# AUSCULTATION D'UN PIEU PAR IMPÉDANCE

## PRINCIPE ET DESCRIPTION SOMMAIRE

| | |
|---|---|
| OBJECTIF | Localisation et détermination de la nature des défauts de structure des pieux de fondation profonde, et détermination de leur longueur. |
| PRINCIPE | L'examen d'auscultation par impédance consiste à transmettre à la partie supérieure de la fondation, un choc mécanique à l'aide d'un marteau instrumenté. Ce choc donne naissance au droit des discontinuités géométriques et mécaniques et des interfaces pieu-sol à une onde transmise et à une onde réfléchie. On mesure au moyen d'un accéléromètre placé également en tête de pieu, le signal des ondes qui se sont réfléchies. La méthode associe la mesure de force (donnée par le marteau) à un traitement mathématique du signal obtenu par réflexion, et on étudie l'évolution de l'admittance en fonction de la fréquence afin de mesurer l'impédance caractéristique. L'analyse du graphe enregistré sur une tablette PC, permet de déterminer la longueur d'une fondation, de détecter les défauts (bulbes, strictions, fracturations, hétérogénéités, etc.) et de déterminer leurs profondeurs. |
| CARACTÈRE DESTRUCTIF DE LA MÉTHODE | Non destructif |
| MATURITÉ | Méthode existante depuis une trentaine d'année, et ayant bénéficié de développements technologiques lui permettant d'être fiabilisée depuis environ 10 ans. |
| MATÉRIEL SPÉCIFIQUE EMPLOYÉ | Marteau instrumenté<br>Accéléromètre<br>Tablette PC<br>Carte d'acquisition<br>Logiciel spécifique<br>Meule, brosse |

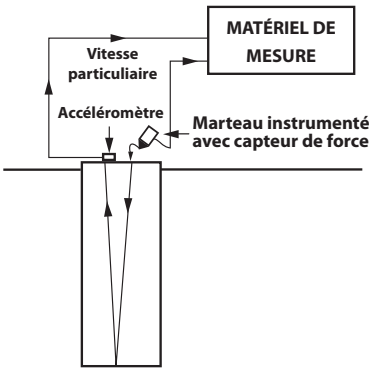
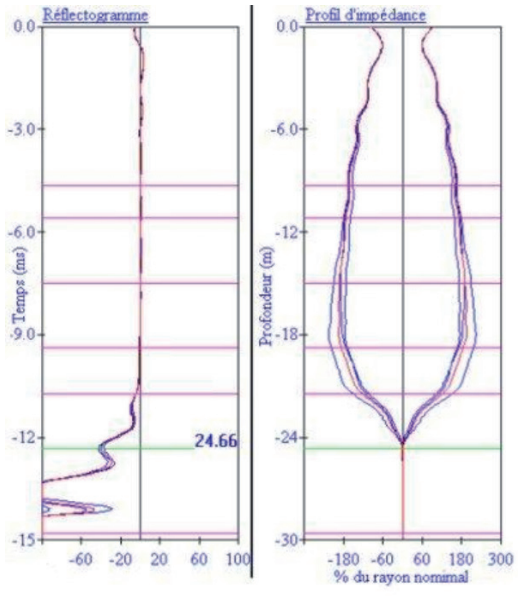


Schéma de principe de la méthode (CEREMA)


Méthode en cours de mise en œuvre (CEREMA)

