de M. L. VADOT, dans un des précédents numéros de *la Houille Blanche* (4/1946), traitait la question et montrait que la poussée était de l'ordre de 4 t/m, pour des rivières où la

température rise, have indicated that design thrusts of between 5,000 and 20,000 lb. per linear foot are adequate for dams built under U.S. conditions. Calculations on this basis appear justified for sheets of a thickness over 12", but thinner sheets fail often by "**reefing**" i.e., the formation of pressure ridges; the problem then becomes one of stability, and no satisfactory solution, including the effect of the flotation forces on the ice, has yet been published.

In addition to the above considerations, the thrust developed by an ice sheet will clearly depend on reservoir topography; thus, in the case of a dam built facing an opposite shore of soft mud, ice action will tend to push the mud up into ridges rather than tend to act against the dam. If reservoir level is constantly varied, the ice will be broken up along the edges, and the liability of a dangerous thrust reduced, though the expansion of the sheet, owing to water freezing up overnight in cracks, must be considered. Sloping faces of dams are not a safeguard against ice thrust, on account of the greater area of dam face against which the ice adheres. The seriousness of ice pressure is reduced by the fact that it is to be taken account of only when the water surface is below the spillway crest.

Measurements of ice thrust have not been numerous. The highest reported appears to be 21,000 lb. per linear foot exerted by a 12" ice sheet between bridge piers; one severe **ice push** (sudden increase in ice pressure) experienced at Safe Harbor Dam, U.S.A., which was such as to pile ice up to 30' high against the dam, exerted no more than 15,000 lb. linear foot, as calculated from the buckling of crest gates.

In the case of a low dam situated across a stream carrying drift ice, a thrust will be developed, owing to the frictional resistance of the drift ice held back by the dam to the flow of the river; this will also be the case with sheet ice, though in this case the banks of the stream will receive the thrust, which will not be substantial in the case of slowly-moving water. An article in a previous issue of *La Houille Blanche*, by M. L. VADOT (n° 4, 1946) dealt with this question, and it was shown that the thrust was of the order of 2,500 lb. per linear foot in the case of rivers packed with ice to a distance of 1 km



(Cliché Carmassi.)

FIG. 1. - DONZÈRE-MONDRAGON, janvier 1954 : les vannes du barrage sont envahies par les glaces.
Donzère-Mondragon in January 1954: the gates in the dam are ice-bound.

glace s'accumulait sur une distance de 1 km en amont du barrage. La force exercée est importante pour un barrage de basse chute; il faut en tenir grand compte dans l'établissement des estacades flottantes et des murs écrémeurs.

CONSTRUCTIONS DANS LES RÉGIONS DE PERMAFROST.

On examinera, sous ce titre, la construction de barrages, de routes et de bâtiments. Le problème fondamental qui se pose est celui de la transmission de la chaleur. Si, d'un édifice, la chaleur pénètre dans le sous-sol gelé, le dégel qui en résulte produit un affaissement souvent très considérable. Si une réserve d'eau est emprisonnée contre un talus contenant de grandes quantités de **glace interstitielle** (*subsurface ice* ou *interstitial ice*) glace qui se trouve sous la surface du sol, quelle qu'en soit la nature (on l'appelle quelquefois abusivement "*ground ice*"), il

(1,093 yds.) upstream of the dam. The force is thus important in a low dam, and very important in the design of ice booms and curtain walls.

CONSTRUCTION IN PERMAFROST AREAS

Problems in the construction of dams, roads and buildings are to be considered under this heading. The fundamental problem involved is one of heat transfer; thus, if heat from a building penetrates frozen ground beneath, the resulting thaw will lead to a subsidence which is frequently very considerable. If reservoir water is impounded against an embankment containing large quantities of **subsurface ice** or **interstitial ice** (i.e., ice below the surface of the ground, of whatever nature; sometimes improperly called

se produit un affaissement considérable du sol, allant, dans quelques cas, jusqu'au glissement de terrain ou à l'effondrement.

