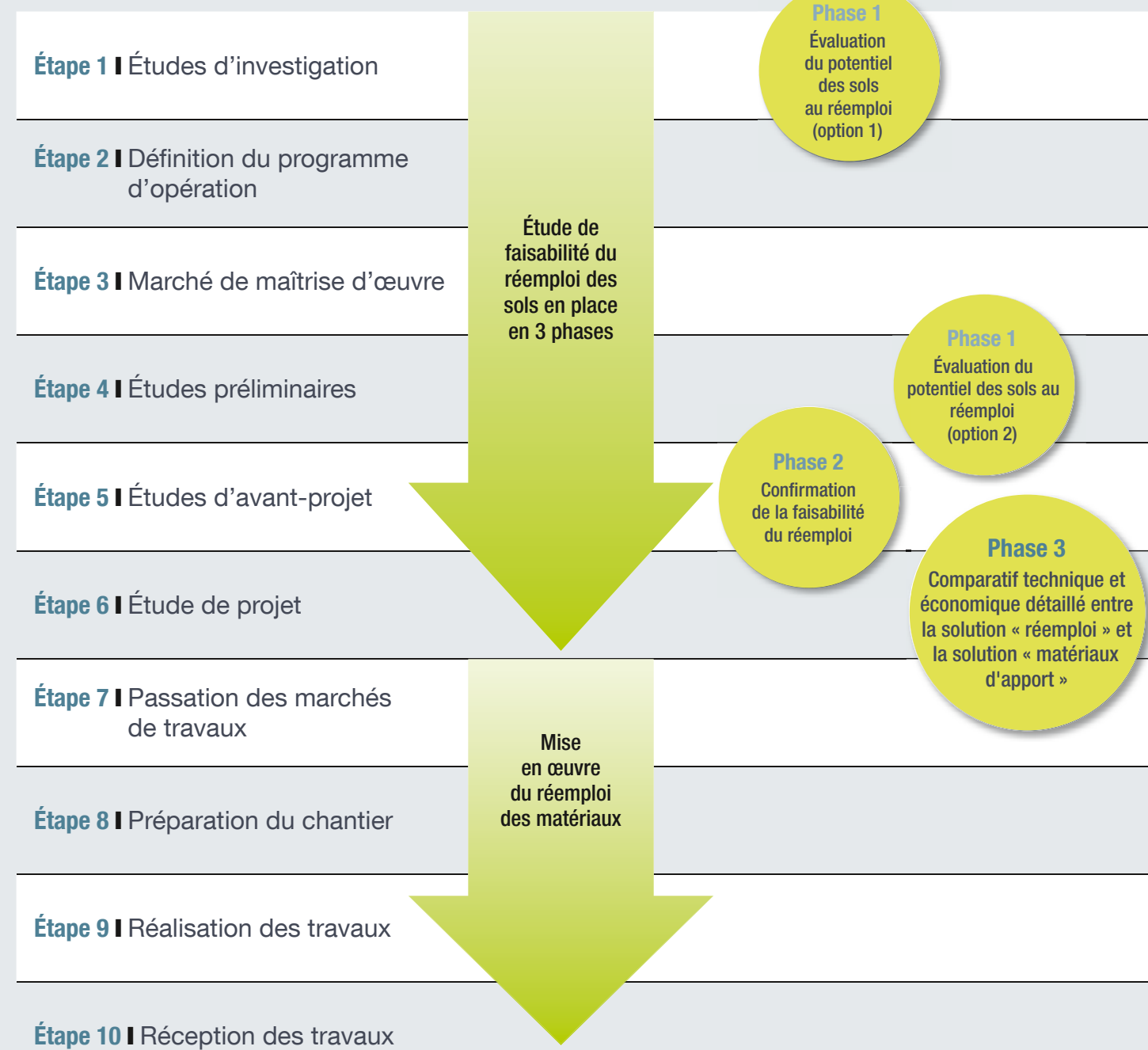


COMMENT LIRE CE GUIDE ?

