

# Recyclage de scories de Ferronickel et de déchets coquilliers pour des mortiers de bonne tenue mécanique et à plus faible empreinte carbone

S. Gascoin<sup>1</sup>, Y. El Mendili<sup>2</sup>, M. Bouasria<sup>2</sup>, M-H. Benzaama<sup>2</sup> et D. Chateigner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire CRISMAT, Normandie Université ENSICAEN UMR CNRS 6508, Université de Caen

<sup>2</sup> COMUE Normandie Université – Laboratoire ESITC, 1 Rue Pierre et Marie Curie, 14610 Epron

Courriel : [stephanie.gascoin@ensicaen.fr](mailto:stephanie.gascoin@ensicaen.fr)

Les mortiers et bétons sont les matériaux les plus utilisés dans le monde [1], environ 4,65 milliards de tonnes sont utilisés chaque année pour le secteur des matériaux de construction. Cela génère plus de 4 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> [2] contribuant ainsi à hauteur de 7 % de l'empreinte carbone totale [3]. Par conséquent, la recherche de nouveaux matériaux cimentaires à plus faible impact carbone est devenue une préoccupation majeure pour la fabrication des matériaux cimentaires.

Dans ce travail, nous remplaçons partiellement le ciment par des sous-produits coquilliers [4] et des scories de ferronickel (FNS) tout en conservant des tenues mécaniques intéressantes.

La Société Le Nickel (SLN, Nouvelle-Calédonie) produit du nickel à partir de latérites depuis plus de 145 ans [5]. Elle produit annuellement environ 3 millions de tonnes de FNS avec un stock existant de 25 millions de tonnes [6]. Actuellement, seuls 8 % de la production annuelle de FNS sont utilisés, le reste étant stocké sur place à des coûts élevés et avec un impact environnemental très important [7]. Les FNS sont exempts de substances nocives et présentent d'excellentes propriétés telles qu'une densité élevée, une dureté et une ténacité suffisantes, un bon potentiel de compactage, une perméabilité à l'eau élevée et une résistance au feu élevée avec une faible expansion thermique [6].

Les coquilles de mollusques, parmi lesquelles les coquillages d'élevage sont un autre déchet potentiel abondant dans la nature qui peut jouer le rôle de matériaux de substitution au ciment étant composé de CaCO<sub>3</sub>. En France, pays qui compte parmi les plus gros consommateurs de mollusques en Europe, l'ostréiculture et la mytiliculture génèrent de grandes quantités de déchets de coquilles, qui peuvent être réutilisées. Parmi ces déchets, on trouve également des coquilles d'espèces invasives non comestibles comme la *Crepidula fornicata*. Au total, chaque année en France, près de 200 000 tonnes de coquilles finissent pour la plupart dans des décharges, des incinérateurs ou comme déchets dans l'environnement [4].

La combinaison de FNS et de *Crepidula fornicata* (CR) en substitution du ciment au sein d'un mortier peut permettre, vu leurs propriétés mécaniques et chimiques respectives, d'envisager à la fois une bonne tenue structurale du béton, et une moins grande émission de CO<sub>2</sub>. De plus ces deux déchets sont disponibles en grande quantité.

Pour cette étude, 9 mortiers différents ont été réalisés en remplaçant du ciment par des FNS et par un mélange en proportions égales de FNS-CR. Ces matériaux ont été caractérisés par microscopie électronique à balayage, diffraction des rayons X (figure 1) et spectroscopie Raman. La surface spécifique, la maniabilité et les temps de pose des mortiers frais ont été étudiés et les résistances en compression et flexion mécaniques (figure 2) été mesurées en fonction du temps de prise jusqu'à 28 jours, et permettent de valider un optimum d'ajout vers 20%. [8].