L'installation d'une réserve d'eau en surface peut même provoquer la disparition totale du permafrost. Par contre la construction d'un barrage en terre ou d'un remblai fait monter le permafrost. Le problème consiste alors à le maintenir à un niveau constant à l'intérieur du barrage, pour empêcher sa descente et sa montée; on y parvient en faisant circuler de l'air froid à l'intérieur du barrage en hiver, de façon que le remblai soit assez refroidi pour ne pas dégeler en été.

Un barrage construit dans le permafrost doit avoir les qualités suivantes :

- Une souplesse lui permettant de résister aux tassements;
- Une isolation thermique suffisante pour empêcher la chaleur de l'atmosphère de pénétrer dans le sol et aussi pour empêcher le froid de gagner l'eau de la retenue.

ground ice) serious subsidence will occur leading in some cases to slides or caveins. Water stored over permafrost may even lead to entire disappearance of the underlying **permafrost table**. On the other hand, the construction of an earth dam, or of a highway fill, raises the permafrost table. The problem then becomes one of maintaining the permafrost at a constant level within the dam to avoid subsidence and swell, which is ensured by having cold air circulate through the dam in winter so that the fill is under-cooled enough not to thaw in summer.

A dam built in permafrost regions must satisfy the following requirements :

Flexibility, to sustain subsidence.

Adequate heat insulation, to prevent heat entering the ground from the atmosphere, and cold from entering the reservoir water.



(Cliché Max.)

FIG. 2. - DONZÈRE-MONDRAGON, janvier 1954 : la porte amont de l'écluse est bloquée par la glace.

Donzère-Mondragon in January 1954: the upstream lock gate is blocked by ice.

- Il doit être sec pour résister au gel sans dommage.
- Il doit rester étanche malgré des variations importantes de température pouvant aller jusqu'à 160° F (90° C).
- Il doit être muni d'un revêtement capable de résister à de violentes poussées de glace.
- Etre composé de matériaux résistants,
- Et réduire au minimum l'effet de cisaillement dans le sol.

Les exigences ci-dessus éliminent tous les barrages en béton, sauf le barrage poids. Si ce dernier s'affaisse, cela est dû à **un dégel inégal du sous-sol** (*defrosting*); il faut donc prévoir de très nombreux joints de dilatation, sans parler de la prise en considération de grosses variations de températures. Les barrages en bois conviennent aux basses chutes, à condition d'être munis d'un revêtement solide. Les barrages en enrochements sont bien aérés et drainés. La paroi aval peut être très raide, mais il faut donner à la face amont, qui doit être protégée par du ciment à l'asphalte coulé entre des dalles de protection en ciment, une pente qui ne soit pas supérieure à 1/3, pour permettre à la glace de grimper le long de la paroi (cela n'est d'ailleurs nullement certain, étant donné le pouvoir adhésif de la glace).

Les barrages en terre doivent être de construction semblable, avec un masque imperméable sur le parement amont et un noyau bâti en matériaux perméables. Les types habituels de barrages en terre contenant de l'eau ne peuvent convenir, car ils sont sujets au gel et à la dilatation. On peut en effectuer l'aération par des conduits de circulation d'air ou mieux par une couche de gravier posée sous le revêtement imperméable et s'étendant sous le barrage, vers l'aval jusqu'à l'extrémité des parafouilles. Cette couche sert aussi au drainage.

La construction de barrages dans le permafrost présente des difficultés spéciales. Par exemple si, sur l'emplacement d'un barrage projeté, on détruit en été la couverture végétale, le sol dégèlera en profondeur, à moins que l'on ne prenne immédiatement certaines précautions : recouvrir la zone en question de gravier. La construction d'un barrage en terre doit être nécessairement lente, pour en permettre le tassement progressif et la montée du permafrost avant la mise en eau.

Si l'on construit des routes dans ces régions, il est impossible d'empêcher la chaleur de se communiquer à l'infra-structure. Il faut donc que les routes soient construites sur des sols ne se soulevant pas en gelant, et ne s'affaisant pas au dégel, ou bien il faut dégager leur assiette et la combler de gravier. On a rencontré,

Dryness, to resist freezing without damage.

Water-tightness under extreme temperature variations of up to 160° F (90° C).

Adequate facing, to withstand severe ice thrust.

It must be composed of resistant materials.

It must keep the shear stress in the soil to a minimum.

