

Géotechnique

Sols : Reconnaissance et essais

Sondage au pénétromètre dynamique type B

E : Soils investigation and testing — In situ tests — Dynamic penetration B tip

D : Geotechnik — Erdboden : Erkundung und Prüfungen — Dynamische Eindringprüfung Typ B

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'afnor le 20 novembre 1990 pour prendre effet le 20 décembre 1990.

correspondance À la date de publication de la présente norme, il n'existe pas de norme ou de projet de norme européenne ou internationale sur le sujet.

analyse La présente norme traite du sondage au pénétromètre dynamique de type B (PDB). Elle définit les termes employés et les paramètres mesurés, spécifie les caractéristiques de l'appareillage, fixe le mode opératoire et précise les résultats à présenter.

descripteurs Thésaurus International Technique : sol, essai en place, essai de pénétration, essai dynamique, appareillage, caractéristique, mode opératoire.

modifications

corrections

Membres de la commission de normalisation chargée de l'élaboration de la présente norme

Président : M PAREZ

Secrétaire : M BIGOT — Laboratoire Régional de l'Est Parisien

M	AMAR	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
M	BARNOUD	Union Syndicale Géotechnique
M	BLONDEAU P.	Comité Professionnel de la Prévention et du Contrôle Technique
M	CASSAN	FONDASOL
M	CHAILLOT	SNCF — Direction de l'Équipement
MME	DAURELLE	AFNOR
M	DORE	MECASOL
M	GONIN	SIMECSOL
M	PAREZ	SOL — ESSAIS
M	PHILIPPONNAT	SOPENA
M	RINCENT	Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics
M	THONIER	Sondage, Forage et Fondations Spéciales — Syndicat National des Entrepreneurs
M	WASCHKOWSKI	Laboratoire Régional de Blois — Expert

AVANT-PROPOS

Deux types de matériel de pénétration dynamique ont été normalisés. À chacun est associée une procédure d'investigation du sol.

Le pénétromètre dynamique type A (PDA) permet de réaliser des essais de pénétration dynamique qui sont considérés comme des essais de référence (NF P 94-114).

Le pénétromètre dynamique type B (PDB) est utilisé pour effectuer des sondages de reconnaissance du sol (NF P 94-115).

SOMMAIRE

	Page
1	OBJET 3
2	DOMAINE D'APPLICATION 3
3	DÉFINITION TERMINOLOGIE 3
3.1	Définition générale 3
3.2	Nombre de coups pour un enfoncement donné 4
4	PRINCIPE DU SONDAGE 4
5	APPAREILLAGE ET INSTRUMENTS DE MESURE 4
5.1	Présentation du pénétromètre dynamique PDB 4
5.2	Description 6
6	MODE OPÉRATOIRE 7
6.1	Contrôles à effectuer 7
6.2	Réalisation du sondage 8
7	PROCÈS-VERBAL DE SONDAGE 8
	ANNEXE A — Caractéristiques principales du pénétromètre PDB 9
	ANNEXE B — Exemple de présentation des résultats 10

1- OBJET

La présente norme traite du sondage au pénétromètre dynamique type B. Elle a pour objet de définir les termes employés et les paramètres mesurés, de spécifier les caractéristiques de l'appareillage, de fixer le mode opératoire et de préciser les résultats à présenter.

2 DOMAINE D'APPLICATION

La norme s'applique aux sondages réalisés au pénétromètre dynamique dans tous les sols fins et les sols grenus dont la dimension moyenne des éléments ne dépasse pas 60 mm.

3 DÉFINITION TERMINOLOGIE

3.1 Définition générale

Le sondage au pénétromètre dynamique est un moyen de reconnaissance géotechnique qui teste le terrain en place et fournit en tant que tel une caractéristique du sol. Il consiste à déterminer le nombre de coups nécessaires pour enfoncer, selon une procédure définie, une pointe soumise, par l'intermédiaire d'un train de tiges, à une énergie de battage.

Le sondage au pénétromètre dynamique permet d'apprécier d'une façon qualitative la résistance des terrains traversés. Il est limité à une profondeur de 15 m, parfois moins si le frottement latéral se développe sur le train de tiges.

