

# M.A.R.

Matériaux Autocompactants Réexcavables



## Guide de bonnes pratiques



## Table des matières

1. Introduction .....	4
2. Définition des M.A.R. ....	5
2.1. Généralités.....	5
2.2. Spécifications.....	5
2.3. Types de M.A.R. ....	6
3. Domaines d'application .....	7
3.1. Tranchées.....	7
3.2. Pertuis.....	9
3.3. Citernes et chambres de visite .....	9
3.4. Culées de pont .....	10
3.5. Cavités et vides .....	11
3.6. Blocage et renforcement de conduites .....	11
4. Formulation.....	11
5. Fabrication et transport .....	12
6. Mise en œuvre .....	13
6.1. Généralités et mises en garde .....	13
6.2. Cas particuliers soumis à poussée hydrostatique .....	13
6.2.1. Eléments linéaires à grands volumes de vide (tuyaux, canalisations).....	13
6.2.2. Eléments non linéaires (citernes).....	14
6.3. Mise en œuvre spécifique .....	14
7. Contrôles.....	14
8. Limites d'utilisation et aspect environnemental .....	15
8.1. Généralités.....	15
8.2. Abrasion.....	15
8.3. Corrosion .....	15
8.4. Lixiviation.....	15
8.5. Vieillessement et dégradation mécanique.....	16
9. Sécurité .....	16
9.1. Généralités.....	16
9.2. Analyse des risques spécifiques .....	17

9.3.	Discussions.....	17
10.	Annexes .....	18
10.1.	Annexe 1 : analyse des risques spécifiques .....	18
10.2.	Annexe 2 : caractéristiques à présenter dans une fiche technique d'un produit	
MAR	.....	20

## 1. Introduction

Le 14 juillet 1994, le Gouvernement de la Région wallonne signait un accord de branche avec la Confédération de la Construction Wallonne marquant leur volonté commune de chercher ensemble à intégrer la composante environnementale dans le secteur économique de la construction. Les objectifs de cet accord étaient de sensibiliser et informer le secteur public et privé sur la nécessité de mieux gérer les déchets inertes, de prévenir l'apparition de déchets et d'orienter les produits vers des filières de recyclage et de valorisation.

Ainsi, lors de la réunion du comité technique de l'accord de branche en date du 22 février 2013, la question des M.A.R. (Matériaux Autocompactants Réexcavables) a été mise à l'ordre du jour. Les membres de ce comité ont décidé de mettre sur pied un Groupe de Travail (GT M.A.R.) spécifique à la réalisation d'un guide de bonnes pratiques, destiné à terme à remplacer le chapitre E.3.7. du Qualiroutes 2012 ou du moins, en devenir la référence officielle.

Le GT M.A.R. est constitué de représentants :

- du Centre de Recherches Routières (CRR) ;
- du Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC) ;
- de la Direction Générale Opérationnelle des routes et des bâtiments (DGO1) ;
- de la Fédération Wallonne des Entrepreneurs de travaux de Voirie (FWEV) ;
- de l'Intercommunale Namuroise de Services Publics (INASEP) ;
- de la Société Wallonne Des Eaux (SWDE) ;
- de la Fédération des Recycleurs de Déchets de Construction (FEREDECO) ;
- de l'Office Wallon des Déchets (OWD) ;
- des sociétés Hublet, Recynam (producteurs de M.A.R.), et Nonet ;
- de la société TRADECOWALL.

L'objectif final de cette équipe est la réalisation d'un guide de bonnes pratiques qui pourra être utilisé aussi bien par les producteurs, les entrepreneurs et les maîtres d'ouvrage publics ou privés.

