

# Bentofix® BFG Géosynthétiques Bentonitiques (GSB)

Recommandations de mise en œuvre  
NAUE GmbH & Co. KG



Sommaire	Page
1. Introduction	1
2. Procédure qualité	2
3. Emballage	2
4. Etiquetage	2
5. Marquage de rouleau	2
6. Stockage en usine	2
7. Transport sur site	2
8. Procédures de déchargement	2
9. Stockage sur site	3
10. Equipement recommandé	3
11. Qualification de l'installateur	3
12. Conditions climatiques	4
13. Préparation du support	4
14. Pentes	4
15. Ancrage	4
16. Installation du Bentofix®	5
17. Chevauchements et joints	5
18. Détails de raccordement	6
19. Installation du confinement	6
20. Interruptions lors de la mise en œuvre	7
21. Réparations	7
22. Contrôles	7
23. Hydratation de la bentonite	7
24. Conditions spéciales	7

Les recommandations de mise en œuvre suivantes décrivent les procédures générales d'installation. Elles sont présentées de manière générale et ne se substituent pas aux recommandations du Comité Français des Géosynthétiques et aux documents d'exécution d'un projet. En cas de contradiction, les dispositions particulières du projet et les recommandations du Comité Français des Géosynthétiques prévalent sur ces recommandations. Ces recommandations ne prétendent pas aborder tous les points de sécurité associés à son utilisation. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de ces recommandations d'établir des procédures appropriées en matière de sécurité et de santé avant l'utilisation du produit.

En outre, ces recommandations de mise en œuvre ne prétendent pas établir de procédure spécifique pour toutes les conditions climati-

ques, géographiques, hydrauliques, ou topographiques qui peuvent être rencontrées sur site. Pour des conditions de chantier atypiques, des procédures d'installation appropriées doivent être adaptées si nécessaire afin de garantir l'obtention des résultats prévus.

NAUE ou son représentant légal ne donne aucune garantie d'aucune sorte et n'assume aucune responsabilité sur les résultats obtenus avec ces recommandations de mise en œuvre ou de l'aptitude du produit Bentofix® dans une application. Pour de plus amples renseignements ou questions, veuillez contacter le maître d'œuvre et/ou votre interlocuteur chez NAUE. Les informations figurant dans le présent document sont établies par NAUE GmbH & Co. KG, Allemagne, et correspondent à nos connaissances actuelles et sont exactes et fiables. Aucune garantie n'est engagée ou exprimée. La décision de l'aptitude à l'utilisation envisagée est de l'unique responsabilité de l'utilisateur ou le cas échéant celle du maître d'œuvre. Ces informations sont susceptibles d'être modifiées sans préavis.

## 1. Introduction

1.1 Les Géosynthétiques Bentonitiques (GSB) Bentofix® assemblés par aiguilletage, sont des géocomposites renforcés combinant deux géotextiles de part et d'autre d'une couche de poudre de bentonite sodique à fort pouvoir de gonflement. Ce géocomposite forme une barrière d'étanchéité résistante au cisaillement.

1.2 Lors de la fabrication, le géotextile non-tissé supérieur des GSB Bentofix® type BFG est uniformément imprégné de

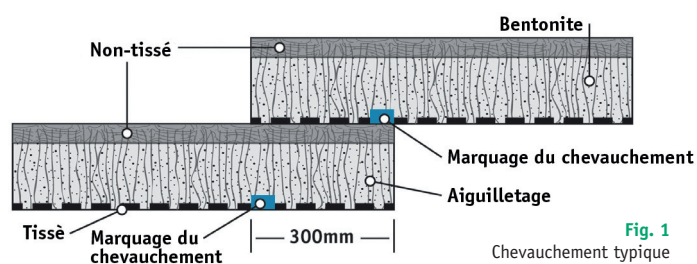


Fig. 1  
Chevauchement typique  
des Bentofix® BFG

poudre de bentonite (fig. 1). Cette imprégnation de bentonite permet de réaliser simplement l'étanchéité des zones de chevauchement, sans apport supplémentaire de bentonite sur site.

1.3 Le sol support, le GSB Bentofix® ainsi qu'une couche de confinement d'au moins 300 mm constituent la barrière étanche. Les GSB Bentofix® sont des matériaux d'étanchéité et ne sont pas destinés à reprendre des efforts de traction.

1.4 Les Bentofix® sont produits strictement suivant des procédures de contrôle qualité de l'ISO 9001. Le non-respect des bonnes pratiques peut conduire à la défaillance du géosynthétique dans une application correctement conçue.

1.5 Ces recommandations de mise en œuvre sont applicables pour tous les Bentofix® de type BFG sans revêtement additionnel.

1.6 Ces recommandations de mise en œuvre ne sont pas applicables pour une installation sous eau.

1.7 Ces recommandations de mise en œuvre doivent être présentées à l'installateur et au responsable de la conception du projet.

## 2. Procédure qualité

2.1 Naue GmbH & Co. KG en tant qu'inventeur des GSB aiguilletés en 1987 se consacre à qualité de ses produits de façon continue. Cet engagement commence dès la fabrication du GSB Bentofix® et de ses composants jusqu'à la réception du GSB par le client.

2.2 Naue GmbH & Co. KG est entièrement certifié ISO 9001 (2008).

## 3. Emballage

3.1 Les rouleaux fabriqués sont le plus souvent enroulés sur des mandrins qui ont une résistance à l'écrasement suffisante pour éviter une rupture ou d'autres endommagements en condition normale d'utilisation.

3.2 Les rouleaux de Bentofix® sont enveloppés d'un film de protection afin d'éviter aux rouleaux de subir les effets néfastes du transport, de l'eau, du soleil ou de contaminants lors de leur stockage, transport ou lors de leur manutention.

3.3 En cas d'endommagement du film de protection, la zone endommagée est soit réparée par un adhésif (fig. 2) ou la protection est entièrement remplacée.

