

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 92 (1966)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Le tirant S.I.F. type "T.M." pour terrains meubles  
**Autor:** Barbedette, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-68339>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 26.01.2026

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

# LE TIRANT S.I.F. TYPE « T.M. » POUR TERRAINS MEUBLES

par R. BARBEDETTE (S.I.F.-Groutbor, Bussigny-Lausanne)<sup>1</sup>

624.023.943

L'exposé que j'ai l'honneur de faire comportera :

- la présentation d'un nouveau système de tirant pour terrains meubles, mis au point et breveté par les services techniques S.I.F. ; ce système convenant particulièrement bien à l'application de la précontrainte ;
- la description d'essais d'un tel tirant, exécutés dans des sables alluvionnaires : dispositifs de mesure prévus et résultats obtenus.

## A. Le nouveau tirant S.I.F. type « T.M. »

### I. Description

La figure 1 montre la coupe schématique d'un tirant « T.M. » ; on y remarque :

- le tube extérieur, ou tube d'ancrage, dont la longueur doit être égale à celle prévue pour le tirant ;
- le tirant proprement dit, généralement prévu pour être précontraint.

- a) *Le tube extérieur* est en contact direct avec le terrain ; il constituera l'organe assurant l'ancrage dans ce dernier ; il est conçu de façon à permettre son scellement au terrain au moyen d'injections réparties sur toute sa longueur, mais exécutées en deux phases principales successives de caractéristiques différentes :

Dans la partie I, ces injections, effectuées les premières, ont essentiellement pour but d'assurer une étanchéité convenable autour du tube, afin d'isoler totalement la partie II ; cette dernière, correspondant à la zone d'« ancrage actif », est ensuite scellée au terrain par des injections très soignées que les dispositions prévues permettent précisément de réaliser avec le maximum d'efficacité.

Les injections sont exécutées selon une méthode analogue à celle couramment utilisée pour le traitement des terrains meubles ; à cet effet, le tube d'ancrage est conçu de manière semblable aux tubes employés pour ce traitement, c'est-à-dire qu'il comporte sur toute sa longueur des orifices d'injection, aménagés selon l'un des types bien connus (clapets caoutchouc, pastilles éjectables, etc.) ; l'opération peut donc être effectuée par tranches successives, dans l'ordre désiré, au moyen de l'appareil obturateur double, également bien connu, tout comme il est pratiqué habituellement pour l'injection des sols incohérents.

<sup>1</sup> Exposé présenté devant les membres de la Société suisse de mécanique des sols et des travaux de fondation, à Zurich, au printemps 1965.

La partie II (ancrage actif) comporte extérieurement des saillies circulaires (anneaux, hélice, etc.) qui ont le double but d'améliorer l'accrochage au terrain et de constituer un compartimentage s'opposant au cheminement habituel du coulis d'injection le long du contact tube-terrain ; l'injection par tranches courtes, selon la méthode classique indiquée ci-dessus, permet de tirer le meilleur profit de ce compartimentage, l'opération de scellement étant ainsi fractionnée en phases élémentaires de réalisation et répartition parfaitement contrôlées.

On notera le rôle important joué par l'injection préalable de la partie I qui, en assurant l'isolement complet de la partie II, permet d'injecter cette dernière dans les conditions optima d'efficacité du fait, notamment, de la possibilité d'opérer sous pression élevée ; on peut alors réaliser un véritable traitement du terrain environnant la zone d'ancrage, le claquer si nécessaire, et obtenir un serrage très efficace, voire même une sorte de mise en précontrainte compensant, bien au-delà, la décohesion créée par la perforation initiale et améliorant l'adhérence de cet ancrage ; la composition du coulis ou du mortier d'injection peut être adaptée avec précision aux différentes caractéristiques locales pouvant être rencontrées dans les terrains traversés par l'ancrage ; en outre, la consommation de coulis ou mortier étant strictement limitée à ce que requiert le traitement de cette zone d'ancrage, on peut se permettre, si besoin est, de faire appel à des produits spéciaux ; cette dernière remarque est particulièrement importante dans le cas où la nature du terrain peut exiger l'emploi de produits onéreux, comme les résines polymérisables à froid par exemple (consolidation de sables très fins ; scellement dans des sols sensibles à l'eau des coulis classiques, etc.). La longueur de la partie II est déterminée de façon à assurer à elle seule la tenue du tirant pour l'effort de traction prévu ; bien entendu, cette partie est placée dans la masse du terrain située au-delà de la surface de glissement.

