

Recépage de pieux en béton

Cette fiche définit les critères de choix et les mesures spécifiques à prendre en compte pour réaliser une opération de recépage, afin de répondre aux principes de prévention, sans préjudice des mesures de prévention générales qui font l'objet d'autres documents de l'OPPBTP.

Le recépage de pieux en béton est souvent considéré comme une tâche marginale, car peu valorisante pour un chantier de construction, et qui génère de mauvaises conditions de travail ainsi que des risques, les principaux étant liés au recépage manuel sur béton durci.

L'organisation et les moyens mis en œuvre pour traiter cette tâche doivent faire l'objet d'une préparation réfléchie et approfondie, au même titre que toute opération de démolition.

Description du recépage

Quelle que soit la nature du pieu (batu, vissé ou moulé, c'est-à-dire coulé en place dans le terrain), une fraction du béton mis en œuvre ne respecte pas la qualité attendue pour l'ouvrage définitif.

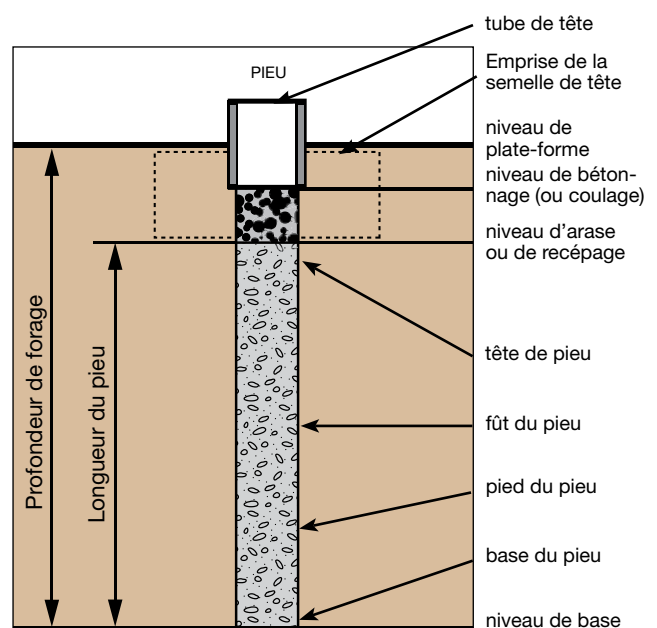
Dans le cas des **pieux préfabriqués**, les techniques de mise en place (battage, fonçage, vibrage ou vissage) exercent des contraintes sur la partie supérieure du pieu. Cette partie doit être éliminée.

Dans le cas des **pieux moulés**, le béton se mélange à des impuretés (débris de terrain, boues de forage) et ne peut atteindre la performance attendue.

L'opération qui consiste à éliminer cette partie indésirable de l'ouvrage est appelée « recépage ».

Le niveau de recépage correspond au niveau théorique fini du pieu (par exemple, la sous-face de la semelle

Fig. 1
Définition des niveaux



de reprise). Le coulage du béton se poursuit jusqu'à ce que le béton pollué dépasse le niveau théorique de recépage (Fig. 1).

Hauteur de recépage

Contrairement au niveau de la plate-forme, laissée à l'appréciation entière du concepteur en fonction de la configuration du site et de la nature du projet, la hauteur théorique de recépage est limitée par le DTU 13.2.

Dans le cas de pieux battus préfabriqués en béton, la hauteur sur laquelle la tête d'un pieu en béton armé doit être dégarnie est au moins égale à 2 fois et demie la longueur ou le diamètre. Dans les autres cas, le recépage concernera une hauteur de béton à peu près égale au tiers de la distance entre l'altimétrie finale du pieu et celle de la plate-forme de travail, sans jamais excéder 1,80 mètre.

Modification des hauteurs de recépage

La hauteur à recéper peut être modifiée :

- lorsque l'arase se situe dans des sols mous (facilement liquéfiables par les vibrations dues au battage) pour pallier le risque de striction du béton ;
- lorsque l'arase de bétonnage est basse (très inférieure au niveau de la plate-forme de travail du forage) et rend le contrôle du niveau de coulage difficile. Ce phénomène est accentué par la réalisation de pieu tubé dont la virole est enlevée lors de la mise en œuvre du béton ;
- lorsque la plate-forme de travail pour le recépage n'a pas été exécutée à la cote prévue initialement (due à une modification de projet de terrassement, par exemple) ;
- lorsque la cote d'arase du béton n'a pas tenu compte de la longueur utile du pieu.

Les travaux de recépage peuvent prendre une ampleur importante (Fig. 2).

Il convient donc de jauger les conséquences qu'occasionne toute modification d'exécution sur le recépage, notamment sur les sujétions relatives à :

- la hauteur à recéper ;
- les conditions d'accès ;
- les moyens mis en œuvre ;
- les méthodes retenues ;
- les conditions de terrassement de la plate-forme et d'évacuation des déblais de recépage.

