
**Reconnaissance et essais
géotechniques — Essais
géohydrauliques —**

Partie 3:

Essais de pression d'eau dans des roches

*Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing —
Part 3: Water pressure tests in rock*
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22282-3:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/43ae81e0-6aae-454b-afbb-e9d6f979938b/iso-22282-3-2012>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 22282-3:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/43ae81e0-6aae-454b-afbb-e9d6f979938b/iso-22282-3-2012>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire	Page
Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et symboles	1
3.1 Termes et définitions	1
3.2 Symboles	3
4 Équipement	3
4.1 Généralités	3
4.2 Pompe et alimentation	5
4.3 Débitmètre	5
4.4 Obturateurs	6
5 Mode opératoire d'essai	6
5.1 Préparation de l'essai	6
5.2 Exécution de l'essai	6
6 Rapport	8
6.1 Procès-verbal établi sur le site	8
6.2 Rapport d'essai	10
Annexe A (informative) Procès-verbal des valeurs mesurées et des résultats de l'essai de pression d'eau	11
Annexe B (informative) Interprétation des résultats d'essai	13
Annexe C (informative) Évaluation des résultats d'essai dans l'hypothèse de conditions de régime permanent	18
Annexe D (informative) Évaluation des essais à charge constante et à débit constant	20
Annexe E (informative) Capacité d'injection de coulis	24
Bibliographie	26

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 22282-3 a été élaborée par le comité technique CEN/TC 341, *Enquête géotechnique et test*, du Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 182, *Géotechnique*, sous-comité SC 1, *Recherches et essais géotechniques*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

L'ISO 22282 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Reconnaissance et essais géotechniques — Essais géohydrauliques*.

- *Partie 1: Règles générales*
- *Partie 2: Essais de perméabilité à l'eau dans un forage en tube ouvert*
- *Partie 3: Essais de pression d'eau dans des roches*
- *Partie 4: Essais de pompage*
- *Partie 5: Essais d'infiltration*
- *Partie 6: Essais de perméabilité à l'eau dans un forage en tube fermé*

Reconnaissance et essais géotechniques — Essais géohydrauliques —

Partie 3: Essais de pression d'eau dans des roches

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 22282 établit des exigences relatives aux essais de pression d'eau réalisés dans des trous de forage percés dans la roche dans le cadre de missions de reconnaissances et d'essais géotechniques conformément à l'EN 1997-1 et l'EN 1997-2.

Ces essais servent à étudier

- les propriétés hydrauliques du massif rocheux, qui dépendent principalement des discontinuités,
- la capacité d'absorption du massif rocheux,
- l'étanchéité du massif rocheux,
- l'efficacité de l'injection de coulis, et
- le comportement géomécanique, par exemple fracturation et soulèvement hydrauliques.

Dans les essais géohydrauliques, de nombreux effets sont liés non seulement au sol proprement dit, mais aussi au mode opératoire d'essai utilisé. Par le passé, l'essai de pression d'eau était évalué en prenant pour hypothèse que le régime permanent était atteint. Des progrès récents dans le domaine de la géohydraulique ont montré qu'il existe souvent des phénomènes transitoires. La présente partie de l'ISO 22282 tente de mettre en évidence les limitations de certains modes opératoires d'essai, sans toutefois restreindre de manière trop drastique l'équipement requis.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 14689-1, *Recherches et essais géotechniques — Dénomination et classification des roches — Partie 1: Dénomination et description*

ISO 22282-1, *Reconnaissance et essais géotechniques — Essais géohydrauliques — Partie 1: Règles générales*

ISO 22475-1, *Reconnaissance et essais géotechniques — Méthodes de prélèvement et mesurages piézométriques — Partie 1: Principes techniques des travaux*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 22282-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1.1
débit d'eau

Q

quantité d'eau s'écoulant dans l'équipement d'essai dans certaines conditions d'essai par unité de temps

3.1.2
prise d'eau

w

débit d'eau, Q , rapporté à la pression d'essai effective, p_T

3.1.3
essai à un seul palier de pression

essai ne comportant qu'un seul palier de pression

NOTE Cet essai sert normalement à vérifier l'étanchéité de la roche ou les mesures d'étanchéité.