- b) *Le tirant proprement dit*, fils, câble ou barre, vient se fixer à l'intérieur de la partie terminale du tube d'ancrage ; cette fixation pouvant être réalisée soit par scellement au moyen d'une injection, soit par raccordement mécanique (vissage, par exemple).

### II. Réalisation pratique

Dans la pratique, le tube extérieur (en un seul ou plusieurs éléments selon la longueur nécessaire) est introduit dans un forage réalisé par le moyen le mieux adapté à la nature du terrain et aux conditions d'exécution ; le soutènement provisoire pouvant être assuré, soit par le tube de travail lui-même (fonçage, percus-

sion ou rotation), soit par un tubage de coffrage classique, soit par tout autre moyen connu (boue bentonitique par exemple, si le forage est vertical).

Dans certains cas, le forage peut être arrêté prématurément et constituer un simple avant-trou dans lequel le tube d'ancrage est introduit, puis foncé ou vissé dans le terrain vierge ; dans le cas du vissage, on utilise un tube à saillie hélicoïdale ; pour faciliter cette opération, le terrain peut être avantageusement « préforé », si nécessaire, sur la longueur correspondante.

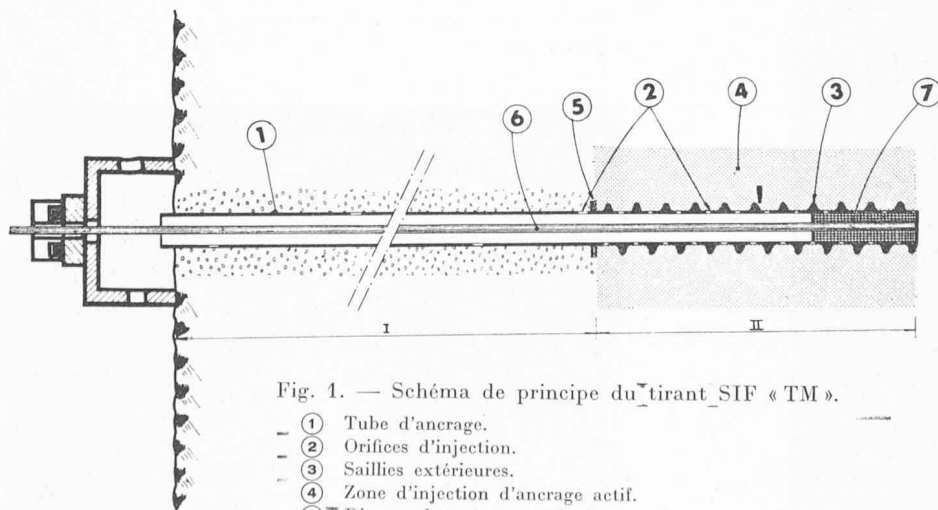


Fig. 1. — Schéma de principe du tirant S.I.F. « T.M. ».

- ① Tube d'ancrage.
- ② Orifices d'injection.
- ③ Saillies extérieures.
- ④ Zone d'injection d'ancrage actif.
- ⑤ Disque obturateur souple (éventuel)
- ⑥ Tirant.
- ⑦ Scellement (ou vissage) du tirant dans le tube.