| MODALITÉS D'APPLICATIONS | |
|---|---|
| DOMAINE D'APPLICATION | L'auscultation par impédance s'applique à des éléments de fondation profonde en béton armé d'élancement compris entre 10 et 30 et de largeur inférieure à un mètre (de type pieu de bâtiment et d'ouvrage d'art courant) .<br>La méthode ne peut pas s'appliquer pour les parois moulées et pour les barrettes. |
| SUJÉTIONS PRATIQUES D'INTERVENTION | Les têtes de pieux doivent être parfaitement recépées avant le contrôle et avoir une surface la plus plane possible pour obtenir un bon couplage entre l'accéléromètre et le béton |
| LIMITES D'UTILISATION | L'accès aux têtes de pieu doit être dégagé et les pieux ne doivent pas être reliés entre eux par des longrines.<br>Si le pieu comporte un gros défaut à une certaine profondeur, il est impossible d'évaluer sa longueur et la présence éventuelle d'autres défauts plus profonds. |
| PRÉCISION ET/OU SENSIBILITÉ | L'écho du fond de pieu est d'autant plus visible que la différence d'impédance entre le terrain et la base du pieu est importante.<br>La nature du terrain dans lequel le pieu est implanté peut influencer les mesures. De même, la nature du béton influe sur les mesures et il convient d'adapter la vitesse de propagation de l'onde selon le type de béton rencontré.<br>En l'absence de données géotechniques, l'incertitude sur la mesure de profondeur est de l'ordre de 15 %. Dans la mesure où l'on dispose d'une coupe de sol (avec ses caractéristiques mécaniques) qui permet d'affiner l'interprétation des mesures, on peut ramener l'incertitude à quelques pourcents. |
| PERSONNEL ET COMPÉTENCES | Personnel ayant reçu une formation qualifiante sur l'auscultation des fondations profondes avec ce type de matériel.<br>Connaissances requises en fondations et en traitement de signal. |
| **CARACTÉRISTIQUES OPÉRATOIRES** | |
| ACCÈS À 1 OU 2 FACES | Accès nécessaire à la face supérieure du pieu |
| COUPURES OU RESTRICTIONS DE CIRCULATION NÉCESSAIRES | Non |
| RENDEMENT ET/OU ÉCHANTILLONNAGE | 3 Mesures par pieu sont nécessaires<br>50 pieux peuvent être contrôlés en une journée (hors interprétation) |
| DÉLAIS DE DISPONIBILITÉ DES RÉSULTATS | Immédiat sur l'écran de la tablette PC, interprétation différée |
| PERTURBATIONS DU TRAFIC SUR LES MESURES | Aucune |




Exemple de réflectogramme et de profil d'impédance (CEREMA)

| | |
|---|---|
| PERTURBATIONS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES MESURES | L'acier de la cage d'armature ainsi que la nature du sol dans lequel est implanté le pieu peuvent perturber les mesures.<br>Lorsque les impédances du pieu et du sol sont insuffisamment distinctes, l'écho reçu devient très difficile à interpréter. |
| RISQUES POUR LES UTILISATEURS OU LE PUBLIC | Pas de problème de sécurité |
| ENCOMBREMENT – POIDS | Matériel portable |
| **AVANTAGES – INCONVÉNIENTS** | |
| AVANTAGES | Rapidité de détection (en temps réel).<br>Visualisation possible des défauts sous-jacents de la totalité de la section du pieu ausculté et sur toute sa longueur. |
| INCONVÉNIENTS | Lorsque le rapport Signal sur Bruit est trop faible, impossibilité d'interpréter la courbe.<br>Le temps de préparation de la tête de pieu peut parfois être longue (la tête de pieu doit être meulée).<br>L'exploitation des signaux est complexe et nécessite de connaître de nombreux paramètres du sol et du pieu (Caractéristiques des terrains, mode de réalisation de la fondation, âge du béton,..) pour affiner l'interprétation. En outre, l'interprétation est plus délicate que dans le cas de la méthode par réflexion. |
| **DISPONIBILITÉ – COÛT** | |
| DISPONIBILITÉ | Courante |
| COÛT | Faible (ramené au nombre de pieux auscultés) |
| **RÉFÉRENCES** | |
| NORMES – MODES OPÉRATOIRES – ARTICLES | NF P94-160-4 (Mars 1994) – Sols : reconnaissance et essais – Auscultation d'un élément de fondation – Partie 4 : méthode par impédance.<br>« Contrôle de l'intégrité des éléments de fondations profondes de structures de génie civil et de bâtiments – pieux forés, barrettes et parois moulées – méthodes d'auscultation » – Guide technique LCPC, avril 2006. |