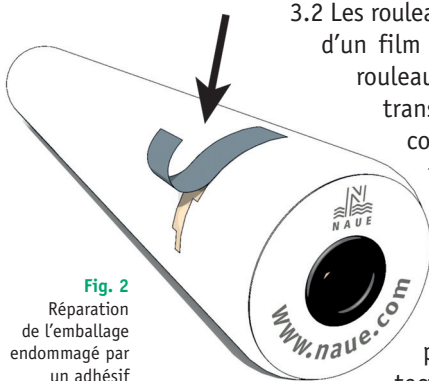


Fig. 2  
Réparation  
de l'emballage  
endommagé par  
un adhésif



Fig. 3  
Exemple  
d'étiquette  
apposée sur  
les rouleaux  
de Bentofix®

des deux côtés du produit, à 300 mm des bords. Après déroulage du produit, le marquage du produit et les lignes de chevauchement font, sauf demande contraire, face au sous-sol support.

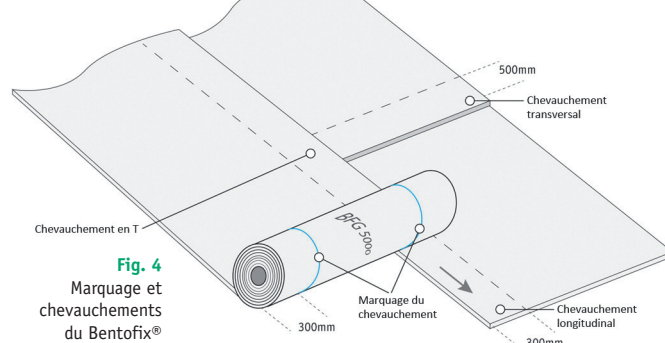


Fig. 4  
Marquage et  
chevauchements  
du Bentofix®

## 6. Stockage en usine

6.1 Les rouleaux de Bentofix® sont transportés en usine au moyen d'éperons et sont stockés de sorte qu'aucun endommagement ne puisse affecter les performances du matériau ou de son emballage.

6.2 Les rouleaux de Bentofix® sont stockés couverts sur un terrain surélevé, sec et nivelé, de façon à prévenir tout endommagement de l'emballage des rouleaux.

## 7. Transport sur site

7.1 Les rouleaux de GSB Bentofix® sont livrés sur site par camion, ou container, dans leur emballage d'origine. La surface de stockage doit être surélevée, sèche et nivelée, de façon à prévenir tout endommagement de l'emballage des rouleaux.

7.2 En règle générale, les chevauchements ne nécessitent pas de bentonite en poudre supplémentaire pour les types Bentofix® BFG. Des exceptions peuvent être par exemple des traversées de tuyaux et des raccordements. Dans ce cas, de la poudre de bentonite en sacs ainsi qu'une bande d'env. 200 mm de large de non-tissé sont nécessaires. La quantité nécessaire doit être évaluée avec votre interlocuteur chez NAUE et commandée avant la livraison. Ils sont transportés de façon à ce qu'ils ne prennent pas l'humidité.

7.3 Avant toute opération de déchargement et manutention, il est recommandé d'identifier et vérifier la livraison et de contrôler qu'aucun rouleau n'a été endommagé. Dans le cas contraire, le détail des endommagements doit être notifié sur le bordereau de livraison et signalé au fournisseur.

## 8. Procédures de déchargement

8.1 Comme pour toute opération de levage ou de chargement, un équipement de sécurité approprié doit être utilisé avec les méthodes de manutention adaptées et sécurisées. Ceci inclut un terrain compact et approprié pour le stockage des véhicules et du Bentofix®. Le contractant responsable du déchargement des rouleaux de Bentofix® doit contacter le fabricant avant transport afin de définir la procédure adéquate de déchargement et l'équipement nécessaire s'il existe des différences entre les méthodes agréées et spécifiées. Utiliser l'Annexe B pour faire des notes si nécessaire.

8.2 L'aire de stockage des rouleaux de Bentofix® doit répondre aux recommandations de la section 9.

8.3 Le levage des rouleaux peut être fait avec un tube/une barre acier d'un diamètre extérieur de 63 mm – 75 mm et d'épaisseur suffisante pour résister à la flexion et ne pas plier sous le poids d'un rouleau de GSB généralement entre 900 et 1 200 kg (Pour des GSB Bentofix® de 5 m de large). Le tube est inséré à l'intérieur du mandrin du rouleau de Bentofix®. Des élingues ou des chaînes sont fixées à chaque extrémité du tube, lesquelles sont ensuite attachées au palonnier (fig. 5).

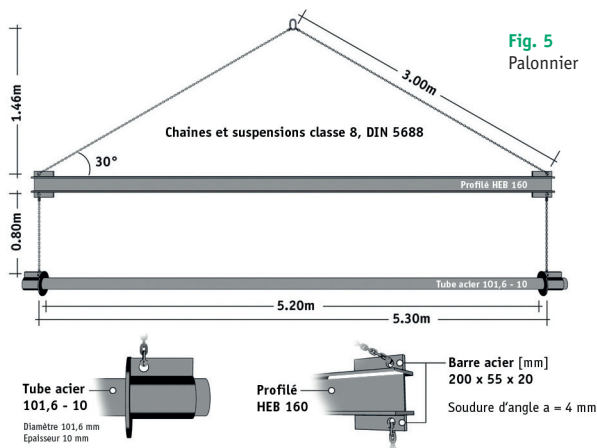


Fig. 5  
Palonnier

Une grue, une pelle mécanique, un chariot télescopique, ou tout autre engin adapté, peuvent ensuite lever l'ensemble. Un chariot élévateur télescopique peut être équipé d'un éperon spécifique de longueur  $\geq 4,0$  m et d'un diamètre externe ne dépassant pas 86 mm. L'éperon est inséré à l'intérieur du mandrin du rouleau de Bentonix®. Le rouleau ne doit pas être entièrement levé tant que l'éperon n'est pas rentré de toute sa longueur à l'intérieur du mandrin afin que ce dernier ne casse pas. L'éperon a une longue portée et est particulièrement utile pour décharger les containers et les camions bâchés. Les rouleaux de GSB doivent être soutenus lors des manutentions pour assurer la sécurité du personnel et prévenir les endommagements du Bentonix® et de son mandrin. Seulement sous certaines circonstances soumises à approbation et sous surveillance, les rouleaux seront traînés au sol, levés par une extrémité, levés avec les fourches d'un chariot élévateur ou jetés au sol depuis le véhicule de livraison.

