



LE LANÇAGE

Une technique d'aide
à la mise en œuvre

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Bien que le lançage soit connue, les résultats obtenus par ce procédé d'aide à la mise en oeuvre des palplanches restent trop souvent confidentiels ou se perdent dans le dédale des dossiers achevés et archivés.

Faute d'une diffusion suffisante des informations, le procédé n'a pas l'audience qu'il mérite et, lorsqu'il est utilisé, il l'est selon des procédures souvent propres à l'entreprise, sans que soient mis à profit les résultats des recherches et réalisations antérieures.

Cette brochure n'a d'autres prétentions que de diffuser les résultats des expérimentations impulsées par ProfilARBED en France, confortés par des études effectuées en leur temps par les experts de la géotechnique en Allemagne, ceci afin de lever toute inquiétude éventuelle des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre quant à la technique et d'essayer de dégager quelques grandes lignes de conduite à l'attention des entreprises.

Plusieurs questions se posent en effet :

- Quels sont les avantages apportés par le lançage ?
- Tous les types de sol se prêtent-ils à cette technique ?
- Peut-on identifier quelques principes pour une optimisation du choix des paramètres de lançage en fonction des sols rencontrés ?
- Qu'advient-il des sols encaissants ?

L'article " Jetting assisted sheetpile driving " publié ci-après a été présenté lors de la neuvième conférence internationale sur les pieux et fondations profondes (DFI) à Nice, en juin 2002.

Il résume les résultats d'expérimentations instrumentées réalisées entre 1998 et 2001 sur quatre sites présentant des géologies distinctes:

- Un site argileux situé à Mittersheim en Moselle,
- Un site graveleux à Strasbourg, à proximité du Rhin,
- Un site graveleux-sableux à Lyon,
- Un site molassique en profondeur à Toulouse.



JETTING-ASSISTED SHEETPILE DRIVING

Marie-Pierre Bourdouxhe-Barnich,

ProfilARBED Research and Development, Sheet piles
Department, Esch-sur-Alzette,
Grand Duché du Luxembourg

Dominique Piault,

Arcelor RPS Palplanches, Esch-sur-Alzette,
Grand Duché du Luxembourg

Paul Ursat,

Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées
de Strasbourg, Strasbourg, France

Sebastien Hervé,

Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de
Strasbourg, Strasbourg, France

Depuis 1997, ProfilARBED, en partenariat avec le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées de Strasbourg, mène une vaste étude destinée d'une part à qualifier les améliorations que le lançage est susceptible d'apporter au vibrage des palplanches métalliques, d'autre part à comprendre les effets de cette technique sur les sols encaissants et les palplanches.

Le procédé consiste à injecter un fluide - principalement de l'eau, quelquefois un mélange eau-air - à une pression et un débit contrôlés au voisinage du pied de la palplanche en cours de fonçage. Les tubes utilisés pour l'injection sont fixés à la palplanche et raccordés aux pompes par des flexibles.

Le jet ameublisse le sol, réduisant ainsi la résistance en pointe au cours du fonçage.

Selon les caractéristiques géotechniques du sol, le fluide qui remonte le long de la palplanche peut également réduire le frottement latéral.

LE LANÇAGE:

UNE TECHNIQUE D'AIDE A LA MISE EN OEUVRE

INTRODUCTION

Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Strasbourg, et ProfilARBED ont lancé une vaste recherche pour qualifier et quantifier les améliorations apportées au vibrage par le lançage, et appréhender son influence sur les sols encaissants.

Le lançage à l'eau est une opération associée au fonçage des palplanches, le plus souvent par vibrage, parfois par véringage.

Le procédé consiste à envoyer de l'eau sous pression, au voisinage du pied de la palplanche à foncer. Les lances, constituées de tubes d'acier rigide, sont généralement soudées à la palplanche, et raccordées à des pompes par flexibles. Le jet d'eau ameublisse le sol, diminuant la résistance en pied de palplanche au cours du fonçage.

Selon les conditions de terrain, l'eau qui reflue le long de la palplanche joue le rôle de lubrifiant et peut réduire le frottement latéral.

Le lançage permet à des palplanches de pénétrer dans des sols denses : la mise en œuvre est généralement accélérée, alors que les vibrations induites sont réduites, et ce sans détérioration des barres.

Sur la photo 1, on peut observer les jets d'eau sortant des lances en pied de palplanches. La photo a été prise lors de la vérification du fonctionnement des lances, avant le fonçage.



