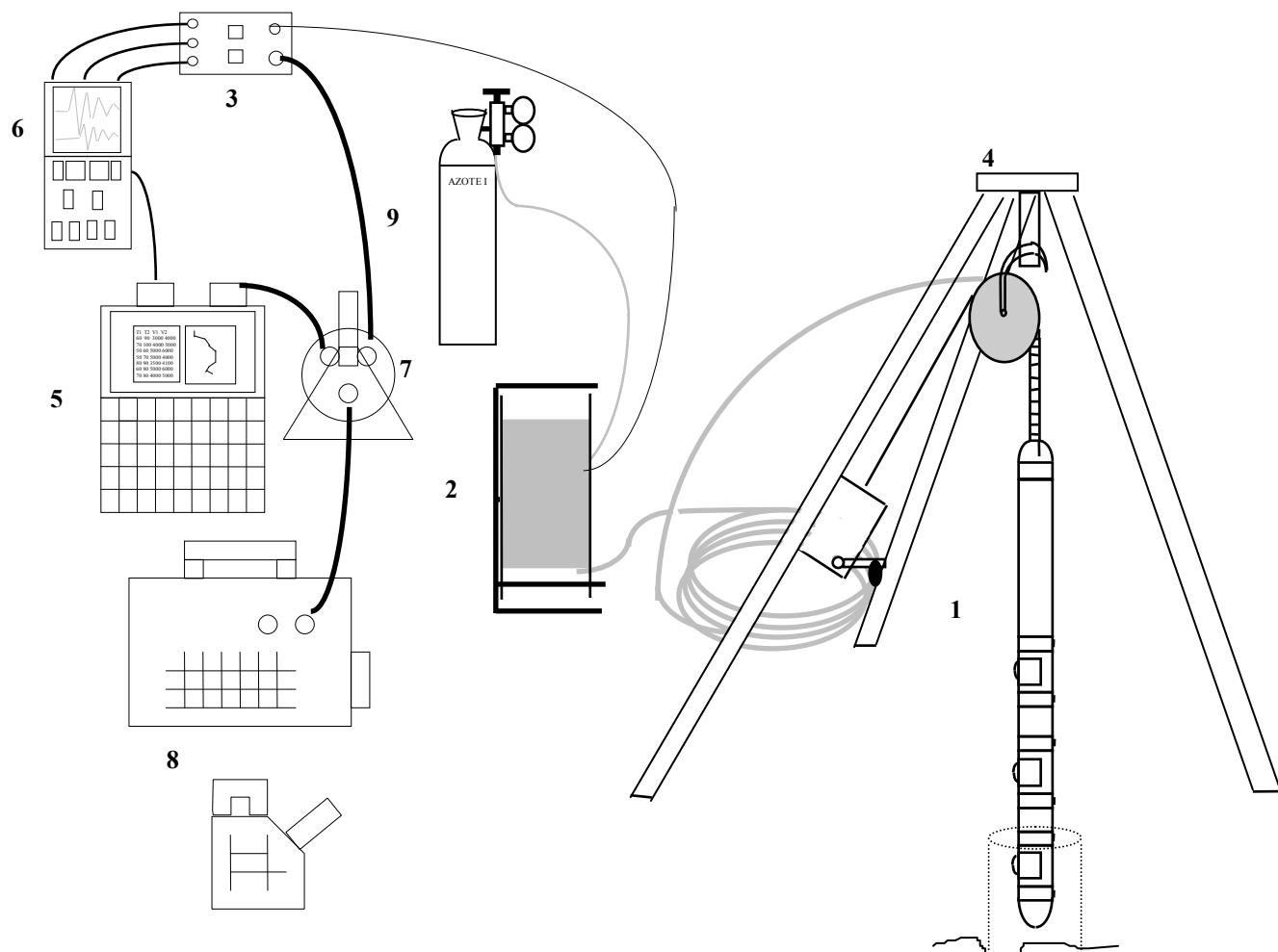


## LA SONDE MICROSISMIQUE



Matériel MICROSISMIQUE :

- 1 Sonde  $\varnothing$  73mm
- 2 Rallonge électro-pneumatique sur touret.
- 3 Boîtier de commande.
- 4 Trépied de diagraphies
- 5 Ordinateur portable.
- 6 Oscilloscope
- 7 Rallonge électrique sur touret
- 8 Groupe électrogène + Jerrican
- 9 Bouteille d'AZOTE I

## 1- LA DIAGRAPHIE MICROSISMIQUE : UNE TECHNIQUE D'INVESTIGATION PARMIS D'AUTRES

Entre les méthodes géologiques purement descriptives et les analyses sur échantillons de roches, les méthodes géophysiques de surface ouvrent un champ d'observation avec des paramètres quantitatifs in-situ à l'échelle du massif.