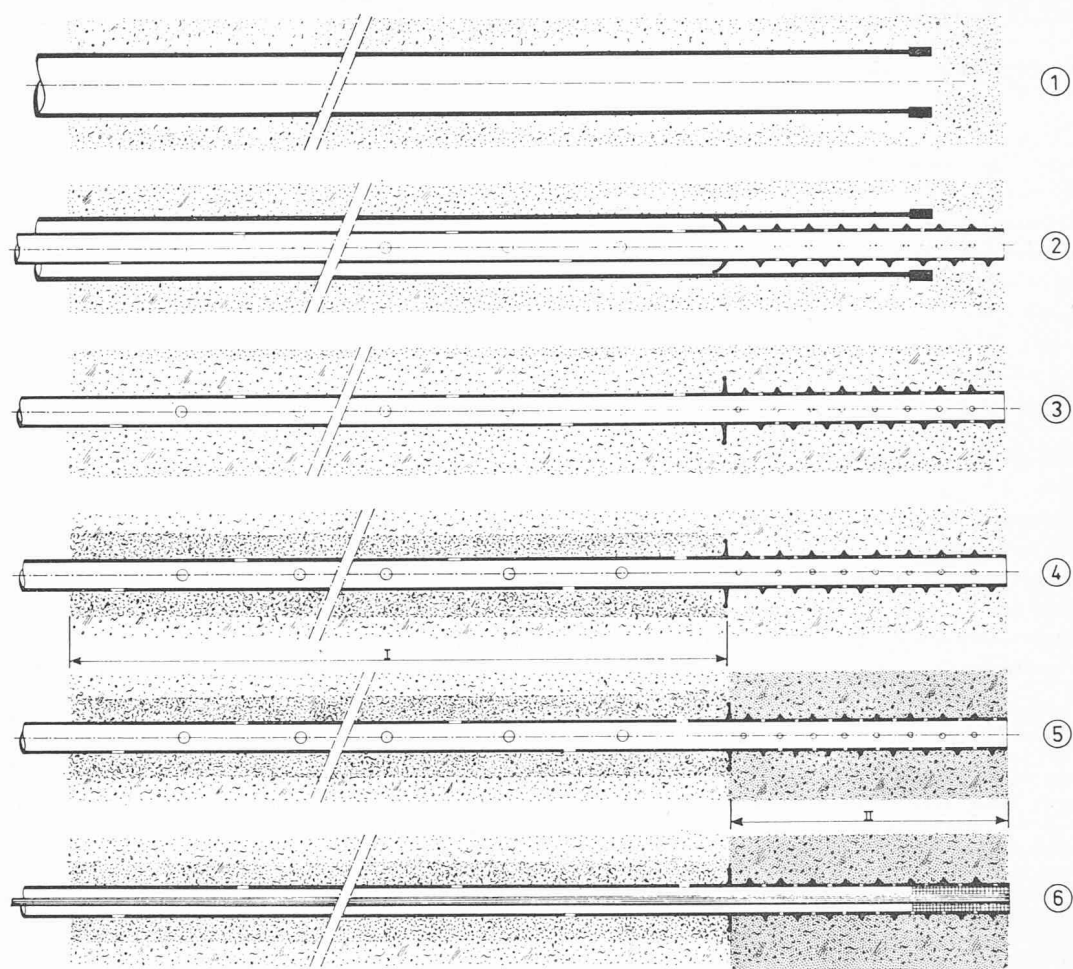


Fig. 2. — Schéma de réalisation.

- ① Forage.
- ② Introduction du tube d'ancrage.
- ③ Extraction du tubage de soutènement du forage.
- ④ Injection de la partie avant « I ».
- ⑤ Injection de la partie II (ancrage actif).
- ⑥ Introduction et fixation du tirant.

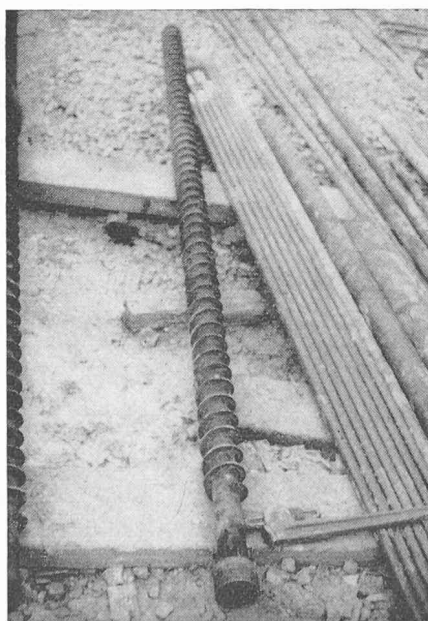


Fig. 3. — Tube d'ancrage.

La figure 2 montre un exemple de succession des opérations dans le cas d'un tirant destiné à ancrer un soutènement de paroi de fouille.

On notera que la longueur d'ancrage actif peut être aisément adaptée, même en cours de travaux, sans



Fig. 4. — Bloc d'appui d'un tirant.

modification du dispositif, puisqu'il suffit d'allonger la longueur sur laquelle sont exécutées les injections principales (partie II du tube); cette adaptation pouvant être faite selon les résultats des premiers essais de mise en tension.