Choix de la plate-forme de travail

Il peut y avoir divergence entre la hauteur théorique et la hauteur réelle à recéper. Deux cas peuvent se produire.

1^{er} cas

La plate-forme de travail est choisie au même niveau ou à un niveau légèrement supérieur au niveau théorique de recépage : c'est le cas le plus favorable à privilégier puisqu'il permet de minimiser la hauteur réelle de recépage sur béton durci et de réduire le risque d'éboulement et de chute lors des fouilles nécessaires pour atteindre le niveau d'arase.

Fig. 2

Ampleur d'un chantier de recépage



DR

L'élimination du béton pollué peut se réaliser par déversement de celui-ci jusqu'à ce que le béton sain (non pollué) arrive à la cote de la plate-forme. Le recépage sur béton durci est alors sensiblement réduit. Pour limiter les risques de glissade sur la plate-forme et réduire l'impact environnemental des travaux, il est important de prendre des dispositions connexes pour éviter que le béton ne se répande :

- contrôler la quantité de béton mise en œuvre afin d'éviter les excédents ;
- prévoir la récupération du béton pollué : terrassement de « cunette » pour collecter le béton, pompage ou évacuation du béton excédentaire.

2^e cas

La plate-forme de travail est choisie à un niveau supérieur au niveau de recépage : dans ce cas, le recépage génère presque systématiquement une intervention sur béton durci et peut constituer une opération longue, fastidieuse et coûteuse. Une recherche de moyens permettant de diminuer la hauteur à recéper du béton durci est toujours nécessaire. On peut procéder, par exemple, à un curage partiel du béton frais à la pelle manuelle ou mécanique si le forage comporte une virole de tête, puis effectuer le recépage proprement dit sur la hauteur restante après durcissement du béton. Il convient de protéger la surface d'arase de toute contamination du fait du retrait de la virole et du risque d'éboulement du forage de tête. Cette méthode peut être rendue difficile dans le cas d'armatures denses ou du fait du brassage occasionné par le curage.

Co-activité avec le terrassement de la plate-forme

Il est nécessaire que la plate-forme de travail pour le recépage soit réalisée avant que ne commence le recépage proprement dit. En effet, cette planification permet de s'abstraire du risque de chute dans des fouilles ou de stabilité provisoire de talus.

Lorsque cette succession de tâches n'est pas rendue possible, par exemple lorsque la hauteur à recéper est trop im-

Fig. 3
Brise-pieux hydraulique



portante et qu'il convient de terrasser par passes successives, il est prudent de :

- taluter toute paroi délimitant les banquettes successives ;
- coordonner les travaux de terrassement et de recépage afin de ne pas avoir de superposition de ces tâches dans le temps et dans l'espace : différenciation des zones d'activité, distance entre les engins de terrassement (chargeur, camion de déblais...) et les brise-pieux hydrauliques ;
- blinder toute fouille nécessitant l'intervention d'opérateurs (repérage ou guidage de l'outil).

Choix du matériel de recépage

Comme dans toute opération de démolition, le matériel définit la méthode de mise en œuvre.

Le choix du matériel utilisé doit répondre à deux objectifs :

- garantir la sécurité et la santé des salariés lors de l'exécution ;
- préserver l'efficacité du pieu et sa pérennité ; il doit permettre de sauvegarder le bon état des armatures et éviter la fissuration préjudiciable en tête du pieu ou le cisaillement de son fût.

Recépage mécanique ou par fluide

La mécanisation de l'activité réduit la pénibilité du travail et les risques engendrés pour l'opérateur.

Deux équipements contribuent à améliorer les conditions de travail :

- le brise-pieux hydraulique ;
- le robot d'hydrodémolition.

Le brise-pieux ou éclateur hydraulique

Le brise-pieux est un dispositif étudié spécialement pour le recépage de pieu circulaire. Il peut être adapté aux pieux de section rectangulaire. Il est constitué d'une couronne équipée de couteaux et de vérins hydrauliques, dont les axes convergent vers l'axe du pieu (Fig. 3).

Chaque vérin déplace un couteau en acier spécial biseauté, qui applique un effort horizontal de 26 t environ par couteau. La pénétration des couteaux dans le béton provoque le cisaillement de celui-ci et permet la constitution de galettes de béton d'environ 30 cm d'épaisseur.

La couronne est modulable et regroupe 5 à 18 couteaux, ce qui permet le recépage de pieux de diamètre variant de 350 à 1 500 mm. Cette méthode est particulièrement rentable dès que la quantité à excaver dépasse 50 m³.