Ce guide retrace les différentes étapes (étapes 1 à 10) d'un projet de réseaux d'eau et d'assainissement, et identifie, au sein de ces étapes, le rôle joué par les différents acteurs autour de la question du réemploi des sols en place. L'étude de faisabilité du réemploi des sols en place, divisée en trois phases principales, se construit progressivement avec le projet d'eau et d'assainissement. Les éléments techniques et économiques disponibles à l'issue de chaque phase permettent d'évaluer la pertinence du réemploi et, le cas échéant, de déclencher le passage à la phase suivante.

LES 10 ÉTAPES D'UN PROJET D'ASSAINISSEMENT



Les abréviations

AMO Assistant à maîtrise d'ouvrage
DCE Dossier de consultation des ENT
ENT Entreprises
GÉO Géotechnicien
MOE Maître d'œuvre
MOU Maître d'ouvrage

ZOOM SUR LES ÉLÉMENTS DE MISSION DU GÉOTECHNICIEN

À identifier dans le bordereau des prix du marché d'études géotechniques

Type de missions	Grandes phases du projet	Bon de commande	Contenu de la mission d'ingénierie géotechnique	Tâches en lien avec le réemploi des matériaux
Étude géotechnique préalable G1	Études d'investigation ou Études préliminaires	Mission de base	Analyse de documents, visite de terrain (y compris de déplacement), rédaction d'un rapport	PHASE 1 de l'étude du réemploi des sols en place : évaluation du potentiel des sols au réemploi
Étude géotechnique de conception G2	Avant-Projet	Mission de base	Mise à disposition de l'atelier de sondage (pelle mécanique*, tarière, carottage, pénétromètre, pressiomètre sous ouvrage)	PHASE 2 de l'étude du réemploi des sols en place : confirmation de la faisabilité du réemploi
			Essais en laboratoire sur prélèvements représentatifs suivant NF P 11300, classement selon la nature et l'état hydrique (classification GTR)	
			Rédaction du rapport	
Étude géotechnique de conception G2	Projet	Mission complémentaire	Mise à disposition de l'atelier de sondage (pelle mécanique*, tarière, carottage, pénétromètre, pressiomètre sous ouvrage) pour sondages complémentaires	PHASE 3 de l'étude du réemploi des sols en place : définition des modalités pratiques de réemploi des matériaux extraits (en l'état ou moyennant traitement, protocole de traitement, conditions météorologiques et hydriques de mise en œuvre...)
			Essais en laboratoire sur prélèvements représentatifs suivant NF P 11300, classement selon la nature et l'état hydrique et selon le comportement	
			Réalisation des essais d'aptitude au traitement des matériaux	
Étude géotechnique de conception G2	Consultation des entreprises	Mission de base	Établissement des documents techniques, dont la note technique relative au réemploi des matériaux nécessaires à l'élaboration du DCE.	Assistance au MOE dans la passation du marché de travaux : dans la rédaction du dossier de consultation des ENT, au moment de l'analyse des offres (avis sur les protocoles de mise en œuvre proposés par les ENT)
			Assistance pour la sélection des ENT avec avis sur les éventuelles variantes proposées par les ENT sur sollicitation du MOE	
			Rédaction du rapport	
Études géotechniques de réalisation G4	Réalisation des travaux	Mission complémentaire	Mise à disposition de l'atelier de sondage (pelle mécanique*, tarière, carottage, pénétromètre, pressiomètre sous ouvrage) pour sondages complémentaires	Assistance au MOE dans le suivi de la réalisation des travaux par : • le contrôle de la bonne réalisation des travaux ; • la validation d'éventuelles propositions d'ajustement au protocole de traitement proposé par l'ENT
			Essais en laboratoire sur prélèvements représentatifs suivant NF P 11300, classement selon la nature et l'état hydrique et selon le comportement	
			Contrôles de compactage	
Études géotechniques de réalisation G4	Réalisation des travaux	Mission complémentaire	Rédaction du rapport	

(*) technique à privilégier

UNE SOLUTION ÉCONOMIQUE ET ÉCOLOGIQUE



GUIDE pour le réemploi des sols en place

Dans un contexte d'économie durable et de recyclage des matériaux, les acteurs de l'eau et de l'assainissement du bassin Rhin-Meuse, ont élaboré un guide destiné à orienter les collectivités et professionnels qui souhaitent mettre en œuvre le réemploi des sols en place dans le cadre de leurs projets d'eau potable ou d'assainissement.