8.4 La personne en charge du contrôle qualité doit vérifier la présence d'équipement de manutention approprié sans danger pour le personnel ou de risque d'endommagement du matériau.

8.5 Un complément d'information est décrit ci-dessous:

**Palonnier** - un palonnier doit comprendre un tube acier ou une barre ainsi qu'un portique. Le tube doit pouvoir porter de façon uniforme le rouleau de GSB quand il est inséré à l'intérieur du mandrin du rouleau de GSB alors que le portique empêchera les chaînes ou les sangles de frotter aux extrémités du rouleau.

**Eperon** - un éperon est un tube ou une barre rigide avec une extrémité directement fixée à un engin de levage. Si un éperon est utilisé, il doit pénétrer de toute sa longueur à l'intérieur du rouleau de GSB afin d'éviter un fléchissement excessif du rouleau lorsqu'il est levé.

**Dérouleurs** - des dérouleurs sont constitués de deux barres de grand diamètre à roulement espacées de 75 mm environ qui supportent le rouleau de GSB et permettent un déroulement libre. Les dérouleurs sont permis à condition qu'ils offrent un support convenable sur toute la largeur du rouleau de GSB.

**Sangles** - deux sangles (largeur  $\geq 70$  mm) de résistance suffisante (positionnées à 1/3 de la largeur du rouleau de part et d'autre des bords) fixées à l'engin de levage avec soit un, soit plusieurs rouleaux (suivant la résistance des sangles) peuvent être utilisées pour déplacer les rouleaux sans endommager l'emballage ou le GSB.

8.6 En cas d'endommagement de l'emballage, la zone endommagée est soit réparée par un adhésif (fig. 2) ou la protection est entièrement remplacée.

## 9. Stockage sur site

9.1 Une aire de stockage plane, sèche et bien drainée est requise pour garder le GSB Bentonix® au sec, et de taille suffisante pour stocker toute la quantité de rouleaux de GSB livrés. L'état de surface doit être débarrassé de toute pierre coupante ou poinçonnante et de tout autre objet pouvant endommager le GSB. L'aire de stockage doit être la plus proche possible de la zone d'installation afin de minimiser les opérations de manutention.

9.2 L'aire de stockage doit être sécurisée afin de prévenir du vandalisme et du vol et doit être conçue de façon à ce que le passage de véhicules ne puisse endommager les rouleaux. Les rouleaux de Bentonix® et les sacs de bentonite en vrac doivent être recouverts d'un film plastique ou d'une bâche jusqu'à leur installation.

9.3 Tout rouleau qui rentre en contact avec de l'humidité durant son stockage doit être inspecté avant son installation afin de vérifier qu'aucun endommagement physique important n'est survenu. Tout rouleau endommagé doit être mis de côté en vue d'une inspection pour juger de la faisabilité d'une réparation.

9.4 Les rouleaux de Bentonix® peuvent être empilés les uns sur les autres sans excéder une hauteur de cinq rouleaux s'ils sont stockés sur site (fig. 6). Il faut s'assurer que les rouleaux ne puissent pas bouger à tout moment lors du stockage. Si les rouleaux nécessitent d'être stockés sur une hauteur plus importante, veuillez contacter votre interlocuteur chez NAUE.

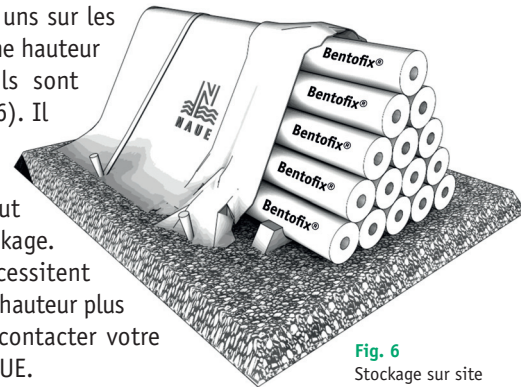


Fig. 6  
Stockage sur site  
du Bentonix®

9.5 Il convient de s'assurer qu'au moins un des deux côtés du Bentonix® soit accessible selon la procédure de levage retenue. Il faut éviter de pousser les rouleaux.

9.6 Les sacs de poudre de bentonite et les bandes de non-tissé doivent également être stockés au sec et si nécessaire, protégés un film plastique étanche et résistant.

## 10. Equipement recommandé

- Véhicules agréés, pelle mécanique par exemple
- Matériel d'emballage
- Palonnier
- Cutter
- Truelle
- Seau
- Pelle
- Marqueur
- Décimètre

## 11. Qualification de l'installateur

11.1 Le personnel d'installation doit avoir pris connaissance des recommandations de mise en œuvre du Bentonix® et doit être aguerri aux procédures d'installation des GSB Bentonix®.

11.2 Il est recommandé de notifier la date d'initiation dans le journal de chantier. L'annexe A peut être utilisée comme cadre général.



11.3 Le représentant de NAUE peut réaliser une initiation des installateurs sur demande. Les modalités doivent être définies au préalable.

## 12. Conditions climatiques

12.1 Les conditions climatiques doivent permettre une installation du GSB Bentofix® et des matériaux de confinement au sec.

12.2 Le support doit répondre aux spécifications ou recommandations donnés à la section 13.

12.3 L'installation doit suivre les procédures décrites aux sections 13 à 19 (incluses).

12.4 Si le GSB est hydraté ( $\geq 50\%$ ) sans être confiné, il peut s'avérer nécessaire de retirer et de remplacer le matériau hydraté. Le responsable du projet, le responsable du contrôle qualité et le fournisseur de GSB doivent être consultés pour définir une procédure spécifique en cas de suspicion d'hydratation prématurée.