À partir de ce nombre de coups, le sondage au pénétromètre dynamique permet d'apprécier entre autres :

- la succession de différentes couches de terrain,
- l'homogénéité d'une couche ou la présence d'anomalies,
- la position d'une couche résistante dont l'existence est connue.

Ce type de sondage peut servir à orienter le choix des fondations mais ne permet pas d'évaluer les capacités portantes.

3.2 Nombre de coups pour un enfoncement donné

N_{dh} désigne le nombre de coups de mouton nécessaire pour un enfoncement permanent h de la pointe.

La valeur de h est prise égale à 20 cm.

4 PRINCIPE DU SONDAGE

Le sondage au pénétromètre dynamique consiste à :

- enfoncer dans le sol par battage de manière continue un train de tiges muni en partie inférieure d'une pointe débordante,
- noter le nombre de coups (N_{d20}),
- vérifier l'importance des efforts parasites éventuels sur le train de tiges.

5 APPAREILLAGE ET INSTRUMENTS DE MESURE

5.1 Présentation du pénétromètre dynamique DPB

Le schéma de la figure 1 montre les différents éléments par fonction dans leur environnement.

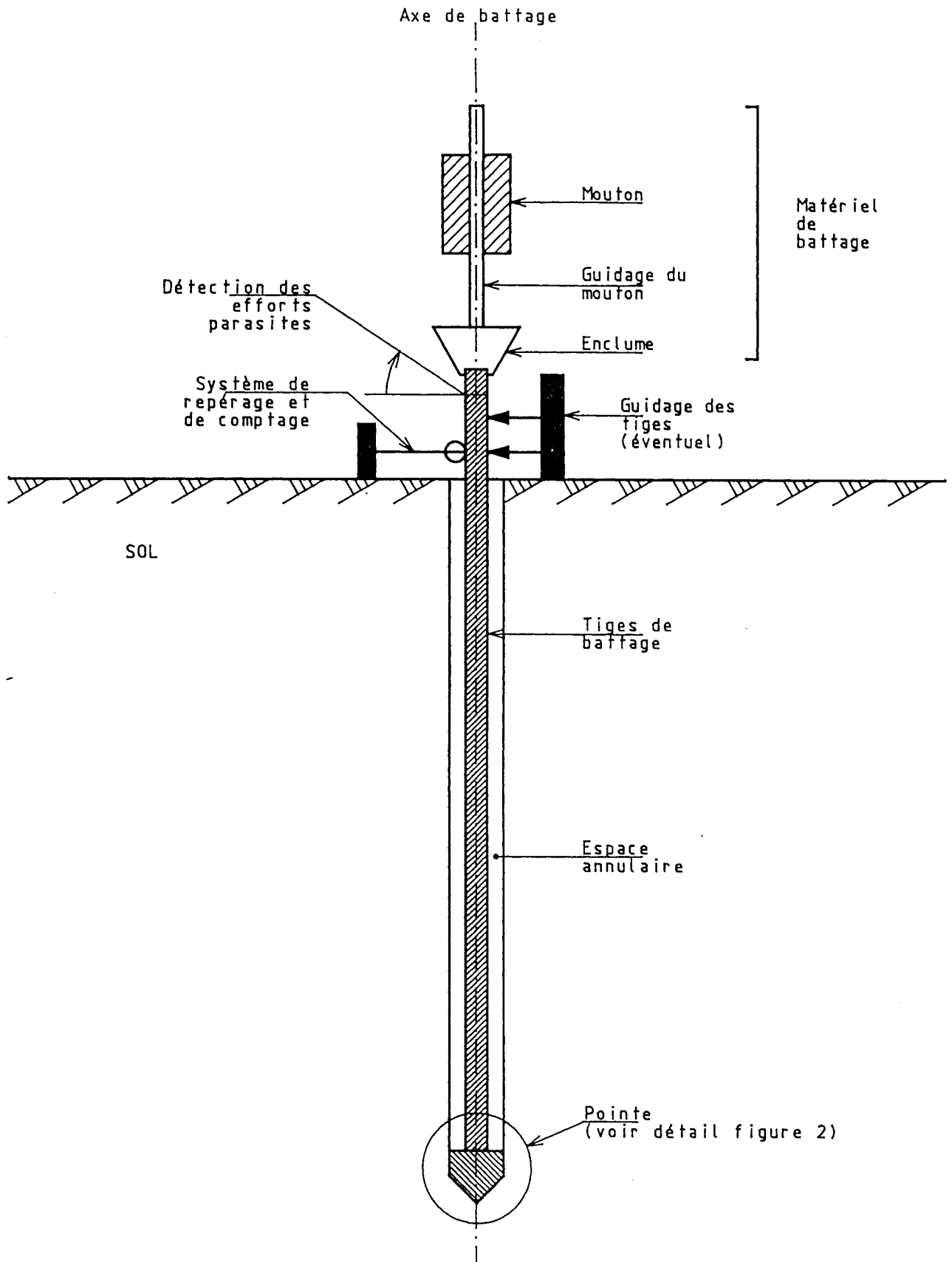


Figure 1 — Pénétrömètre dynamique PDB

5.2 Description

Le pénétromètre dynamique se compose d'un matériel de battage et de guidage, d'un train de tiges, d'une pointe, d'un système de détection des efforts parasites et d'un dispositif de mesure.

Les caractéristiques de ces différents constituants sont données ci-après ainsi que dans l'annexe A qui précise également les tolérances.