UN GUIDE, POURQUOI ?

La transition vers une économie plus durable doit passer par une réduction de la consommation de matières premières à production équivalente. En 2011, la production de granulats en France métropolitaine s'est élevée à 379 millions de tonnes (dont 25 millions de tonnes issues du recyclage), soit un peu moins de 6 tonnes par habitant. Pour continuer à répondre aux besoins en granulats tout en préservant les ressources naturelles et le patrimoine paysager, les techniques de réemploi des matériaux extraits ou de recyclage des matériaux, déjà largement éprouvées sur les grands chantiers ferroviaires et autoroutiers, tendent aujourd'hui à être adaptées aux travaux de moindre ampleur comme les travaux de canalisation. Les marges de progression pour développer le recyclage des matériaux restent considérables. Selon les régions, la part des matériaux recyclés (retraités par les plates-

¹ Site de l'Union nationale des producteurs de granulats : www.unpg.fr/dossiers/economie/les_granulats_recycles

■ L'Agence de l'eau Rhin-Meuse ■

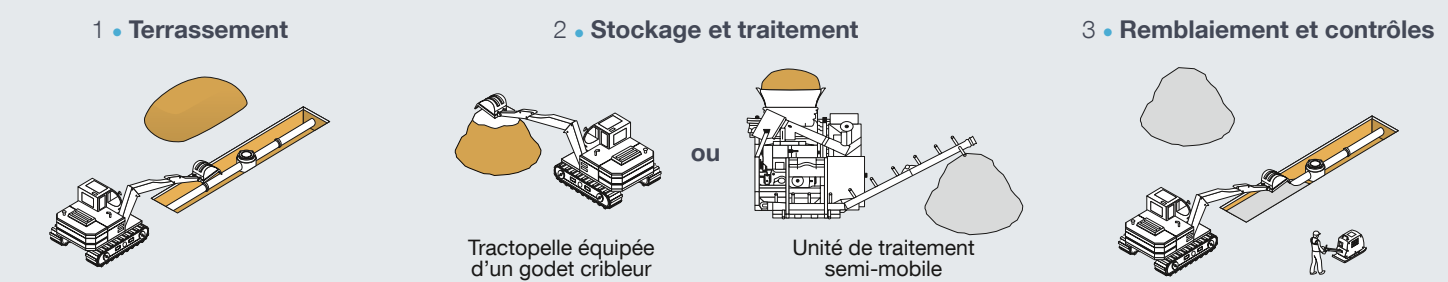
Majorer ses aides aux travaux de réseaux d'eau potable et d'assainissement jusqu'à 10 %, lorsque le remblaiement des tranchées est réalisé :
■ avec des matériaux de déblais de la tranchée nécessitant un traitement préalable ;
■ avec des matériaux recyclés en provenance d'une plate-forme de recyclage.

Pourquoi recycler les matériaux ?

Le réemploi des matériaux, source de bénéfices économiques et environnementaux, nécessite une gestion rigoureuse des chantiers de réseaux d'eau et d'assainissement. Cette « contrainte » doit être perçue comme l'opportunité pour les maîtres d'ouvrage et les professionnels de s'inscrire dans une démarche de qualité.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recyclage des matériaux <ul style="list-style-type: none"> • Préservation des ressources naturelles en granulats • Économie sur le coût des matériaux utilisés • Préservation du patrimoine paysager • Disponibilité immédiate des matériaux réutilisés ➤ Mobilisation moindre des transports <ul style="list-style-type: none"> • Réduction des émissions de gaz à effet de serre • Économie sur les coûts de transport • Réduction des nuisances et du danger liés à la circulation routière • Préservation des structures routières • Valorisation du patrimoine des collectivités 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gestion rigoureuse des conditions de réalisation du chantier <ul style="list-style-type: none"> • Nécessité d'adapter la période de lancement du chantier aux conditions météorologiques • Risque d'allongement de la durée du chantier en cas de conditions météorologiques défavorables • Nécessité de prévoir une emprise temporaire pour le traitement des déblais au plus près du chantier (distante de 1 à 2 km de la zone de chantier) • Émission de poussières • Émission de gaz à effet de serre importante lors de la fabrication de certains liants utilisés dans le traitement des matériaux

Le processus de traitement des sols en place



ÉTAPE 1 ÉTUDES D'INVESTIGATION

Réalisation des études nécessaires à la définition du programme d'opération

- ➔ Définir les missions du GÉO : élaboration du cahier des charges (cf. Zoom sur les éléments de mission du géotechnicien)

Afin d'adapter au mieux le contenu des études géotechniques aux besoins du projet, un marché à bons de commande peut être mis en place et comprendre les niveaux de prestation suivants :

■ Missions de base :

- Mission G1 (visites de terrain, rencontre avec les services techniques...)