It has been claimed that the above requirements eliminate all concrete dams other than the gravity type. In the latter, tilting is caused by differential **defrosting**, so expansion joints must therefore be liberally provided, even apart from the additional consideration of large temperature variations. Timber dams are suitable for low heads, though strong facing is required. Rockfill dams provide good aeration and drainage; the downstream face can be made very steep, but the upstream, which should be protected by asphaltic concrete laid between protective concrete slabs, should be given a slope of not less than 1 in 3 to allow the ice sheet to creep up on the dam face (though it does not appear certain that it will do so, owing to the adhesive power of ice).

Earthfill dams should be of similar construction, with an impervious blanket laid on the upstream face, and the main body of the dam built from pervious materials; the usual types of earthfill dam containing water are not suitable, as they are subject to freezing and swelling. Aeration may be ensured by laying air-ducts, or better, by laying a coarse gravel layer under the impervious blanket and extending back under the base of the dam to the downstream toe. This layer also provides drainage.

The construction of dams in permafrost regions presents some special difficulties, as, for example, if a vegetation cover is stripped from the proposed dam site in summer, the ground will be defrosted unless precautions (covering the area with gravel fill) are immediately taken. Construction of earthfill dams is necessarily slow, to allow consolidation and to raise the permafrost table before filling.

In road construction through permafrost areas, it is impossible to prevent heat transfer to the subgrade, and roads must consequently either be located on materials which do not heave on freezing, or subside on thawing, or the roadbed must be stripped and backfilled with gravel. Particular difficulty has been encountered with soils

pour certains sols, des difficultés particulières : une fois que l'enlèvement de la couche végétale protectrice a causé leur dégel, ils se sont réduits en boue où s'enlise le matériel de construction.

Un problème bien spécial aussi est celui de la formation de glace de surface (appelée " *nalyeds* " en Russie) en des points où l'écoulement naturel de la nappe est arrêté au début de l'hiver par un gel précoce du sol. Ceci se produit souvent quand l'infrastructure gelée d'une route arrête l'écoulement d'un côté de la route à l'autre, dans un sol non gelé. D'autres constructions peuvent être également menacées par ce phénomène qui peut être aussi produit par de l'eau courante.

La solution consiste à intercepter l'écoulement, s'il n'est pas trop important, de manière à former le « *nalyed* » assez loin de l'endroit que l'on veut protéger. On peut creuser, en d'autres cas, des fossés de drainage, mais il faut veiller à les empêcher de geler. On peut les protéger en les couvrant de neige. L'entretien consiste alors à couvrir les fossés en automne et à les découvrir au printemps. En ce qui concerne les bâtiments, il faut empêcher la chaleur de se communiquer au sol gelé. Le seul moyen efficace de le faire est de maintenir le bâtiment au-dessus de la surface du sol et de permettre à l'air froid de circuler entre les deux. En permafrost les pilotis doivent être descendus jusqu'à la couche gelée. Ils doivent y pénétrer à une profondeur double de celle du sol non gelé en permanence, pour offrir une bonne garantie contre les soulèvements. On ne peut pas battre les pieux dans le sol gelé; il faut d'abord le dégeler momentanément, mais il vaut mieux ne dégeler que le minimum de surface, égal, par exemple, à la section du pieux lui-même.

(A suivre.)

which, after being thawed by the removal of a protective cover of vegetation, have turned into a mud which bogs down construction equipment.

A special problem which has arisen in permafrost areas is the formation of surface ice, called " *nalyeds* " in Russia, at points where the natural flow of subsurface water is blocked early in the winter by early freezing of the soil. This frequently occurs where a frozen road base cuts off the flow from unfrozen soil on one side of the road to the other. It may equally menace other structures, and may also be produced by river water.

The solution is to intercept the flow, provided it is not too great, and to form the *nalyed* at some distance from the place which is to be protected. Drainage ditches may be constructed in other cases, though these need special consideration in design so that they are prevented from freezing; heat insulation should be provided by a snow covering supported across the ditch. Maintenance consists in covering the ditches in the autumn and removing the cover in the spring.