3.1.4
essai à plusieurs paliers de pression

essai comportant plusieurs paliers de pression

NOTE Cet essai sert normalement à étudier la prise d'eau et le comportement des discontinuités, par exemple soulèvement hydraulique, fracturation hydraulique, érosion, colmatage.

3.1.5
régime permanent

phase d'essai durant laquelle la pression et le débit sont constants

3.1.6
Lugeon

unité de perméabilité

NOTE 1 unité Lugeon équivaut à 1 l d'eau prélevé par mètre de longueur d'essai, par minute, sous une pression de 10 bar)

3.1.7
fracturation hydraulique

formation de nouvelles discontinuités sous l'effet de l'injection

3.1.8
soulèvement hydraulique

dilatation des discontinuités sous l'effet de l'injection

3.1.9
débitmètre

appareil utilisé pour mesurer le volume d'eau consommé

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22282-3:2012
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/43ae81e0-6aae-454b-afbb-e9d6f979938b/iso-22282-3-2012>

3.2 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles donnés dans le Tableau 1 s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles

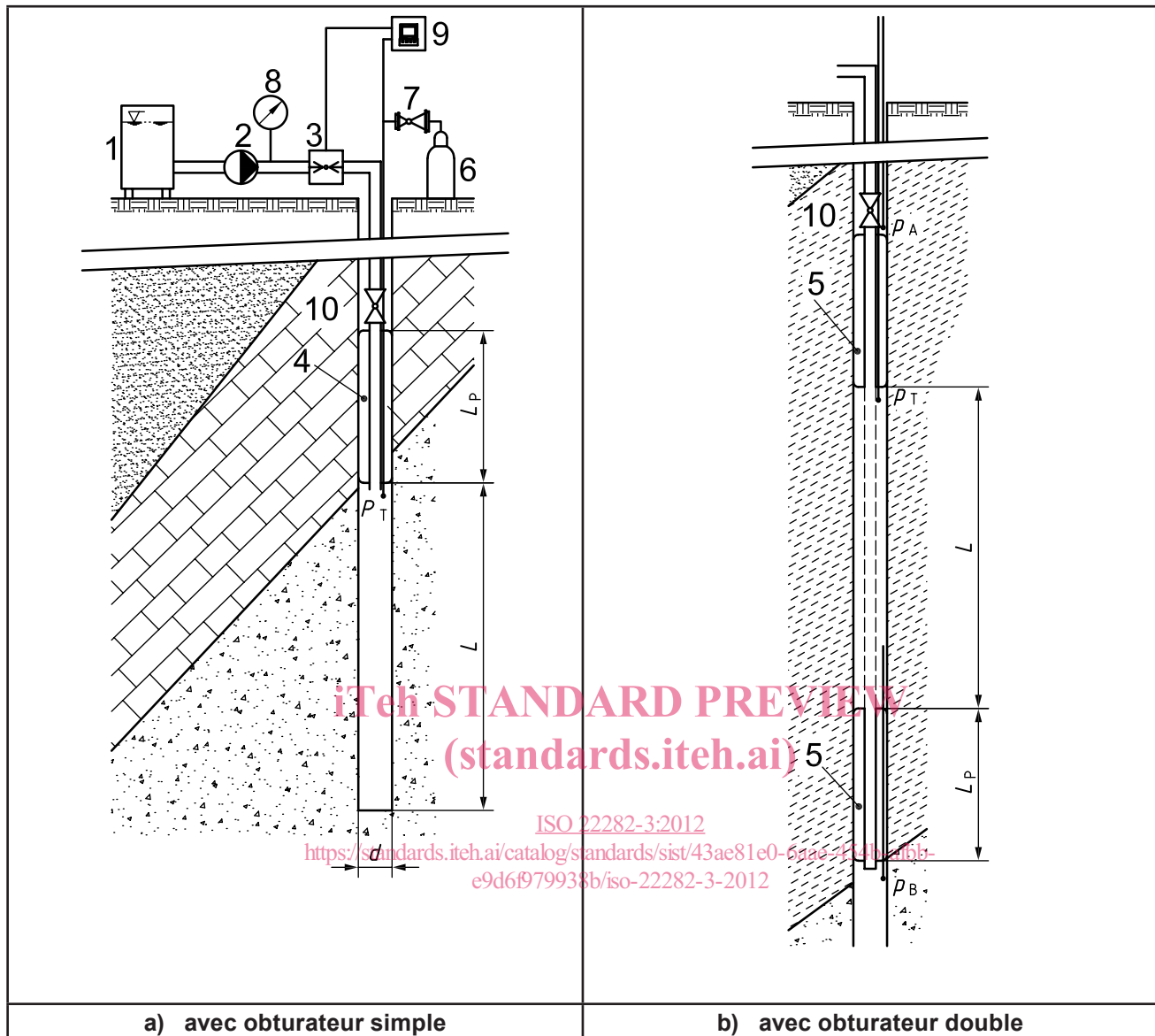
Symbole	Désignation	Unité
D	diamètre de la section d'essai	m
d	diamètre du tube	m
g	gravité	m/s ²
h	distance entre la hauteur piézométrique et la surface du sol	m
K	perméabilité absolue	m ²
k	coefficient de perméabilité	m/s
L	longueur	
L_p	longueur de l'obturateur	m
m	pente	m
N	nombre de discontinuités	—
p	pression	MPa
p_A	pression au-dessus de l'obturateur	MPa
p_B	pression en dessous de l'obturateur	MPa
p_M	pression au sommet du trou de forage	MPa
p_R	perte de pression	MPa
p_T	pression d'essai effective	MPa
p_p	pression au sommet du trou (p_M)	MPa
p_i	pression d'injection	MPa