Phase 1 (Option 1) : évaluation du potentiel des sols au réemploi

- ➔ Mission de base G1 du GÉO : l'évaluation du potentiel des sols au réemploi est réalisée avant le recrutement du MOE dans le cadre des études d'investigation menées par le MOU, avec l'aide de son AMO le cas échéant sur la base des résultats de la mission G1 du GÉO (si le schéma directeur est suffisamment abouti : les tracés des réseaux doivent être validés).

La mission G1 comprend un travail de synthèse des études, archives, publications et cartes géologiques à disposition, complété par une ou plusieurs visites terrain permettant d'apprécier la nature des sols. Elle doit permettre de répondre à la question : le réemploi des matériaux est-il potentiellement envisageable ou cette technique doit-elle être écartée de fait au vu des informations disponibles ? Cette mission doit notamment permettre de déterminer le nombre de sondages à réaliser en

■ L'agence de l'eau Rhin-Meuse ■

Apporte des aides aux études (prestations extérieures) : subvention à un taux maximum de 70 %.

ÉTAPE 2 DÉFINITION

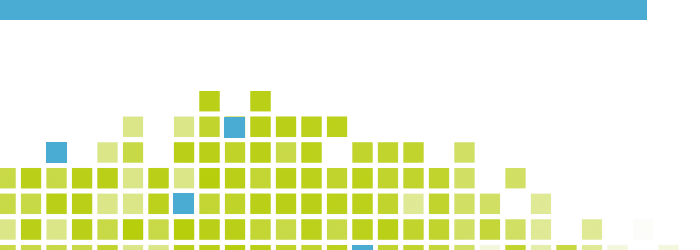
DU PROGRAMME D'OPÉRATION

Définition des objectifs, identification des exigences et des contraintes, détermination d'une enveloppe prévisionnelle

- ➔ Identifier et inscrire au programme d'opération la volonté du MOU de « valorisation des matériaux extraits ».

■ L'agence de l'eau Rhin-Meuse ■

Conditionne ses aides à l'étude des possibilités de réemploi des matériaux en place ou de matériaux recyclés.



- Mission G2

■ Missions complémentaires :

- Les essais d'aptitude au traitement des matériaux (mission annexe)
- Mission G4

Ces différentes prestations sont réalisées au fur et à mesure de l'avancement des projets en fonction des besoins. Dans cette option 1, le GÉO est recruté par le MOU, avec l'aide de son AMO le cas échéant.

Phase 2 de l'étude de faisabilité du réemploi des sols en place (cf. étape 5) alors que l'on estime à, en moyenne, 1 tous les 100 m le nombre de sondages nécessaires.

Réalisée à ce stade, cette mission permet de préciser le choix des scénarios au moment de la définition du programme d'opération.

Les alternatives

- ✗ Abandon du réemploi si, sur la base d'éléments probants issus des études géotechniques (sols pollués, nappe affleurante...), les sols sont jugés non adaptés au réemploi.

- Poursuite de l'étude relative au réemploi des sols en place par la phase 2 (cf. étape 5).