In the case of buildings, heat transfer to the frozen ground must be prevented. The only effective means of doing this is to support the building above the ground and to keep cold air in circulation beneath. Piles in permafrost regions must be carried right down into the frozen layer; a depth of penetration into the latter of twice the depth in ground not permanently frozen is an adequate safeguard against heaving. Piles cannot be driven directly into permafrost; it must be temporarily unfrozen first, though best results are obtained with the minimum area unfrozen, i.e., the cross-section of the pile itself.

(to be continued.)

PERMAFROST ou PERGÉLISOL

Pour le lecteur français, nous donnons ci-dessous, avec leur définition, un certain nombre de termes que l'ingénieur risque de rencontrer dans la littérature de langue anglaise — américaine surtout — sur ce sujet. Rappelons d'abord que le mot **permafrost**, forgé à partir de **permanent frozen ground** désigne d'une façon générale les terrains gelés en permanence. Bien qu'il ne corresponde pas très exactement à cette définition, le mot scandinave *tjåle* est employé par les géographes français pour permafrost. Le terme russe *merzlotà* se rencontre lui aussi. Enfin, Kirk Bryan a proposé le terme *pergélisol*, dont on peut, semble-t-il, souhaiter l'adoption.

Permafrost table. — C'est la limite supérieure du permafrost, qui, naturellement peut fort bien ne pas correspondre à la limite inférieure atteinte par le dégel saisonnier de la couche superficielle (*frost table*).

PERMAFROST

The terms given below are likely to be encountered in the technique literature on **permafrost**, which, as the reader will be aware, denotes permanently frozen ground or rock.

Permafrost table:

By analogy with water tables, this is defined as the upper surface of permafrost. It does not necessarily correspond to the lower limit of the seasonal thaw (*frost table*).

Intrapermafrost water is water contained in unfrozen layers, lenses or veins within a body of permafrost.

Subpermafrost water is water beneath the permafrost, just as **suprapermafrost water** is water overlying the permafrost table.

Intrapermafrost water. — L'eau qui se trouve au sein du permafrost, dans les zones épargnées par le gel (*eau intercalaire*).

Subpermafrost water ou **subwater.** — L'eau qui se trouve en dessous du permafrost (*eau profonde*).

Suprapermafrost water. — C'est la nappe qui repose sur la limite supérieure imperméable du permafrost.

Zero amplitude. — A l'intérieur du permafrost, seule la couche superficielle est sensible aux variations saisonnières de température. En dessous de cette couche, la température est constante au cours de l'année et ne se modifie que lentement avec la profondeur. Le niveau en dessous duquel les variations saisonnières deviennent insensibles est appelé **depth of seasonal change** (*niveau limite des variations saisonnières*), **level of zero annual amplitude** ou encore plus simplement **level of zero amplitude** (*niveau isotherme*).

Degradation of permafrost. — Le permafrost n'est pas absolument immuable : il peut disparaître ou s'atténuer dans certaines régions par suite d'évolutions climatiques, géologiques, hydrologiques, ou par suite de modifications artificielles. Ce processus peut se faire de haut en bas, de bas en haut, ou les deux à la fois. Ce phénomène est appelé **degradation of permafrost** (*dégradation du permafrost*).

Aggradation of permafrost. — C'est l'inverse du précédent : *aggradation du permafrost*.

Active permafrost. — *Permafrost latent* : permafrost qui, ayant pour une raison accidentelle quelconque, naturelle ou artificielle, subi un dégel, est à même de reprendre son état initial.

Layered permafrost. — *Permafrost stratifié* : autrement dit un terrain comportant des couches superposées successives de permafrost et de terrains non gelés.

Sporadic permafrost. — C'est un permafrost, qui se présente, en plan, sous la forme de taches discontinues.

Dry permafrost. — Permafrost qui ne contient pas de glace.

Dry frozen ground. — Terrain dont la température est passagèrement inférieure à 0° C. mais qui ne contient pas de glace.

Active layer. — Au-dessus du permafrost, il y a naturellement une couche d'épaisseur variable (dans le temps et dans l'espace), qui gèle en hiver et dégèle au printemps et en été. C'est la *couche active*.

