

Journée technique du CFMS

Amélioration des sols par inclusions rigides : Retour d'expérience depuis ASIRI

21 septembre 2016
Laurent Briançon

Journée technique du CFMS

Amélioration des sols par inclusions rigides : Retour d'expérience depuis ASIRI

1. Contexte

Une journée technique du cfms a été organisée le 21 septembre 2016 au Conservatoire national des arts et métiers sur le thème de l'amélioration des sols par inclusions rigides. Le cfms a enregistré pour cette journée 172 inscriptions mettant en évidence l'intérêt de la profession pour le sujet traité. Cette journée, coordonnée par C. Poilpré (ALIOS) et L. Briançon (INSA de Lyon), avait deux objectifs principaux :

- Etablir un état de la pratique depuis la parution en 2012 des recommandations ASIRI en vérifiant si les recommandations étaient bien utilisées et si elles avaient participé au développement de la technique,
- Recenser les sujets non traités dans les recommandations ASIRI ou insuffisamment et discuter de la pertinence d'un nouveau projet national pour compléter les recommandations ASIRI.

Parallèlement à cette journée, une première enquête de l'IREX avait été transmise aux adhérents du projet national ASIRI : sur les quarante participants, une vingtaine avait répondu. Suite à cette première enquête, une nouvelle enquête a été soumise à toute la profession de la géotechnique : 88 personnes ont répondu représentant 59 organismes.

2. Programme

La journée a été organisée pour répondre aux deux objectifs fixés. Brice Delaporte (IREX) et Bruno Simon (Terrasol) ont présenté un bilan des recommandations ASIRI. Ensuite la parole a été donnée aux entreprises d'amélioration de sol (Ménard, Keller, Pinto, GTS et Franki). Chaque orateur a présenté quelques chantiers réalisés depuis les recommandations ASIRI et a mis en évidence les atouts des recommandations ainsi que les points d'amélioration ou les insuffisances. Quatre chantiers ont été ensuite présentés par des acteurs différents des entreprises (BE, MOE, géotechnicien, MOA).

L'après-midi a été consacrée à la présentation des différents points de vue du bureau d'ingénierie géotechnique (Antea Group), du producteur de géosynthétiques (Tencate), du terrassier (Colas), de l'entreprise de sols industriels (SOREDAL), du maître d'ouvrage (EDF), du contrôleur technique (SOCOTEC) et des experts d'assurance (SOCABAT). Enfin la journée s'est conclue autour d'une table ronde animée par Brice Delaporte sur les suites à donner au projet national ASIRI. Cinq invités se sont exprimés : L. Carpintero (SOCOTEC), M. Lucas (SOCABAT), E. Javelaud (EDF), B. Simon (Terrasol) et Ph. Liausu (SOFFONS - FNTF). De nombreux échanges avec l'assistance ont animé cette table ronde.

3. Bilan des recommandations ASIRI

La version française des recommandations ASIRI a été éditée en 2012 (950 exemplaires vendus de 2012 à 2015) et en anglais en 2013 (313 exemplaires vendus à ce jour). Elles sont désormais téléchargeables gratuitement sur le site de l'IREX (www.asiri.irex.asso.fr). De nombreuses actions de valorisation ont été menées à la suite du projet national ASIRI :

- quatre journées de restitution en 2011 à Paris, Lyon, Nantes et Toulouse qui ont regroupées au total 391 participants,
- un état de l'art sur la technique à IS-GI Bruxelles organisé par le TC211 de l'ISSMGE en 2012,
- un article dans le Moniteur en 2013,

- une présentation de la technique dans l'exposition permanente du musée des arts et métiers.

Plus de 70 articles scientifiques (revues et conférences) et 9 thèses ont été publiés sur les résultats du PN ASIRI. Les recommandations ASIRI ont par ailleurs été utilisées pour la rédaction d'un guide technique à l'attention des entreprises de sols industriels et pour la rédaction de recommandations étrangères (Pologne).

L'ensemble de ces actions de valorisation a contribué à la diffusion des recommandations qui sont désormais largement utilisées par les géotechniciens.

4. Synthèse du retour d'expérience des entreprises d'amélioration des sols

Cinq entreprises ont présenté leur retour d'expérience à travers des chantiers en mettant en avant les points positifs et négatifs des recommandations ASIRI :

- 2 remblais,
- 1 remblai de faible épaisseur sous chaussée,
- 4 réservoirs,
- 1 parc d'éoliennes,
- 1 extension de quai,
- 7 dallages.