## 2. Définition des M.A.R.

### 2.1. Généralités

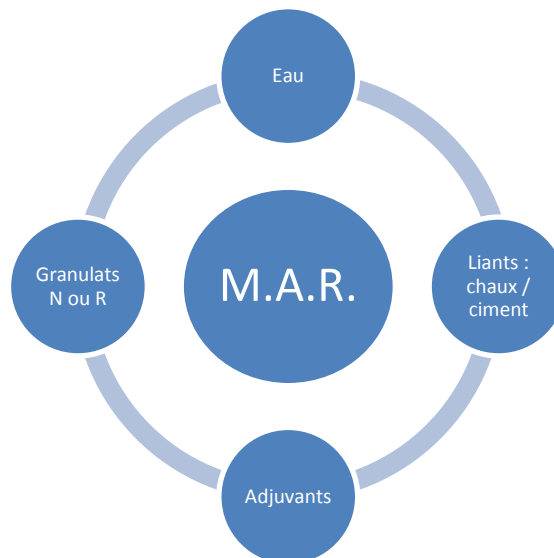
Les M.A.R. résultent d'un mélange d'eau, de ciment et/ou de chaux, d'adjuvants et de granulats naturels et/ou recyclés. Il est également possible d'ajouter des liants hydrauliques routiers (LHR) (chapitre C.10.1. du Qualiroutes 2012).

Ces produits peuvent apporter une solution aux difficultés et complexités rencontrées pour assurer un compactage de qualité des matériaux traditionnels utilisés pour le remblayage des tranchées.

Ils sont appelés autocompactants de par leur capacité à se mettre en place naturellement dans une tranchée par déversement, sans compactage, ni vibrations. Ils développent en quelques heures une portance suffisante permettant une remise en circulation rapide et présentent à long terme des résistances mécaniques suffisantes.

Le caractère réexcavable des M.A.R. résulte d'une limitation de la résistance développée par ceux-ci. En effet, tout remblayage ayant été réalisé avec ces produits reste réexcavable et ce, peu importe le délai entre la mise en œuvre et l'éventuelle réexcavation de ceux-ci.

Ces matériaux doivent être fabriqués en centrale de malaxage fixe ou mobile assurant le dosage précis des constituants et leur malaxage. Transportés par camion malaxeur, leur mise en œuvre est rapide et demande peu de main d'œuvre.



### 2.2. Spécifications

Les matériaux autocompactants réexcavables sont des matériaux utilisés pour la mise en œuvre d'un remblai dans des situations difficiles en assurant des performances optimales : remblais de tranchées étroites, d'accès difficiles ou inaccessibles, sans blindage ; présence de parois irrégulières ; présence de nombreuses installations telles que des câbles, tuyaux, conduites ; remblais de pertuis...

En fonction du degré de difficulté d'excavabilité, 3 classes de M.A.R. peuvent être définies [Tableau 1], les MAR-1, MAR-2 et MAR-3. Le matériau utilisé reste excavable, suivant sa classe, après sa mise en œuvre, tant à court terme qu'à long terme.

Il répond aux caractéristiques suivantes selon la classe choisie :

CLASSE	MAR-1	MAR-2	MAR-3
<b>Excavabilité</b>	Facile	Moyennement facile	Difficile
<b>Exécution</b>	Manuelle	Manuelle ou légèrement mécanisée	Mécanisée
<b>R'<sub>c28j</sub><sup>1</sup></b>	< 0,7 MPa	De 0,7 à 2 MPa	> 2 MPa

Tableau 1 | Classification des MAR en fonction du degré de difficulté d'excavabilité

### 2.3. Types de M.A.R.

Généralement, les M.A.R. sont des produits dont la fluidité est obtenue par l'adjonction d'adjuvants spécifiques. La capacité portante est atteinte grâce à la prise et au durcissement du liant employé. Ce type de M.A.R., qui est le plus communément produit, est appelé « non-essorable ».

Cependant, il existe des possibilités pour que, lorsque le drainage naturel du milieu est possible, les performances du M.A.R. soient plus rapidement atteintes. Sauf disposition spéciale, leur utilisation est limitée aux matériaux encaissants suffisamment perméables<sup>2</sup>. En effet, l'évacuation d'une partie de l'eau, utilisée pour la mise en œuvre du produit, dans les matériaux encaissants favorise le processus de prise et de durcissement du liant utilisé. Ce second type de M.A.R. est alors appelé « essorable » mais n'est mis en œuvre que dans les circonstances spécifiques évoquées ci-dessus. Les M.A.R. essorables ne sont donc pas utilisables dans des roches massives non fissurées, dans des argiles ou des limons et sables argileux.

Le MAR non-essorable peut être employé dans toutes les applications. Par contre, le MAR essorable ne pourra être utilisé que dans un milieu bien défini. Si, par exemple, le remblayage d'une tranchée d'un kilomètre doit être réalisé, le maître d'ouvrage ne sera probablement pas en mesure de garantir à 100 % que cette fouille est imperméable ou non sur toute sa longueur.