Δp	perte de pression entre la pompe et la section d'essai	MPa
Q	débit d'eau	m ³ /s
R	rayon de reconnaissance calculé	m
r_0	rayon du trou de forage	m
S	coefficient d'emmagasinement	—
T	transmissivité	m ² /s
t	temps	—
W_m	largeur moyenne des joints	m
w	prise d'eau	m ³ /s
α	coefficient de forme de la section d'essai	—
γ	masse volumique	kg/m ³
η	viscosité dynamique du fluide	N s/m ²
ρ	masse volumique de l'eau	kg/m ³

4 Équipement

4.1 Généralités

Comme illustré à la Figure 1, l'eau doit être pompée dans une section d'essai à l'intérieur d'un trou de forage fermé par un ou plusieurs obturateurs, afin de déterminer la relation entre la pression et la prise d'eau.

En fonction du type d'essai, un assemblage d'essai à obturateur simple ou double est utilisé (voir Figure 1).



Légende

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 réservoir 2 pompe 3 débitmètre 4 obturateur simple, gonflable 5 obturateur double, gonflable 6 bouteille de gaz comprimé 7 régulateur permettant de réguler la pression dans les obturateurs gonflables | <ul style="list-style-type: none"> 8 manomètre 9 système d'enregistrement de données 10 vanne d'arrêt L longueur de la section d'essai L_p longueur de l'obturateur p_T pression d'essai effective p_A pression dans le trou de forage au-dessus de l'obturateur (facultatif) p_B pression dans le trou de forage en dessous de l'obturateur double (facultatif) |
|---|---|

Figure 1 — Exemple d'équipement et de montage pour l'essai de pression d'eau avec un obturateur simple et un obturateur double

L'essai de pression d'eau peut être réalisé dans un trou de forage d'orientation et de diamètre quelconques. La section d'essai peut être située soit au-dessus, soit en dessous du niveau de la nappe souterraine.

