UNE NOUVELLE ANALYSE DES VARIATIONS DIMENSIONNELLES SPONTANEES DES MORTIERS D'ENDUIT TRAITES AUX LIANTS HYDRAULIQUES

Par
Abdelmalek BRAHMA
Chargé de Cours, Institut de Génie Civil, Université de Blida
Charles Henri DETRICHE
Professeur, INSA, Toulouse

Résumé

L'analyse de l'allure des courbes de variations dimensionnelles spontanées, obtenues sur des éprouvettes de pâtes pures et de mortiers, permet de mettre en évidence deux phénomènes antagonistes :

- *un phénomène de gonflement, produit par la cristallisation des hydrates dans l'espace intergranulaire,*
- *et un phénomène de retrait occasionné par les déplacements d'eau au sein des éprouvettes.*

Dans cette analyse on montre, en outre, les principaux facteurs qui influencent fortement les variations dimensionnelles spontanées des mortiers d'enduit traités aux liants hydrauliques.

Mots clés : mortiers • variations dimensionnelles • retrait • gonflement • hydratation • évaporation • dessication.

1 INTRODUCTION

L'enduit occupe une place importante dans l'esthétique des constructions et a, en général, plusieurs fonctions. Il constitue un revêtement protecteur contre les intempéries, permet de redresser les surfaces inégales et participe à l'isolation thermique et acoustique.

La fissuration des enduits constitue donc un problème important puisqu'elle est préjudiciable à la bonne étanchéité du support.

L'un des facteurs à travers lequel la fissuration peut être analysée est le comportement du matériau aux jeunes âges.

Cette analyse utilise beaucoup de données extraites des travaux de Détriché [4].

Dans une première partie, nous analysons les variations dimensionnelles spontanées des pâtes pures de ciment en cours d'hydratation.

Puis, nous étendons l'analyse aux variations dimentionnelles des mortiers.

2 RESULTATS ET DISCUSSION

Les variations dimensionnelles spontanées des mortiers frais ont été étudiées par de nombreux chercheurs parmi lesquels Lefèvre [2], Baron [3], Détriché [4], Buil [5], etc.

En général, dans des conditions de conservation bien déterminées [θ = 20°c et HR (humidité relative) = 50%], les mortiers frais présentent en cours d'hydratation des variations dimensionnelles qui peuvent être schématisées par la figure 1.

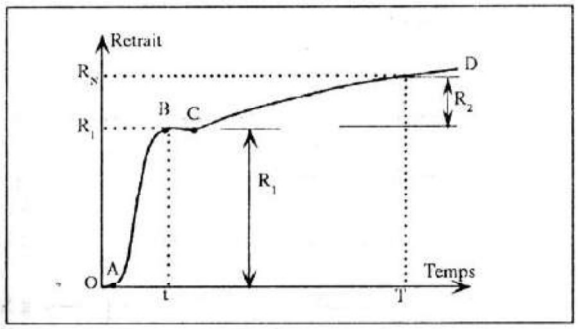


Figure 1 : Allure générale des variations dimensionnelles des mortiers [4].

D'une manière conventionnelle, la courbe de la figure 1 peut être décomposée en quatre phases : OA, AB, BC et CD.

Première phase (OA)

Les variations dimensionnelles obtenues, environ 10 minutes après le malaxage, sur des pâtes pures de CPA 400, sont représentées sur la figure 2.

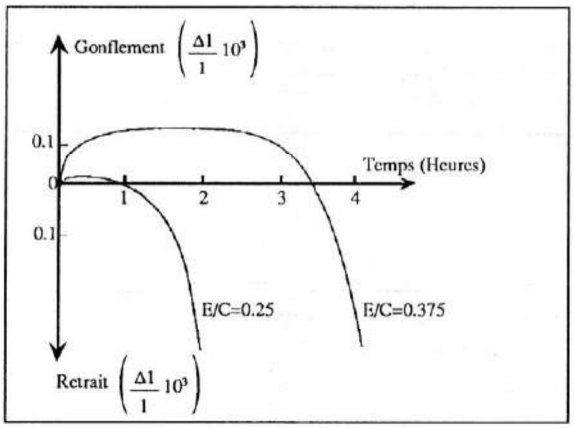


Figure 2 : Variations dimensionnelles instantanées [4].

On observe un gonflement plus important lorsque le rapport E/C est plus élevé. Autrement dit, une plus grande tendance au retrait lorsque le rapport E/C est plus faible puisque les capillaires sont, dans ce cas, beaucoup plus fins.