L'opération de recépage par ce matériel consiste à :

1. positionner la cote de recépage au laser ;
2. guider l'appareil jusqu'à sa position de travail ;
3. déclencher le mécanisme jusqu'à la chute de pression des vérins ;
4. séparer la galette broyée des armatures par un mouvement de levage vertical ;
5. évacuer les blocs de béton après stockage.

Le principal intérêt de cette méthode réside dans l'éloignement du personnel de la zone de travail et dans l'amélioration des conditions de travail grâce à la diminution de l'intervention manuelle.

Comme la découpe fragilise la tête du pieu, elle ne peut s'effectuer qu'en laissant une garde de 10 à 20 centimètres au-dessus de la hauteur d'arase. La quantité restante de recépage doit être effectuée manuellement, à l'aide de marteaux-piqueurs.

Le levage de la galette de béton broyé peut être gêné par la présence d'armatures transversales dans le pieu. Cela peut occasionner une traction importante au niveau de l'appareil de levage et l'appliquer partiellement sur le pieu. Afin d'éviter l'étiement des aciers, il convient :

- de placer des gaines-fourreaux sur les aciers situés sur la hauteur à recéper ;
- dès la conception du ferrailage, de limiter autant que possible la présence de cerces au-dessus du niveau d'arase ;
- pour les cerces qui resteraient au-dessus de l'arase, les repérer et procéder à leur découpage avant enlèvement de la galette.

Les risques spécifiques à cette méthode sont :

- l'utilisation de matériel hydraulique sur chenille ou sur pneus pour l'enlèvement de la galette de béton.

La couronne de vérins est suspendue à une pelle hydraulique par l'intermédiaire d'une élingue à 6 chaînes. Pelle hydraulique et élingues doivent avoir été dûment vérifiées.

L'opérateur doit garder en permanence la vision sur la galette en cours de retrait pour éviter d'être heurté par son mouvement.

- le découpage des cerces.

L'opérateur qui procède au découpage des cerces au chalumeau est exposé à un risque de heurt par effet pendulaire de la charge. Il convient donc :

- de placer l'appareil de levage de telle sorte que l'axe des chaînes soit confondu avec l'axe du pieu ;
- que la charge soit maintenue pour éviter son déplacement lors du découpage ;
- que l'opérateur ne soit pas positionné entre le pieu et une paroi ou sous la charge.

Le robot d'hydrodémolition

Il s'agit d'un chariot robotisé porteur d'une lance spécialement conçue à cet usage, qui envoie un jet d'eau sous très haute pression (1 000 à 1 500 bars). Une pompe haute pression mobile alimente la lance. Le débit est de l'ordre de 230 l/min (Fig. 4).

La lance est rigide, en inox et équipée d'une buse dont la forme est adaptée selon les travaux à exécuter.

La destruction du béton par le jet d'eau est due à un transfert d'impulsion au moment où le jet d'eau frappe la surface du béton, apportant une force statique supérieure à la résistance du béton. Il résulte de la vitesse élevée du jet, elle-même proportionnelle à la pression de sortie de la pompe. De façon empirique, la pression de la pompe doit être au moins deux fois supérieure à la résistance du béton pour obtenir une destruction optimale du béton. Cette destruction sera, en outre, d'autant plus efficace que le béton sera fissuré ou microfissuré, du fait de la pénétration de l'eau sous pression dans les fissures.

Cette méthode privilégie la destruction du béton de faible résistance. Elle garantit une précision de réalisation et un fini de surface propre à recevoir un nouveau béton.

Ce procédé permet de tenir éloigné le personnel de la zone d'activité; les commandes manuelles sont manœuvrées à distance par l'intermédiaire d'un boîtier spécial.

Les risques spécifiques à cette méthode sont :

- l'utilisation de jet à très haute pression.

Le robot doit être construit conformément aux règles techniques, en particulier celles concernant la mise en œuvre de jet sous pressions élevées. La machine doit être placée au plus près de sa zone d'action. L'accès des travailleurs au jet sous haute pression doit être interdit par un écran complémentaire si les propres protecteurs de la machine sont insuffisants. L'écran doit être stable, délimiter la zone dangereuse et être constitué en acier. Le bois n'est pas assez résistant eu égard aux forces mises en œuvre par le jet. Un panneau de signalisation de danger doit être apposé sur l'écran de protection. L'utilisation de la machine pourra également être signalée par un avertisseur sonore.

Fig. 4

Exemple d'hydrodémolition appliquée à une dalle. Ce dispositif peut être adapté à des pieux.



Photo THP

- la projection de morceaux de béton. Des débris de béton propulsés dans l'air peuvent occasionner des risques. L'écran de protection limite ces projections. Cependant, durant l'utilisation du jet sous pression, aucun travailleur ne doit se trouver à proximité de la zone de travail.
- le bruit. La vitesse de l'eau à la sortie de la buse avoisine les 450 m/s, ce qui constitue une vitesse supersonique qui génère un niveau de bruit élevé. Il peut être nécessaire d'équiper le personnel de protecteurs auditifs adaptés.