La variété des ouvrages présentés montre toute l'étendue du domaine d'application du renforcement des sols par inclusions rigides. Bien que les différents orateurs ne se soient pas concertés, il est frappant de voir que es conclusions similaires ont été apportées par chacun.

L'atout principal des recommandations ASIRI est qu'elles ont fixé une référence pour le dimensionnement et l'exécution du renforcement des sols par inclusions rigides. La version anglaise du document facilite son exportation et permet aux entreprises françaises de l'utiliser à l'international. Les modèles analytiques développés pour le dimensionnement des dallages sur inclusions rigides sont largement adoptés. Les approches numériques avec un calage des modèles sur les essais statiques et une vérification de cohérence des états limites GEO permettent une bonne simulation du comportement du sol renforcé et de son interaction avec l'ouvrage. ASIRI a apporté une rationalisation des calculs de dimensionnement et un cadre commun.

Ce document permet aussi à tous les intervenants qui travaillent sur un ouvrage renforcé par inclusions rigides d'avoir le même vocabulaire et le même référentiel, ce qui facilite les échanges et l'exécution des travaux.

Il a été noté que les recommandations ASIRI n'ont pas généré un nouvel essor notable de la technique qui était déjà en croissante augmentation depuis les années 2000. Cependant, cette technique était souvent présentée en variante dans les CCTP ou proposée par les entreprises dans le cadre d'une mission G3. Désormais, le renforcement de sol par inclusions rigides est souvent présenté en solution de base dans les CCTP et les entreprises n'ont plus besoin de faire valider leur propres cahiers des charges par des bureaux de contrôle pour répondre aux appels d'offre, le risque est donc réduit pour les entreprises.

Les recommandations ASIRI sont largement utilisées et bien perçues par la profession. Cependant, certains points mériteraient d'être améliorés. Il apparaît que les recommandations ASIRI sont assez restrictives sur certains points et nécessiteraient quelques corrections pour promouvoir davantage cette technique de renforcement de sol :

- Le nombre d'essais de chargement statiques demandé s'avère trop important. Bien que les résultats de ces essais soient essentiels pour le calage des modèles, cet essai reste assez lourd à mettre en œuvre et il est chronophage pour les entreprises. Un assouplissement pourrait être proposé en préconisant des

investigations géotechniques plus approfondies et en complétant les essais de chargement statiques par des essais de chargement dynamiques plus légers à mettre en œuvre ;

- Les justifications en compression simple et flexion composée des états limites STR des inclusions rigides dans le domaine 1 nécessitent la succession de vérifications ELS / ELU recommandées par ASIRI qui conduit à réduire fortement le domaine admissible (pas de ferrailage) par rapport aux préconisations de l'Eurocode 2. On pourrait alléger ces règles en conservant les limitations sur les taux de travail et assouplir la condition donnant la hauteur sur laquelle les inclusions ne sont pas entièrement comprimées ; d'une façon générale, les exigences au niveau de la traction dans le béton des inclusions rigides dans le domaine 1 pourraient être assouplies et adaptées aux cas de charge des ouvrages renforcés ;
- La plateforme de transfert de charge avec débord imposé par les recommandations sous les semelles isolées et filante est parfois difficile à réaliser et des cahiers de charges d'entreprises ont été validés par des bureaux de contrôle pour réaliser le renforcement de sol par inclusions rigides sous semelles sans plateforme de transfert de charge. Les recommandations devraient traiter ce cas pour l'intégrer dans le cadre commun ;
- Bien que les recommandations ASIRI ont facilité les échanges entre les différents acteurs, il persiste encore certaines difficultés pour gérer les interfaces : en exécution entre l'entreprise de renforcement de sol et le terrassier ou l'entreprise de sols industriels ou en dimensionnement entre le bureau d'études structure et le bureau d'études géotechnique. Lorsque l'allotissement d'un projet est trop important, le rôle d'un maître d'œuvre qui gère le projet dans sa globalité peut s'avérer positif pour la bonne réalisation des dimensionnements et des travaux.

Il a été souligné par de nombreux orateurs que la prise en compte des renforcements géosynthétiques de la plateforme de transfert de charge n'a pas été suffisamment abordée par les recommandations ASIRI qui ont repris les préconisations de la norme anglaise BS 8006. L'application de ces règles empiriques peut amener à des désordres, notamment pour les remblais de faibles hauteurs sous les chaussées. Ce sujet mériterait donc une étude approfondie pour améliorer les connaissances sur le comportement des renforcements géosynthétiques de la plateforme de transfert de charge et proposer des dimensionnements optimisés et réalistes.