5.2.1 Matériel de battage

Il comporte un mouton, une enclume, un ensemble de guidage, de relevage et de déclenchement de la chute du mouton.

5.2.1.1 Mouton

Le mouton a une masse m de 64 kg. Il est cylindrique de section circulaire ou carrée et d'élanement compris entre 1 et 2.

5.2.1.2 Enclume et guidage du mouton

L'enclume est en acier et solidaire du train de tiges.

Sa masse est comprise entre 10 et 15 kg et son diamètre est supérieur à 0,1 m et inférieur à la demi-largeur du mouton.

La masse totale de l'enclume et de l'élément de guidage du mouton n'excède pas 25 kg.

L'enclume, l'élément de guidage du mouton et le train de tiges sont coaxiaux.

5.2.1.3 Système de relevage du mouton et de déclenchement de sa chute

La hauteur de chute (H) du mouton est de 75 cm.

Le mouton est libéré automatiquement avec une vitesse initiale nulle. Il tombe librement à une cadence de 15 à 30 fois par minute.

5.2.2 Tiges de battage

Les tiges de battage sont en acier. Elles sont pleines et identiques. Leur diamètre extérieur est d_t .

Les tiges sont assemblées fermement pour constituer un train de tiges rigidement lié selon un axe rectiligne et continu.

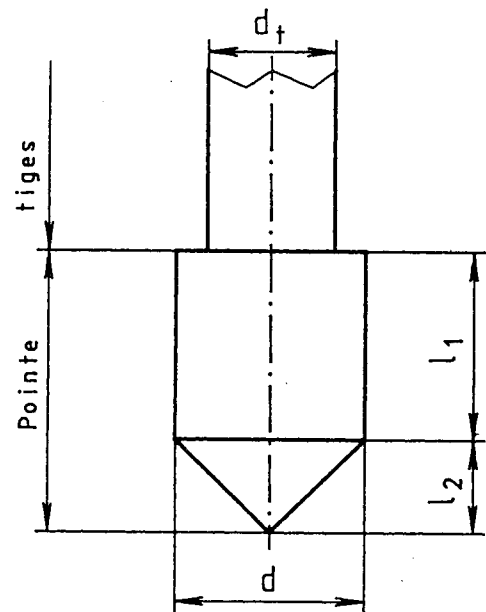
Toutes les tiges ainsi que les jonctions présentent le même diamètre. L'excentricité maximale tolérée aux jonctions est de 0,2 mm.

La flèche des tiges utilisées est inférieure à 0,2 % de leur longueur.