Un seul type de M.A.R., les produits non-essorables, devrait être proposé par les producteurs. Ceci éviterait tout risque de désaccord et de retard sur chantier. De plus, l'utilisation des M.A.R. doit rester un avantage pour les maîtres d'ouvrages dont la gestion quotidienne des chantiers est déjà assez complexe.

Finalement, lorsque l'encaissant présenterait un caractère drainant naturel, cela représenterait un avantage pour le produit. En effet, la prise du matériau s'effectuerait plus rapidement et le délai de restitution serait encore plus court.

<sup>1</sup> R'<sub>c28j</sub> est la résistance caractéristique à la compression mesurée à 28 jours sur des cubes de 15 cm de côté.

<sup>2</sup> La perméabilité d'un corps, d'un matériau est la capacité de ce dernier à être pénétré ou traversé par un fluide.

### 3. Domaines d'application

#### 3.1. Tranchées

Les remblais de tranchées [Figure 1] peuvent présenter des défaillances de comportement liées essentiellement à une insuffisance de compactage et en particulier à une impossibilité de réaliser celui-ci efficacement en raison de la présence d'impétrants.



Figure 1 | Tranchées nécessitant un remblayage

La multiplication des interventions en zone urbaine sur les nombreux réseaux entraîne l'ouverture de tranchées de plus en plus étroites. Il devient donc difficile, dans si peu d'espace généralement très encombré, de compacter efficacement les matériaux traditionnels. Les matériaux autocompactants réexcavables peuvent apporter une solution efficace à ces difficultés.

Les produits actuellement proposés par les fabricants, peuvent être utilisés à différents niveaux lors du remblayage des tranchées [Figure 2], en tant que :

- Matériau d'enrobage ;
- Matériau de remblai ;
- Matériau d'enrobage et de remblai ;
- Matériau de lit de pose, d'enrobage et de remblai.

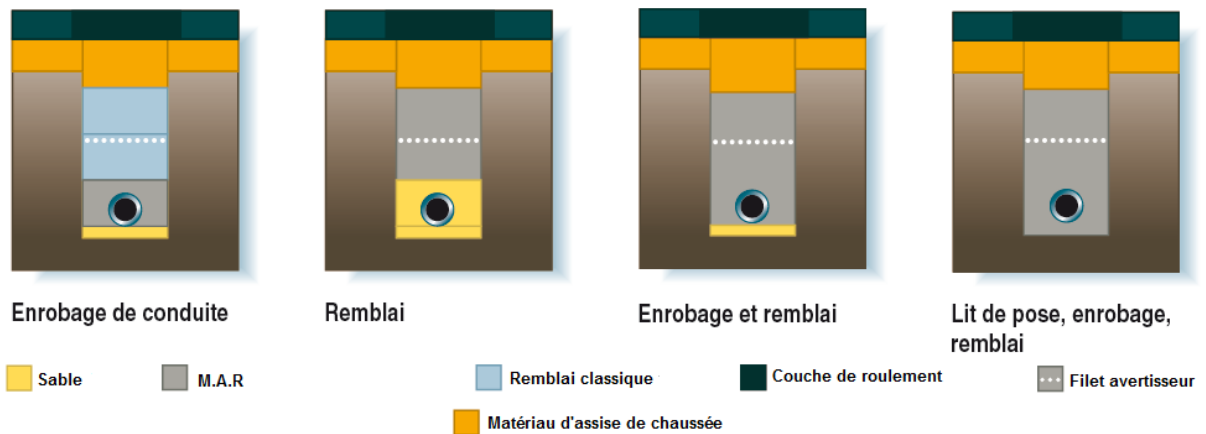


Figure 2 | Différentes utilisations du MAR lors du remblayage des tranchées

En terrassement, il est généralement malaisé d’obtenir une tranchée présentant des caractéristiques géométriques uniformes comme représentées sur la Figure 1.

En effet, les tranchées sont souvent irrégulières et des cavités peuvent se former sur les côtés de la fouille. Le compactage devient donc difficile avec un remblai traditionnel [Figure 3]. Les M.A.R. peuvent apporter une solution efficace en comblant de façon homogène les imperfections de la tranchée [Figure 4].