Enfin, la rédaction d'un guide d'application pratique présentant de manière synthétique les étapes de dimensionnement à suivre a fait débat. Certains pensent qu'il est souhaitable d'éditer un tel document pour faciliter le travail des bureaux d'étude et les aider à expliquer la démarche. D'autres estiment que les recommandations ASIRI suffisent et qu'il est important d'avoir une certaine expertise pour les utiliser.

5. Quelques enseignements tirés d'ouvrages remarquables

Quatre ouvrages ont été présentés :

- Un portique rail-route présenté par l'entreprise Razel Bec
- Un remblai ferroviaire présenté par le bureau d'études Terrasol,
- Un remblai ferroviaire présenté par le maître d'œuvre SNCF,
- Un radier d'un bâtiment d'entreposage de déchets faiblement radioactifs présenté par le bureau d'études EGIS.

Ces quatre ouvrages renforcés ont permis de mettre en avant certains points positifs de la technique de renforcement des sols par inclusions rigides et les avantages apportés par les recommandations ASIRI. Pour le renforcement du sol du portique rail-route construit à Yaoundé, la solution par inclusions rigides proposée en variante s'est avérée plus économique que la solution de base de type fondation profonde et a permis d'apporter

des solutions pour l'approvisionnement des matériaux dans une région où les conditions de fournitures sont difficiles.

Le remblai ferroviaire de la Virvée (LGV SEA) a été l'occasion, en s'appuyant sur les recommandations ASIRI de proposer pour la première fois en France, sous une LGV, une solution de renforcement de sol par inclusions rigides et plateforme de transfert de charge renforcée par géosynthétiques. Cette solution a été validée par une expérimentation en vraie grandeur et a permis d'optimiser significativement la solution de base composée d'inclusions rigides avec dalles. Ce chantier fut aussi l'occasion de compléter le modèle simplifié bi-phasique proposé dans les recommandations ASIRI en intégrant la contribution des nappes géosynthétiques.

L'ouvrage présenté par la SNCF a mis en avant la complexité du renforcement de sol de lignes existantes avec des contraintes très fortes de planning, de mise en œuvre et d'objectifs de limitation des tassements. La solution par inclusions rigides a permis de tenir les délais d'exécution et de réduire les tassements en les ramenant à des valeurs compatibles avec les exigences de la maintenance pour une voie circulée. Le document ASIRI a été largement employé pour la rédaction du cahier des charges. Le maître d'œuvre a souligné les difficultés rencontrées par le déficit de dimensionnement des géosynthétiques dans les recommandations ASIRI.

Le dernier ouvrage présenté est un ouvrage sensible puisqu'il s'agit d'un bâtiment d'entreposage de déchets faiblement radioactifs. L'amélioration du sol de fondation par inclusions rigides est « hors norme » puisque les inclusions de 1 m de diamètre atteignent jusqu'à 55 m de long. Pour assurer un suivi du comportement de ces inclusions, une instrumentation très complète a été installée et a validé le bon dimensionnement des éléments de renforcement de sol lors de la phase de construction de l'ouvrage. Ce suivi sera poursuivi jusqu'au stockage des colis dans le bâtiment d'entreposage.

6. Le point de vue des différents acteurs géotechniciens

6.1 Le bureau d'ingénierie géotechnique

La société Antea Group a présenté au travers de quelques exemples l'apport des recommandations ASIRI pour un bureau d'ingénierie géotechnique et comment ces recommandations étaient appliquées. Il est souligné que l'amélioration de sol par inclusions rigides couvre de nombreux domaines de construction d'ouvrages. Avant les recommandations ASIRI, il était plus difficile de justifier la technique par l'absence de référentiel. De même la rédaction d'un CCTP se faisait souvent en utilisant un cahier des charges spécifique d'une entreprise, posant quelques problèmes vis-à-vis des entreprises concurrentes. Depuis 2012, il est noté que l'utilisation des recommandations ASIRI se fait encore rare dans les missions d'études géotechniques préalables (G1), mais qu'elle est forte pour les études géotechniques de conception (G2-PRO et G2-DCE) et pour les missions d'études géotechniques de réalisation (G3-EXE et G4-VISA/DET).