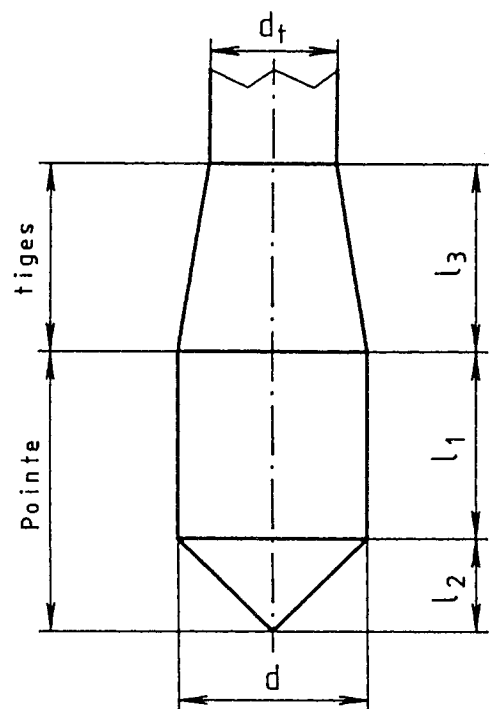
5.2.3 Pointe

La pointe est débordante. Elle peut être soit perdue soit récupérable et fixée à la tige inférieure. Ses dimensions sont indiquées sur les figures 2a et 2b, selon que la pointe est perdue ou récupérable. Elle est en acier.

La pointe est adaptée au train de tiges de façon à ne subir ni déplacement latéral ni inclinaison par rapport à l'axe de battage, ni être perdue avant la fin du sondage.



a) Pointe perdue



b) Pointe récupérable

5.2.4 Système de détection des efforts parasites

Il s'agit d'une clef dynamométrique graduée au minimum de 100 à 200 N.m avec un espacement maximal des graduations de 20 N.m.

5.3 Instruments de mesure

Les appareils de mesure sont adaptés en fonction des informations à recueillir. Ils comportent au minimum :

- un compteur de nombre de coups de mouton,
- un repérage de la profondeur à l'aide d'un marquage indélébile par rainurage des tiges de battage selon un intervalle de 20 cm.

Un système d'enregistrement automatique du nombre de coups et de l'enfoncement du train de tiges peut être utilisé pour autant qu'il permette un contrôle visuel permanent.

6 MODE OPÉRATOIRE

6.1 Contrôles à effectuer

On distingue ceux qui sont à effectuer préalablement au sondage de ceux à réaliser au cours du battage.

6.1.1 Vérifications périodiques

Après toute modification de l'appareillage, les différents éléments suivants doivent être vérifiés comme ils l'ont été à la première mise en service :

- masses et dimensions des différents composants du pénétromètre,
- hauteur de chute du mouton,
- clef dynamométrique.

Mensuellement pour une utilisation régulière ou tous les 20 sondages, vérifier la flèche des tiges en les roulant de 360° sur une surface plane.

6.1.2 Avant sondage

Il est procédé aux différentes opérations suivantes :

6.1.2.1 *Repérage sur un plan de situation et identification du sondage sur un plan coté*

Remarque : pour avoir des résultats représentatifs du sol vierge, on doit s'assurer que le terrain n'a pas été perturbé au préalable au droit du sondage. Sur un site où un grand nombre de sondages de différentes natures sont effectués, l'ordre chronologique doit être indiqué. On rappelle que l'influence d'un forage non tubé et non rebouché peut affecter le sol sur un rayon atteignant 25 fois le diamètre du forage.

6.1.2.2 *Vérifications*

- de la rectitude des tiges avec une règle de référence,
- des dimensions de la pointe s'il s'agit d'une pointe récupérée,
- de l'état de la clef dynamométrique,
- du fonctionnement du système de comptage ou d'acquisition du nombre de coups,
- de l'existence d'un moyen de repérage de la profondeur atteinte par la pointe et éventuellement de son initialisation dans le cas d'utilisation d'un enregistrement automatisé,

- de la hauteur libre afin de mettre en place un système de guidage si la distance entre la base du pénétromètre et le sol dépasse 3 m,
- de la solidarisation, dans le cas où un avant-trou est nécessaire, de la pointe avec son porte-pointe afin d'éviter sa perte sur la hauteur de l'avant-trou.

6.1.3 Pendant le sondage

Il faut au cours de l'ensemble des manœuvres vérifier que :

- l'axe du train de tiges coïncide avec celui de l'effort de battage,
- les tiges et la pointe sont enfoncées verticalement. L'inclinaison maximale tolérée est de 2 % par rapport à la verticale pendant le battage.