Photo 1 : pied de palplanche U avec deux lances en action.

Quatre sites présentant des caractéristiques géologiques distinctes ont été choisis :

- . Un site argileux situé à Mittersheim en Moselle,
- . Un site graveleux à Strasbourg, à proximité du Rhin,
- . Un site gravelo-sableux à Lyon,
- . Un site molassique à Toulouse

Chaque essai a apporté son lot d'informations et de contradictions, propice à la réflexion globale. Nous livrons ici un condensé des essais effectués, des résultats obtenus et des analyses en cours

Il est important de noter qu'à ce stade de notre recherche (2001), les conclusions ne sont valables que dans les conditions géotechniques de chaque site et ne sont pas extrapolables sans essais spécifiques.

Cependant l'utilisation de plus en plus répandue de ce procédé dans de nombreux pays et sur des chantiers très importants comme des lignes de métro, de chemin de fer, etc., a permis d'augmenter considérablement les données et les retours d'expériences sur la méthode.

MITTERSHEIM

Caractéristiques du site

Le site de Mittersheim présentait un sous-sol de nature argileuse, légèrement surconsolidée au-delà 5m de profondeur, nécessitant l'emploi d'un mouton de battage lourd au-delà de 6m de fiche.

La consistance, moyenne à bonne, est caractérisée par :

- $pl^* = 0,6$ à $2,5$ MPa
- $wl = 50$ à 60 % et $lp = 20$ à 35
- $\varphi' = 25^\circ$ à 30° avec $c' = 0$ à 20 kPa.

Configurations étudiées

Différentes configurations ont été étudiées :

- palplanches ProfilARBED AZ 18 et L 3S de 9m de long, foncées par paires;
- 2, 4 ou 5 lances par paire de palplanches;
- extrémité de lance : tube ouvert ou jet dirigé.

Matériel utilisé

Le matériel de fonçage utilisé était un vibreur hydraulique ICE 416-L et un mouton diesel Delmag D22.

L'injection était assurée par deux pompes rotatives KSB à vitesse unique et double sortie (pour 2 et 4 lances).

La cinquième lance était alimentée par une pompe supplémentaire (pompe à piston).

Principaux résultats

Compte tenu des pertes de charges, les pressions en pied de lances étaient de l'ordre de 0,5 à 1,0 MPa pour un débit de 250 l/mn/lance.

Les expériences ultérieures semblent montrer qu'un débit beaucoup plus faible aurait été suffisant (voir entre autre "Toulouse")

Ces pressions effectives sont à comparer aux pressions limites du sol ($pl = 0,6$ à $0,8$ MPa sur les six premiers mètres ; $1,2$ MPa au-delà), elles expliquent une action "mécanique" du jet plus efficace sur les premiers mètres.

Le nombre de lances et la forme de l'extrémité ne se sont pas avérés des paramètres déterminants. Le gain de temps observé avec des dispositifs à 2 ou à 5 lances, et avec extrémités libres ou jets dirigés est en effet relativement

modeste au regard des contraintes techniques entraînées (multiplication des dispositifs d'injection, pointes façonnées,...).

Nota : un nombre impair de lances est à déconseiller : l'asymétrie du lançage a provoqué une inclinaison de la palplanche lors du fonçage.

Le lançage a permis d'atteindre la cote visée de -8m, alors qu'un refus vers 3,5 à 4 m était observé pour la mise en œuvre par vibrage uniquement, nécessitant le recours au marteau Diesel pour atteindre la cote finale.

L'étude des vitesses de fonçage a mis en évidence le gain significatif apporté par le lançage : la durée de mise en œuvre est divisée par un facteur 8 à 10, qu'il s'agisse de palplanches L3S ou de palplanches AZ18.

La figure 1 ci-dessous compare les durées de mise en œuvre de la paire de palplanches L3S v simplement vibrée jusqu'au refus, puis battue au-delà ; et de la paire vibrolancée L3S vl équipée de 4 lances.