Une application a été spécialement présentée pour illustrer le rôle des recommandations ASIRI dans le cas des éoliennes. Le renforcement de sol par inclusions rigides sous éoliennes représente 23 % des constructions en France. Les règles imposées par ASIRI ont permis de limiter des dérives de dimensionnement (avant ASIRI : de 90 à 100 IR par éolienne en 2008-2009 à 36 à 70 IR sous éolienne en 2012-2013 ; après ASIRI de 60 à 80 IR sous éolienne à partir de 2014). Elles ont aussi permis de conforter les calculs d'épaisseur de plateforme de transfert de charge et faciliter les contrôles d'exécution.

Les recommandations ASIRI apportent pour un bureau d'ingénierie géotechnique :

- un référentiel technique pour concevoir, dimensionner et contrôler les inclusions et le matelas de répartition,
- des recommandations générales de mise en œuvre,
- des considérations techniques pour comprendre et valider les modèles,

- des références au comportement réel d'ouvrages instrumentés.

Cependant certains points mériteraient d'être améliorés :

- la mise à disposition de fiches de REX d'ouvrages réalisés (et instrumentés),
- la prise en compte des recommandations du Guide technique CFMS/AFPS « Procédés d'amélioration et de renforcement de sols sous actions sismiques »,
- l'adaptation du document aux nouvelles dénominations des missions d'ingénierie géotechnique,
- la rédaction d'un document simplifié pour une entrée plus rapide dans les recommandations.

6.2 Le producteur de géosynthétiques

TenCate a souligné que les géosynthétiques étaient un matériau peu connu en 2005 des BE et entreprises spécialisées en amélioration de sol en France à l'inverse des pays du nord de l'Europe (Royaume Uni, Allemagne, Pays scandinaves...). Le projet national ASIRI n'a pas proposé des méthodes de dimensionnement sur la base des expérimentations menées mais a choisi de présenter la méthode de calcul de la BS8006 approximative et plutôt conservatrice. Il a été aussi souligné que cette méthode n'est pas satisfaisante notamment dans le cas des remblais de faible hauteur et d'une façon général ne rend pas compte des mécanismes réels développés dans la plateforme de transfert de charge.

Cependant, les recommandations ASIRI ont permis de démocratiser en France l'utilisation des nappes géosynthétiques pour renforcer les plateformes granulaires à la base des remblais sur inclusions rigides. Actuellement, un groupe de travail français prépare un projet de norme sur « le renforcement des bases de remblai par géosynthétiques : sols compressibles, inclusions, cavités », ce groupe éprouve quelques difficultés pour la rédaction de la partie « sur inclusions » de cette norme. Bien que certains résultats de recherches récentes permettent d'améliorer le dimensionnement des nappes géosynthétiques sur inclusions rigides, il serait souhaitable de rechercher des méthodes de calcul plus performantes.

6.3 Le Terrassier

Le terrassier Colas a présenté son point de vue au travers différents projets de plateforme de transfert de charge sous dallages en regardant les aspects de conception, exécution et contrôle. Un marché de dallage sur inclusions rigides est souvent séparé en trois lots : entreprise d'inclusions, terrassier et entreprise de sols industriels, ce qui pose des problèmes de justification de la conception globale du projet. Colas propose de regrouper le terrassement et le renforcement de sol en un seul lot et d'appliquer les mêmes recommandations que celles des colonnes ballastées (RFG 136) « *Il appartient au concepteur de l'amélioration de sol de définir l'épaisseur et les caractéristiques minimales de ce matelas* ». L'épaisseur de la plateforme de transfert de charge est souvent plus faible que celle recommandée dans les recommandations. Pour le dimensionnement des inclusions rigides et du matelas, Colas propose que les recommandations ASIRI conseillent des méthodes de dimensionnement et donnent un synoptique des vérifications à faire. Concernant l'exécution de la plateforme de travail, de la plateforme de transfert de charge ou du recépage des inclusions, Colas estime que les recommandations ne sont pas assez précises. Il préconise:

- pour les plateformes de travail, de donner des dimensions de taille maximale des matériaux, leur dureté, une valeur pour la portance,
- sur l'interface matelas/inclusions, de définir une épaisseur maximale de produit régalié,
- sur le matelas, distinguer trois couches dans le matelas (plateforme de travail, plateforme de transfert de charge et couche de forme) et donner des valeurs par défaut des paramètres mécaniques.

Concernant les contrôles, un point a été abordé concernant des précisions à apporter sur les moyens de contrôles, et modifier la valeur de la compacité de 95% OPM donnée dans ASIRI à 98,5% OPN en couche de forme et 95 % OPN en couche de répartition.