L'équipement de base est constitué des éléments suivants (voir également l'exemple illustré à la Figure 1):

- pompe avec alimentation en eau;
- tubes;
- obturateur simple ou double;
- vanne d'arrêt dans le tube au-dessus de la section d'essai;
- dispositif de mesure de la pression:
 - systèmes de mesure dans la section d'essai incluant un capteur de pression;
 - systèmes de mesure de contrôle à la surface incluant un manomètre;
- débitmètre;
- système d'enregistrement de données.

Le bon fonctionnement des manomètres et des débitmètres doit être vérifié avant chaque essai. En cas d'enregistrement manuel, deux manomètres et deux débitmètres ayant des étendues de mesure différentes doivent être installés. En cas d'enregistrement automatique, un contrôle visuel doit être possible.

Tous les dispositifs doivent être étalonnés conformément à l'ISO 22282-1. La perte de pression du système doit être évaluée.

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.itech.ai)

4.2 Pompe et alimentation

ISO 22282-3:2012

Une pompe régulée en pression doit être utilisée pour produire la pression requise en fonction des conditions locales.

NOTE Une pompe régulée a généralement un débit de sortie de 150 l/min. Une pompe de 1,5 MPa convient en règle générale.

Pour obtenir un débit d'eau et une pression sans oscillation, une pompe présentant une oscillation de pression de ± 3 % au maximum ou dont la pression est constante à ± 3 % près doit être utilisée.

L'eau doit être pompée vers la section d'essai par un tuyau souple sous pression ou un système de tubes.

4.3 Débitmètre

L'étendue de mesure des débitmètres utilisés doit être adaptée à la quantité d'eau (débit d'eau), Q , censée être absorbée. Il peut être nécessaire d'installer deux débitmètres couvrant des étendues de mesure différentes:

- si Q_{\max} atteint un débit de l'ordre de 100 l/min, un débit de 2 l/min doit pouvoir être identifié;
- si Q_{\max} atteint un débit de l'ordre de 10 l/min, un débit de 0,5 l/min doit pouvoir être identifié.

La précision du débitmètre doit être meilleure que 3 % de l'étendue de mesure.

4.4 Obturateurs

La longueur effective de la gaine de l'obturateur doit correspondre à au moins 10 fois le diamètre du trou de forage et mesurer au moins 0,5 m. La pression nécessaire pour dilater l'obturateur doit être supérieure d'au moins 30 % à la pression d'essai maximale attendue.

5 Mode opératoire d'essai

5.1 Préparation de l'essai

Avant de réaliser l'essai de pression d'eau, les informations de base selon l'ISO 22282-1 doivent être prises en compte.

Outre les informations figurant dans l'ISO 22282-1, les données d'essai suivantes doivent être fournies:

- but de l'essai (par exemple estimation de la perméabilité ou de la capacité d'injection de coulis);
- profondeur et constitution de la section d'essai;
- longueur de la section d'essai;
- application de la pression d'essai;
- nombre et durée des paliers de pression, sous forme de paliers de pression croissante et décroissante;
- pression maximale admissible au cours de l'essai.

Après le forage, le trou doit être nettoyé par circulation d'eau avant de réaliser l'essai.

NOTE Le forage et la circulation d'eau pour le nettoyage du trou ont une influence sur la nappe souterraine dans le massif rocheux.

La pression dans la section d'essai doit être mesurée et enregistrée avant de commencer l'essai, l'obturateur étant en place et le tube d'alimentation en eau étant fermé.

5.2 Exécution de l'essai

Au cours de l'essai, la pression, p , et la quantité d'eau (débit d'eau), Q , s'écoulant dans le débitmètre pendant une durée donnée (voir Figure 2) doivent être relevées et enregistrées.