On notera aussi que le système « T.M. » convient particulièrement à l'emploi de tirants précontraints et notamment de tirants à fils; il concilie en effet deux impératifs contradictoires: longueur et ancrage maximum dans le terrain; longueur minimum d'accrochage du tirant proprement dit; ce qui laisse ainsi la plus grande longueur libre possible à ce dernier, facteur favorable à la réduction des pertes de tension.

Dans le cas où la force de réaction est appliquée sur le sol très près de la sortie du tube, on peut naturellement désolidariser ce tube du terrain dans cette zone, en l'enrobant par exemple d'un fourreau visqueux ou plastique sur la longueur correspondante.

On remarquera enfin la protection très efficace contre la corrosion, assurée par les injections bien réparties et poussées du tube extérieur (travaillant d'ailleurs en compression); quant au tirant lui-même, il se trouve totalement protégé par ce tube et l'enrobage remplissant le vide annulaire ainsi que, en outre, par son propre enrobage habituel.

## B. Essais réalisés

Parmi les essais effectués, je signalerai ceux qui ont été réalisés dans une terrasse alluviale de la région parisienne, sur des ancrages type « T.M. » comportant des tirants à fils de « 70 tonnes » (12 fils de 8 mm; rupture à 90 tonnes).

Le terrain était constitué par des sables et graviers de granulométrie étalée de moins de 0,10 mm à 40 mm environ ( $d_{10} = 0,30$ ;  $d_{50} = 0,75$ ); ce matériau compact, mais non argileux, présentait un angle de frottement de l'ordre de  $45^\circ$  et une cohésion de l'ordre de  $200 \text{ g/cm}^2$ .

L'emplacement choisi permit de s'installer au pied d'un talus et d'avoir une hauteur de sable de 3,50 m environ sur la tête du tirant et 7,50 m environ au droit de l'ancrage proprement dit (fig. 4).

On avait choisi des tirants de 18 m de longueur environ avec une longueur de scellement de 3 m dans

le tube d'ancrage, ce qui laissait 15 m de longueur libre pour l'allongement élastique.

Les tubes d'ancrage, de 2 pouces de diamètre, étaient munis dans leur partie « active » d'une hélice extérieure (fig. 3); cette partie active était de longueur différente selon les essais: 3 à 7 m.

Pour chaque tirant, un bloc d'appui en béton armé assurait la répartition de la pression sur le terrain (fig. 4).

Les dispositifs de mesure comportaient, en dehors du système de mise en tension du tirant (fig. 5):

- des repères extérieurs permettant, par visée optique, de mesurer les déplacements:
  - de la tête du tirant proprement dit;
  - de l'extrémité extérieure du tube d'ancrage;
  - du bloc d'appui en béton;
- des jauges extensométriques réparties sur la partie du tube d'ancrage située en avant de l'ancrage proprement dit dans le terrain.

Ces jauges avaient pour but de déterminer la répartition et l'évolution des contraintes dans la zone située en avant de l'ancrage, permettant ainsi de connaître la longueur effective d'ancrage actif (à noter que la profondeur choisie de 18 m permettait d'être suffisamment loin du prisme de Coulomb).

Les injections de scellement de l'ancrage ont été réalisées avec un coulis de ciment épais, sous une pression atteignant au moins 15 bars; à noter que les zones d'ancrage étaient situées dans la nappe.

Les résultats sont les suivants:

- un tirant a été mis en tension à 84 tonnes; la figure 6 montre la courbe « efforts-déformations » des fils du tirant; ce graphique est convenablement linéaire (tirant n° 1).

Cette remarque, jointe à la mesure des déplacements de la tête d'ancrage d'une part, et à la mesure de la tension résiduelle au bout de un, puis deux mois, d'autre part, ont montré que le déplacement de l'ancrage était nul.

La longueur d'ancrage du tube-hélice dans le terrain était de 3 m.