L'interprétation géotechnique quantitative est confrontée à plusieurs difficultés :

- La représentativité des échantillons prélevés en nombre limité dans les sondages carottés.
- Les limites des méthodes géophysiques de surface dans certains cas de structure avec des couches écrans par rapport au phénomène physique mis en jeu (ex : alternance de niveaux de compacité variable en sismique réfraction).
- Une différence d'échelle considérable entre les deux observations : quelques centimètres ou dizaines de centimètres sur les échantillons, à quelques dizaines, ou même centaines de mètres pour les méthodes géophysiques de surface.

Les techniques de diagraphies sont venues compléter les moyens de reconnaissance du géotechnicien en introduisant une échelle intermédiaire d'observation in-situ.

Ces techniques mises en œuvre, aussi bien dans des sondages destructifs que dans des sondages carottés améliorent considérablement la représentativité des paramètres mesurés grâce, d'une part à des sondages pouvant être réalisés en plus grand nombre (sondages destructifs), d'autre part au positionnement du dispositif de mesure : (sonde de diagraphie) au cœur même d'un massif avec une échelle de mesure métrique.

Dans ce cadre la diagraphie microsismique trouve une place de choix parmi les méthodes de diagraphie pour l'étude des massifs rocheux.

En fonction du contexte géologique, la diagraphie microsismique sera judicieusement associée à une autre diagraphie. Ainsi dans des massifs argileux, la diagraphie de radioactivité naturelle fournira un complément d'information fondamental sur la lithologie.

## 2- DIAGRAPHIE MICROSISMIQUE DANS UN PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

Il convient tout d'abord de bien préciser l'objectif de la reconnaissance du massif.

L'objectif final d'une reconnaissance géotechnique de déblais rocheux sera d'apporter des réponses et de proposer des solutions aux problèmes suivants :

- **Extraction** : proposer une estimation des volumes de rocher compact à très compact pour l'extraction desquels l'entreprise devra utiliser des moyens mécaniques très puissants ou des explosifs.
- **Difficulté d'exécution liée** :
  - A la structure géologique : anisotropie, hétérogénéité, contrastes de compacité.

Aux conditions techniques de minage pour obtenir :

- . une granulométrie compatible avec la réutilisation (remblai ou enrochement).
  - . des talus de bonne qualité quant à la stabilité et à l'aspect.
- **Pente de talus, profils en travers types** : la définition des pentes de talus dépendra de différents critères, en particulier de la nature de la roche, état et densité de la fracturation, orientation des discontinuités.



### 3- LA MESURE EN DIAGRAPHIE MICROSISMIQUE :

#### 3-1- La mesure

Cette technique consiste à mesurer les **temps de propagation des ondes de compression** à la périphérie d'une paroi de forage au moyen d'une sonde de 73 mm de diamètre et de 1.70m de long descendue dans un forage.

Cette sonde comporte :

- **Un émetteur de chocs** constitué par un mini marteau pneumatique.
- **Deux capteurs** de vibrations.

Les 2 mesures de temps, T1 et T2, seront réalisées entre l'émetteur de chocs et les 2 capteurs distants de 345mm et 690 mm de l'émetteur. La sonde est déplacée et mise en station à raison de 3 stations par mètre dans les cas les plus courants.

On notera en particulier que les mesures sont réalisées directement sur la paroi du forage, sans fluide de couplage ; toutefois la présence d'eau ne constitue pas un problème. Les trous ne devront pas être tubés dans les zones à ausculter.

Un système de micro-vérins pneumatiques plus rallonges vient bloquer la sonde pendant la mesure.

En cas de mauvaise tenue des terrains, en particulier dans les zones de surface, on mettra en place un tubage de protection dont le diamètre sera le plus proche possible du diamètre du forage afin de permettre le passage de la sonde. La zone tubée ne sera pas auscultée.

Avant de commencer l'auscultation, il sera nécessaire d'adapter les rallonges des micro-vérins en fonction du diamètre de foration.

$$\left. \begin{array}{l} \varnothing \text{ Sonde au repos (SR)} = 73 \text{ mm} \\ \varnothing \text{ Sonde en fonctionnement (SF)} = 118 \text{ mm} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Débattement vérin} = 45 \text{ mm}$$

Il existe plusieurs types de longueur de rallonges (**LR**), 25, 30, 40 mm, à utiliser en fonction du diamètre de foration mais aussi des têtes de protection ou du Tubage (**ØT**).