## 13. Préparation du support

13.1 La surface sur laquelle le GSB Bentofix® est installé doit être plane et dépourvue de débris, racines, branches, pierres ou roches anguleuses de plus de 50 mm. Les prescriptions du site en matière de compactage doivent être suivies conformément aux recommandations du projet.

13.2 Au minimum, le niveau de compactage doit être tel que l'équipement d'installation du GSB, ou tout autre engin de construction circulant dans l'aire de mise en œuvre, ne crée pas d'ornières de façon significative.

13.3 Dans les applications où le GSB Bentofix® est soumis à un gradient hydraulique excédant l'épaisseur du matériau de confinement, un support constitué de graviers ou de matériau granulaire ne peut être accepté à cause de l'importance du taux de vides. Pour ces applications, il est recommandé la mise en œuvre d'une couche support sur le fond de forme, dont les premiers 150 mm doivent avoir une distribution de la granulométrie telle qu'un moins 80 % du sol est inférieur à 0,2 mm avec une taille maximale de particules de 12 mm. Immédiatement avant le déroulage du Bentofix®, la couche support doit être régaliée en comblant les vides ou les crevasses dues à la dessiccation et les orniérages pour obtenir une surface plane sans irrégularité agressive ou de différence de niveau supérieure à 25 mm.

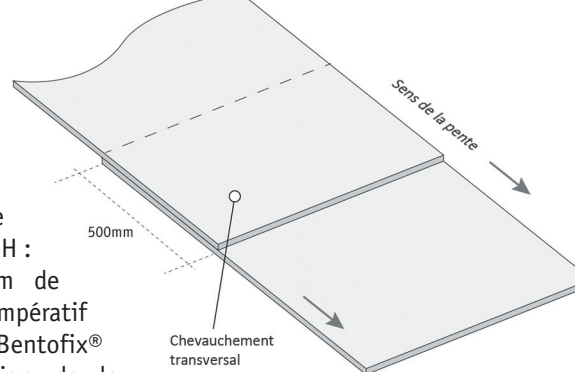
13.4 Les surfaces où sera installé le GSB Bentofix® doivent être conservées en l'état et sans eau stagnante.

13.5 Si cela est prescrit, la couche support peut faire l'objet d'un certificat de réception avant la mise en œuvre du Bentofix®. En accord avec la personne en charge du contrôle qualité, il est de la responsabilité de l'installateur de lui indiquer tout changement de l'état de surface qui pourrait l'écarter des conditions de conformité aux prescriptions des documents d'exécution du projet.

## 14. Pentes

14.1 Dans tous les cas, le responsable de la conception de l'ouvrage devra valider l'analyse de stabilité du système.

**Fig. 7**  
Chevauchement suivant le sens d'écoulement des eaux (tuilage)



14.2. Pour des pentes d'inclinaison supérieure à 17 % (9,65° ; 6H : 1V) et de 3 m de longueur, il est impératif d'installer le Bentofix® selon la direction de la pente. Les chevauchements transversaux y sont proscrits. Si cela n'est pas possible, les chevauchements transversaux doivent être effectués selon le sens d'écoulement des eaux (fig. 7 système de tuilage).

14.3 Si les pentes excèdent une inclinaison de 28,6 % (16° ; 3,5 H : 1V), un ancrage par tranchée en pente peut s'appliquer. Le concepteur de l'ouvrage ou le maître d'œuvre valideront cet ancrage.

14.4 Si une tranchée d'ancrage est prescrite en sommet de pente, veuillez-vous reporter à la section 15.

## 15. Ancrage

15.1 Le GSB Bentofix® est généralement ancré dans une tranchée en sommet de talus, par exemple autour du périmètre d'un bassin de rétention. Dans la plupart des cas, le GSB Bentofix® peut être ancré dans la même tranchée que les autres géosynthétiques adjacents (si utilisés).

15.2 Les dimensions et la position de la tranchée doivent être données dans les documents d'exécution du projet ou prises de la figure 8. Le matériau peut être également ancré par lestage à plat au-delà de la crête de talus.

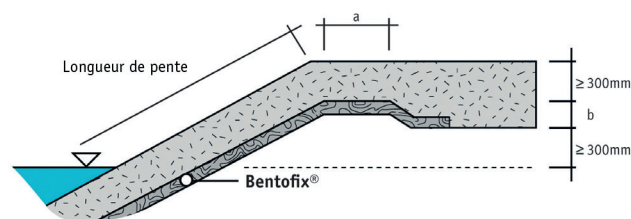
15.3 Les crêtes de tranchée doivent être arrondies afin d'éliminer tout angle saillant pouvant causer un stress au GSB.

15.4 Quand une tranchée d'ancrage est requise, elle ne sera pas réalisée plus de deux jours avant l'installation du GSB. Ceci limite les éboulements à l'intérieur de la tranchée qui nécessitent de la débayer à nouveau.

15.5. Quand les lés sont mis en place, la tranchée doit être immédiatement rebouchée ou lestée par des sacs de sable.

15.6 La procédure de comblement de la tranchée doit être conforme aux plans et spécifications du projet.

15.7 Le point le plus bas de tout ancrage doit être au minimum 300 mm au-dessus du niveau des plus hautes eaux.



Longueur de pente	a	b
< 10m	$\geq 500\text{mm}$	$\geq 500\text{mm}$
10 - 40m	$\geq 800\text{mm}$	$\geq 600\text{mm}$
> 40m	$\geq 1000\text{mm}$	$\geq 800\text{mm}$

**Fig. 8**  
Détails d'ancrage par tranchée

## 16. Installation du Bentofix®

16.1. Les rouleaux de GSB doivent être acheminés sur le lieu d'installation dans leur emballage d'origine.

16.2 Lorsque les rouleaux de Bentofix® sont prêts à être déroulés, l'étiquette du rouleau doit être récupérée et doit être conservée par l'installateur, ou le responsable du contrôle qualité, ainsi que toute information pertinente. Seuls les matériaux agréés peuvent être installés (l'Annexe C peut être utilisée pour prendre des notes).