La pression et le débit doivent être adaptés simultanément à la valeur du palier de pression.

Une augmentation importante du débit par rapport à la pression peut être un signe de fracturation ou de soulèvement hydraulique. Une augmentation modérée du débit par rapport à la pression peut indiquer la présence d'un écoulement turbulent dans la roche entourant le sondage.

Les données doivent être collectées à chaque palier de pression jusqu'à ce que le régime permanent soit atteint à la fois pour la pression, p , et pour le débit d'eau, Q , c'est-à-dire lorsque la pression et le débit restent constants. Chaque palier doit durer au moins 10 min. Lorsque les conditions de régime permanent ne sont pas atteintes dans les 10 min, les mesurages peuvent être arrêtés lorsque la variation est inférieure à 5 % par minute ou au bout de 30 min.

Le relevé et l'enregistrement des données peuvent être effectués soit manuellement, soit automatiquement.

En cas d'enregistrement automatique, les données doivent être enregistrées au moins toutes les 5 s. En cas d'enregistrement manuel, les données doivent être enregistrées au moins toutes les minutes.

Les relevés manuels nécessitent généralement d'atteindre les conditions de régime permanent, ce qui est possible au bout de 10 min d'écoulement d'eau par palier de pression.

Pour les relevés manuels à la surface, la longueur du tube doit être inférieure à 30 m au-dessous du manomètre afin d'effectuer une correction raisonnable de la perte de pression dans le réseau de tubes.

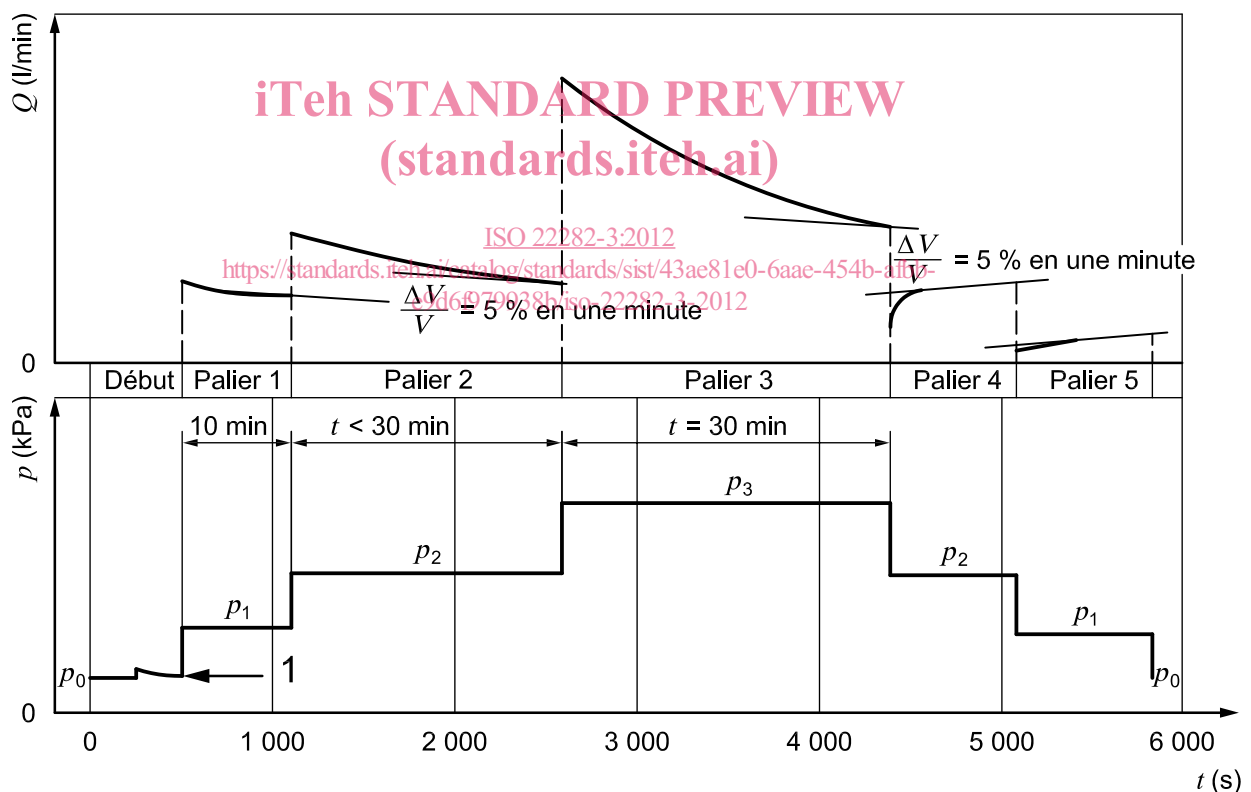
Si des capteurs de pression sont utilisés, il convient d'utiliser un manomètre supplémentaire à la surface à des fins de contrôle.