Recépage à l'aide d'engins mécaniques

Lorsque les conditions du site le permettent, le brise-béton monté sur pelle hydraulique peut être utilisé, sous réserve de l'accord des bureaux de contrôle (Fig. 5).

Le recépage réalisé par un brise-béton monté sur pelle hydraulique génère des vibrations qui provoquent régulièrement un défaut d'adhérence sur les armatures ou un cisaillement du fût du pieu à n'importe quelle profondeur, rendant le pieu inutilisable. Cette technique ne peut donc être utilisée qu'en la couplant avec des méthodes de précisailage des pieux à la hauteur souhaitée. Ces dispositions devront impérativement être validées par le bureau de contrôle qui suit l'opération.

L'outil doit être placé le plus verticalement possible, de manière à éviter la création d'efforts latéraux que les pieux ne reprennent pas en règle générale. Le recépage à l'aide du brise-béton doit intervenir sur un béton ni trop résistant, car les efforts appliqués et l'énergie nécessaire seraient trop importants, ni résistant trop faiblement à la traction, car des fissurations du pieu risqueraient de se produire.

Le recépage devra être terminé manuellement sur une dizaine de centimètres.

Fig. 5

Recépage avec BRH monté sur pelle



DR

Fig. 6

Recépage avec agents expansifs :
enlèvement du bloc



Les risques spécifiques à cette méthode sont le bruit, la chute de blocs instables, la projection de blocs, la production de poussières, l'instabilité de l'appareil, l'inadéquation de l'appareil au site, les vibrations pour le conducteur dues à l'équipement de travail, les problèmes liés à la coactivité.

Il convient de :

- réaliser une étude préliminaire pour définir les conditions d'exécution ;
- choisir un matériel répondant à l'utilisation souhaitée, entre autres :
 - puissance, effort et courbe de charge adaptés à la résistance du béton ;
 - stabilité assurée ;
 - niveau de bruit limité ;
 - équipement de siège antivibratile, de cabine pressurisée et insonorisée ;
 - équipement de protection individuelle nécessaire ;
- définir les mesures de prévention propres au site, par exemple :
 - stabilisation de talus et blindage de fouille au regard de l'activité de l'engin ;
 - éloignement des opérateurs non concernés directement par l'opération ;
 - protection d'ouvrages ;
- équiper les opérateurs travaillant à proximité de casques de protection auditifs appropriés.

Recépage à l'aide d'agents expansifs

Dans le cas de pieux ronds ne comportant pas de cerces de frettage, on peut utiliser un procédé de recépage à l'aide d'agents expansifs, aussi appelé « prérecépage ».

Le principe consiste à :

- protéger les fers en attente et les tubes sondes avec des gaines de mousse pour empêcher le béton d'adhérer ;
- positionner les flacons fournis par le fabricant à l'altitude exacte de recépage, à l'aide de platines spéciales. La forme des flacons est spécialement étudiée avec un profil en toupie, pour privilégier la fissuration dans un plan horizontal. Les gaines des armatures contribuent à créer une amorce de fissuration dans le plan souhaité ;
- introduire l'agent expansif à l'aide du doseur et de l'entonnoir fournis, après trois jours minimum. Cette phase est délicate et il est recommandé de se prémunir contre les effets nocifs des produits en s'équipant conformément aux conditions fixées par le fabricant. Une fissure horizontale se développe au niveau de recépage.
- lever le bloc au moment du terrassement. Cette phase peut se révéler très délicate si les gaines de mousse sont endommagées et que le béton s'est collé aux aciers. L'engin mécanique doit avoir la capacité de détruire ce lien par traction (Fig. 6).

Recépage à l'aide d'explosifs

Dans le cas de puits nombreux et de gros diamètres, il peut être fait appel à l'utilisation de petites charges d'explosifs dont la mise à feu est réalisée avec de faibles retards. Cette technique est très rarement usitée et requiert l'établissement d'un plan de tir par des spécialistes ainsi qu'une organisation particulière. L'utilisation de cette méthode est à réserver à des cas très spécifiques et avec l'accord des bureaux de contrôle.

Recépage manuel avec utilisation de marteaux pneumatiques

Cette méthode ne doit constituer qu'un dernier recours. En effet, la pénibilité et les risques encourus par les opérateurs induisent une limitation d'utilisation de cette méthode. De plus, elle contrarie l'esprit du quatrième principe de prévention : « Adapter le travail à l'homme en ce qui concerne [...] les méthodes de travail et de production ».

Cette méthode ne doit être utilisée que sur des hauteurs limitées, pour finir un recépage mécanique par exemple, ou lorsque les méthodes précédemment décrites ne sont pas appropriées ou applicables.

Conforme à la
réglementation en
vigueur à la date
de parution.