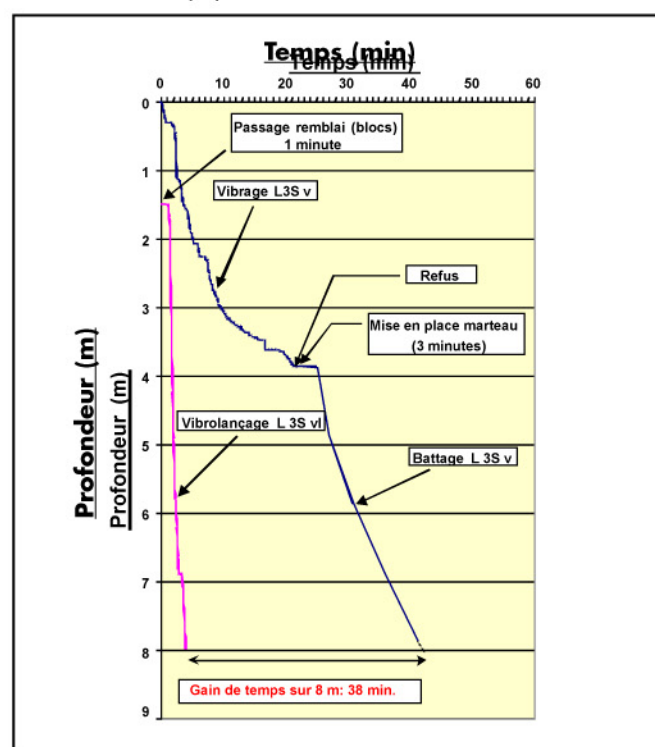


Figure 1: comparaison des temps de mise en œuvre entre L3S v (vibrée + battue) et L3S vl (vibrolancée)

Les pressions interstitielles, quant à elles, sont dissipées en 2 à 10 minutes.

Une fouille a montré une importante modification du sol sur une épaisseur de 1 à 2 cm le long de la palplanche vibrolancée, mais atténuée, voire inobservable à 10 - 20 cm de distance.

Les tests d'arrachage (par remontée sur 20cm) ont mis en évidence une réduction du frottement mobilisable de 10 % à 40 %. Les palplanches arrachées ont été rebattues jusqu'à la cote initiale puis surbattues de 50cm. Ces tests ont indiqué une perte de résistance (pointe + frottement) du même ordre de grandeur, illustrée par la figure 2 dans le cas des palplanches L3S.

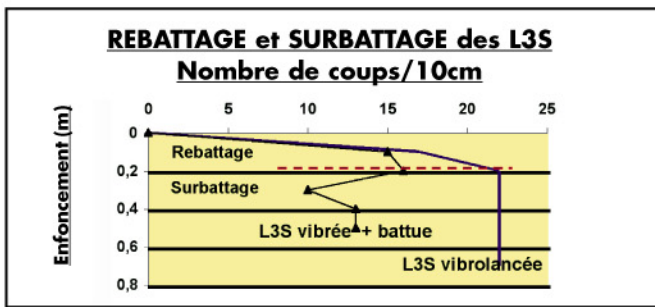


Figure 2 : Comparaison du rebattage et du surbattage des L3S vibrées (ES 12 L3S) puis battues; et L3S vibrolancées (ES 5 L4).

Conclusions pour le site argileux de Mittersheim

Le lançage en site argileux s'est avéré très efficace en terme d'assistance au fonçage: gain de temps de fonçage important, risque de refus limité; mais a entraîné un remaniement important du sol au contact immédiat de la palplanche, se traduisant par une perte de frottement de l'ordre de 10 % à 40 %.

STRASBOURG

Caractéristiques du site

La seconde expérimentation concernait des matériaux rhénans (grave 0/60 mm avec quelques galets > 100 mm, hétérométrique (absence de sables fins); avec recouvrement limoneux local décapé sur le site d'essai) et par suite très perméables.

Leurs caractéristiques mécaniques étaient modérées ($2,0 \text{ MPa} < p_l^* < 4,7 \text{ MPa}$).

La nappe était présente dès - 1,30 m/TN.

L'intérêt de l'expérience était donc de vérifier s'il y avait un gain de temps de fonçage et une réduction des vibrations. Un pré-essai avait montré la possibilité d'un fonçage classique par vibrage seul.

Configurations étudiées

Différentes configurations ont été étudiées :

- palplanches ProfilARBED L 4S et AZ 26 de 14 m de long, foncées par paires;
- 2 ou 4 lances par paire de palplanches ;
- extrémité de lance ouverte ou injection à jet dirigé horizontalement.

Matériel utilisé

Le fonçage était assuré par un vibreur ICE 416-L.

Une pompe KSB Multitec assurait l'alimentation des lances. Les pré-essais ont montré le faible intérêt dans ces sols de dispositifs avec jets dirigés : l'extrémité de lance simplement ouverte a donc été conservée pour la suite des opérations.

