ELABORATION DE MATERIAU COMPOSITE ARGILE-CIMENT-BOIS MIS EN FORME PAR COMPRESSION

F.Z AOUADJA & M. MIMOUNE
Chargés de Cours, Institut de Génie Civil, Université de Sétif
M.LAQUERBE
Professeur INSA de Rennes, France

Résumé

L'étude présentée porte sur l'influence des ajouts de sciure de bois sur les propriétés d'un matériau à base d'argile stabilisé à froid à l'aide du ciment mis en forme par compression.

Différents mélanges à rapports ciment/kaolin et ciment + kaolin/sciure ont été étudiés. Les résultats d'essais indiquent une augmentation des variations de longueur et pertes de poids, et une diminution des résistances mécaniques en fonction du dosage croissant en sciure. Cependant, les qualités du produit restent acceptables au regard des masses volumiques obtenues. Les résistances obtenues sont comparées avec celles de l'argile ciment renforcé par les fibres de sisal.

Mots clés : béton • argile - ciment • sciure de bois • résistance.

1 INTRODUCTION

Des études antérieures [1], [2] d'argile stabilisée à froid à l'aide de ciment et mis en forme par extrusion ont mis en évidence la possibilité de réaliser des matériaux de construction à faible coût, du fait que les moyens humains, le matériel utilisé et les matériaux sont présent sur le site, ainsi que la faible consommation d'énergie.

Les propriétés de confort thermique et de "legèreté" des argiles, combinées au rôle "*d'isolant*" du bois, ont conduit à penser qu'il serait possible de réaliser, par compression, un matériau léger de masse volumique faible sans pour autant nuire à ses résistances mécaniques, sans oublier que l'argile-ciment sans sciure présente des retraits significatifs [3].

Il est possible donc d'imaginer que l'addition de la sciure de bois dans de tels mélanges puisse permettre d'améliorer certaines caractéristiques du produit fini. La sciure de bois est un déchet industriel et constitue par la même une matière à faible coût. Son utilisation n'augmente donc pas le coût de production et permet de résoudre le problème d'élimination des résidus.

Le travail que nous présentons ici porte sur l'étude des effets apportés par l'ajout de sciure de bois au comportement de mélanges à base d'argile, stabilisés à froid et mis en forme par compression.

2 MATERIAUX ET ESSAIS

2.1 Matériaux utilisés

2.1.1 Argile

L'argile utilisée est une argile monominérale, la kaolinite, provenant du gisement de Ploemer (bretagne sud). Elle donne d'excellents résultats au niveau de la résistance à la compression et s'apprête bien à la stabilisation et au renforcement par les fibres également [3].

2.1.2 Liant utilisé

Pour cette partie d'étude, un seul type de ciment a été retenu, un ciment CPJ 45. Ses caractéristiques sont définies dans la norme NF P 13-304. Différentes teneurs ont été testées afin d'étudier l'effet du dosage en ciment sans pour autant nuire à la stabilisation du produit.

2.1.3 Sciure de bois

La sciure de bois est un résidu obtenu au cours des travaux de menuiserie sur le bois de SAPIN. Elle est introduite dans les mélanges à l'état naturel sans aucun traitement au préalable, la longueur des grains n'excédant pas 3 mm, [4].

2.2 Essais

2.2.1 Procédé de fabrication

La mise en forme se fait par compression, grâce à une presse de laboratoire, dans des moules prismatiques 4 cm x 4 cm x 16 cm munis de rehausses et de vérins par lesquels la pression est transmise. La pression moyenne appliquée est de 3.0 bars.

Les éprouvettes ont été conservées 24 heures en salle humide, à 90 % H.R et 20° C, puis démoulées et stockées en salle climatisée à 50 % H.R et 20° C.

2.2.2 Préparation des mélanges

Différents mélanges ont été essayés pour tester la faisabilité de mise en place par compression de produits argile-ciment-sciure et obtenir les proportions de sciure pour lesquelles la compression du produit est possible. En effet, différents dosages ont été utilisés pour différentes teneurs en ciment. Les compositions étudiées sont reportées au tableau 1, où les pourcentages des constituants sont donnés par rapport au mélange total d'éléments secs.

Mélange	Ciment/Kaolin	Ciment+Kaolin/Sciure	Masse Volumique (Kg/m³)
K2	4	2	780
K5	1	2	793
K8	0.25	2	663
K10	0	-	632
Z2	4	3	922
Z5	1	3	915
Z8	0.25	3	864
X2	4	4	1048
X5	1	4	1016
X8	0.25	4	945

Tableau 1 : Composition des mélanges étudiés.