ÉTAPE 3 MARCHÉ DE MAÎTRISE D'ŒUVRE

Définition des éléments de mission de base et complémentaires du marché de maîtrise d'œuvre

- ➔ Identifier et inscrire au cahier des clauses techniques particulières du marché de maîtrise d'œuvre, la volonté du MOU de « valoriser les matériaux extraits »

Proposition de mention à inclure dans le cahier des clauses techniques particulières de maîtrise d'œuvre :

« Le réemploi des matériaux extraits des fouilles est la solution à privilégier a minima pour le remblai situé sous la structure de voirie. Elle est donc étudiée en priorité et éventuellement comparée, sur les plans techniques et économiques, à la solution mettant en œuvre des matériaux d'apport. Si les contraintes techniques et/ou économiques empêchent le réemploi des matériaux en place et amènent le MOU à s'orienter vers une solution utilisant des matériaux d'apport, ces contraintes doivent être clairement justifiées sur la base, notamment, des résultats d'investigations géotechniques dans un rapport comparant les deux solutions d'un point de vue technique et économique. »
Selon les situations, l'étude de faisabilité du réemploi des

ÉTAPE 4

ÉTUDES PRÉLIMINAIRES

Réalisation des études complémentaires nécessaires pour affiner le ou les scénarios proposés par le programme d'opération

Phase 1 (Option 2) :

évaluation du potentiel des sols au réemploi

- ➔ Mission de base G1 du GÉO : l'évaluation du potentiel des sols au réemploi est réalisée dans le cadre des études préliminaires réalisées par le MOE sur la base des résultats de la mission G1 du GÉO

Dans cette option 2, la mission G1 du GÉO (cf. détails dans l'étape 1) est commandée dans le cadre des études préliminaires. Le GÉO est recruté par le MOU avec l'aide de son AMO ou de son MOE, si une mission d'assistance au MOU pour la passation du marché d'études géotechniques lui a été confiée. La désignation d'un GÉO indépendant du MOE doit être privilégiée. Cette désignation ne doit pas être considérée comme une mission complémentaire de MOE.

Les alternatives

- ✗ Abandon du réemploi si, sur la base d'éléments probants issus des études géotechniques (sols pollués, nappe affleurante...), les sols sont jugés non adaptés au réemploi.

- Poursuite de l'étude relative au réemploi des sols en place par la phase 2 (cf. étape 5).

sols en place comprendra les phases 1 ou 1 et 2 ou 1, 2 et 3. L'étude et le suivi du réemploi des matériaux sont compris dans les missions « classiques » de maîtrise d'œuvre et ne doivent pas faire l'objet d'une mission complémentaire. Néanmoins, il est conseillé de préciser cette mission dans le cahier des charges du MOE.

➔ Pour aller plus loin

■ L'annexe III de l'arrêté du 21 décembre 1993 précise les modalités techniques d'exécution des éléments de mission de maîtrise d'œuvre confiés par des MOU publics à des prestataires de droit privé : éléments de mission de maîtrise d'œuvre pour les opérations de construction neuve, de réutilisation ou de réhabilitation d'ouvrages d'infrastructures ;

■ La version consolidée au 16 avril 2014 du décret n°93-1268 du 29 novembre 1993 relatif aux missions de maîtrise d'œuvre confiées par des MOU publics à des prestataires de droit privé.

ÉTAPE 5 ÉTUDES D'AVANT-PROJET

Confirmation et précision de la solution retenue. Détermination du forfait définitif de la rémunération du MOE. Engagement des démarches pour l'obtention des autorisations administratives

Phase 2 : confirmation de la faisabilité du réemploi

➔ Mission de base G2 du GÉO

■ La mission G1 est complétée par une mission G2 permettant de confirmer ou non la faisabilité du réemploi.

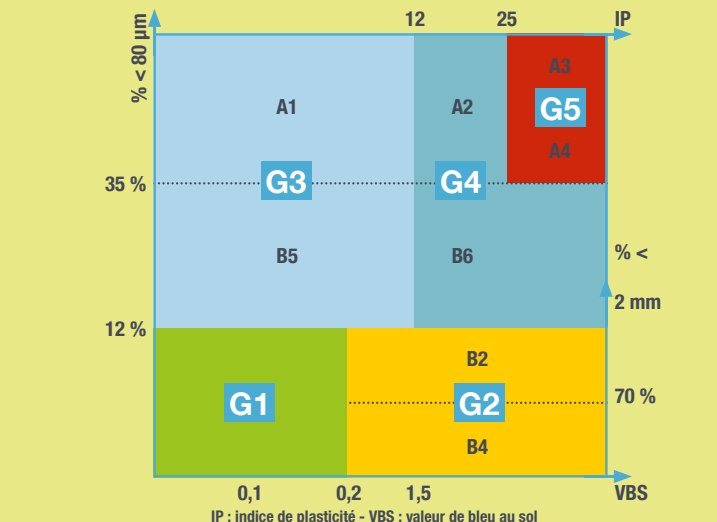
■ Cette première partie de la mission G2 du GÉO se concrétise par la réalisation d'investigations de terrain plus poussées comprenant a minima une première série de sondages sur les tracés envisagés. Le nombre de sondages à réaliser, en fonction de l'ampleur du projet et du degré d'hétérogénéité potentielle du sol, est déterminé par le MOE sur avis du GÉO lui-même. Ces sondages sont utilisés pour procéder à des analyses géotechniques permettant de déterminer les caractéristiques du sol (granulométrie, argilosité, état hydrique, dureté), de comparer les données théoriques aux données de terrain et de confirmer ou non son aptitude au réemploi.