16.3 L'emballage doit être retiré soigneusement sans causer d'endommagement au GSB juste avant son déploiement. Les lignes de marquage des chevauchements situés des deux côtés indiquent la face inférieure du produit qui doit être installée sur le support.

16.4 Le plan d'installation est déterminé par la direction de l'écoulement des eaux. Les lés de GSB seront installés selon le plan prévisionnel d'installation, préalablement agréé, quand un tel document est disponible.

16.5. Généralement, l'installation démarre depuis le haut de talus et à l'endroit le plus élevé du site de sorte que les ruissellements d'une précipitation qui se dirigent vers le point bas de l'ouvrage évitent d'hydrater le GSB.

16.6 Quand les lés sont en position, ils sont contrôlés pour relever tout endommagement physique.

16.7 Tous les rouleaux de GSB Bentofix® doivent être installés sans mise en tension et débarrassés de plis.

16.8 Les rouleaux de Bentofix® sont déroulés à l'aide d'un chariot élévateur ou de tout autre engin approuvé. Un palonnier (fig. 5), ou tout autre équipement conforme, est fixé au bras de l'engin.

16.9 En talus, les lés sont installés de sorte que les joints soient parallèles à la direction de la plus grande pente. A plat, il n'y a pas d'orientation spécifique, mais les lés doivent être mis en tuilage en pied de talus afin de faciliter le drainage.

16.10 Si nécessaire, une bande de géomembrane peut être utilisée en tant que bande de glissement pour faciliter la mise en œuvre d'autres géosynthétiques. Cette bande de glissement n'a pas besoin de couvrir l'ensemble de la pente, seule la crête supérieure du talus et les premiers mètres de pente suffisent pour faciliter la mise en œuvre. Après utilisation, cette bande de géomembrane doit être retirée.

16.11 Aucun engin susceptible d'endommager le GSB ne sera autorisé à circuler directement sur le GSB. Les conditions d'installation acceptables peuvent, par exemple, être réalisées de telle sorte que le GSB soit déroulé devant l'engin en mouvement arrière, en utilisant une pelle mécanique ou un chariot élévateur. Si l'engin crée un orniérage du support, le support doit être retravaillé jusqu'à l'obtention de l'état préalablement réceptionné avant de poursuivre l'installation.

16.12 Seule la quantité de GSB Bentofix® qui pourra être confinée en fin de journée sera déployée, voire une quantité qui pourrait être recouverte dans un délai raisonnablement court en cas d'évènement pluvieux. Les zones de chevauchement non recouvertes doivent être protégées durant la nuit par une membrane ou un film plastique (fig. 9) pour éviter l'hydratation de la bentonite. Les bords exposés doivent être lestés par des sacs de sable ou un matériau équivalent qui ne causerait pas d'endom-

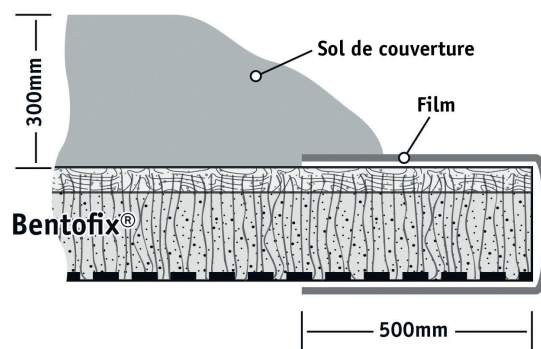


Fig. 9  
Détails des  
surfaces non  
confinées

agement au GSB, afin d'éviter tout soulèvement en cas de forts vents.

16.13 La découpe du GSB Bentofix® peut s'avérer nécessaire dans certains cas, comme par ex. autour de traversées. Ceci peut être fait avec un cutter. Un changement de lame fréquent est recommandé pour éviter tout endommagement aux composants du GSB lors de la découpe. Les lames usagées ne doivent pas être déposées sur ou sous le Bentofix® installé.

## 17. Chevauchements et joints

17.1 Les joints de GSB sont réalisés par chevauchement des bords adjacents. Un soin doit être apporté à ce que la zone de chevauchement ne soit pas souillée par de la terre ou des débris.

17.2 Ne pas marcher ou circuler sur les zones de chevauchement.

17.3 Ne pas chevaucher deux surfaces identiques de Bentofix® (par exemple tissé sur tissé).

17.4 Les joints doivent être réalisés de telle sorte qu'ils soient mis en recouvrement selon la direction du gradient en prévention qu'un flux ne pénètre dans la zone de chevauchement.

17.5 Les chevauchements en T (fig. 10) doivent être réduits au minimum.

17.6 Le chevauchement de deux joints transversaux adjacents n'est pas autorisé

17.7 Les chevauchements en point bas doivent être évités.

17.8 Sauf indication contraire, la dimension minimale du chevauchement longitudinal doit être de 300 mm. Les lignes de marquage du chevauchement en bordures de rouleau, permettent l'alignement pendant le processus de déroulement (fig. 10). Les chevauchements de fin de rouleau doivent être réalisés de la même façon mais avec un chevauchement minimal de 500 mm.

Un soin doit être apporté afin de maintenir la dimension de ces chevauchements dans le temps lors du recouvrement, et sous toutes conditions climatiques.