2.2.3 Essais effectués

Pour juger de la qualité de la stabilisation du matériau, des essais de variations de longueur et du poids, et de résistances mécaniques ont été effectués au cours du temps sur un minimum de trois éprouvettes par type d'essai. Des observations, par Microscope Electronique à Balayage, ont été réalisées sur des échantillons afin d'identifier l'état de la texture du produit après durcissement.

3 DISCUSSION DES RESULTATS

3.1 Variations de longueurs et pertes de poids

Les figures 1 (a, b, c) et 2 indiquent que la majeure partie des variations de longueurs et pertes de poids de l'ensemble des mélanges s'effectue aux premiers jours et évolue très peu à partir de 14 jours. On observe que les valeurs de ces paramètres sont augmentées avec l'ajout de sciure et la proportion d'argile. Cette augmentation est liée au caractère hydrophile de la sciure, qui contient certainement de l'humidité, et de l'argile qui gonfle en présence d'eau.

Cet apport en humidité dû à la sciure est d'autant plus important que le dosage en sciure à incorporer.

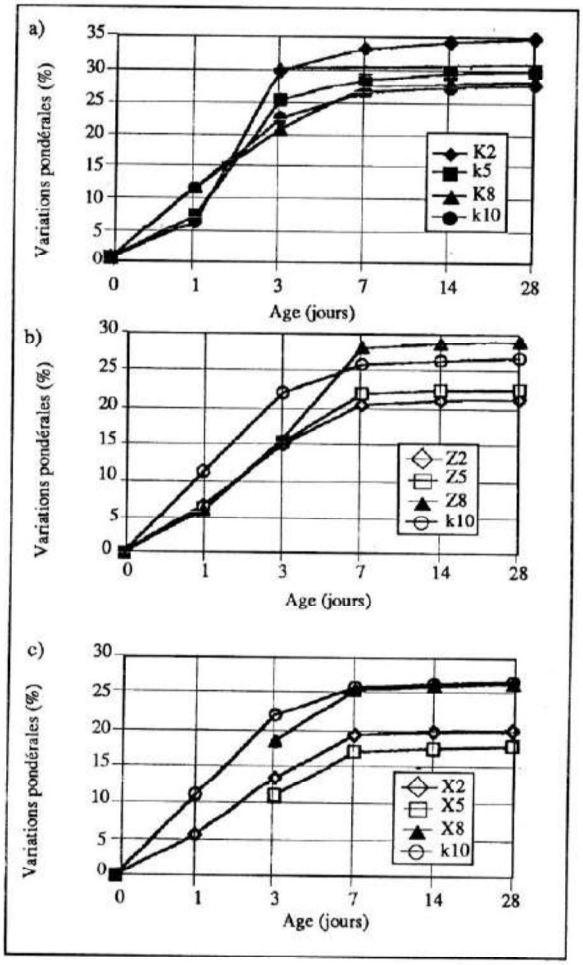


Figure 1 : Variations pondérales en fonction de l'âge en jours.

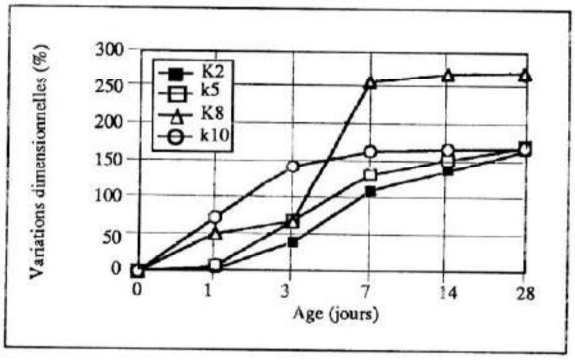


Figure 2 : Variations dimensionnelle en fonction de l'âge en jours. Série K.

La substitution d'une partie de ciment par l'argile augmente la proportion de l'eau libre dans les mélanges également. En effet, la figure 3, montre que, à rapport ciment / kaolin constant, les variations dimension-

nelles les plus faibles sont obtenues avec les mélanges avec un rapport ciment + kaolin / sciure égal à 4.