Principaux résultats

- débit : 130 l/min
- pression d'injection nette en sortie de lance : 0,8 MPa.

La forte perméabilité des matériaux testés a eu pour conséquence la dissipation rapide des pressions au niveau de l'injecteur mesurées à faible distance de la pointe :

- 0,1 MPa à proximité de la pointe (10 cm)
- non mesurable à 50 cm.

Les gains de temps lors du fonçage sont globalement moins importants que ceux observés en site argileux : 10 à 30 %.

L'injection à 2 lances s'est avérée moins efficace que celle à 4 lances, pouvant s'expliquer par :

- un débit globalement plus faible
- une injection moins bien répartie.

L'augmentation de la pression d'injection, par réduction de la section de la pointe, n'a pas conduit à améliorer la vitesse de fonçage.

Dans ces graves très perméables, l'amélioration apportée par le lançage n'est donc pas directement liée à la pression d'injection, mais plutôt au débit.

Par comparaison avec le cas des sols argileux, le lançage dans les graves paraît moins intéressant.

Vibrations induites

Le lançage a conduit à une réduction sensible des vibrations mesurées entre 3 m et 20 m de distance du vibreur. Cette réduction est de l'ordre de 20% à 30% par rapport à celles mesurées pour les palplanches vibrées.

La figure 3 illustre l'enregistrement des vibrations induites lors du vibrage d'une palplanche AZ26 (en bleu) et lors de son vibrolançage (en rouge), mesures effectuées au sol à 11 m de la palplanche.

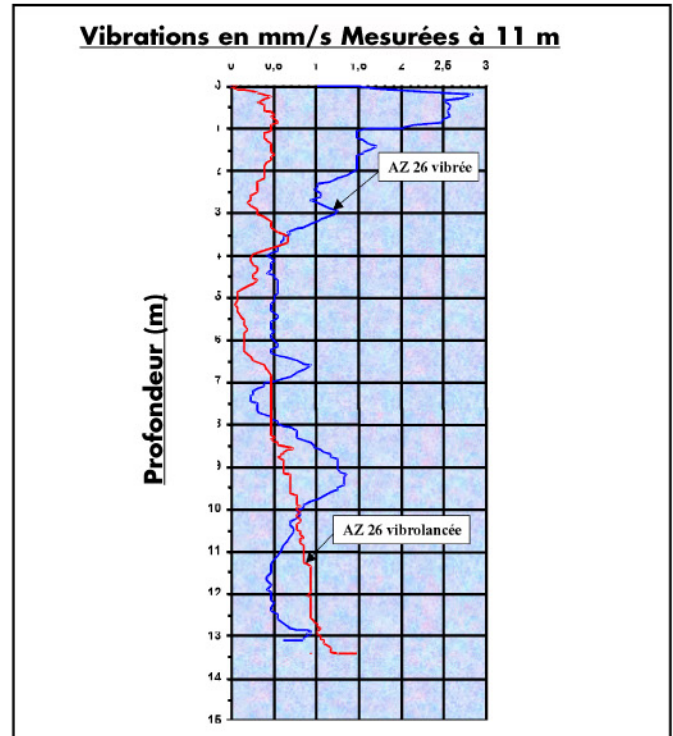


Figure 3: enregistrement des vibrations induites lors du vibrage (en bleu) et du vibrolançage (en rouge) d'une AZ26.

Dans les deux cas, les vibrations mesurées n'atteignaient toutefois pas les seuils " critiques " habituellement retenus (par exemple $v = 15 \text{ mm/s}$ à 10 m de distance dans le cas de digues).

Influence sur les sols encaissants

Une légère consolidation des sols a été observée dans tous les cas en surface (dans la couche des remblais de la plateforme, médiocrement compactés). Au-delà, les graves ne paraissent pas avoir été plus perturbées par le vibrage que par le lançage. Elles ont conservé leurs caractéristiques mécaniques initiales.

Les valeurs du frottement latéral sol/palplanche sont également comparables entre les 2 procédés, et conformes aux valeurs connues pour ces matériaux.

Enfin, le rebattage au mouton des paires arrachées ne montre pas de modifications des résistances de pointe après lançage.

Conclusions pour le site graveleux de Strasbourg

Le lançage en site graveleux a apporté une légère amélioration en terme de vitesse de pénétration (10 à 30 %), ainsi qu'une réduction des vibrations induites (20 à 30 %).

Cette amélioration n'a pas eu lieu au détriment des qualités mécaniques des sols encaissants (frottement et résistance de pointe).

