

Les Liants Hydrauliques Routiers (LHR)



**Le meilleur choix pour
le traitement des sols et
les fondations routières.**

Les Liants Hydrauliques Routiers, en abrégé LHR, ont été spécialement développés pour être utilisés dans le traitement des sols, des sous-fondations et des fondations routières. Ils existent depuis les années 1980 et sont largement utilisés dans plusieurs pays européens, principalement la France et l'Allemagne.

©CBR

Les principaux constituants présents dans les LHR sont globalement identiques à ceux d'un ciment, mais avec moins d'exigences relatives à leurs limites de composition. En complément, d'autres constituants comme la chaux ainsi que d'autres sous-produits industriels comme certaines scories, cendres volantes et cendres de papier sont autorisés. Cela permet à ces liants d'être mieux adaptés à chaque application spécifique. En raison de l'absence ou du faible dosage en clinker, la résistance des LHR est généralement inférieure à celle des ciments classiques. Aussi, le développement de leur résistance plus lent réduit le risque de fissures de retrait. Ils offrent également une durée d'ouvrabilité plus élevée avantageuse sur chantier.

Les constituants et les caractéristiques physiques et mécaniques des LHR sont décrits dans les normes européennes. Outre le marquage CE, la marque de qualité volontaire BENOR est également possible, afin de garantir une qualité constante.

En raison de leur composition, les LHR ont une empreinte carbone inférieure à celle des ciments ce qui est profitable à l'environnement et au climat. Utiliser les LHR pour le traitement des sols, mais aussi dans les compositions pour fondations routières telles que les sables-ciments, les fondations en empierrement lié et le béton maigre est donc un bon choix.

Les Liants Hydrauliques Routiers - (NL: Hydraulische Bindmiddelen voor de Wegenbouw - HBW ; ENG: Hydraulic Road Binders - HRB) sont, comme le ciment, des liants hydrauliques. Cela signifie qu'ils réagissent en présence d'eau, à la fois dans l'air et sous l'eau ; une liaison se produit, suivie d'un durcissement progressif. Tout comme le ciment, les LHR sont des poudres minérales produites en usine et distribuées prêtes à l'emploi. Les LHR ont été spécialement développés dans les années 1980 pour être utilisés dans le traitement des sols, des sous-fondations et des fondations.

Ils sont divisés en LHR à durcissement rapide et à durcissement normal et doivent respecter respectivement les normes suivantes :

- NBN EN 13282-1:2013 Liants hydrauliques routiers - Partie 1: Liants hydrauliques routiers à durcissement rapide - Composition, spécifications et critères de conformité ;
- NBN EN 13282-2:2015 Liants hydrauliques routiers - Partie 2: Liants hydrauliques routiers à durcissement normal - Composition, spécifications et critères de conformité.

Ces normes font également référence à une troisième partie :

- NBN EN 13282-3:2015 Liants hydrauliques routiers - Partie 3 : Évaluation de la conformité.

Les principaux constituants des LHR sont d'une part identiques à ceux du ciment (clinker, laitier, pouzzolane, cendres volantes, calcaire...) et peuvent, d'autre part, être complétés avec un certain nombre de constituants additionnels, tels que :

- pour la partie 1 : chaux (chaux vive, chaux hydratée, chaux calcique)
- pour la partie 2 : chaux, certaines cendres de boue de papier, certaines autres cendres volantes, et certaines

scories métallurgiques (scories de convertisseur).

Les exigences mécaniques et physiques du LHR sont données dans les normes. Les LHR sont classés en fonction de leur résistance à la compression.

Pour la partie 1 : E2 - E3 - E4 - E4-RS avec des valeurs minimales à 7 jours et des valeurs minimales et maximales à 28 jours :

Classe de résistance	Résistance à la compression en MPa		
	à 7 jours	à 28 jours	
E2	≥ 5,0	≥ 12,5	≤ 32,5
E3	≥ 10,0	≥ 22,5	≤ 42,5
E4	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5
E4-RS	≥ 16,0	≥ 32,5	-

Exigences de résistance à la compression pour un LHR à durcissement rapide

Pour la partie 2 : N1 - N2 - N3 - N4 avec des valeurs minimales et maximales à 56 jours :

Classe de résistance	Résistance à la compression en MPa à 56 jours	
N1	≥ 2,5	≤ 22,5
N2	≥ 12,5	≤ 32,5
N3	≥ 22,5	≤ 42,5
N4	≥ 32,5	≤ 52,5

Exigences de résistance à la compression pour un LHR à durcissement normal

On peut observer qu'en termes de résistance mécanique, il existe un chevauchement entre les ciments classiques et les LHR, notamment pour les classes les plus élevées : E4, E4-RS et N4. Les LHR ont un temps de prise égal ou même supérieure à celui des ciments réduisant le risque de fissure de retrait. Ils ont également une durée d'ouvrabilité égale, voire supérieure, avantageuse pour leur utilisation sur chantier. Attention que pour une mise en œuvre à basse température ambiante, le faible pourcentage en clinker les rendent moins adaptés dans certaines applications.