Il convient d'effectuer des mesurages directs dans la section d'essai afin d'éviter des corrections supplémentaires.

Les fuites autour et/ou le long du ou des obturateurs peuvent être détectées en installant des capteurs de pression au-dessus de l'obturateur supérieur (et en dessous de l'obturateur inférieur). Des variations de pression de l'eau peuvent indiquer la présence de fuites.

Les fuites autour et/ou le long des obturateurs doivent être réduites au minimum. Les actions pouvant être entreprises sont, par exemple

- l'application d'une technique de forage produisant une surface lisse et uniforme de la paroi du trou de forage et un diamètre de trou constant,
- l'utilisation d'un matériau souple adapté pour la gaine de l'obturateur, permettant un contact étroit avec la paroi du trou de forage, et
- l'utilisation de gaines d'obturateur plus longues en fonction des conditions locales en présence d'un réseau dense de fissures ouvertes.



Légende

- 1 pression dans le sol

Figure 2 — Exemple d'enregistrement de la pression et du débit lors d'un essai de pression d'eau comportant plusieurs paliers

Les résultats d'un essai de pression d'eau sont la pression, p , et le débit d'eau, Q , enregistrés en fonction du temps. En outre, la pression, p , et le débit d'eau, Q , enregistrés doivent être représentés sur un graphique (voir l'Annexe B). Les résultats d'essai peuvent être utilisés pour évaluer la perméabilité et la capacité d'injection de coulis dans des conditions de régime permanent (voir l'Annexe C) et dans des conditions transitoires (voir l'Annexe D).

6 Rapport

6.1 Procès-verbal établi sur le site

6.1.1 Généralités

Un procès-verbal doit être dressé sur le site du projet. Il doit comprendre les informations suivantes, le cas échéant:

- a) coupe sommaire conformément à l'ISO 22475-1;
- b) procès-verbal de forage conformément à l'ISO 22475-1;
- c) procès-verbal de prélèvement conformément à l'ISO 22475-1;
- d) procès-verbal de dénomination et de description de la roche conformément à l'ISO 14689-1;
- e) procès-verbal d'installation conformément à 6.1.2;
- f) procès-verbal d'étalonnage conformément à l'ISO 22282-1;
- g) procès-verbal des valeurs mesurées et des résultats d'essai conformément à 6.1.3.

Toutes les reconnaissances de terrain doivent être consignées dans le procès-verbal de telle sorte que des tierces parties soient à même de contrôler et de comprendre les résultats.

6.1.2 Procès-verbal d'installation

Le procès-verbal d'installation doit être joint à la coupe sommaire et doit comprendre les informations essentielles suivantes, le cas échéant:

- a) type d'équipement;
- b) obturateurs (y compris la méthode de gonflage);
- c) pompes;
- d) capteur de pression;
- e) système de mesure du débit;
- f) contrôle;
- g) pression d'eau initiale dans la section d'essai;
- h) nom et signature de l'opérateur réalisant l'essai.