La contrainte maximum dans l'avant-tube a été de  $12 \text{ kg/mm}^2$  (dans la zone proche de l'ancrage). Les jauges extensométriques réparties le long du tube ont

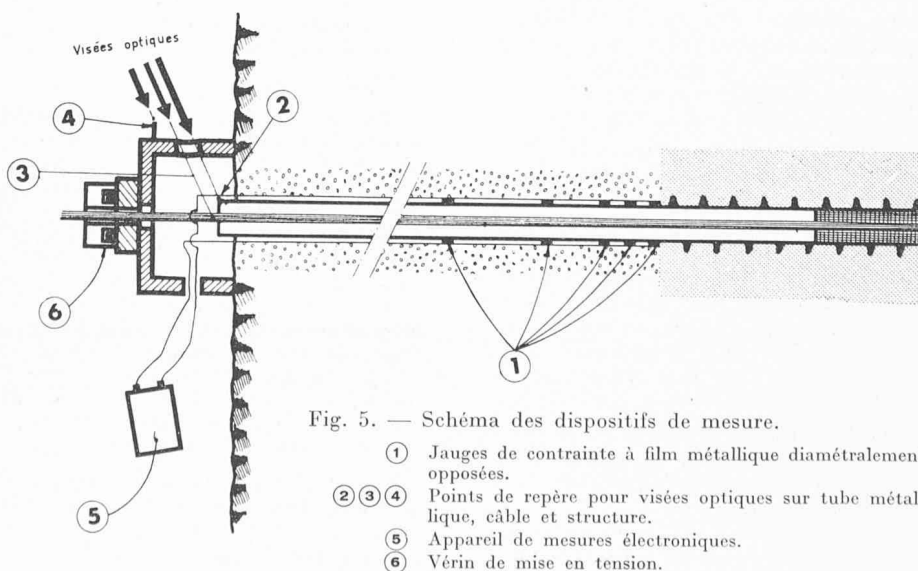


Fig. 5. — Schéma des dispositifs de mesure.

- ① Jauges de contrainte à film métallique diamétralement opposées.
- ② ③ ④ Points de repère pour visées optiques sur tube métallique, câble et structure.
- ⑤ Appareil de mesures électroniques.
- ⑥ Vérin de mise en tension.

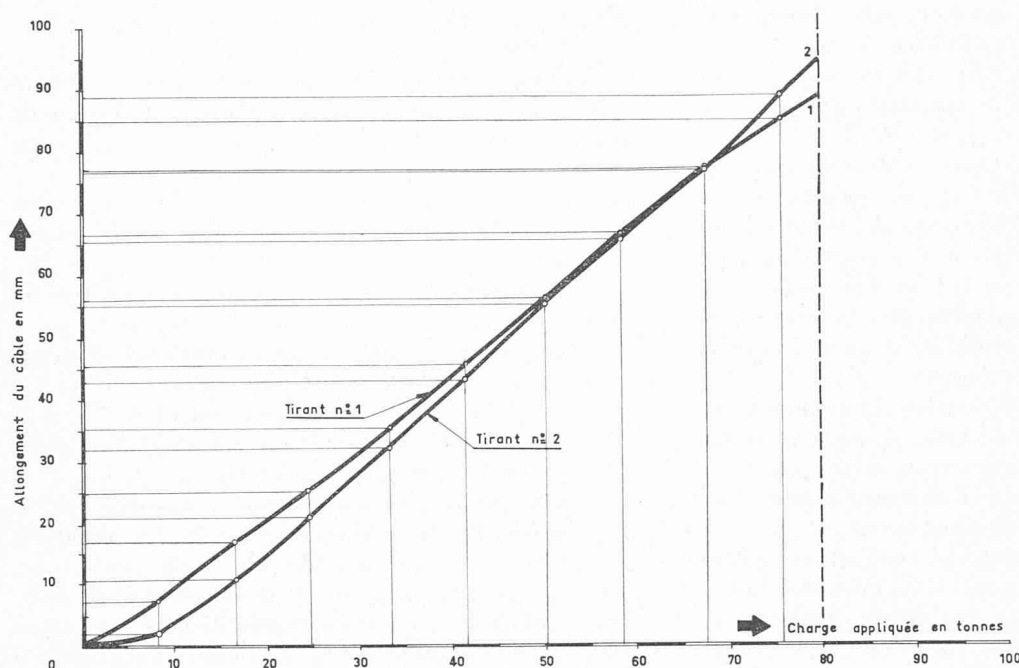


Fig. 6. — Courbes de mise en tension des tirants d'essai 1 et 2.

(Graphique limité au domaine élastique des aciers).

montré un déplacement dans le temps du point d'effort maximum imposé au terrain vers la surface ; déplacement qui s'est limité à 6 m de l'extrémité de l'ancrage.