■ Différentes zones sont ainsi identifiées :

- les zones (espaces verts...) où le réemploi des matériaux peut être réalisé sans traitement ;
- les zones (espaces sous voiries et sous accotements) qui doivent faire l'objet d'essais de traitabilité (cf. Phase 3) pour préciser les conditions de réemploi ;
- les zones où le traitement ne peut être mis en œuvre (identification de matériaux gonflants (A3, A4)).

Tableau synoptique des matériaux selon leur nature

(source : CCTG, Fascicule 70, novembre 2013)



Les alternatives

- ✗ L'abandon du réemploi si le comparatif technico-économique simplifié, portant à la fois sur les parties « études » et « travaux », (basé par exemple sur une évaluation du taux de chaux à mettre en œuvre en cas de réemploi), révèle un coût supérieur pour la solution avec réemploi et/ou des contraintes techniques associées trop importantes.

- Poursuite de l'étude relative au réemploi des sols en place par la phase 3 (cf. étape 6).

ÉTAPE 6 ÉTUDE DE PROJET

Constitution du projet finalisé. Chiffrage des travaux à réaliser

Phase 3 : comparatif technique et économique détaillé entre la solution « réemploi » et la solution « matériaux d'apport »

- ➔ Mission complémentaire annexe du GÉO :

Si les études réalisées dans le cadre de la mission G2 concluent à la pertinence du réemploi des matériaux, une mission annexe est commandée au GÉO comprenant les investigations complémentaires (nouveaux sondages, sondages de diamètres plus grands, plus profonds, fouilles à la pelle...) nécessaires à la définition des modalités pratiques de réemploi des matériaux extraits (type et dosage éventuel du traitement, conditions hydriques de mise en œuvre...). Dans certaines situations, les essais pourront être réalisés sur les échantillons extraits au cours de la mission géotechnique précédente (nombre de sondages suffisants, caractéristiques des échantillons conservés...).

ÉTAPE 7 PASSATION DES MARCHÉS DE TRAVAUX

Élaboration du dossier de consultation des ENT

- ➔ Mission du MOE : rédaction du dossier de consultation des ENT

Afin de guider les ENT qui doivent répondre à un marché de travaux mettant en œuvre le réemploi des matériaux, le cahier de consultation des ENT doit a minima comprendre les mentions suivantes :

- « Prévoir un délai de réalisation compatible avec les conditions de réemploi »

Le délai de réalisation ne doit pas faire partie des critères déterminants de jugement des offres remises par les ENT. Lorsqu'il s'engage dans un chantier mettant en œuvre le réemploi des matériaux, le MOU doit avoir conscience que les conditions météorologiques peuvent avoir des incidences indépendantes de l'ENT sur la déroulement du chantier. Le MOU peut par contre davantage s'attacher à la présentation des moyens proposés par l'ENT pour tenir les délais. Des « arrêts de chantier », dûment justifiés, devront donc pouvoir être proposés si besoin par l'ENT en cours de chantier.

- « Prévoir la réalisation de la mission géotechnique G3 »

Le dossier de consultation des ENT doit comprendre le rapport complet des études géotechniques réalisées par le GÉO dans le cadre de ses missions G1 et G2. La mission G3 doit quant à elle être réalisée, conformément à la norme NF P94-500, par l'ENT de travaux. (cf. détail de la mission G3 aux étapes 7 et 8).