Pour choisir le type de rallonges, utiliser les formules suivantes :

$$\begin{array}{l} \mathbf{LR = \varnothing \text{Sondage} - SF} \\ \mathbf{SR + LR < \varnothing T - 5mm} \end{array}$$

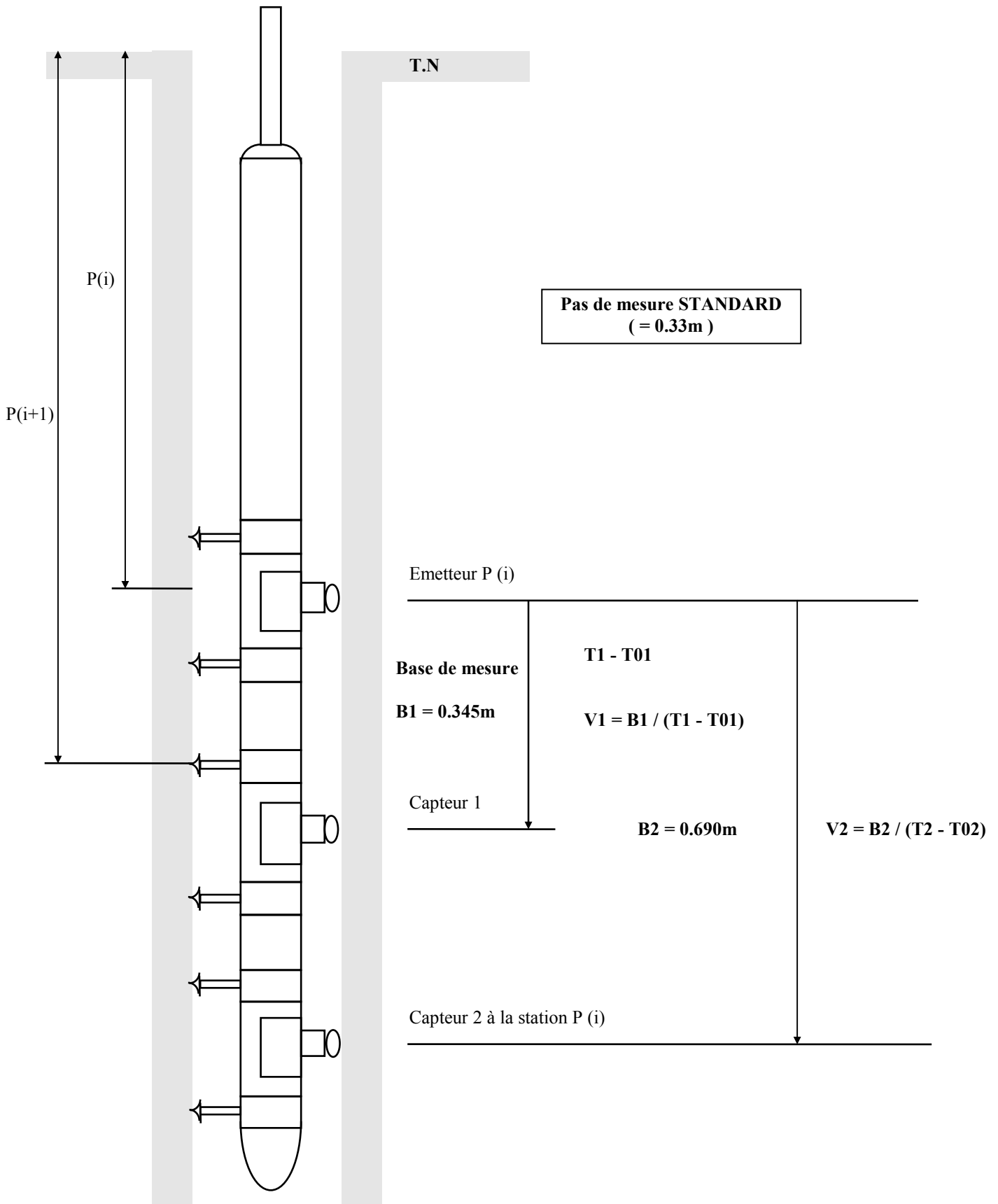
La mesure des temps est réalisée sur un oscilloscope numérique, avec une visualisation systématique pour un contrôle permanent des signaux détectés par les deux capteurs.

L'alimentation en énergie est assurée par un groupe électrogène de 500VA et des bouteilles d'azote comprimé.

