

Chap 5 : les bétons recyclés

1. Introduction :

la réutilisation des déchets de démolition a été effectuée la première fois après la guerre mondiale en Allemagne . Depuis cette date , plusieurs recherches ont été menées pour développer l'utilisation du béton recyclé comme constituants de nouveau béton .

les voies de l'obtention des déchets de démolition sont multiples : de nombreux bâtiments anciens et autres structures ont dépassé leur limite d'utilisation et doivent être démolis; les structures, même adéquates pour un logement, sont en cours de démolition, en raison de nouvelles exigences et nécessités et la création de déchets de construction résultant de phénomènes naturels de destruction (tremblements de terre, tempêtes ...)

2. Définition :

Un béton recyclé est un béton fabriqué au moyen de granulats provenant du concassage d'un béton existant. C'est à dire qu'il s'agit d'un mélange de pâte de ciment Portland usuel auquel la fraction grossière des granulats (de 5 à 20 mm) est remplacée par le produit d'un béton concassé (le granulat est en fait un mélange de pierre et de ciment hydraté)



3. Intérêt de l'utilisation du béton recyclé :

Le recyclage du béton est une alternative de plus en plus valorisée , il présente de nombreux avantages sur le plan économique et écologique . Chaque année le secteur du bâtiment et des travaux publics génère 300 millions de tonnes de déchets qui sont peu ou pas valorisés .

les avantages du recyclage sont :

- préservation des ressources naturelles : le recyclage d'une tonne de ciment peut économiser 1360 gallons d'eau et 900 kg de CO₂ .
- réduction de la pollution du transport vers les décharges
- réduction des couts de transport des matériaux et des déchets
- économiser les espaces d'enfouissement

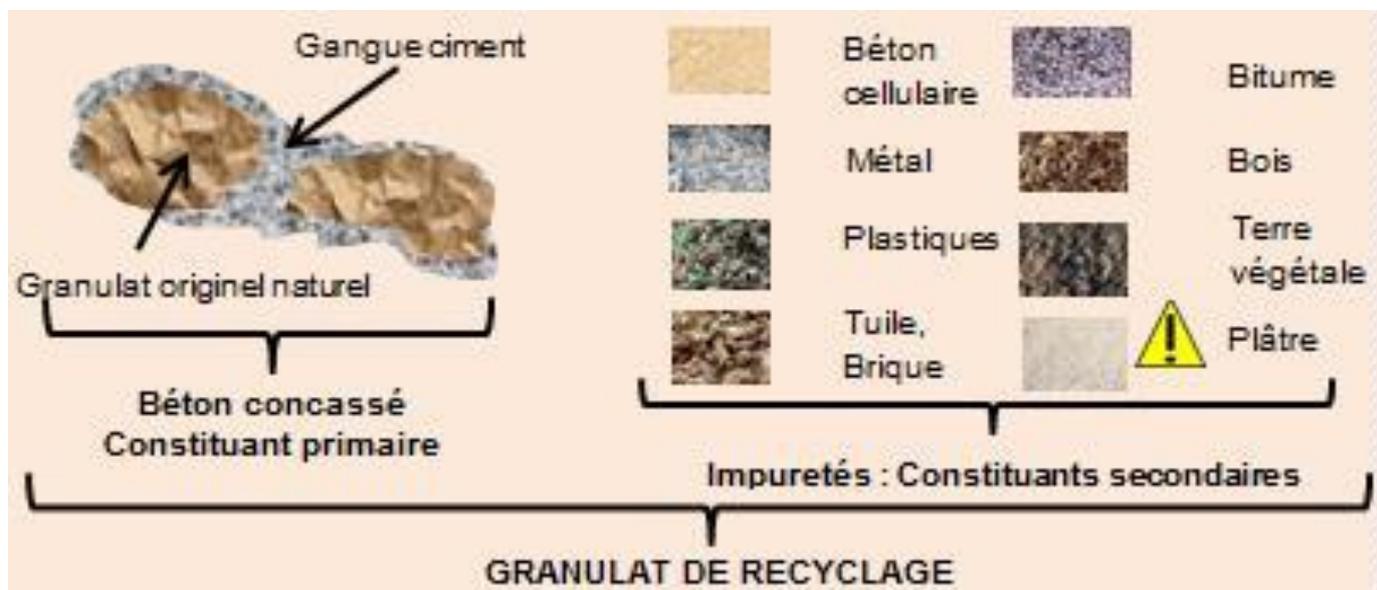
4. Description du granulat recyclé

les granulats du béton recyclé sont composés d'un mélange intime des granulats naturels et une pate de ciment durcie adhérente; selon leur taille ils peuvent être composés d'un ou plusieurs gros granulats naturels entourés entièrement ou partiellement par une couche de pate de ciment ou du mortier résiduel , comme ils peuvent aussi apparaitre essentiellement comme un fragment du mortier résiduel avec des proportions variables de petits granulats naturels .

les granulats recyclés sont plus hétérogènes que les granulats naturels , ils possèdent des propriétés qui diffèrent essentiellement de celles des granulats naturels , en particulier la présence de la pate durcie qui procure au béton une porosité et une absorption plus élevée , ainsi une masse volumique réelle plus faible . Cette pate de ciment, composée d'aluminates et de silicates hydratés se révèle friable et chimiquement réactive. Ainsi, les granulats recyclés :

- ont globalement des résistances mécaniques plus faibles que les granulats naturels ;
- sont plus sensibles à certaines réactions chimiques (. réaction sulfatique interne...) ;
- montrent parfois une aptitude au compactage amoindrie en fonction de l'angularité du matériau et de la teneur en eau.