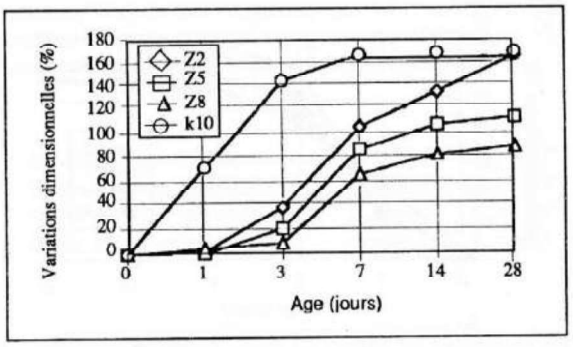


Figure 3 : Influence du rapport C+K/Sc sur les variations dimensionnelles.
C : ciment, K : Kaolin Sc : sciure de bois.

Il faut noter que, plus ce rapport augmente plus la masse volumique augmente, mais reste dans une fourchette acceptable (figure 4), si on veut employer ce matériau dans l'isolation intérieure.

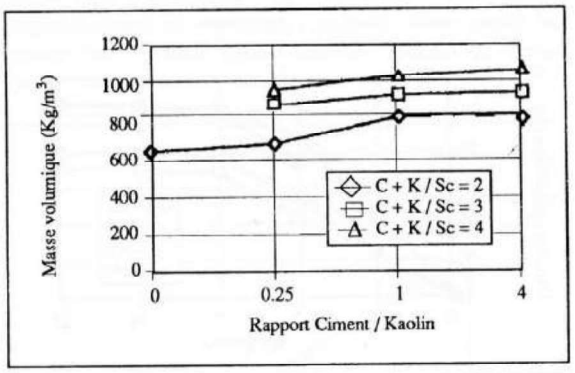


Figure 4 : Variation de la masse volumique en fonction du rapport C/K, C : ciment, K : Kaolin

3.2 Résistances mécaniques

Les résultats indiquent que la majeure partie des résistances, pour l'ensemble des mélanges, est obtenue aux premiers jours et évolue très peu au delà du quatorzième jour. On observe nettement la distinction entre les mélanges ; le taux d'accroissement des résistances, que ce soit à court ou à long terme, est fonction du rapport ciment / kaolin.

On observe sur la figure 5 (a, b) que l'ajout de sciure participe à la diminution des résistances mécaniques quelque soit le rapport ciment / kaolin. En effet, l'étude réalisée au microscope électronique à balayage, a montré que la texture des mélanges comporte beaucoup de défauts [4]. Ceci est dû à l'important retrait qui entraine vraisemblement des contraintes intenses. En effet, les résistances les plus faibles, correspondent aux mélanges qui donnent les variations dimensionnelles les plus importantes.

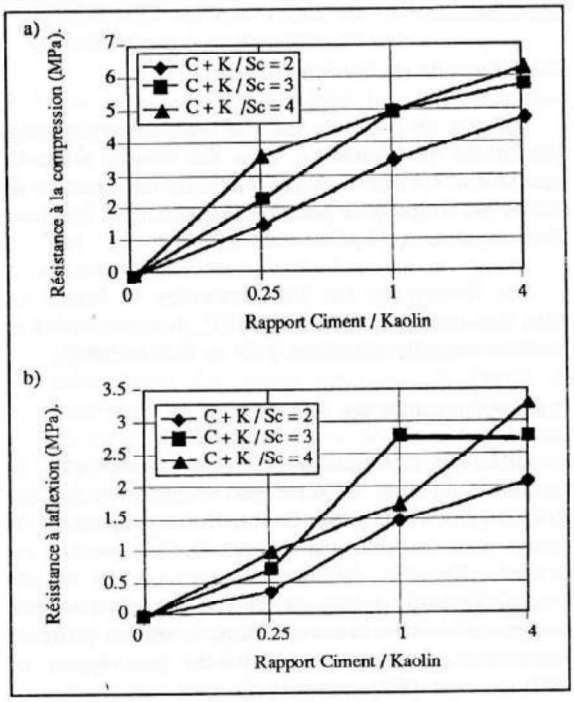


Figure 5 : Variation de la résistance en fonction du rapport C/K.
C : ciment, K : Kaolin Sc : sciure de bois.

3.2.1 Comparaison avec le composite argile-ciment - sisal

L'intérêt de comparer les deux composites, réside dans le fait que les fibres employées dans l'un ou l'autre sont des fibres naturelles, le bois et le sisal, qui n'ont subit aucun traitement spécifique. L'argile-ciment renforcé par les fibres de sisal est mis en forme par compression.

En compression les résistances sont comparables, ceci est, à notre avis, lié directement au moyen de mise en forme du matériau. Par contre, en flexion, les fibres de sisal apportent un plus, par leur longueur (6mm), par rapport à la sciure de bois (3mm), figures 6 et 7.