Au cours de cette première phase, chaque variation dimensionnelle mesurée est la résultante de deux phénomènes antagonistes :

- un phénomène de gonflement, produit par la cristallisation des hydrates dans l'espace laissé par les grains anhydres de ciment,
- et un phénomène de retrait, engendré par les déplacements d'eau vers les centres actifs.

L'influence de l'évaporation vers le milieu extérieur ne peut être considérée, tant que le film d'eau de ressuée, qui se forme à la surface du matériau lors de la mise en place, n'a pas disparu. L'épaisseur de cette pellicule d'eau augmente forcément avec le rapport E/C. L'évaporation intervient donc plus rapidement lorsque le rapport E/C est plus faible.

Les variations dimensionnelles observées au cours de cette phase sont alors de nature chimique, puisque l'ettringite (sulfate de calcium hydraté) est un produit très expansif qui fixe en même temps beaucoup d'eau. Comme le montre la figure 3, l'ettringite se forme dès les premières minutes.

Le gonflement observé est d'autant plus important que le rapport E/C est élevé. Ceci s'explique par une plus grande tendance au retrait et par une concentration plus rapide de la solution lorsque le rapport E/C est plus faible.

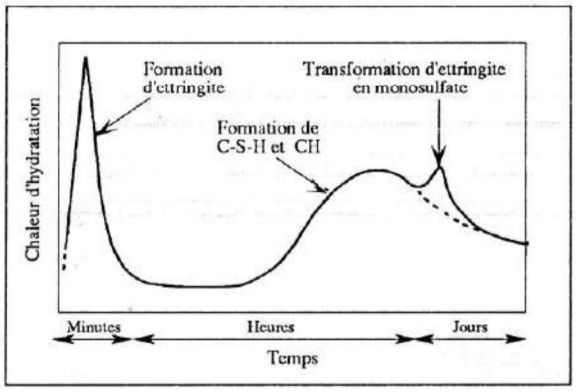
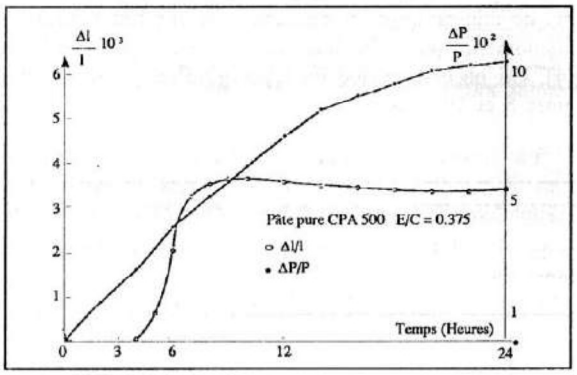


Figure 3 : Représentation schématique de la réaction d'hydratation des ciments Portland [6].

Deuxième phase (AB)

Celle-ci commence dès que la couche d'eau superficielle a disparu. On peut dire ici, qu'aux deux principaux phénomènes déjà cités, s'ajoute l'effet de l'évaporation. En effet, toute quantité d'eau quittant l'échantillon doit être extraite, a fortiori, de l'intérieur du matériau.

Les figures 4 et 5 illustrent les variations dimensionnelles et les pertes de poids des éprouvettes de pâtes pures gâchées respectivement aux rapports E/C = 0.325 et E/C = 0.375.



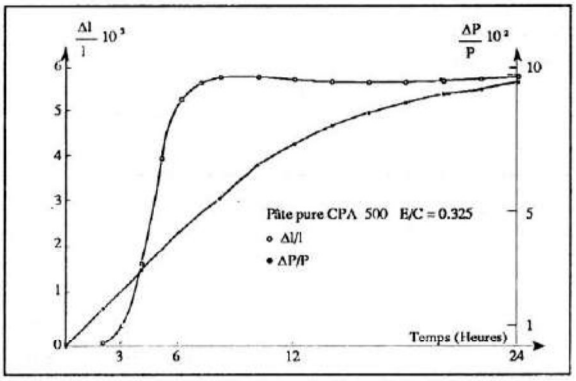


Figure 4 et 5 : Retrait et pertes de poids au cours des 24 premières heures [4].

On observe que, du fait de l'évaporation, le retrait l'emporte sur le gonflement. L'amplitude du retrait est d'autant plus grande que le rapport E/C est faible. Ceci s'explique par le fait que les capillaires sont plus fins lorsque le rapport E/C est plus faible.

Par ailleurs, il a été constaté que si l'évaporation d'eau est à nouveau empêchée, un gonflement est systématiquement observé. C'est ce que montre la figure 6 lorsque l'effet de l'évaporation devient nul.