Les granulats du béton recyclé doivent être de bonne qualité pour pouvoir être incorporés dans le béton , il faut qu'ils présentent une teneur élevée en béton et matériaux rocheux ,sans trop contaminés par le plâtre , du bois et du plastique .



La norme **NF EN 206/CN** autorise l'utilisation de granulats recyclés issus de la déconstruction pour la formulation des bétons en précisant les conditions et les limites d'utilisation (article NA.5.1.3 Granulats). Les granulats recyclés doivent être obtenus par traitement de matériaux minéraux auparavant utilisés en construction et être conformes aux normes relatives aux granulats (NF EN 12620+A1 et NF P 18-545); qui spécifient les caractéristiques et les propriétés des granulats recyclés .

5. Préparation des granulats recyclés

Un tri est indispensable pour séparer les bétons des autres matériaux (plâtre, PVC, armatures, ...) lors de la déconstruction de bâtiments ou d'infrastructures, puis lors du traitement des déchets sur les plateformes de tri et de regroupement.

Une fois les déchets triés et séparés , le béton est concassé, déferrailé puis passé au crible. Des traitements complémentaires peuvent avoir lieu si l'on souhaite rendre la matière finale encore plus pure. Après ces opérations, le béton se retrouve sous forme de gravillons ou de gravats. Il subit un contrôle en laboratoire pour vérifier la composition du produit fini et écarter tout risque de pollution .

6. Les propriétés des granulats recyclés :

- **Densité** : la diminution de la densité des (G R) par rapport aux (G N) influence la densité du béton .cette diminution est attribuable au mortier résiduel attaché da granulat d'origine , généralement la densité des GR varie de 2.2 à 2.5 (pour un GN est de 2.5 à 2.75)

- **Absorption** : les GR ont une absorption beaucoup plus grande que celle GN , ce qui influence le comportement rhéologique des bétons frais (pour obtenir l'ouvrabilité désirée ils nécessitent une quantité supplémentaire d'eau). Cette forte absorption est liée à la structure alvéolaire de la pate de ciment adhérente , les interstices ont tendances à capter l'eau et à le retenir .

L'absorption des GR varie de 3 à 10 % (pour les GN de 1 à 5 %)

- **Perte de masse** : en raison de la configuration des GR , leur perte de masse à l'abrasion est plus grande en comparaison avec les GN .

selon la norme Américaine (ASTM) pour qu'un granulat recyclé soit utilisable il faut que son coefficient Los Angeles A inférieur à 50 % .

- **Distribution granulométrique** : Les GR ont souvent plus de particules fines que les GN .

-**Teneur en mortier résiduel** : ce facteur est le plus important pour déterminer la qualité des GR; cette valeur varie de 20à 55 % selon la méthode utilisée (la méthode de l'expansion thermique est la plus efficace)

7. Les propriétés du béton de granulats recyclés :

- **L'affaissement** : l'utilisation des GR en remplacement des GN dans le béton conduit à une baisse de l'affaissement , la forme rugueuse des GR peut influencer ce dernier; l'utilisation des superplastifiants est très bénéfique (comme effet secondaire ils diminuent l'absorption en eau

- **la masse volumique** : une diminution de la masse volumique à l'état frais est remarquée

- **l'absorption** : une forte absorption est remarquée dans les bétons à base de GR ,elle est fonction du taux de remplacement des GN par les GR , et du dosage en ciment dans l'ancien béton .

-**Résistance à la compression** : la diminution de la résistance à la compression est fonction du taux de remplacement , elle est de l'ordre de 15 à 20 % à 28 jours de durcissement , se qui est lié à plusieurs facteurs :

- la grande absorption
- la taille du granulat et son origine
- augmentation des zones fragiles dans le béton (zone de transition interfaciale).

Généralement pour des rapports E/ C sup à 0.4 la résistance d'un béton à GR est identique à celle d'un béton à GN ; un remplacement de l'ordre de 25 % n'a pas d'influence sur la résistance à la compression .

- **Résistance à la traction** : d'une façon similaire à la résistance de compression la résistance à la traction est influencée négativement en fonction du taux de remplacement des GN par les GR.

- **Module d'élasticité** : le module d'élasticité est largement influencé par la qualité des granulats , dans le cas des bétons à base des GR ,une baisse du module d'élasticité est signalée , ce qui provoque des déformations importantes .

- **Retrait de séchage** : à cause de la forte absorption les bétons à base de GR présentent un retrait de séchage important .

8. Cas du remplacement du granulat fin

Le remplacement d'une partie des gros granulats naturels par GR ne modifié pas significativement les propriétés du béton ; par contre le remplacement des granulats fins par des GR fins présentant une forte absorption conduit à un béton avec de moins bonnes performances .la partie fine (poudre) peut renfermer un ciment non hydraté qui peut contribuer à l'amélioration de la résistance en compression , en outre la grande porosité des GR peut assurer une bonne adhérence entre la pâte du ciment et le granulat fin .

9. Domaine d'utilisation des granulats recyclés :

Les applications des granulats recyclés dans les travaux de construction sont multiples et ceux-ci peuvent remplacer utilement et avantageusement les granulats dits « naturels » dans la grande majorité des utilisations traditionnelles ,on cite

-application en sous fondation et voirie

-application en fondation , sous fondation et fondations des bâtiments industriels

-fondations des parkings

-application en construction : béton maigre .

Références

https://www.groupe-sma.fr/SGM/jcms/jizhprod_73572/fr/l-utilisation-de-granulats-recycles-dans-les-travaux-publics

<https://core.ac.uk/download/pdf/51338772.pdf> (voir ce fichier)

https://www.cstc.be/homepage/download.cfm?lang=fr&dtype=publ&doc=utilisation_de_granulats_de_beton_recycle_dans_le_beton.pdf