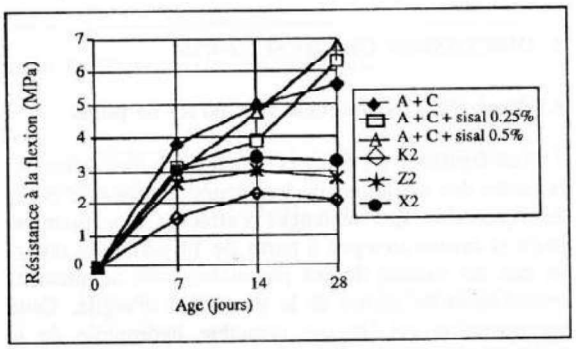


Figure 6 : Influence du type de fibres sur la résistance à la flexion.

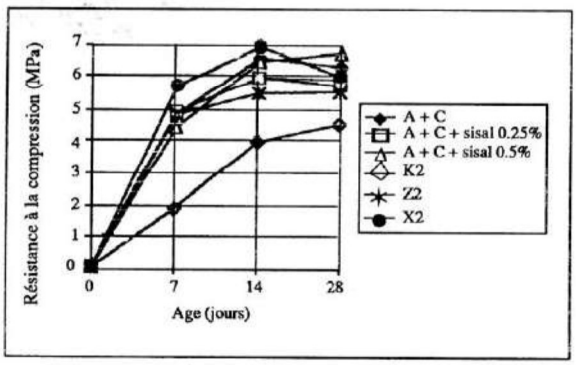


Figure 7 : Influence du type de fibres sur la résistance à la compression.

La mise en forme par compression ne s'effectue pas sans dommage, les mélanges sont en effet soumis à une pression de 3 bars, dès que celle-ci cesse de s'exercer, le matériau considéré élastique reprend une certaine hauteur créant des zones de faiblesse qui s'accentuent au cours du séchage (effet du retrait). Ceci explique, en partie, les faibles résistances obtenues en flexion et laisse penser que, le façonnage par extrusion est plus avantageux que la mise en forme par compression, si l'on veut obtenir de meilleures résistances en flexion.

3.3 Tenue à l'eau

Les éprouvettes sont immergées durant 48 heures dans l'eau en salle humide à 20° C, à l'âge de 28 jours. A l'issue de ce laps de temps, les éprouvettes n'ont présenté aucun signe de dégradation sauf, évidemment, pour les éprouvettes du mélange K10 qui ne contiennent pas de ciment.

4 CONCLUSION

L'ajout de sciure de bois dans les mélanges à base d'argile stabilisés à froid et mis en forme par compression affaiblit incontestablement les différentes caractéristiques des produits obtenus.

- Il augmente les variations de longueurs et pertes de poids,
- Il diminue les résistances mécaniques.

Par conséquent, cet ajout permet de réaliser des produits légers de masse volumique variant de 740 kg/m^3 à 1000 kg/m^3 en moyenne et des résistances mécaniques variant de 3.4 MPa à 5.6 MPa (rapport ciment/kaolin égal 4.0 et 1.0).

Cependant, ces valeurs restent inférieures à celles de la même matrice renforcée par les fibres de sisal.

Hormis les variations de longueurs, on peut considérer que les caractéristiques du produit réalisé rentrent dans les "valeurs cibles" adoptées dans le programme de recherche et développement présenté dans le cadre de la communauté Européenne (programme "Forest") [5]. Le moyen de mise en forme semble jouer un rôle sur la résistance à la flexion.

BIBLIOGRAPHIE

[1] J.P Molard, J.P Camps & M. Laquerbe : "*Etude de l'extrusion et de la stabilisation par le ciment d'argile monominérale*". Revue Matériaux et Construction N°20 p.44-50. 1987.

[2] M. Temimi, A. Mokhtar, J.P. Camps & M. Laquerbe : "*Utilisation des cendres volantes dans les produits argileux stabilisés à froid et mis en forme par extrusion*". Revue Matériaux et Construction N°25, 397-403. 1992.

[3] M. Mimoune & A. Doustens : "*Mise au point d'un nouveau matériau armé de fibres de verre*". Revue Algérie-EQUIPEMENT N°13. pp 13-22. Mai 1994.

[4] M. Mimoune : "*Béton de bois et composites ciments-bois*". Rapport de laboratoire, INSA Rennes. 1994

[5] P. Pimienta, J. Chandellier, M. Rubaud, F. Dutruel & H. Nicole : "*Etude de la faisabilité des procédés de construction à base de béton de bois*". Cahiers CSTB-2703, janvier-février 1994.