6.4 L'entreprise de sols industriels

La problématique de l'entreprise de sols industriels est de récupérer les hypothèses de chargement et les hypothèses du sol renforcé afin de dimensionner le dallage. Le dallagiste a besoin de connaître les objectifs techniques de l'ouvrage, les objectifs économiques, les caractéristiques intrinsèques du béton et les spécificités géotechniques et de se mettre en relation avec les nombreux intervenants travaillant sur le projet de construction.

Les charges réellement appliquées sur les dallages sont rarement des charges réparties mais le plus souvent des charges ponctuelles ou roulantes. Les recommandations ASIRI proposent deux méthodes qui sont bien appliquées :

- la méthode aux coefficients de réaction qui nécessite de transformer les charges réelles en charge réparties équivalentes, cette méthode est complète et doit prendre en compte les spécificités des dallages au niveau des joints, la position des charges et la position des inclusions, ce qui la rend très complexe,
- la méthode enveloppe sommant trois termes indépendants qui tiennent compte des résultats du calcul d'un dallage sur sol homogénéisé, de l'influence des inclusions rigides et de l'interaction entre les inclusions rigides et les joints.

Soredal précise toute l'importance d'une bonne coordination entre les différents intervenants qui veulent tous optimiser leur solution et l'importance de disposer d'un maître d'œuvre qui permette cette coordination durant la phase de conception, lors du choix des solutions retenues, pendant la supervision et la réception des travaux.

6.5 Le maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage EDF présente son expérience de l'utilisation des recommandations ASIRI, c'est un maître d'ouvrage particulier par le caractère sensible des différents ouvrages qu'il doit construire avec un risque sismique souvent pris en compte pour le dimensionnement. EDF pense que l'aspect matériau des inclusions rigides pourrait être traité de manière graduée dans les recommandations pour considérer les spécificités des renforcements des sols avec prise en compte de l'aléa sismique. Pour cet aléa sismique, EDF a aussi besoin que la modélisation simule la géométrie réelle de l'ouvrage pour avoir une meilleure appréciation des mécanismes et prendre correctement en compte les effets de bord, les effets de groupe et l'interaction sol/structures. Toujours pour traiter l'aléa sismique, EDF propose que pour compléter le cadre réglementaire actuel (ASIRI et guide de l'AFPS et Code de conception et de construction nucléaire : TG2 pour la mise à jour du RCC-CW (AFCEN)), il faudrait des recommandations traitant du calcul au séisme des bâtiments fondés sur sol renforcé par inclusions rigides pour le risque normal. Le besoin exprimé par EDF est d'avoir un complément de méthodologie des Eurocodes pour aller vers une prise en compte détaillée et unifiée des phénomènes dynamiques et développer les moyens de modélisation adaptés.

6.6 Le bureau de contrôle

Le bureau de contrôle SOCOTEC a présenté sur deux exemples de dallage l'importance des hypothèses de dimensionnement pour éviter les désordres. Le premier sinistre a été causé par une mauvaise interprétation des données géotechniques d'une couche de sol « poubellien » et de son évolution dans le temps. Le second sinistre est dû à une épaisseur de dallage ne respectant pas l'épaisseur minimale, ce dallage a présenté des fissurations importantes dues à la présence des inclusions rigides créant des points durs en sous-face du dallage

Un autre exemple a été présenté, il s'agit d'un essai de chargement sur une semelle directement posée sur quatre inclusions rigides et l'absence de plateforme granulaire. Cet essai a montré un poinçonnement du massif par la

plaque de chargement mettant en évidence que, bien que le renforcement du sol soit efficace, il ne faut pas négliger le comportement de la semelle soumise à un chargement localisé.

SOCOTEC rappelle que les recommandations ASIRI ont permis de préciser les rôles des intervenants, de proposer un dimensionnement pour les dallages sur inclusions rigides et ont permis une amélioration de l'exécution et du contrôle des travaux.

6.7 Les experts d'assurance

L'expert intervient pour deux situations :

- l'étude de risques en amont pour aider l'assureur à choisir s'il assure ou pas une entreprise et/ou un chantier et les recommandations ASIRI servent de référentiel pour cette étude de risques ;
- l'analyse des sinistres qui sont souvent dus à un manque d'études géotechnique en amont, ce qui tend à faire porter le risque sur l'entreprise de renforcement de sol, ou à des problèmes d'interface entre les différents intervenant.