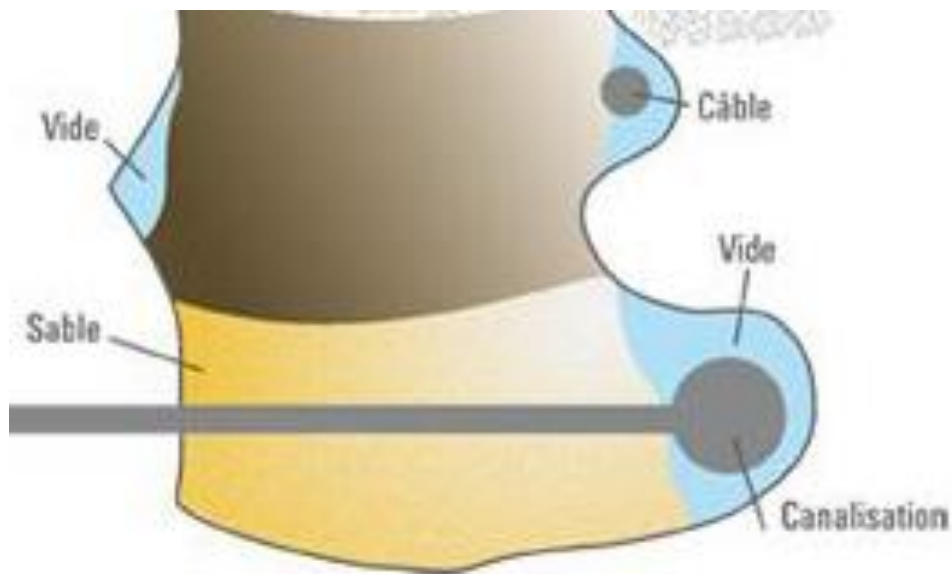


Figure 3 | Remblayage de tranchées irrégulières avec un remblai traditionnel





Figure 4 | Remplissage de tranchées irrégulières avec un MAR

### 3.2. Pertuis

Les techniques de remblayage classiques ne permettent pas de remblayer les forages réalisés sous des routes, des voies ferrées, des rivières, des fossés...

Les matériaux autocompactants sont capables de remblayer ces différents forages. En effet, ce type de travaux ne pose aucun problème aux M.A.R. grâce à leur fluidité élevée et à leur faculté à s'autoplacer et s'autocompacter.

### 3.3. Citernes et chambres de visite

La pose de citernes et/ou de chambres de visite engendre le terrassement d'un volume de terre supérieur au volume de l'élément devant être mis en place et ce, pour laisser un espace suffisant tout autour de celui-ci pour permettre la mise en œuvre et le compactage des remblais. Ce volume de déblai supplémentaire peut poser des difficultés de gestion pour l'entrepreneur si celui-ci ne peut valoriser ce déblai sur un autre secteur du chantier.

Les M.A.R., permettent de réduire le volume de la fouille à son strict minimum [Figure 5]. En effet, le produit étant autocompactant, il ne requiert aucun personnel ouvrier dans la fouille pour réaliser un quelconque compactage. Le travail est donc très facile à réaliser, il n'y a plus de compactage à la plaque vibrante à effectuer. Les M.A.R. permettent ainsi de diminuer fortement l'impact de la main d'œuvre piéton sur chantier. Le fait de ne plus devoir blinder les tranchées pour assurer la sécurité du personnel effectuant le compactage constitue un gain supplémentaire.

De plus, si des extensions et/ou des interventions ultérieures devaient être envisagées, elles ne poseraient aucun problème étant donné le caractère réexcavable des M.A.R.



Figure 5 | Remblayage de la fouille autour d'une citerne à l'aide de MAR

### 3.4. Culées de pont

Le remblayage des culées de pont [Figure 6] de manière traditionnelle est délicat et difficile à mettre en place. En effet, après déversement des matériaux nécessaires à la mise en œuvre de couches de remblais dans ce type d'ouvrage, il faut prévoir un engin pour assurer le compactage de ces couches mais aussi, au minimum un opérateur dans l'ouvrage d'art. Ces différentes dispositions ne sont pas à négliger étant donné leur complexité et le risque encouru.