— un autre tirant, avec ancrage de 7 m, a été tendu à 87 tonnes, mais l'essai a été ultérieurement perturbé par la rupture de l'un des fils de ce tirant. La figure 6 montre la courbe « effort-déformation », graphique également convenablement linéaire.

Les jauges extensométriques posées sur ce tirant ont confirmé la remarque précédente, puisque à 7 m de

l'extrémité de l'ancrage les contraintes dans le tube étaient négligeables.

Les mesures effectuées ont pleinement atteint le but recherché et ont permis de vérifier la tenue de l'ancrage, de connaître sa longueur utile (qui peut être, dans le terrain considéré, fixée à 6 m) et de s'assurer que le terrain n'était plus sollicité au-delà de cette distance, ce qui garantit la stabilité du tirant.

Des essais du même type sont prévus dans d'autres terrains, et notamment dans des formations morainiques.

## BIBLIOGRAPHIE

**Introduction à la physique atomique**, par Larkin Kerwin, professeur à l'Université Laval, Québec. Paris, Gauthier-Villars, 1964. — Un volume 16×24 cm, xiv + 439 pages, figures. Prix : relié, 50 F.

L'auteur présente aux étudiants en sciences une vue d'ensemble de la description courante de l'univers matériel tel que révélé par les sciences physiques. Il le fait au moyen de la théorie atomique.

L'ouvrage débute par les sections sur l'atomicité de la matière (la théorie cinétique des gaz, les chaleurs spécifiques, les forces de Van der Waals, les trajets moyens, le mouvement brownien), de l'électricité (les lois de Faraday, l'expérience de Millikan, les caractéristiques de l'électron, les protons) et de l'énergie (les spectres thermiques, les lois de la radiation, les spectres de ligne, les séries, l'effet photo-électrique). Un chapitre sur la relativité traite ensuite de l'espace et du temps. Ayant ainsi décrit les parties fondamentales de l'univers, l'auteur traite ensuite la façon dont on peut les rassembler. Différents modèles de l'atome (selon Thomson, Rutherford, Bohr, de Broglie, etc.) sont examinés, le modèle de Bohr pour l'hydrogène étant calculé en détail. La structure électronique et le principe d'exclusion de Pauli ainsi que l'interprétation statistique du modèle ondulatoire et le principe d'incertitude sont introduits. L'auteur étend ensuite la description à des structures plus larges — les molécules et les cristaux. En parlant des cristaux, il examine la production et l'absorption des rayons X.

Son attention est ensuite tournée des aspects extérieurs des atomes à leur structure interne. Cette partie

de l'ouvrage traite des phénomènes de radio-activité, des constituants du noyau, et de la courbe *p-n*. Cette courbe permet à l'auteur d'aborder le problème des noyaux possédant un excès de neutrons (réacteurs et physique nucléaire de basse énergie) et des noyaux possédant un excès de protons (accélérateurs et physique nucléaire de haute énergie). La mesure des masses précises, le rapport entre masse et énergie, la stabilité nucléaire, les défauts de masse et enfin un chapitre sur les particules élémentaires terminent l'ouvrage.

### Sommaire :

I. *Introduction* : La théorie atomique de l'univers. — II. *Atomicité* : L'atomicité de la matière. Atomicité de l'électricité. L'atomicité de l'énergie. L'atomicité de l'espace et du temps. — III. *Atome et structure d'atomes* : Description de l'atome monoélectrique. Les atomes complexes. Les modèles moléculaires. Les modèles de cristaux. Les grands systèmes dans l'univers. — IV. *Au cœur de l'atome* : La radio-activité. La structure nucléaire. Les particules élémentaires. — *Appendice* : L'alphabet grec. Table des isotopes et données atomiques. Unités et conversions. Quelques constantes et relations utiles.

**Le pénétromètre et la reconnaissance des sols. Interprétation des diagrammes de pénétration, théorie et pratique**, par G. Sanglerat, ingénieur civil des Ponts et Chaussées. Dunod, éditeur, 92, rue Bonaparte, Paris 6<sup>e</sup>. 1965. — Un volume 16×25 cm de 244 pages, avec 110 figures. Prix : relié toile sous jaquette, 45 F.

Dans une science relativement jeune et dynamique comme la mécanique des sols, le pénétromètre, créé en Hollande en 1932, constitue un outil d'investigation, à la fois pratique, rapide et peu coûteux.