- « Procéder à une description des modalités de réemploi des sols extraits »

S'assurer, à travers la valeur technique de l'offre, de la bonne compréhension du projet par l'ENT. L'offre doit notamment comprendre une description précise de la méthode envisagée pour la mise en œuvre du réemploi des matériaux.

- « Prévoir une solution de secours mettant en œuvre des matériaux d'apport »

Dans le cadre de la consultation, le MOE doit prévoir une solution de secours avec matériaux d'apport en intégrant cette hypothèse dans le bordereau des prix unitaires. Attention, le non-réemploi des matériaux en place doit être justifié par des contraintes techniques indépendantes de la volonté du MOU, du MOE et de l'ENT : découverte, sur certains secteurs, de nouvelles contraintes géotechniques particulières non identifiées en phase « études »,

- ➔ Mission du MOE : réaliser un comparatif technique et économique détaillé entre la solution « réemploi » et la solution « matériaux d'apport »

À partir de ces dernières informations et en tenant compte d'éléments de contexte supplémentaires (distance entre la plate-forme de traitement et le chantier de réseaux, évaluation des volumes de matériaux excédentaires...), le MOE procède au chiffrage de la solution mettant en œuvre le réemploi des matériaux en la comparant au coût d'une solution avec matériaux d'apport. À noter :

- La solution avec réemploi des matériaux nécessite la mise à disposition par le MOU d'une plate-forme située à une distance raisonnable du chantier (dans un rayon de 1 à 2 km du chantier).

conditions météorologiques exceptionnelles...
Quelle que soit la situation, tout changement de matériaux doit être proposé pour validation au MOE et au GÉO sur la base de la fiche-produit des matériaux considérés.

- « L'ENT proposera le matériel de son choix pour arriver au niveau de traitement exigé »

L'ENT doit être en mesure de pouvoir mettre en œuvre les moyens techniques de son choix pour parvenir au résultat demandé. Le cahier de consultation ne doit pas lui imposer un matériel en particulier.

- « Ouverture aux variantes »

• L'ENT pourra proposer en variante une technique de traitement des matériaux différente de celle proposée par le MOE sur la base des préconisations géotechniques (exemple : traitement au ciment à la place du traitement à la chaux). La validité de cette variante devra être jugée par le MOE sur avis du GÉO qu'il sollicite lors de l'analyse des offres des ENT.
• L'ENT pourra proposer en variante des ajustements quant aux conditions de mise en œuvre du traitement proposées dans le cahier de consultation (exemple : proposition d'un terrain particulier pour la plate-forme de traitement différent de celui proposé par le MOE).

➔ Missions de base G2 du GÉO

Dans le cadre de la mission G2, le GÉO assure un suivi de la passation du marché de travaux.

- la rédaction du cahier de consultation des ENT et appuie le MOE au moment de l'analyse technique des offres sur les questions géotechniques ;
- les protocoles de mise en œuvre proposés par les ENT.

■ L'Agence de l'eau Rhin-Meuse ■

Peut réfacter tout ou partie du solde de l'aide globale pour non-respect de la convention d'aide si le non-réemploi des matériaux est abandonné sans justification technique.

■ Les premiers retours d'expérience mettant en œuvre le réemploi par traitement à la chaux montrent qu'au-delà d'un taux de chaux de 2 % à 2,5 % en masse, le réemploi des matériaux est plus difficilement rentable d'un point de vue économique et écologique.

Les alternatives

Sur la base du comparatif technico-économique détaillé, le MOU décide, oui ou non, de mettre en œuvre le réemploi des matériaux.

ÉTAPE 8

PRÉPARATION DU CHANTIER

➔ Mission complémentaire G4 du GÉO

Le MOU passe commande auprès du GÉO pour réaliser la mission G4 de supervision géotechnique d'exécution (vérification des hypothèses géotechniques et supervision du suivi d'exécution).

➔ Mission géotechnique G3 réalisée par l'ENT

En phase préparation du chantier, cette mission consiste en la réalisation :

- de sondages complémentaires ;
- d'une étude de traitement complémentaire permettant de calibrer l'atelier de traitement mis en œuvre et d'ajuster le protocole de traitement associé qui est ensuite validé par le MOE et le GÉO.