Afin d'obtenir les résultats les plus représentatifs des caractéristiques du massif, on choisira un mode de foration en destructif qui perturbera le moins possible la paroi du forage.

Un **marteau fond de trou à l'air** en haute pression en diamètre 102mm constitue aujourd'hui l'outil de foration le mieux adapté.

La foration avec des marteaux hydrauliques de surface est possible, toutefois on évitera d'utiliser le marteau à son maximum de performance, pour éviter le traumatisme des parois de forage.





### 3-2- La représentation des mesures

Les temps mesurés seront transférés vers un micro ordinateur qui assurera :

- Les calculs de vitesses : m/s.
- Les représentations graphiques.

Les données sont

**B1** : Base de mesure entre l'émetteur et le capteur le plus proche C1.

**B2** : Base de mesure entre l'émetteur et le capteur le plus éloigné C2.

**T01 et T02** : Constantes caractéristiques de la chaîne de mesure correspondant au temps de réponse des circuits de mesure (quelques microsecondes).

**T1 et T2** : Temps bruts mesurés entre l'émetteur et chacun des 2 capteurs.

Deux calculs nous permettent la détermination directe des 2 vitesses.

Vitesse **V1** : Elle est calculée en trajectoire directe entre l'émetteur et le premier capteur C1

$$V1 = B1 / (T1 - T01)$$

Vitesse **V2** : Elle est calculée en trajectoire directe entre l'émetteur et le deuxième capteur C2

$$V2 = B2 / (T2 - T02)$$

Le pas de mesure standard le plus courant est **Pas = 1/3m**, ce qui permet d'avoir des mesures V1 avec un faible chevauchement.

#### Vitesses sur distances cumulées :

En plus de ces deux déterminations directes de vitesses, nous réalisons des calculs de vitesses sur des distances plus importantes, en cumulant les temps de propagation mesurés sur plusieurs stations successives de la sonde.

Par exemple avec les temps T2, nous calculons :

Vitesse **V22** : en cumulant les mesures de 2 stations successives de la sonde.

$$V22 = 2 B2 / (T2(i-1) + T2(i) - 2 T02)$$

Cette vitesse correspond à une tranche de terrain de hauteur :  $B2 + 1 \text{ Pas}$

Soit, pour un Pas = 1/3m et une base B2 = 0.690m : une hauteur de 1 mètre.

Vitesse **V23** : en cumulant les mesures de 3 stations successives de la sonde.

$$V23 = 3 B2 / (T2(i-2) + T2(i-1) + T2(i) - 3 T02)$$

Les calculs sont réalisés ainsi systématiquement jusqu'à 6 stations successives de la sonde, sur les temps T1 et T2.

Pour chacune de ces vitesses, la tranche de terrain B1n ou B2n correspondante sera fonction du pas de mesure.

$$\text{Pour } V1n : B1n = (n - 1) \times \text{PAS} + \text{BaseB1}$$

$$\text{Pour } V2n : B2n = (n - 1) \times \text{PAS} + \text{BaseB2}$$



## LES REPRESENTATIONS GRAPHIQUES :

Des résultats d'une auscultation en diagraphie microsismique comporteront :

- **Des logs de vitesses** sur les bases 345 et 690mm ainsi que sur les bases cumulées à partir de plusieurs stations de la sonde.

Dans le cas de 3 stations au mètre ( Pas= 1/3 m), il pourra être intéressant de caractériser les terrains par des vitesses sur des bases croissantes.

| Pas   | B11   | B12  | B13  | B14  | B15  | B16  | B21   | B22  | B23  | B24  | B25  | B26  |
|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| 1/3 m | 0.345 | 0.68 | 1.01 | 1.35 | 1.68 | 2.01 | 0.690 | 1.02 | 1.36 | 1.69 | 2.02 | 2.36 |

- **Des Histogrammes** de répartition statistique des différentes vitesses.

Afin de faciliter l'exploitation quantitative des vitesses, et en particulier pour connaître leur répartition statistique, on regroupera l'ensemble des valeurs d'un type de vitesses, pour un groupe de sondages, sous la forme d'histogrammes par classes de vitesses de 100m/s.

La représentation pourra également être faite sous forme cumulative.

Ce type de représentation sera intéressant pour différencier des familles de vitesses autour de valeurs seuils et estimer les répartitions en pourcentages.

L'exploitation de la diagraphie se fera sous 2 formes :

- Statistiquement sur des histogrammes de répartition des vitesses.
- Sur des logs de vitesses avec des représentations suivant les 3 ou 4 bases les mieux adaptées.