Les matériaux autocompactants sont capables de remblayer ce type d'ouvrage tout en évitant la mise en place d'engins de compactage et d'ouvriers dans les culées. Etant donné le caractère autoplaçant et autocompactant des M.A.R., ce genre d'application représente un avantage pour ce produit et non une source de problèmes.



Figure 6 | Culée de pont

### 3.5. Cavités et vides

Le remplissage de cavités et le comblement de vides peuvent être aisément effectués à l'aide d'un M.A.R. grâce à leur fluidité caractéristique et leur caractère autocompactant.

### 3.6. Blocage et renforcement de conduites

Le M.A.R. permet d'édifier des massifs permettant de bloquer et de renforcer les conduites au niveau des coudes et des raccordements de manière à éviter les dégâts dus aux coups de bélier<sup>3</sup>.

## 4. Formulation

Chaque producteur possède sa propre méthodologie pour déterminer la composition des produits qu'il propose.

---

<sup>3</sup> Le coup de bélier est un phénomène de surpression qui apparaît au moment de la variation brusque de la vitesse d'un liquide, par suite d'une fermeture/ouverture rapide d'une vanne, d'un robinet ou du démarrage/arrêt d'une pompe.

La liste complète des constituants possibles est reprise au Tableau 2 :

<b>Matériaux :</b>	<b>Prescriptions Qualiroutes 2012 :</b>
Eau	C.1
Sol	C.2.2
Sable	C.3.4.3
Gravillons	C.4.4.3
Grave	C.5.4.3
Granulats d'argile expansée	C.6.3
Cendres volantes	C.7
Ciment	C.8
Chaux	C.9
L.H.R.	C.10.1
Filler	C.11
Adjuvant	C.17
Bentonite	C.65

Tableau 2 | Constituants possibles d'un MAR avec les prescriptions du Qualiroutes 2012

Une fiche technique précise les principales caractéristiques du matériau proposé ainsi qu'une liste des différents constituants mis en œuvre pour la production du M.A.R. [Point 10.2].

## 5. Fabrication et transport

L'élaboration des M.A.R. doit se faire dans des centrales de malaxage. Ce procédé assure le respect de la qualité du produit. En effet, les constituants sont dosés avec précision et malaxés de manière efficace et contrôlée. Le dosage des différentes matières en centrale doit être géré par un automate informatique. Le transport doit se faire en camion malaxeur.

L'ajout d'eau et/ou d'adjuvants à la demande de l'entrepreneur lors de la livraison sur chantier, entraîne de facto, une modification des caractéristiques techniques du produit annoncées sur la fiche technique, notamment en termes de délai de restitution et de retrait ; les performances du produit ne peuvent donc plus être garanties.

Dans certains cas, l'ajout d'eau et/ou d'adjuvants dans le camion malaxeur avant la mise en œuvre du produit est possible pour autant que le producteur en ait donné l'autorisation.

## 6. Mise en œuvre

### 6.1. Généralités et mises en garde

- La mise en œuvre des M.A.R. doit être effectuée dans le délai mentionné sur la fiche technique fournie par le producteur. A titre d'information, une limite maximale d'une heure entre la production et la mise en œuvre semble être une durée standard. La fluidité peut éventuellement être prolongée moyennant l'ajout d'un additif sur chantier sous la responsabilité du producteur.
- L'utilisation des M.A.R. ne peut avoir lieu que si la température de l'air mesurée sous abri, à 1,5 mètres au-dessus du sol, dépasse les 5 degrés Celsius à 8h du matin, sauf si des dispositions particulières ont été prises.
- Si de l'eau est présente dans la fouille, celle-ci doit être pompée.
- Il est conseillé de remblayer de manière symétrique par rapport à l'ouvrage (citerne, etc.) afin d'éviter des poussées hydrostatiques latérales.
- Les éléments soumis à la poussée hydrostatique sont repris au Point 6.2. Notons que les éléments linéaires non-vides ne sont pas soumis au problème de flottaison.
- Des indicateurs d'impétrants doivent être mis en place (filets avertisseurs, protections de câbles, bande de couleurs,...).
- Suivant les recommandations du producteur, on veillera si besoin à limiter la hauteur de chute depuis la goulotte de manière à éviter la ségrégation. De plus, si une zone de pose en sable a été conservée, une hauteur de chute trop importante est à éviter car elle pourrait entraîner celle-ci.
- Dans la mesure du possible, on évitera de déverser directement sur les conduites, ce qui pourrait entraîner leur détérioration.
- Il est conseillé de procéder par cloisonnements successifs (par exemple avec des « bouchons » de matériaux bloquants ou des coffrages) en cas de pentes de plus de 10 %. La mise en œuvre débutera préférentiellement par le bas de l'ouvrage quand cela est possible.
- Les excavations doivent être débarrassées des déchets indésirables mais aussi de tout effondrement qui aurait pu survenir entre les travaux de terrassement et la mise en œuvre du M.A.R.
- Lorsque le procédé utilisé est le camion de malaxage, celui-ci nécessite en plus de son chauffeur, un ouvrier qui guide la goulotte de déversement dans la tranchée et qui égalise éventuellement le niveau du produit à l'aide d'un outil manuel.

