



Réutiliser le sable extrait localement pour produire du béton circulaire ?

Environ 215.000 tonnes de sable naturel seront nécessaires pour produire le béton destiné à la réalisation d'un deuxième bassin à marée dans le port d'Anvers. Dans le cadre du projet PIONEERS, subsidié par le programme de recherche Horizon 2020, nous examinons la possibilité d'utiliser le sol sablonneux extrait durant l'excavation du bassin. Les partenaires du projet souhaiteraient ainsi réduire le transport de sable en provenance de la mer du Nord ou de nos pays voisins.

N. Hulsbosch, Buildwise

Construction d'un nouveau bassin à marée

Pour faire face à l'activité croissante des conteneurs, le port d'Anvers-Bruges envisage la réalisation d'un nouveau bassin à marée et le développement de nouvelles infrastructures. Ce projet requiert notamment la construction de murs de quai sur plus de trois kilomètres, ce qui représente environ 360.000 mètres cubes de béton. Outre le ciment et les granulats, quelque 215.000 tonnes de sable sont nécessaires pour produire le béton. En principe, le sable est extrait de

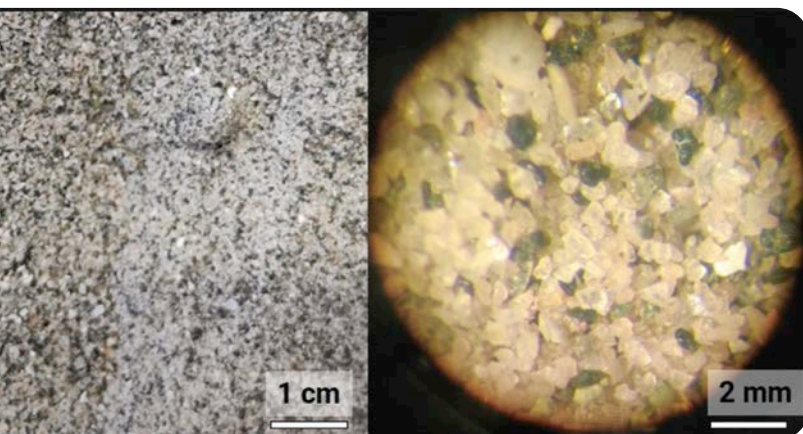
la mer du Nord ou importé depuis nos voisins (Allemagne ou Pays-Bas). Une autre approche est désormais envisagée. Elle consiste à utiliser des **ressources locales** telles que le sable que l'on retrouve dans le sol excavé à l'occasion de la réalisation du bassin à marée.

Utilisation du sable extrait localement

L'excavation du nouveau bassin à marée libérera environ 30 millions de mètres cubes de sol très hétérogène et contenant du sable fin, du limon, de l'argile, de la tourbe et des coquillages. Initialement, une certaine quantité de ce sol est utilisée pour des applications telles que la réalisation de remblais, mais la majeure partie est destinée à d'autres usages (stockage ou remblayage d'anciennes carrières, par exemple).

Les sables marins issus de la zone portuaire sont très fins (0/0,5 mm - 0/1 mm) et caractérisés par la présence de **glaucinite**, un minéral sous forme de grains vert foncé (voir figure 1). Ceux-ci ont presque la même taille que les autres grains présents dans le sable (*). La glaucinite est toutefois nettement plus molle que les grains de quartz, car elle est composée de minéraux argileux. Par conséquent, les grains de glaucinite peuvent être facilement déformés et broyés, ce qui influence considérablement leurs propriétés techniques. Utiliser du sable contenant de la glaucinite pour des applications importantes nécessitant du béton de qualité supérieure pose donc certains **défis technologiques**.

- 1 Présence de glaucinite (minéraux verts) dans les sables marins de la zone portuaire.