ÉTAPE 9

RÉALISATION DES TRAVAUX

➔ Mission complémentaire G4 du GÉO

Le GÉO assure la mission G4 de supervision géotechnique d'exécution.

➔ Mission géotechnique G3 réalisée par l'ENT

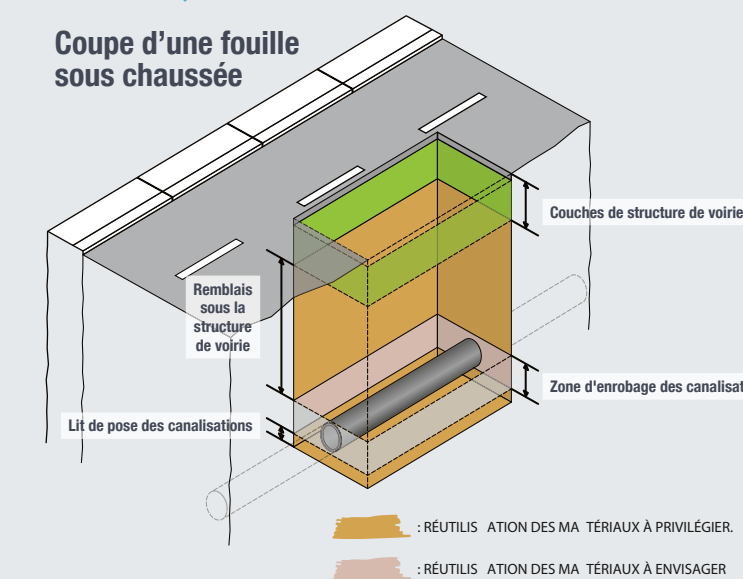
En phase de réalisation des travaux, cette mission consiste à :

- contrôler la bonne réalisation des travaux. L'ENT doit, pour cela, réaliser une planche de convenance au démarrage du chantier, des essais de compactage au fur et à mesure de l'avancement des travaux ;
- Assurer une traçabilité du produit ;
- Proposer d'éventuels ajustements au protocole de traitement proposé par le MOE et son GÉO, en cas de découverte de matériaux non caractérisés par les études géotechniques.

Ont collaboré à la rédaction de ce guide : J.-J. Aubry (CD 54), P. Brockly (Canalisateurs de France), L. Carion (CD 55), N. Dellinger (CD 57), B. Dumout (Artelia), V. Heill (Gerema), A. Heuzé (agence de l'eau Rhin-Meuse), D. Kowalik (Canalisateurs de France), W. Latacz (G2C ingénierie), P. Larière (CD 54), J. Masson (Canalisateurs de France), C. Polisse (IRH Ingénieur Conseil), S. Rapin (Laboroute), J.-M. Richard (Lhoist), P. Richard (Canalisateurs de France), S. Schwoerer (Berest), M. Tanda (CD 54).

EN PRATIQUE

Coupe d'une fouille sous chaussée



ÉTAPE 10

RÉCEPTION DES TRAVAUX

Autocontrôles et contrôles extérieurs

➔ Missions de l'ENT

L'ENT transmet le rapport de mission G3 au MOE et au GÉO. Le plan de récolement transmis par l'ENT identifie, pour chaque tronçon de réseaux, les caractéristiques des matériaux utilisés.

➔ Missions de l'organisme de contrôle accrédité COFRAC

Les contrôles finaux préalables à la réception des travaux de construction de réseaux d'assainissement sont imposés par l'article 10 de l'arrêté du 21 juillet 2015 du ministère de l'Environnement fixant les prescriptions techniques minimales relatives aux ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées. Ces contrôles s'inscrivent dans une démarche de qualité indispensable pour s'assurer de la pérennité des ouvrages. Pour information, une note datant de juin 2006 précise les conditions d'application sur le bassin Rhin-Meuse du fascicule 70 du Cahier des clauses techniques générales relatif aux ouvrages d'assainissement.

■ L'Agence de l'eau Rhin-Meuse ■

Conditionne ses aides aux travaux sur réseaux d'assainissement à leur réception « sans réserve » attestant de leur réalisation en conformité avec les exigences réglementaires, sur la base de contrôles techniques d'étanchéité, de compactage et d'inspections télévisées.