### 6.2. Cas particuliers soumis à poussée hydrostatique

#### 6.2.1. Éléments linéaires à grands volumes de vide (tuyaux, canalisations)

La poussée hydrostatique ne peut être négligée lorsque le remblayage d'éléments linéaires à grands volumes de vide est envisagé.

En effet, quelques précautions doivent être prises :

- Couler le M.A.R. en plusieurs phases : remblayer en veillant à ne pas dépasser la hauteur de flottaison de l'élément envisagé. La phase suivante débute une fois que le MAR coulé lors de la phase en cours a effectué sa prise. Le temps de prise peut être soit défini par le producteur sur la fiche technique, soit apprécié par l'entrepreneur.
- Lorsque plusieurs phases ne peuvent être envisagées, l'ancrage ou le lestage reste à charge de l'entrepreneur.

### 6.2.2. Eléments non linéaires (citernes)

Il est conseillé de lester les citernes avant de les remblayer à l'aide de M.A.R., et ce pour éviter tout risque de soulèvement qui serait causé par la poussée d'Archimède.

### 6.3. Mise en œuvre spécifique

Les matériaux autocompactants réexcavables peuvent être pompés pour autant que le fabricant en donne l'autorisation.

## 7. Contrôles

Les caractéristiques géométriques sont vérifiées après exécution par mesurage topographique des niveaux de remblayage atteints. Au final, elles doivent respecter les tolérances sur les caractéristiques géométriques de la forme comme étant de (chapitre E.3.3.3.2. du Qualiroutes 2012) :

- Pour le fond de coffre : 3 cm
- Pour la forme au droit des bermes et terre-pleins : 5 cm

La classe de résistance à la compression à 28 jours est vérifiée et doit correspondre aux valeurs du Tableau 3 en fonction du type de M.A.R. :

CLASSE	M.A.R-1	M.A.R-2	M.A.R-3
R'c28j	< 0,7 MPa	De 0,7 à 2 MPa	> 2 MPa

Tableau 3 | Classe de résistance à la compression à 28 jours des MAR

Le contrôle de cette résistance à la compression est effectué sur cubes de 15 cm de côté. Ceux-ci sont réalisés sur chantier pendant la mise en œuvre. Les cubes ne seront pas déplacés pendant un minimum de 12h (ou avant la prise) sauf contre indication de la fiche technique. Sur chantier, les cubes sont conservés ouverts mais protégés contre les intempéries. Ensuite, les cubes sont conservés ouverts sans protection supérieure à une température de  $20 \pm 4$  °C et à une humidité relative de  $60 \pm 5$  %.

Le contrôle de compactage, c'est-à-dire la mesure de la portance, est exécuté au moyen d'un essai à la plaque et les prescriptions du point E.3.3.3.1. concernant le coefficient de compressibilité sont d'application : 11 MPa pour un remblai et 17 MPa pour un fond de coffre.

Pour contrôler l'homogénéité du MAR, un essai à la sonde de battage légère de type CRR peut être réalisé. Etant donné que le MAR est un matériau évolutif dans le temps, la valeur

maximale à ne pas dépasser est de 30 mm/coup, au maximum 48h après la mise en place du MAR. Les premiers 30 cm de la couche de MAR mise en place ne sont pas pris en compte lors de l'interprétation des résultats de la sonde de battage. Cette couche supérieure est contrôlée lors de l'essai à la plaque.