Notamment dans le domaine du bâtiment, les maîtres d'ouvrage sont souvent non sachant vis-à-vis des risques géotechniques et ont une obligation d'assurance. A ce sujet, SOCABAT rappelle que la conception d'un projet de renforcement de sol sur inclusions rigides doit être globale, la MOE ayant un rôle prépondérant dans le suivi du projet. SOCABAT insiste sur la nécessité de gérer les itérations successives en conception et les interfaces en phase exécution pour déterminer le dispositif le plus optimisé.

A partir de ses expertises, SOCABAT peut donner quelques limites actuelles des recommandations ASIRI :

- les ouvrages très lourds,
- les sols très compressibles, évolutifs,
- les sollicitations dynamiques : fondations de machines (éoliennes),
- l'absence de matelas de répartition entre l'ouvrage et les inclusions,
- la problématique des armatures.

Pour résumer, le suivi des recommandations est un facteur positif pour l'assureur et son expert, il reste cependant quelques points à approfondir dans les recommandations et à promouvoir les études géotechniques à la conception pour limiter les risques.

7. Bilan de l'enquête de l'IREX

Le contenu de l'enquête portait sur la connaissance des recommandations ASIRI et des points à améliorer, la pertinence de monter un nouveau projet et des sujets à traiter, l'intérêt de la profession à participer à un nouveau projet sur le renforcement des sols par inclusions rigides. Sur les 88 réponses, on recense :

- 37 ingénieries,
- 17 entreprises de travaux,
- 13 laboratoires de recherche,
- 9 maîtres d'ouvrage,
- 8 industriels,
- 4 bureaux de contrôle.

90 % des interrogés ont eu connaissance des recommandations ASIRI et 85 % d'entre eux les utilisent. Plusieurs sujets traités dans les recommandations ASIRI ont été jugés à améliorer : illustration par des exemples de dimensionnement, semelles de bâtiments, prise en compte des nappes éventuelles de renforcement, quand armer les inclusions...

Plusieurs sujets ont été identifiés comme méritant d'être étudiés dans un nouveau projet national, parmi lesquels : la rédaction d'un guide pratique, le comportement des plateformes de transfert de charge avec prise en compte de renforcement géosynthétique ou encore le comportement du sol renforcé sous sollicitations complexes (dynamiques, cycliques).

44 organismes se disent prêts à s'impliquer dans un nouveau projet national.

8. Conclusions

Les différentes présentations et les discussions lors de la table ronde font apparaître les mêmes conclusions que l'enquête de l'IREX. Les recommandations ont beaucoup apporté à la technique de renforcement des sols par inclusions rigides que ce soit pour la conception ou l'exécution. Elles sont couramment utilisées et servent de référentiel dans le domaine. Quelques améliorations peuvent être apportées au document existant :

- en rendant les recommandations moins restrictives sur certaines exigences,
- en mettant encore plus l'accent sur l'importance des investigations géotechnique, et l'enchaînement des missions géotechniques,
- en facilitant les échanges entre les différents intervenants : en adaptant par exemple certaines recommandations des éléments d'interface (plateforme granulaire de transfert de charge) aux besoins du terrassier ou du dallagiste pour avoir les mêmes critères,
- en choisissant d'étendre ou non les recommandations à la pratique, par exemple les inclusions rigides sous semelles sans plateforme de transfert de charge ou les inclusions armées.

Ce travail ne nécessite pas de nouvelles études mais un groupe d'experts prêt à se pencher sur ces problèmes et à proposer des corrections et compléments aux recommandations existantes.

La profession demande aussi la rédaction d'un guide pratique. Ce guide pourrait être élaboré sur le modèle des guides élaborés par le Cerema pour l'application aux Eurocodes des justifications des fondations superficielles, profondes et des écrans.

Enfin certains sujets ont été identifiés comme devant être traités plus en détail et nécessiteraient un travail collaboratif de toute la profession dans un nouveau projet national. Ils peuvent être regroupés dans deux thématiques de recherche :

- le comportement des plateformes de transfert de charge (avec ou non renforcements géosynthétiques), le cas des semelles sur inclusions sans plateforme pourrait d'ailleurs être traité dans cette thématique,
- le comportement d'ouvrages renforcés par inclusions rigides et soumis à des sollicitations complexes (cycliques, dynamiques).

Cette journée fut l'occasion d'avoir un bon aperçu de la pratique et des besoins dans le domaine du renforcement des sols par inclusions rigides. C'est grâce à la qualité des présentations des orateurs, à la richesse des discussions de la table ronde et au travail de l'IREX que de nouvelles actions peuvent d'ores et déjà être envisagées.