La partie 1 et la partie 2 de la norme ont été harmonisées, mais la partie 2 n'a pas été publiée au Journal Officiel de l'Union Européenne (JOUE). De ce fait, le marquage CE ne s'applique qu'aux LHR de la partie 1, c'est-à-dire ceux à durcissement rapide. Au niveau belge, BE-CERT a finalisé en 2019 une procédure de certification permettant d'obtenir la marque volontaire BENOR pour les LHR des parties 1 et 2. Dans ce cadre, un contrôle externe est également prévu durant le processus de production. Plusieurs LHR belges ont depuis obtenu le certificat BENOR. Ceux-ci sont consultables sur l'extranet de BE-CERT : <https://extranet.be-cert.be/#/searchpage?tab=LicenseHolders>



©Holcim

Les LHR dans le CCT QUALIROUTES

Depuis plusieurs années, les LHR sont inclus dans le CCT QUALIROUTES au chapitre C.10.1. Ils sont admis au chapitre E - Terrassements généraux et privés et au chapitre F - Sous-fondations et fondations. Dans le chapitre F, ils étaient initialement autorisés



Traitement du sol in situ au moyen d'un recycleur ©CBR

uniquement pour le traitement du fond de coffre, pour les sous-fondations obtenues par traitement du sol en place et pour les fondations en produits de scalpage traités.

A la demande du secteur (cimenteries, centrales à béton, organismes de certification), à partir du 1er janvier 2023, le domaine d'application des LHR dans le CCT Qualiroutes, chapitre F, a été étendu à celui des fondations, notamment pour :

- les fondations sable-ciment ;
- les fondations en empierrement lié ;
- le béton maigre.

L'utilisation des LHR dans les fondations n'est pas récente en Europe ; la norme européenne EN 14227-5 « Mélanges traités aux liants hydrauliques - Spécifications - Partie 5: Mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques routiers » existe depuis 2004 puis mise à jour en 2013.

Pour les mélanges de fondation en question (sable-ciment - empierremments à granularité continue de type IA ou IIA traités aux additifs - béton maigre), des dosages minimaux de ciment étaient prescrits dans le CCT QUALIROUTES, par exemple 100 kg/m³ minimum pour le béton maigre. Avec l'extension aux LHR, les mêmes dosages minimaux de liant sont maintenus pour les LHR des classes E4, E4-RS et N4. Ce sont



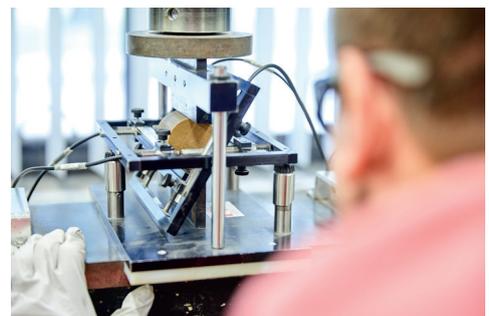
Les fondations à liant hydraulique sont utilisées dans la structure des routes fortement chargées, y compris les autoroutes ©FEBELCEM

en effet les classes de résistance les plus élevées qui se chevauchent à celles de certains types de ciment.

Il est également possible d'utiliser les LHR des classes inférieures (E3-E2-N3-N2-N1) mais dans ce cas, une étude préliminaire du mélange de fondation proposé par l'entrepreneur ou le fabricant doit être réalisée. Cette étude préliminaire comprend la détermination :

- de la granularité des matériaux selon la norme NBN EN 933-1 ;
- du moule Proctor et de la méthode de compactage selon la norme NBN EN 13286-2 ;
- de la teneur en eau optimale, la masse volumique sèche et la résistance à la compression pour une teneur en liant constante, suivant les normes NBN EN 13286-1 et -2 ;
- de la teneur en liant pour obtenir une résistance à la compression moyenne minimale à 7 ou 28 jours ;
- de la période de maniabilité suivant la norme NBN EN 13286-45.

L'introduction des LHR pour fondations routières dans les cahiers des charges type belges est une décision fondée sur les avantages et les facteurs suivants :



Essais de laboratoire à des fins de normalisation et de certification (essai Proctor) ou de dimensionnement des structures routières (résistance à la traction par fendage) ©Holcim

- existence d'une longue expérience de ces produits dans plusieurs pays européens, principalement en France et en Allemagne ;
- disponibilité de ces produits sur le marché belge ;
- garantie de la qualité des produits et de leur conformité aux normes européennes par la certification BENOR ;
- impact environnemental plus faible des LHR comparé à celui de la plupart des ciments ;
- possibilité de valoriser certains flux de déchets comme, par exemple, les cendres de boue de

papier ou d'autres cendres volantes qui ne sont pas autorisées dans le ciment ou d'autres applications ;

- obtention des mêmes performances mécaniques que celles des autres mélanges de fondation ;
- préservation des conceptions de profil des structures routières standard existantes étant donné le comportement analogue des LHR par rapport au ciment.



©CBR



©CBR

Le secteur du ciment s'est engagé à atteindre les objectifs de neutralité climatique d'ici 2050, entre autres en diversifiant sa gamme de produits. En effet, l'utilisation du bon liant pour la bonne application permet de limiter l'impact environnemental et l'empreinte carbone. Le développement des LHR en est un bon exemple. Ils conviennent parfaitement au traitement du sol, aux sous-fondations et aux fondations routières. Le fait que les spécifications du CCT Qualiroutes permettent à présent l'utilisation des LHR pour le sable-ciment, les empièvements stabilisés et le béton maigre est donc un pas important dans la bonne direction.

Factsheet publié par
FEBELCEM
Fédération de l'industrie
cimentière belge
Bld du Souverain 68 bt 11
1170 Bruxelles
tel. 02 645 52 11
www.febelcem.be

Auteur : ir Luc Rens

Editeur responsable :
H. Camerlynck

Février 2023

Bibliographie:

- <https://www.infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers/liants-hydrauliques-routiers-generalites>

Ce factsheet est également disponible en néerlandais avec la référence au « Standaardbestek 250 » en Flandre.