Les critères de contrôle sont repris au Tableau 4 :

Critère	Couches de remblai	Fond de coffre
Coefficient de compressibilité (M1)	11 MPa (droite OA)	17 MPa (droite OB)
Pénétromètre C.R.R. (au maximum après 48h)	$x \leq 30$ mm/coup	

Tableau 4| Critères à respecter lors des contrôles du MAR

## 8. Limites d'utilisation et aspect environnemental

### 8.1. Généralités

A aucun moment, un matériau de type MAR ne peut être utilisé dans une fouille / tranchée en contact direct avec la nappe phréatique.

### 8.2. Abrasion

Après avoir envisagé différents tests d'abrasivité, la littérature ne peut fournir un essai représentatif de la demande. A défaut, les fiches techniques de plusieurs fabricants de conduite ont été analysées. Il en ressort que la granulométrie du matériau de remblai mis en place ne peut dépasser 20 mm maximum et ne peut contenir d'éléments tranchants.

### 8.3. Corrosion

Les tests de pH effectués démontrent que les M.A.R. présentent des valeurs (entre 9 et 11) tout à fait similaires à celles des matériaux utilisés couramment pour les mêmes applications (sable jaune, terre non contaminée, etc.).

Avant utilisation sur des conduites métalliques, il convient de s'assurer au préalable que les aciers soient correctement protégés contre une éventuelle corrosion (enrobage suffisant, nuance d'acier spécifique résistant à la corrosion, revêtement de protection adéquat, éventuellement complété par une protection cathodique).

### 8.4. Lixiviation

Une série de tests de lixiviation ont été réalisés sur différentes formulations de M.A.R., en comparaison avec des étalons standards (sable jaune et ciment).

Il en ressort que les M.A.R. doivent être considérés comme des matériaux inertes au sens de la définition du 27 juin 1996 sur les déchets : « déchets inertes : les déchets ne subissant aucune modification physique, chimique ou biologique importante, ne se décomposant pas, ne brûlant pas et ne produisant aucune autre réaction physique ou chimique, n'étant pas biodégradables et ne détériorant pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible d'entraîner une pollution de l'environnement ou de nuire à la santé humaine. La production totale de lixiviats et la teneur des déchets inertes en polluants ainsi que l'écotoxicité des lixiviats doivent être négligeables et, en particulier, ne doivent pas porter atteinte à la qualité des eaux de surface et/ou des eaux souterraines».

## **8.5. Vieillessement et dégradation mécanique.**

Les M.A.R. présentent une homogénéité similaire à celle du terrain naturel en place.

Les M.A.R. ne peuvent être utilisés en surface de part leur vulnérabilité au gel qui engendrerait une dégradation du produit et, d'autre part, étant donné sa faible résistance mécanique, le matériau subirait des déformations et dégradations irréversibles s'il devait être utilisé comme surface de roulement.

## **9. Sécurité**

### **9.1. Généralités**

Les ouvriers intervenant dans le transport, le déversement et la mise en œuvre du M.A.R. doivent disposer de leurs équipements de protection individuelle tels que :

- Vêtement de travail adapté
- Chaussures de sécurité
- Gants de sécurité
- Casque
- Lunettes de sécurité
- Protection acoustique

Le responsable du chantier prévoira à tout moment l'accès du chantier en toute sécurité ainsi que l'endroit du déchargement.

Un test avec un fût de 80 litres rempli d'eau, représentant un mannequin, a été réalisé dans une tranchée suite à la coulée du M.A.R. [Figure 7]. Le fût flotte, la moitié du fût se situant hors du M.A.R. Une personne tombant accidentellement dans une tranchée de M.A.R. fraîchement coulée devrait donc également flotter.





Figure 7 | Essai de flottabilité avec un fût de 80 litres rempli d'eau représentant un mannequin

## 9.2. Analyse des risques spécifiques

L'énumération aussi bien des activités (partielles), des risques et des mesures possibles se trouve au point 10.1.