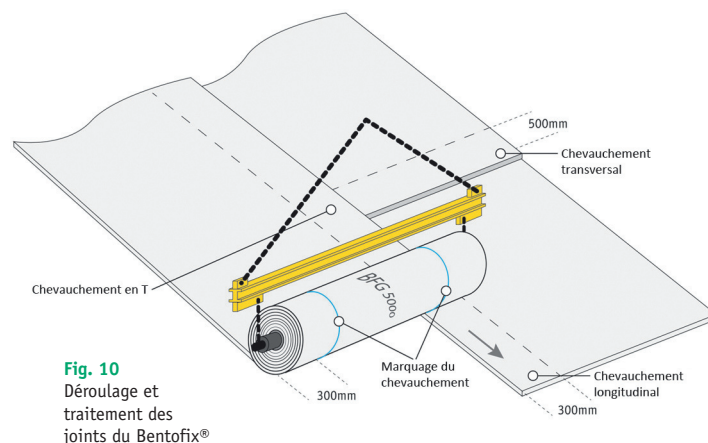


Fig. 10  
Déroulage et  
traitement des  
joints du Bentofix®

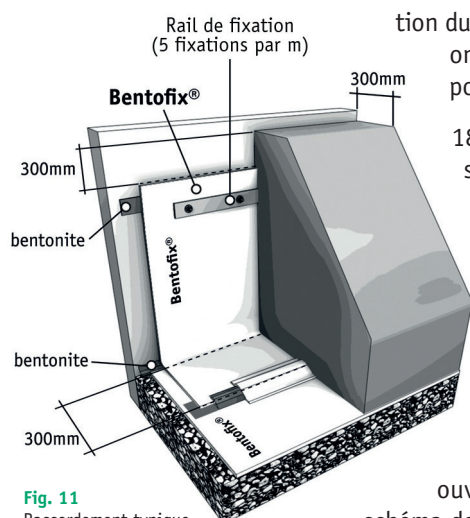
17.9 Afin de prévenir tout soulèvement en cas de forts vents, il peut s'avérer nécessaire d'installer des sacs de sable ou tout autre matériau de lestage agréé au droit des zones de chevauchement.

17.10 Les lés doivent être ajustés pour enlever tout pli au droit des chevauchements en laissant le joint propre et débarrassé de tout pli ou bourrelet lors qu'il est recouvert.

17.11 Aucune bentonite additionnelle n'est nécessaire pour réaliser les joints des Bentofix® type BFG du fait que le géotextile non-tissé supérieur est entièrement imprégné de bentonite lors de la fabrication, ce qui assure la présence de bentonite sur toutes les surfaces de recouvrement, indépendamment de la géométrie de l'ouvrage.

## 18. Détails de raccordement

18.1 Le GSB Bentofix® doit être mis en œuvre autour des traversées, canalisations et autres ouvrages conformément aux schémas des documents d'exécution du projet et des recommandations du CFG. L'étanchéité de ces points est une priorité.



**Fig. 11**  
Raccordement typique à un ouvrage

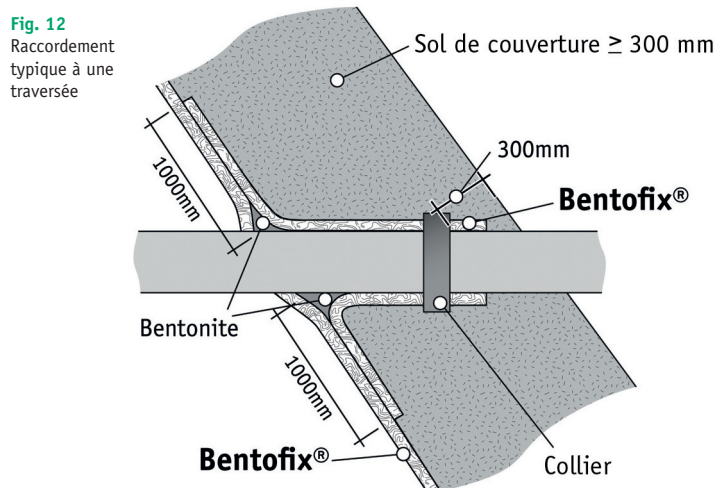
18.2 Le Bentofix® doit être solidement fixé aux ouvrages en utilisant des bandes de fixation ou des serre-joints en acier inoxydable, des fixations mécaniques ou tout autre dispositif si nécessaire pour en limiter les mouvements. Le Bentofix® sera typiquement raccorder aux ouvrages en béton selon le schéma de la figure 11.

18.3 Le Bentofix® sera typiquement raccorder aux traversées circulaires verticales et horizontales selon le schéma de la figure 12.

18.4 La découpe du GSB doit être réalisée à l'aide d'un cutter. Un changement de lame fréquent est recommandé pour éviter tout endommagement aux composants du GSB lors de la découpe

18.5 Un ajout de bentonite ou de pâte de bentonite est nécessaire pour parfaire le joint.

18.6 Contactez votre interlocuteur chez NAUE en ce qui concerne les détails de raccordement aux ouvrages.



**Fig. 12**  
Raccordement typique à une traversée

## 19. Installation du confinement

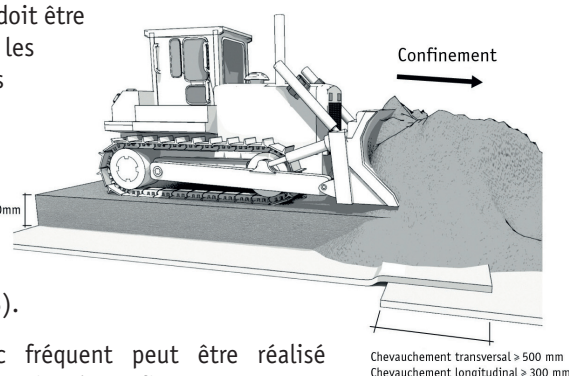
19.1 Dans tous les cas, le concepteur, ou le maître d'œuvre, doivent valider l'analyse de stabilité du système. Si tous les détails sont disponibles, NAUE peut réaliser une analyse de stabilité.

19.2 Le matériau de confinement doit être débarrassé de pierres ou cailloux à bords anguleux ou tout autre matériau étranger pouvant endommager le GSB. Le matériau de confinement doit être un matériau agréé respectant une uniformité de granulométrie, une teneur en eau et la compatibilité chimique. Les matériaux de confinement recommandés ont généralement une distribution de granulométrie comprise entre les fines et 25 mm. Les matériaux avec plus de 50 % (en poids) supérieurs à 20 mm peuvent nécessiter la réalisation d'une planche d'essai sur site avec le matériau support, le matériau de confinement et les engins de mise en œuvre et de compactage.

19.3 La mise en œuvre de matériau sableux au-dessus du Bentofix® est à privilégier.

19.4 Les matériaux peuvent être mis en place au-dessus du Bentofix® si la teneur en eau de la bentonite est inférieure à 50%.