(*) Le sable utilisé dans le béton a une granulométrie de 0,063 mm à 4 mm (NBN EN 12620). En combinant différentes tailles de grains, il est possible d'obtenir une distribution optimale des grains dans le béton et d'assurer ainsi une bonne compacité, une bonne ouvrabilité, une bonne résistance et une bonne durabilité. En Belgique, on utilise principalement des sables de quartz d'origine alluviale (rivière) ou marine.



2 Réalisation d'un essai de durabilité du béton en conditions réelles.

Projet PIONEERS

Dans le cadre du projet PIONEERS, subsidié par le programme de recherche Horizon 2020, Buildwise, VITO et le port d'Anvers-Bruges se sont donné pour objectif de remplacer jusqu'à 40 % de la masse de sable initialement destinée à la production du béton par du sable extrait localement et contenant de la glauconite. Une étude détaillée a été effectuée pour évaluer la faisabilité technique de ce projet. Il a ainsi fallu :

- sélectionner les couches de sable géologiques les plus adéquates, sur la base de données historiques
- échantillonner, caractériser et éventuellement valoriser le sable contenant de la glauconite
- optimiser et tester mécaniquement et de façon approfondie diverses compositions de bétons et de mortiers en variant les types de ciments et le taux de remplacement du sable
- réaliser des essais de durabilité du béton, tant en laboratoire que sur chantier, afin d'établir un modèle de durée de vie. Depuis décembre 2023, des éléments en béton sont testés en conditions réelles dans le Deurganckdock, le premier bassin à marée du port d'Anvers, où ils sont donc exposés aux marées et à l'eau de mer (voir figure 2).

Le béton a fait l'objet d'essais approfondis suivant la norme NBN B 15-105, laquelle décrit une méthodologie visant à démontrer l'aptitude à l'emploi de matières premières inertes dans le béton. Nous avons étudié les propriétés du béton frais (ouvrabilité dans le temps, teneur en air, ...), ses propriétés mécaniques (résistance en compression, résistance à la traction par fendage, ...) et ses propriétés en matière de durabilité (résistance à la carbonatation, résistance à la pénétration des chlorures, ...). Nos essais ont démontré qu'il était possible de **produire un béton de haute qualité avec 30 à 40 % de sable contenant de la glauconite**, conformément aux exigences des normes NBN EN 206 et NBN B 15-001, et que ce béton pouvait être utilisé pour les travaux d'infrastructure dans les zones exposées aux marées et aux éclaboussures (c'est-à-dire les classes d'environnement ES4-EA1).

Enfin, nous procéderons, d'une part, à une analyse du cycle de vie pour quantifier **les gains environnementaux visés** par rapport au scénario initial et, d'autre part, à une analyse de marché, entre autres, pour vérifier si le total des coûts de production est comparable à celui du scénario initial.

Projet de démonstration

Les essais en laboratoire montrent déjà que 30 à 40 % de la masse de sable peut être remplacée sans compromettre l'ouvrabilité, les propriétés mécaniques et la durabilité du béton (classe de résistance à la compression C35/45 et classe de consistance S4 répondant aux exigences des classes d'environnement ES4-EA1). Les premiers résultats des essais sur chantier seront disponibles en juin 2024. Il sera alors possible de déterminer si le sable extrait localement peut être envisagé comme une alternative au sable naturel pour la production de béton destiné à des applications maritimes. Le projet PIONEERS se penchera également sur l'aspect économique de ce modèle pour d'autres projets de construction et apportera des informations utiles dans le cadre de la certification et de l'assurabilité.

Les premiers résultats de l'étude s'avèrent d'ores et déjà prometteurs. Pour les entrepreneurs, le projet PIONEERS est important dans la mesure où il leur permettra de réduire l'impact environnemental du béton, de limiter les émissions de carbone liées à son transport, d'atteindre la rentabilité et de contribuer à l'innovation dans le secteur belge de la construction.



Cette recherche relève du projet PIONEERS subsidié par Horizon 2020, le programme de recherche et d'innovation initié par l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention 101037564.