6.1.4 Après le sondage

Lors de l'extraction du train de tiges du sol, la rectitude des tiges est contrôlée avec une règle de référence.

6.2 Réalisation du sondage

Sous l'effet de la chute du mouton à la cadence de 15 à 30 fois par minute, le train de tiges est battu d'une manière continue.

À chaque ajout de tige et au moins tous les mètres, l'opérateur fait tourner le train de tiges sur lui-même à l'aide de la clef dynamométrique et note le couple mesuré.

Lorsque le couple est inférieur à 100 N.m, cela indique que les efforts parasites sont négligeables.

Tout arrêt du battage excédant 5 min ou tout arrêt pour rallonger le train de tiges doit être indiqué sur la feuille de sondage.

Le nombre de coups de mouton nécessaire pour enfoncer la pointe de 20 cm est noté en fonction de la longueur totale des tiges introduites dans le sol.

La fin du sondage correspond à la satisfaction de l'une des conditions suivantes :

- la profondeur déterminée préalablement est atteinte,
- l'enfoncement sous 100 coups est inférieur ou égal à 20 cm ou l'enfoncement sous 50 coups est inférieur à 10 cm,
- le rebond du mouton est supérieur à 5 cm,
- la mesure du couple effectué à la clé dynamométrique dépasse 200 N.m.

7 PROCÈS-VERBAL DE SONDAGE

Le procès-verbal comporte les informations minimales suivantes :

- la référence à la présente norme NF P 94-115,
- la date du sondage,
- le nom de la firme qui a réalisé le sondage,
- l'identification du sondage, la référence du plan d'implantation et les coordonnées du sondage,
- le niveau du début du sondage par rapport à la surface du sol et la cote altimétrique du sol par rapport à un système de référence précisé,
- les valeurs du nombre de coups N_{d20} pour un enfoncement de 20 cm, en fonction de la profondeur, présentées sous forme graphique avec échelles arithmétiques,
- sur demande, les valeurs numériques en fonction de la profondeur seront fournies sous forme de tableau,
- les valeurs du couple mesuré à la clé dynamométrique en fonction de la profondeur. Pour les lectures qui donnent des valeurs inférieures à 100 N.m, il peut être simplement porté inférieur à 100 N.m,
- les observations liées à la réalisation du sondage ainsi que les incidents et les détails opératoires non prévus dans la norme,
- les caractéristiques des différents éléments du pénétromètre (masse des tiges, de la pointe, de l'enclume, pointe perdue ou non...).

À titre indicatif, un exemple de procès-verbal est donné dans l'annexe B.

ANNEXE A

(fait partie intégrante de la norme)

Tableau 1 — Caractéristiques principales du pénétromètre dynamique type B

	Désignation	Symbole	Unité	Valeur	Tolérance d'utilisation	
Mouton	Masse	m	kg	64	0 - 0,7	
	Hauteur de chute	H	m	0,75	± 0,02	
	Élancement - Rapport longueur sur largeur D_m du mouton	—	—	1 à 2	—	
	Cadence de battage	—	Coups/min	15 à 30	—	
Enclume	Diamètre	—	cm	$< 0,5 D_m$ > 10	—	
	Masse	Enclume seule	—	kg	10 à 15	—
		Enclume et guidage solidarisés	—	kg	≤ 25	—
Tiges	Longueur	—	m	1 à 2	± 0,1 %	
	Masse	—	kg/m	$\leq 8,5$	—	
	Diamètre	d_t	mm	34	± 2,5	
Pointe	Aire de la section droite	A	cm ²	20	—	
	Diamètre extérieur	d	mm	50,5	± 0,5	
	Longueur de la partie cylindrique	l_1	mm	50,5	+ 0,5 - 5	
	Longueur de la partie conique	l_2	mm	25	+ 0,5 - 2,0	
	Longueur de la partie tronconique si la pointe est récupérable	l_3	mm	$\leq 50,5$	—	

ANNEXE B

(ne fait pas partie intégrante de la norme)

EXEMPLE DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS**B.1 Procès-verbal**

Il comporte une présentation graphique des résultats dont un exemple est donné figure B.1.