Frost table. — La profondeur atteinte par le dégel saisonnier est essentiellement variable d'une année à l'autre, d'un point à un autre. La surface, très irrégulière, constituant la limite inférieure de la couche soumise au dégel est appelée **frost table** (*nappe gelée*), par analogie avec le vocabulaire des nappes aquifères.

Talik. — Entre la couche active et le permafrost se trouve souvent une couche intermédiaire non gelée : c'est le **talik**, terme russe passé dans le vocabulaire technique américain. D'une façon plus générale, on désigne par **talik** tout îlot non gelé au sein du permafrost, ou même plus simplement le terrain non gelé en dessous du permafrost. On a proposé, en français, *mollisol*.

Slud. — Il arrive que les taliks se présentent sous une forme visqueuse, un peu comme la boue, en particulier lorsqu'ils sont constitués de sédiments très fins. Ils « coulent » véritablement, et cette pâte relativement fluide est désignée par le terme **slud**. Certains auteurs lui donnent, à tort, le nom de *mudflow* (*coulee de boue*), terme bien précis, qui désigne par ailleurs un phénomène géologique tout à fait différent. Le terme russe **plyvoun**, qui correspond à **slud**, se rencontre parfois.

The **level of zero amplitude** is defined as follows:

Within the permafrost, the upper stratum only undergoes seasonal temperature changes; below the level of zero amplitude, the temperature remains constant throughout the year and varies slowly as the depth increases.

Permafrost is not everlasting, and it can disappear or diminish in certain areas on account of climatic, hydrological or man-made changes; this process, known as the **degradation of permafrost** can occur from the top downwards, from the bottom upwards or simultaneously in both directions.

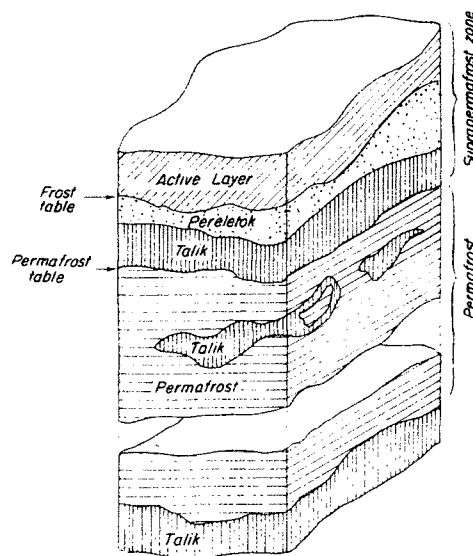
The reverse process is termed the **aggradation of permafrost**.

Active permafrost is that which, after have been thawed out for one reason or another, is capable of returning to its initial state.

Layered permafrost is made up by superposed layers of permafrost and unfrozen ground (or **taliks**).

Sporadic permafrost is permafrost occurring in isolated lenses within unfrozen ground.

Dry permafrost is formed by ground which is permanently below freezing point but which contains no ice.



This is to be distinguished from **dry frozen ground**, which, while containing no ice, is only temporarily below freezing point.

Overlying permafrost, there is a layer of thickness varying from place to place, which freezes in Winter and thaws in Summer; this is the **active layer**. The depth to which seasonal thawing penetrates varies from one year to another, and may be widely different at neighbouring points.

Taliks, as already explained, are non-frozen sections of ground contained within permafrost. This may be below or within the permafrost (in the case of lenses); a talik will also exist between the frost table and the permafrost table, if the latter do not happen to coincide.

Pereletok. — A la suite d'un hiver particulièrement rigoureux, ou d'un été anormalement frais, la partie inférieure de la *couche active* (**active layer**) ne dégèle pas. Il reste alors une couche gelée entre la couche superficielle et le talik. C'est le **pereletok**.

Suprapermafrost layer ou **Suprapermafrost zone.** — Ce terme désigne l'ensemble des couches de terrain qui sont au-dessus du permafrost et qui comprennent la couche active, le talik, et le pereletok quand il existe.

En français : *suprapergelisol*.