LYON

Cette expérience s'est greffée sur un chantier en difficulté sans faire l'objet d'une expérimentation aussi poussée et instrumentée que les deux sites précédents. Le but était d'apprécier l'intérêt et les limites du lançage dans des alluvions sablo-graveleuses très compactes de perméabilité moyenne.

Matériel utilisé

Des PU20 simples de 13 m de long ont été foncées avec un vibreur PTC 30.

Le vibrage traditionnel s'est heurté très rapidement au refus (de -3,00 à -5,00 m).

Principaux résultats

Le lançage a permis de descendre les barres jusque -8,00 à -12,00 m selon les zones. Cette amélioration notable n'a cependant pas permis d'atteindre la cote recherchée (-13,00). Le refus a été observé dans les formations molassiques où les palplanches n'ont pu pénétrer la couche très consistante de plus de 1,00 à 1,50 m.

Les pressions effectives d'injection étaient faibles (0,3 MPa) et très inférieures aux pressions limites des sols en place ($p_l > 5$ MPa) (les débits moyens observés étaient de 300 l/mn).

On remarquera que le lançage sur ce chantier n'a pas été réalisé dans les meilleures conditions : la longueur excessive des flexibles d'alimentation (110 m) induisant des pertes de charge très élevées et le diamètre important de la lance unique de chaque palplanche (diamètre 46/35 mm) ont été des éléments très défavorables.

Il est probable que des paramètres d'injection plus adaptés auraient autorisé des fiches plus importantes.

TOULOUSE

Caractéristiques du site

Le chantier expérimental a permis d'apprécier l'efficacité d'une assistance par lançage d'eau sous haute pression dans la molasse toulousaine, sol réputé très difficile vis à vis du fonçage de palplanches.

Les conditions du lançage ont été définies sur la base des premiers renseignements, en particulier ceux concernant les sites de Mittersheim et de Lyon : la pression d'injection a été augmentée pour une meilleure efficacité.

Matériel utilisé

Caractéristiques de mise en œuvre :

- palplanches ProfilARBED L3S de 10m de long;
- vibreur PTC 60HD;
- pompe d'injection GBE (débit 20 l/mn, pression max. 16 MPa);
- pointe avec jets dirigés de deux types : pointe conique ou pointe en sifflet.

Principaux résultats

Les molasses en place, très compactes, sont caractérisées par des modules pressiométriques variant de 35 à 82 MPa.

Les palplanches vibrées sans lançage ont été très difficiles à mettre en œuvre : seule la première des deux palplanches a atteint la cote recherchée, la deuxième a été arrêtée à 7,10 m (suite à une rupture en tête), le fonçage devenant très difficile à partir de 4,85 m. L'objectif d'un fonçage de 10 mètres, dont 6,50 m dans la molasse, a de fait pu être atteint sans difficultés particulières en utilisant le lançage.

En moyenne, on a observé un gain de 30 à 100% sur la durée de fonçage entre les palplanches simplement vibrées et les palplanches lancées.

Les caractéristiques de l'injection, à savoir :

- un débit modéré de 10 l/min par lance, avec 2 lances par palplanche
- une pression d'eau dans les molasses supérieure à 4 MPa
- des pointes avec jets dirigés,

associées à un vibreur puissant (PTC 60 HD), se sont donc avérées bien adaptées aux conditions du site.

Elles ont permis une réduction significative de la résistance liée aux frottements latéraux du sol sur la surface de la palplanche, mais aussi une lubrification au niveau des serrures.

Comme on peut le constater sur la photo 2, prise lors de l'arrachage, les palplanches lancées ont pu être extraites intactes du sol.



Photo 2 : arrachage d'une palplanche U après lancement.

Les vitesses des vibrations induites n'ont pas significativement différé suivant les deux procédés : elles sont inférieures à 4 mm/s à 10 m de distance.

Ces vibrations peuvent être qualifiées de modérées au regard des seuils habituellement retenus pour les gammes de fréquence du vibreur utilisé (seuils de 5 à 6 mm/s pour les constructions classés "sensibles").

On notera que les molasses testées ne présentaient pas les résistances mécaniques les plus élevées du site, (variabilité de faciès et de consistance).

Les présents résultats, au demeurant très favorables, ne sont donc pas extrapolables sans précautions.