19.5. Le matériau de confinement doit être mis en place au-dessus du GSB par un engin générant le moins de contraintes au Bentofix®. Dans tous les cas, une couche de matériau d'au moins 300 mm doit être assurée entre les chenilles/pneus de l'engin et le GSB à tout moment de la mise en œuvre du confinement (fig. 13).



**Fig. 13**  
Installation du matériau de confinement

19.6 Un trafic fréquent peut être réalisé au-dessus du matériau de confinement avec une épaisseur d'au moins 800 mm. Différentes épaisseurs ou différents types de matériaux nécessitent l'agrément du Maître d'Œuvre ou doivent être vérifiés par une planche d'essai sur site.

19.7 Le matériau de confinement doit être mis en œuvre en poussant le matériau au-dessus du GSB (fig. 13), sans causer d'endommagement et de façon à éviter l'entrée de matériau à l'intérieur des chevauchements.

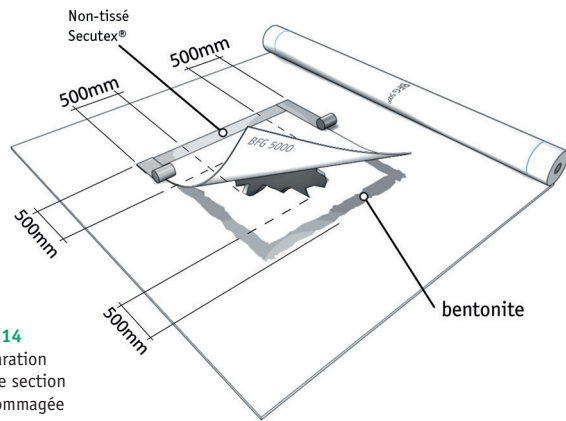
19.8 Afin de prévenir l'ouverture des chevauchements pendant la mise en œuvre du matériau de confinement, il est possible d'installer manuellement du matériau au-dessus de ces zones de chevauchement.

19.9 Quand un autre géosynthétique est installé au-dessus du GSB, un soin doit être apporté à ce qu'aucune fixation ou qu'aucune méthode de construction n'endommage le GSB.

19.10 Typiquement, 300 mm de matériau de confinement doivent également être installés au-dessus du géosynthétique, avant hydratation de la bentonite au-delà de 50 % de teneur en eau.

19.11 Après installation d'au minimum 300 mm de matériau de confinement, l'épaisseur finale de la couche de confinement doit être installée sous moins de 15 jours.





**Fig. 14**  
Réparation  
d'une section  
endommagée

## 20. Interruptions lors de la mise en œuvre

20.1 Les surfaces non confinées doivent être protégées durant la nuit par une membrane plastique (fig. 9) en bords de lés pour éviter l'hydratation de la bentonite.

20.2 En cas de précipitations, qui pourraient provoquer une pré-hydratation de plus 50 % de la surface de GSB exposé, une couverture temporaire constituée d'un film en plastique, devrait être installée au-dessus du GSB pour le protéger.

20.3 Les bords du film doivent être lestés par des sacs de sable ou un matériau équivalent qui ne causerait pas d'endommagement au GSB, afin d'éviter tout soulèvement en cas de forts vents.

## 21. Réparations

21.1 Dans le cas où le GSB Bentofix® a subi des endommagements, déchirures, perforations lors de la mise en œuvre, la surface concernée doit être réparée.

21.2 Sur des surfaces relativement planes, la surface endommagée doit être recouverte par une pièce rapportée de GSB Bentofix® en débordement d'au moins 500 mm de part et d'autre de la surface endommagée (fig. 14).

21.3 Tous les chevauchements doivent être traités tel que décrit dans la section 17.

21.4 Le GSB endommagé sur pente doit être réparé selon la même procédure que décrite dans les sections 21.2 et 21.3. Il convient de s'assurer également que la stabilité de la pente n'est pas altérée.

21.5 Un soin particulier doit être pris que lors de la mise en œuvre du matériau de confinement, la pièce rapportée ne soit pas déplacée.

21.6 Les surfaces de GSB exposées à des eaux stagnantes ou à un excès de précipitations avec pour conséquence une hydratation de la bentonite (> 50 %) avant son confinement doivent être inspectées de tout endommagement lié à une activité ultérieure. S'il est avéré que le GSB a été hydraté et endommagé, il doit être recouvert d'une nouvelle pièce de GSB sur la surface endommagée ou être déposé puis remplacé.

21.7 Tout matériau Bentofix® dont la bentonite a été exposé à des hydrocarbures, produits chimiques ou liquide non-compatible, ou tout autre liquide nocif lors de son installation doit être déposé et remplacé par un GSB Bentofix® sain.

## 22. Contrôles

22.1 Après installation et réalisation des joints, les lés et joints du Bentofix® subiront un contrôle visuel détaillé par le responsable des travaux ou par une personne mandatée, voir un contrôle extérieur. Cela est réalisé aussi proche que possible de la fin de la mise en œuvre.

22.2 Ce contrôle doit inclure les chevauchements, les alignements, traversées, raccordements, et détecter tout défaut y compris les endommagements d'installation. Les surfaces contenant un défaut doivent être identifiées, réparées et ces réparations doivent faire l'objet d'un contrôle par le responsable des travaux ou par une personne mandatée.

22.3 La procédure contrôle/réparation doit être réalisée de façon systématique dès que possible pour s'assurer qu'une zone défaillante ne reste pas sans réparation.

22.4 Une fois que le contrôle a été réalisé, les couches de géosynthétiques suivantes peuvent être installées ou le confinement par le sol de recouvrement peut commencer suivant une méthodologie non agressive vis-à-vis du GSB installé.

## 23. Hydratation de la bentonite

23.1 Dans les cas de rétention de liquides non-aqueux, il peut être nécessaire d'hydrater le GSB confiné avec de l'eau douce avant utilisation de l'ouvrage.