Ground-ice. — Nous avons vu (*la Houille Blanche*, n° 3, 1951, p. 436) que ce terme désigne parfois la *glace de fond*, ou *glace d'ancre* (**anchor ice, bottom ice**), qui peut se former au fond des rivières. Ce sont, plus généralement, des inclusions de glace telles qu'on en rencontre souvent dans les terrains gelés, en permanence ou non; d'autre fois, la glace est beaucoup plus finement divisée et mêlée au terrain, sous forme de cristaux ou de grains répartis dans toute la masse.

Ces inclusions peuvent revêtir des aspects variés : ce sont, par exemple, des inclusions *en plaque* (**sheet-like form**), en *lentilles* (**lens-like form**), en *filons* (**veins**), en *coins* (**dike-like-wedges**), en *gouttières* (**pipes**).

Closed (ou Open) systems. — Le comportement d'un terrain en train de geler, l'importance de ses déformations, en particulier, ne dépend pas seulement de sa texture. Il peut être tout à fait différent selon que l'eau interstitielle, en provenance des couches environnantes non gelées, peut, ou non, continuer à l'alimenter. Si cette alimentation est possible, on a affaire à des **open systems** (*systèmes ouverts*). D'autres terrains ne se prêtent pas à cette alimentation en eau interstitielle, ce sont des **closed systems** (*systèmes bloqués*).

Zero curtain. — Suivant leur teneur en eau, le processus de gel (ou de dégel) des diverses couches de terrain n'est pas uniforme. En particulier, le palier qui se produit à 0° C peut être plus ou moins long, de quelques semaines à trois ou quatre mois. Une couche ainsi caractérisée par un palier de température relativement durable est appelée **zero curtain** (*écran de fusion*). L'expression **zero curtain** semble d'ailleurs désigner aussi bien la couche en question que le phénomène lui-même.

Tangential adfreezing strength. — Lorsqu'un objet, un pieu par exemple, est pris dans un sol gelé, il faut, pour l'arracher, vaincre un certain frottement, qui se développe, tangentiellement, le long du plan de contact. C'est cette résistance qui est intitulée **tangential adfreezing strength** : *résistance de frottement due au gel*.

Adfreezing strength. — C'est la résistance qui s'oppose à la séparation de deux objets collés l'un à l'autre par suite du gel : *résistance de collage dû au gel*. Certains auteurs emploient ce terme, à tort, pour désigner la résistance tangentielle définie ci-dessus.

Taliks fréquemment have a muddy consistency when composed of fine sediments; they actually "flow", and it is this relatively fluid mass to which the term **slud** is applied. Some writers incorrectly speak of mudflows, but this word has another, precise geological meaning. The Russian word sometimes employed is "**plyvoon**".

If, after a particularly severe Winter or during an abnormally cool Summer, the lower part of the active layer does not thaw, one speaks of a **pereletok**, a Russian term meaning something lasting through the Summer.

Suprapermafrost layer (or zone):

This word is used to designate the layers overlying the permafrost, and can include the active layer, the talik and the pereletok.

Ground-ice.

As stated in *La Houille Blanche* No. 3, 1951, page 436, this term is used occasionally for the ice, otherwise known as anchor ice or bottom ice, which forms on river bottoms. In permafrost terminology, it designates bodies of ice met with in frozen ground, as sheets, lenses, veins, dike-like wedges or pipes. Alternatively, of course, the ice may be very finely divided and distributed through the soil mass in the form of crystals or grains.

Closed or open systems.

The behaviour of a soil during freezing depends not only on the soil texture but also on the availability of water during the process. If the soil in freezing can draw freely in capillary water contained in surrounding, non-frozen soil masses, one speaks of an **open system**. If not, one speaks of a **closed system**.

Zero curtain is defined as a layer of ground between the active layer and the permafrost where the temperature remains at, or close to, freezing point over a considerable period of time during the freezing and thawing of overlying horizons. This is ground containing much moisture, the latent heat of fusion of water acting as a temperature regulator in the sense indicated.

Tangential adfreezing strength.

If an object such as a pile is fixed in frozen soil, a certain tangential resistance is opposed to a withdrawal of the object. The maximum resistance developed before withdrawal is termed the tangential adfreezing strength.

Adfreezing strength is defined as the limiting resistance opposed to the separation of two objects frozen together; certain writers confuse it with the preceding term, but this practice should be condemned.