Conclusions pour le site molassique de Toulouse

Le lancement avec des paramètres bien adaptés : pression d'injection relativement élevée (de l'ordre des 4MPa), et un débit d'eau limité (10l/min/lance), associé à un vibreur puissant ont permis la mise en œuvre des palplanches dans ce sol très consistant.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Ces expérimentations ont montré que le procédé de lancement est particulièrement bénéfique dans les sols "limites" vis à vis du vibrage traditionnel : argiles moyennement consistantes et molasses.

Les conditions de lancement mal adaptées dans les alluvions sablo-granuleux et dans la molasse lyonnaise ont mis en évidence l'importance du choix des paramètres de lancement. Dans tous les cas cependant, l'apport du lancement s'est accompagnée d'une réduction des vibrations induites.

Les sols encaissants ont été parfois perturbés par le lancement au voisinage immédiat des palplanches : baisse de 10 à 40 % du frottement latéral dans les argiles, mais sans effet significatif dans les graves propres.

Le procédé peut donc être envisagé en assistance au vibrage des palplanches, dans le cas de sols de résistances "moyennes", voire assez forte à forte.

Par ailleurs, des perspectives intéressantes sont entrevues pour le cas où on procéderait à une injection au coulis de ciment des pieds de palplanches (par les lances laissées en place) dans un but de confortation et/ou d'étanchement.

L'inconvénient du risque de remaniement des sols encaissants s'en trouverait non seulement annulé, mais l'efficacité du rideau serait considérablement améliorée.

REFERENCES

- DELTA PALPLANCHES INFO, 1^{er} semestre 2001. Le lancement: une technique d'aide à la mise en œuvre. Europrofil France – ISPC.*
- HERVE, S., 05/2001. Expérimentation de lancement de palplanche. Site de Borderouge à Toulouse. Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Strasbourg, 00-72-068/B.*
- URSAT, P., HERVE, S., 10/2000. Fonçage des palplanches par lancement : I. Expérimentation en site argileux à Mittersheim. Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Strasbourg, 97-A-335.*
- URSAT, P., HERVE, S., 10/2000. Fonçage des palplanches par lancement: II. Expérimentation en site graveleux à Strasbourg. Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Strasbourg, 97-A-335/B.*
- URSAT, P., HERVE, S., 10/2000. Fonçage des palplanches par lancement : III. Chantier EPSE - Lyon La Rivoire. Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Strasbourg, 97-A-335/C.*

LANÇAGE : GUIDE PRATIQUE

De nombreuses adaptations du principe de base du lançage existent, fonction principalement des conditions géotechniques.

Si l'entreprise ne dispose pas d'informations ou d'expériences relatives spécifiques à son chantier, un essai de mise en œuvre préalable permettra de déterminer au mieux les paramètres du lançage et de les optimiser.

D'autre part, l'enregistrement peu coûteux et de plus en plus répandu des paramètres de fonçage durant l'exécution du chantier (débit/pression du groupe, énergie mise en œuvre, débit et pression d'injection d'eau, temps de mise en œuvre, ...) en fonction de l'enfoncement du profil peut s'avérer très utile. Ne nécessitant pas de main-d'œuvre particulière (il existe de nombreux systèmes automatisés), ces renseignements permettront d'optimiser les paramètres de lançage en cours de chantier, d'acquérir de l'expérience en la matière et d'établir une base de données qui s'avérera utile pour d'autres sites.

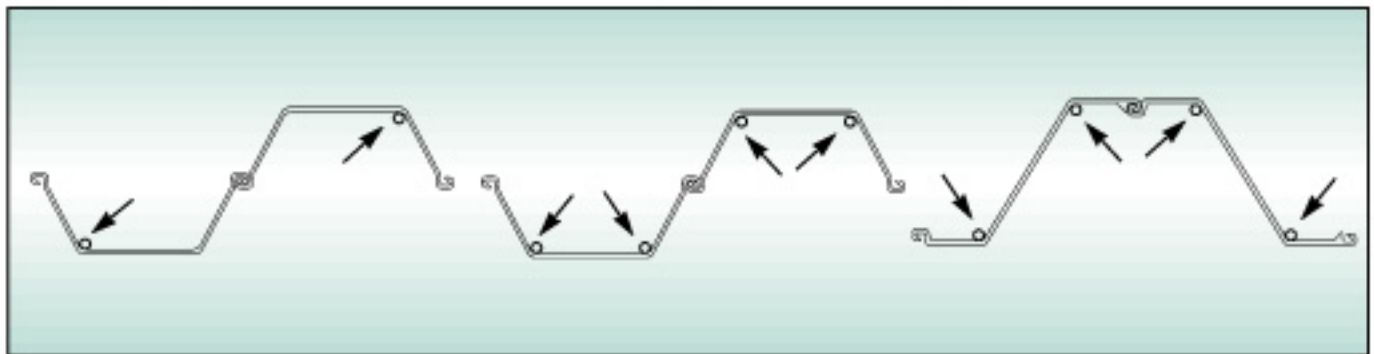
Lançage à basse ou moyenne pression (1,5 à 4 MPa)