23.2 Si nécessaire, une pré-hydratation peut être réalisée (à condition que le matériau de confinement soit perméable) en déversant de l'eau dans l'aire de stockage, en inondant ou en utilisant des sprinklers. Pour des procédures spécifiques, si une hydratation manuelle s'avère nécessaire, veuillez contacter Naue.

23.3 Le trafic au-dessus de zones de GSB hydraté ne doit pas l'endommager par fluage de la bentonite. Des épaisseurs supérieures de matériau de recouvrement sont recommandées dans ces cas.

## 24. Conditions spéciales

Pour toute autre procédure spécifique, veuillez contacter un représentant de NAUE.

# Initiation à la mise en œuvre ☐ pratique ☐ théorique ☐

1. Nom du site: \_\_\_\_\_

2. Date: \_\_\_\_\_ Heure de: \_\_\_\_\_ à: \_\_\_\_\_

3. Type de produit: \_\_\_\_\_

Inspection visuelle du géosynthétique: \_\_\_\_\_

4. Contractant: Société: \_\_\_\_\_

Nom: \_\_\_\_\_

Tél.: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

5. Installateur: Société: \_\_\_\_\_

Nom: \_\_\_\_\_

Tél.: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

## 6. Météo:

Température: \_\_\_\_\_ ensoleillé ☐ nuageux ☐ pluie/neige ☐ lumineux ☐  
moyen ☐  
sombre ☐

7. Recommandations de mise en œuvre disponible sur le site de construction: oui ☐ non ☐

Version des recommandations: \_\_\_\_\_

8. Conditions du support: \_\_\_\_\_

## 9. Contractant/installateur informé sur la mise en œuvre du matériau de confinement:

Type de matériau/géosynthétique de confinement ☐ épaisseur mini. ☐ Sens de mise en œuvre ☐

Sens d'étalement ☐ Chevauchements ☐ Aire de stockage des géosynthétiques ☐

10. Prise de Photos: oui ☐ non ☐ Position GPS \_\_\_\_\_

Photos sauvegardées: oui ☐ non ☐ fichier \_\_\_\_\_ indiqué sur le plan de calepinage: oui ☐ non ☐

11. Notes prises sur d'autres pages: oui ☐ non ☐ \_\_\_\_\_

## 12. Confirmation de l'initiation:

Nom: \_\_\_\_\_ Nom: \_\_\_\_\_

Société: \_\_\_\_\_ Société: \_\_\_\_\_

Date, signature: \_\_\_\_\_ Date, signature: \_\_\_\_\_



NAUE Applications S.A.R.L.  
49 Avenue Marcellin Berthelot  
38200 Vienne  
France

Téléphone +33 4 74 78 38 10  
Fax +33 4 74 78 38 14  
E-Mail naueapplications@wanadoo.fr  
Internet www.naue.fr





## Déchargement du Bentofix®

Type

Version et No. des recommandations de mise en œuvre

Date	No. rouleau	Météo	Endom- magement	Réparation	Commentaires	Nom initiales
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		

Stockage sur site conforme au chapitre 9

Des recommandations de mise en œuvre du Bentofix®

☐ ☐  
OUI NON

Commentaires

Nom  
InitialesNom  
Initiales

Nom

Société




NAUE Applications S.A.R.L.  
49 Avenue Marcellin Berthelot  
38200 Vienne  
France

Téléphone +33 4 74 78 38 10  
Fax +33 4 74 78 38 14  
E-Mail [naueapplications@wanadoo.fr](mailto:naueapplications@wanadoo.fr)  
Internet [www.naue.fr](http://www.naue.fr)



et Bentofix® sont des marques déposées de Naue GmbH & Co. KG, dans plusieurs pays.

Les informations figurant dans le présent document sont établies par le fabricant NAUE GmbH & Co. KG, Allemagne, en fonction de ses dernières connaissances. Aucune garantie n'est exprimée ou engagée, ni par le fabricant, ni par son représentant légal.

© 2014 NAUE GmbH & Co. KG, Espalkamp-Fiestel, Allemagne. Tous droits réservés. · No F31 · Version 27.06.2014

## Installation du Bentofix®

Type

Version et No. des recommandations de mise en œuvre

Date	No. rouleau	Météo	Vérification des chevauchements	Chapitres 1-24 respectés	Différences /commentaires	Nom initiales
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		
			<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OUI NON		

Nom  
Initiales

Nom

Société




NAUE Applications S.A.R.L.  
49 Avenue Marcellin Berthelot  
38200 Vienne  
France

Téléphone +33 4 74 78 38 10  
Fax +33 4 74 78 38 14  
E-Mail [naueapplications@wanadoo.fr](mailto:naueapplications@wanadoo.fr)  
Internet [www.naue.fr](http://www.naue.fr)



et Bentofix® sont des marques déposées de Naue GmbH & Co. KG, dans plusieurs pays.

Les informations figurant dans le présent document sont établies par le fabricant NAUE GmbH & Co. KG, Allemagne, en fonction de ses dernières connaissances.

Aucune garantie n'est exprimée ou engagée, ni par le fabricant, ni par son représentant légal.

© 2014 NAUE GmbH & Co. KG, Espalkamp-Fiestel, Allemagne. Tous droits réservés. · No F32 · Version 27.06.2014



NAUE Applications S.A.R.L.  
49 Avenue Marcellin Berthelot  
38200 Vienne  
France

Téléphone	+33 4 74 78 38 10
Fax	+33 4 74 78 38 14
E-Mail	<a href="mailto:naueapplications@wanadoo.fr">naueapplications@wanadoo.fr</a>
Internet	<a href="http://www.naue.fr">www.naue.fr</a>



et Bentofix® sont des marques déposées de Naue GmbH & Co. KG, dans plusieurs pays.

Les informations figurant dans le présent document sont établies par le fabricant NAUE GmbH & Co. KG, Allemagne, en fonction de ses dernières connaissances.

Aucune garantie n'est exprimée ou engagée, ni par le fabricant, ni par son représentant légal.

© 2014 NAUE GmbH & Co. KG, Espalkamp-Fiestel, Allemagne. Tous droits réservés. · V043 · Version 27.06.2014