## 9.3. Discussions

- Lors de chaque livraison sur chantier, le responsable du chantier doit informer le chauffeur des dangers spécifiques et des risques inhérents au chantier, et des mesures préventives obligatoires à prendre dans ces cas.
- L'utilisation des gyrophares du camion est obligatoire pour chaque livraison sur la voie publique et dans chaque autre situation dangereuse.
- Dans tous les cas, un balisage efficace et réfléchi doit être installé tout autour de l'endroit remblayé au moyen de M.A.R. en vue d'éviter le risque de chutes dans l'excavation avant la prise du mélange.
- En présence d'une hauteur de chute importante, tout opérateur à proximité de la fouille ou de l'ouvrage d'art à remblayer doit être muni d'un harnais anti-chute.
- L'accès au chantier est interdit aux personnes étrangères à celui-ci.

## 10. Annexes

### 10.1. Annexe 1 : analyse des risques spécifiques

Activités (partielles)	Risques/dangers possibles	Mesure(s) de prévention
Monter et descendre du véhicule	Glissade, chute	Méthodes des 3 points à appliquer <sup>4</sup>
	Inégalités terrain, entorse pied, trébuchement	Etre attentif, explorer l'entourage
Déplacement du véhicule	Renversement de personnes et/ou d'objets	Respecter les règles de la circulation
Déplacement autour du véhicule	Contact, se cogner (obstacles)	Port du casque
	Renversement par un tiers	Prévoir la signalisation (cônes)
	Inégalités terrain, entorse pied, trébuchement	Etre attentif, explorer l'entourage
Monter et descendre de l'échelle à l'arrière du véhicule	Glissade, chute	Méthodes des 3 points à appliquer <sup>4</sup> *
	Inégalités terrain	Etre attentif, explorer l'entourage
Ouvrir ou claquer l'échelle	L'échelle s'ouvre de nouveau, dépliage soudain	Etre attentif, ne pas tenir les parties du corps dans la portée de l'échelle
Ouvrir/fermer la goulotte	Coinçages de doigts/de mains, heurts	Porter des gants, utiliser la goupille de sécurité de la goulotte, utiliser l'anse et ne pas tenir les parties du corps dans la portée de la goulotte
Fixer les rallonges de tuyaux	Maux de dos	Appliquer les techniques de levage: tenir la charge le plus près possible du corps

<sup>4</sup> Maintenir au minimum 3 points de contacts avec le camion ou l'échelle (2 mains / 1 pied ou 1 main / 2 pieds). Dans le cas contraire, au minimum 2 personnes doivent être présentes sur chantier.

Déchargement du M.A.R	Contact avec le M.AR, éclaboussures de M.A.R	Porter des gants de sécurité, tenir une distance de sécurité ou porter des lunettes de sécurité
Déchargement de M.A.R sur la voie publique	Renversement par la circulation, compromettre la sécurité de tiers (piétons, cyclistes...)	Connaissances des instructions de travail, mise en place de cônes, allumer les feux d'avertissement, porter des vêtements de signalisation et être attentif
Déchargement au bord d'une tranchée, d'une citerne...	Renversement latéral du malaxeur, coinçage du chauffeur	Respecter une distance de sécurité ( au moins 1,20 m du bord), être attentif
Déchargement du M.A.R à l'aide de grue et cufat	Contacts, heurts (obstacles)	Porter des gants, un casque, tenir ses distances et les parties du corps éloignées des endroits dangereux
Nettoyage du véhicule (chantier, extérieur)	Contacts, heurts, coinçage entre grille de sécurité et la cuve,...	Porter un casque et des gants, garder ses distances des pièces tournantes, être prudent avec les outils à mains (marteaux,...)
Rinçage du mixeur	Eclaboussures de M.A.R	Porter des gants de sécurité, tenir ses distances ou porter des lunettes de sécurité

## 10.2. Annexe 2 : caractéristiques à présenter dans une fiche technique d'un produit MAR

Les caractéristiques devant être de préférence reprises sur une fiche technique pour un MAR sont les suivantes :

- La granulométrie en mm avec les détails des tamis utilisés ainsi que les différents pourcentages en passant et refus pour chaque tamis. Un fuseau granulométrique graphique doit également être présent sur la fiche technique ;
- La teneur en eau à la livraison en % ;
- Le délai maximum de mise en œuvre ;
- La classe d'excavabilité (MAR-1, 2 ou 3) ;
- Le type de MAR (essorable ou non) ;
- La liste des différents constituants utilisés ;
- La résistance à la compression à 28 jours  $R'_{c_{28j}}$  en MPa ;
- Le délai de restitution aux piétons en heures ;
- La portance après 48h.