Sans doute le plus connu, ce procédé permet de foncer des palplanches dans des sols très denses

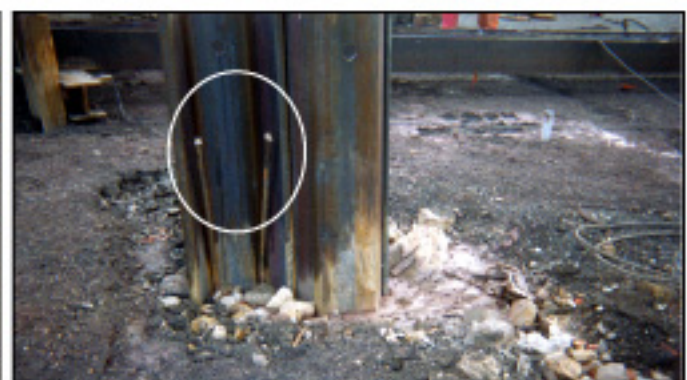
Les lances

Constituées de tubes d'acier de diamètre 1/2 à 1", les lances seront fixées dans les angles des profils par quelques points de soudure.

On utilise généralement 2 ou 4 lances par paire de palplanches. L'expérience a montré qu'un nombre impair ou une disposition asymétrique provoque une inclinaison de la palplanche lors du fonçage.



Le pied de la lance est arrêté au droit du pied de la palplanche.



La tête de lance peut être coudée pour faciliter le raccordement au flexible d'alimentation.

Les flexibles

Les lances rigides fixées sur la palplanches sont alimentées via des flexibles raccordés aux pompes



Opération de raccordement flexibles/lances

il faut veiller à bien guider les flexibles pour éviter de les détériorer lors du fonçage



Vue des flexibles raccordés aux lances (ici en fin de fonçage)

L'alimentation en eau

Quel que soit le système d'alimentation en eau, il est nécessaire de prévoir une citerne tampon pour assurer la continuité du chantier. Celle-ci sera disposée à distance raisonnable du lieu de mise en œuvre pour limiter les pertes de charges dans les flexibles.



Installation avec citerne et pompe pour petit chantier



Pour un grand linéaire, l'utilisation d'un container contenant les pompes et monté sur camion peut être très économique

Les pompes

L'idéal est d'utiliser une pompe rotative par lance.

La pompe sera choisie en fonction de la pression d'injection souhaitée (0,5 à 4 MPa, ne pas oublier de tenir compte des pertes de charge)

Le débit d'eau est fonction de la nature du sol : en sol perméable, on aura besoin d'un débit important (120 à 250 l/min par lance) mais d'une pression plus faible (de l'ordre de 1 MPa); alors qu'un sol argileux ou marneux le débit sera beaucoup plus faible mais une pression plus élevée (supérieure à la pression limite du sol) augmentera le phénomène de découpe du jet d'eau.

La qualité de l'eau (eau propre ou eau chargée) influencera le choix de la pompe.

Contrôle de l'installation de lançage

Lorsque les flexibles sont raccordés d'une part à la pompe et d'autre part aux lances, il est nécessaire de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble avant de procéder à la mise en œuvre de la palplanche.



Cependant il faut veiller à ne pas injecter le fluide sous trop forte pression car le profilé pourrait être projeté vers le haut par réaction à l'action des jets.

Mise en œuvres proprement dite

Afin d'éviter le bouchage des extrémités des lances, le démarrage du lançage dès le début du fonçage est conseillé (attention à ne pas mettre trop de pression tant que le profilé n'est pas entré dans le sol !)



Lorsque l'avancement est supérieur à 1m/min (référence EAU), on peut maintenir la pression d'injection jusqu'à atteindre la cote souhaitée.



A la fin du lançage, de l'eau peut encore stagner autour des palplanches.

Remarque

Le remaniement des sols encaissant provoquée par le lançage doit être pris en compte lors du calcul de la portance du rideau lancé (réduction du frottement mobilisable de 10 à 40% dans les argiles).