B.2 , Feuille de chantier

Les observations (anomalies, état de la pointe, état des tiges après extraction, présence d'humidité) notées par l'opérateur dans un compte rendu interne, sont communiquées sur demande.

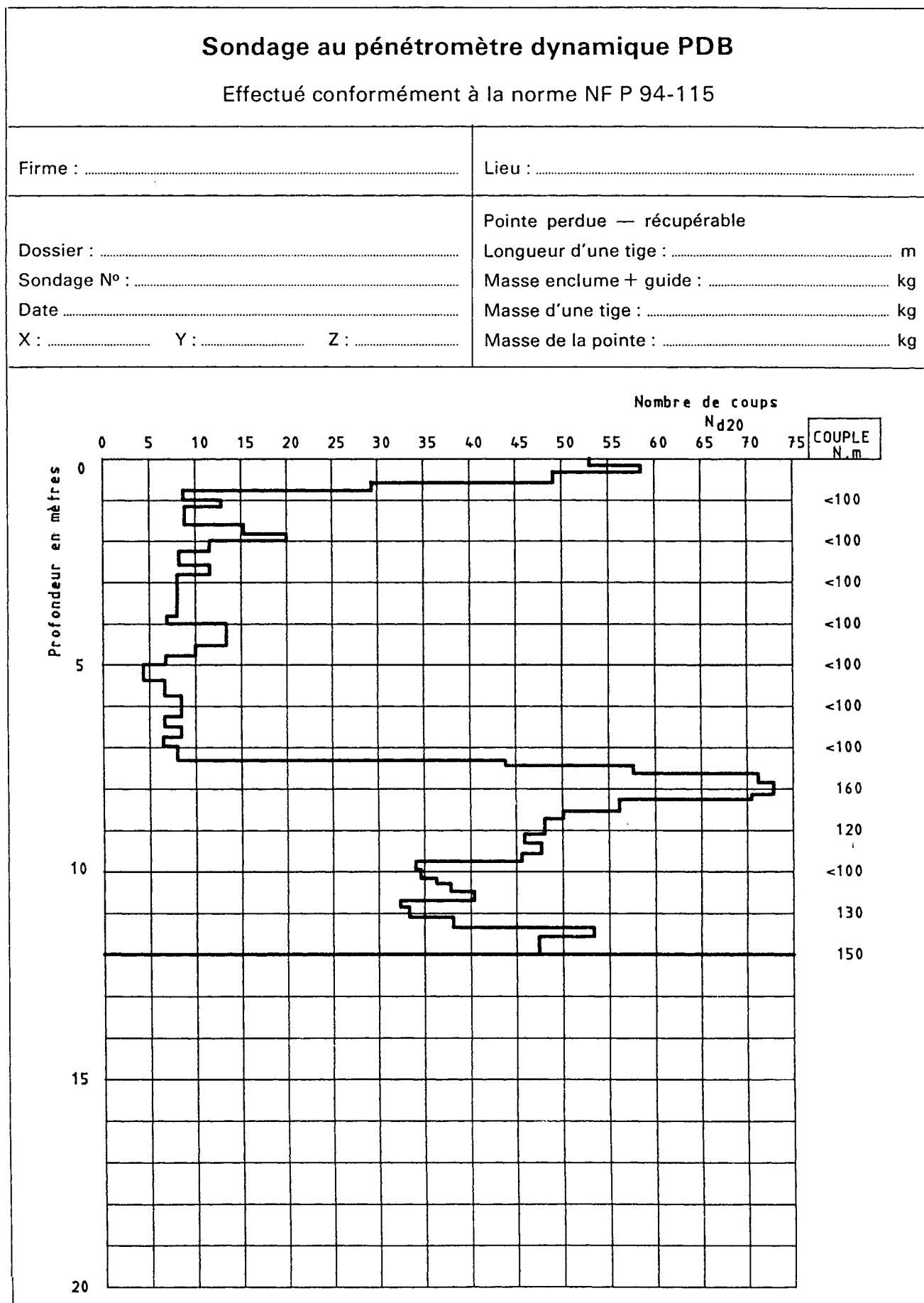


Figure B.1 — Procès-verbal du sondage au pénétromètre dynamique PDB