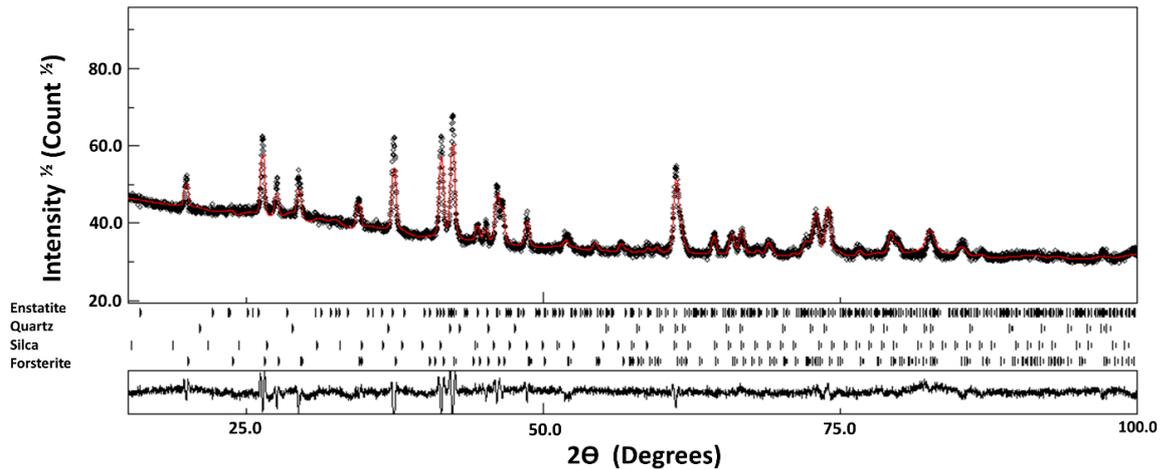


Figure 1. Diffractogramme RX de la poudre de FNS affinée à l'aide du logiciel MAUD.

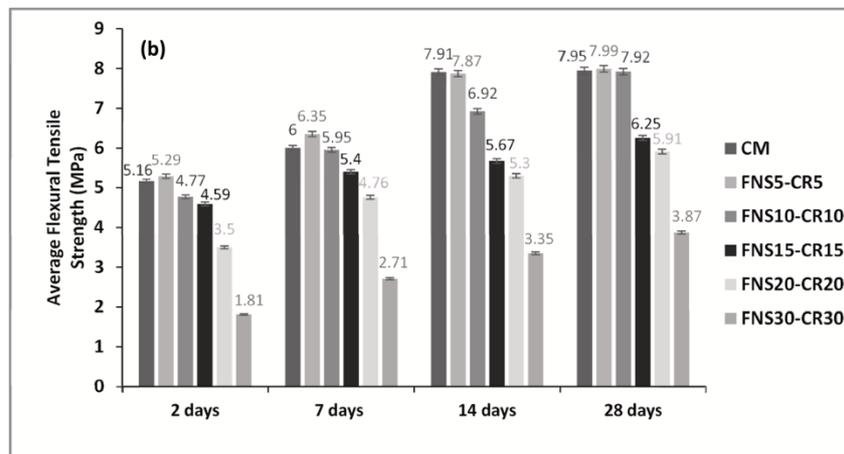


Figure 2. Résistances à la flexion à différents âges des mortiers avec substitution du ciment par FNS et CR en différentes proportions.

- [1] Biernacki, J.J. et al., Cements in the 21st Century: Challenges, Perspectives, and Opportunities. *J Am Ceram Soc.* 100 (2017) 2746–2773.
- [2] The European Cement Association (CEMBUREAU). Activity Report, 1st ed.; CEMBUREAU: Brussels, Belgium, 2017; pp. 1-42.
- [3] Malhotra V.M., Role of supplementary cementing materials in reducing greenhouse gas emissions. In: Gjørsv O.E., Sakai K. (Eds.), *Concrete technology for a sustainable development in the 21st Century*. E, FN Spon, London, 2000, pp. 226-235.
- [4] France Agri Mer (FAM), 2019. Les filières pêche et aquaculture en France.
- [5] Ibrahim E., Barnabé P., Ramanaidou E., Pirarda E. Mapping mineral chemistry of a lateritic outcrop in New Caledonia through generalized regression using Sentinel-2 and field reflectance spectra, *Int. J. Appl. Earth. Observ. Geoinform.* 73 (2018) 653-665.
- [6] SLN - Le Nickel, FNS: a promising construction material for the Pacific Region. Available at: <http://sln.nc/sites/default/files/flippingbook/slnslg/fichiers/assets/common/downloads/publicati622on.pdf>, 2017 (Accessed 07 January 2017).
- [7] Tangahu, B.V., Warmadewanthi, I., Saptarini, D. Ferronickel slag performance from reclamation area in Pomalaa, Southeast Sulawesi Indonesia. *Adv. Chem. Eng. Sci.* 53 (2015) 408-412.
- [8] Bouasria M., et al., Partial substitution of cement by the association of Ferronickel slags and *Crepidula fornicata* shells, *Journal of Building Engineering* 33 (2021) 101587

**Indiquer le nom de la personne à contacter :**

**Nom :** GASCOIN      **Prénom :** Stéphanie      **Courriel :** stephanie.gascoin@ensicaen.fr

**Indiquer le thème de votre présentation :**

- Communications d'intérêt transversal
- Instrumentation - présentations des constructeurs
- Microstructure, texture, contrainte
- Chimie du solide, chimie des matériaux
- Métallurgie
- Propriétés électroniques et structurales
- Systèmes naturels complexes
- Matériaux désordonnés, verres, liquides
- **Matériaux hétérogènes : matériaux de grande diffusion, anciens et patrimoniaux**
- Surfaces, interfaces, nanostructures
- In situ, operando
- Matériaux sous fortes sollicitations
- Haute résolution temporelle, cohérence

**Indiquer votre mode de présentation préféré :**

Communication orale \*