Lançage à très haute pression (25 à 50 MPa)

Le lançage à très haute pression est de plus en plus utilisée en Allemagne et dans les pays nordiques. Il permet la mise en œuvre de profil aussi bien dans des sols limoneux et argileux que dans des sols extrêmement denses comme des grès tendres.

On l'apprécie également lorsque des risques de tassement sont présents, car il nécessite un débit d'eau très limité.

Avec une pression en sortie de pompe de 25 à 50 MPa, il est indispensable d'utiliser des tuyaux de haute précision en guise de lances (p ex Ø 30 x 5 mm) ainsi que des buses spéciales vissées en pied de lance (Ø 1,5 à 3 mm).

Les lances sont fixées en tête de palplanches et guidées par des étriers soudés le long du profil. L'extrémité de la buse sera positionnée à 5-10 mm au-dessus du pied de la palplanche.

L'EAU (Recommandations de la commission des ouvrages de rives) allemande recommande une consommation d'eau entre 30 et 60 l/min/lance, délivrée par des pompes à haute pression (par exemple des pompes à piston).

Les précautions lors du fonçage doivent tenir compte des risques liés à la très haute pression et la mise en œuvre doit être soignée.

Des essais de mise en œuvre dans des craies, de l'argile à bloc et de l'argile raide n'ont pas mis en évidence de modification des caractéristiques mécaniques des sols.

CONCLUSION

Comme l'ont montré ces divers exemples, le lançage apporte, pour un surcoût peu élevé, une amélioration de la vitesse de fonçage, quelquefois dans des proportions exceptionnelles, ce que tous les intervenants d'un projet d'aménagement et de construction apprécieront. Dans tous les cas, le lançage permet, plus rapidement qu'avec des préforages, de pénétrer dans le sol où les moyens de fonçage traditionnels risqueraient de se heurter à un refus prématuré : cela s'est vérifié dans des argiles, des graves compactes, des marnes, des molasses. Il réduit par ailleurs notablement les vitesses de vibration dans le sol, condition nécessaire pour tous les chantiers situés à proximité d'ouvrages dont il est essentiel de préserver la stabilité.

Avec l'utilisation croissante du lançage dans de nombreux pays aux conditions très différentes comme, la Suisse, l'Allemagne, les pays nordiques et les Pays Bas, sur des linéaires très importants (souvent plusieurs kilomètres pour des lignes de métro ou de chemin de fer), des dizaines de milliers de tonnes ont déjà été mise en œuvre par lançage. L'expérience et les données actuellement disponibles pour de nombreux types de sols, de profils et engins de mise en œuvre ont considérablement augmenté.

Si chaque chantier doit encore faire l'objet d'une étude spécifique préalable, on peut néanmoins affirmer que la réussite de la technique passe par l'utilisation de lances de faible diamètre, disposées symétriquement, et par une limitation des pertes de charge. Le paramètre déterminant dans les sols graveleux sera le débit, dans les sols cohérents la pression. Moyennant un choix adapté des différents paramètres, le lançage constitue ainsi une aide précieuse et efficace au fonçage des palplanches, sans remaniement notable des sols graveleux que celles-ci doivent soutenir, avec une réduction faible à moyenne du frottement latéral dans les sols argileux. Par ailleurs, l'utilisation des lances pour une injection de coulis de ciment en pied de rideau constitue une perspective intéressante pour l'amélioration de la résistance ou de l'étanchéité en pied d'ouvrage.

Nos remerciements :

à Paul Ursat (LRPC Strasbourg) pour la qualité de son exposé lors de la conférence de Nice,

à ProfilARBED Recherches et Développement pour son apport précieux à la réalisation de ce document,

à Hermann Zeilinger ainsi qu'aux professeurs de la Technische Universität München, Institut für Grundbau, Bodenmechanik und Felsmechanik,

Messieurs les Dr.-Ing. Richard Jelinek et Rudolf Floss pour leurs travaux antérieurs,

à Guy Coronio, directeur éditorial des presses de l'ENPC pour son aimable autorisation de publication.



ARCELOR RPS
Groupe Arcelor

Palplanches
66, rue de Luxembourg
L- 4221 Esch-sur-Alzette (Luxembourg)
Tel : (+352) 5313 31 05
Fax : (+352) 5313 3290
E-mail : palplanches@arcelor.com
Internet : www.palplanche.com