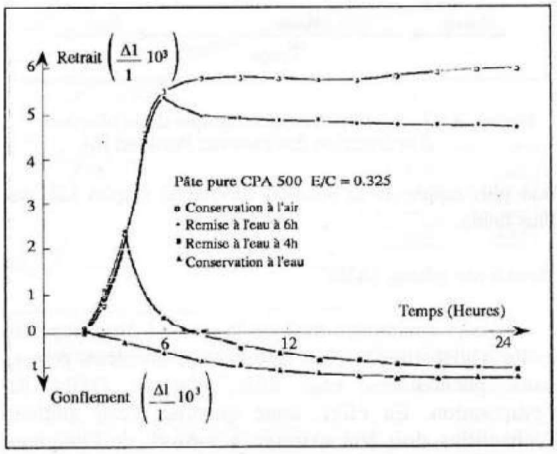


Figure 6 : Réversibilité des déformations de retrait [4].

Troisième phase (BC)

En examinant les figures 4 et 5 on constate que la vitesse de retrait diminue fortement au-delà de 6 heures de conservation et s'annule vers environ 8 heures, phénomène qui a été largement constaté par Détriché [4]. On observe même un léger gonflement se situant entre 8 et 16 heures.

La figure 7 reproduit l'évolution des variations dimensionnelles observées et les pertes de poids correspondantes. On observe une évolution rapide du retrait accompagnée d'une perte de poids pratiquement constante.

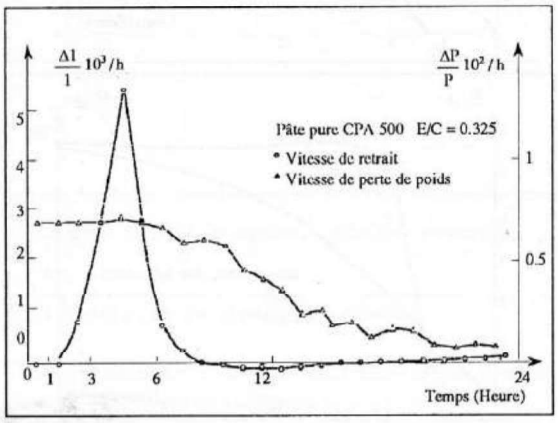


Figure 7 : Evolution des vitesses de retrait et de pertes en poids [4].

On constate sur cette même figure que la valeur du retrait passe par un maximum, elle décroît lorsque la vitesse de perte de poids diminue. Ce premier retrait est alors suivi d'un léger gonflement comme indiqué sur la figure.

Nous expliquons ce dernier phénomène en se référant à la figure 8, qui montre que durant cette même période il se forme une grande quantité d'hydrates à caractère très expansif, notamment le trisulfoaluminate de calcium hydraté. Ce qui explique le fait que malgré la poursuite de perte de poids observée, le gonflement l'emporte sur le retrait.

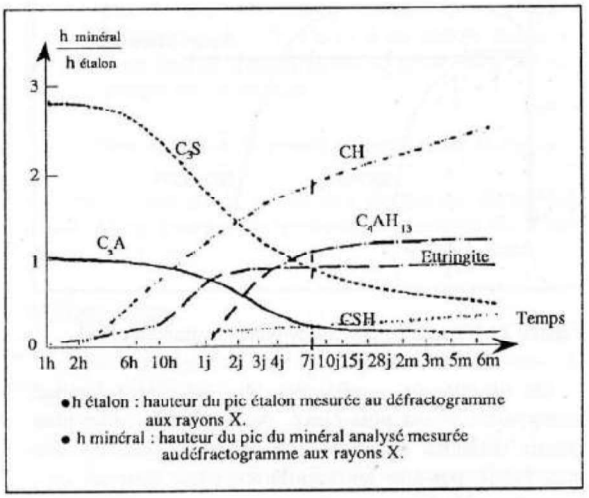


Figure 8 : Variation des constituants anhydres et hydratés du ciment Portland en fonction du temps [7].

Quatrième phase (CD)

Cette phase intervient, en général, au-delà de 24 heures de conservation et se manifeste par un faible retrait.

La figure 8 montre que la formation rapide au départ de l'ettringite, présumée responsable du gonflement observé, diminue fortement au-delà de 1 jour de conservation. Par la suite, il se forme principalement des hydrates à caractère moins expansif tels que l'aluminate tétracalcique hydraté et des CSH. On explique alors le retrait constaté lors de cette dernière phase par une auto-dessication, surtout lorsqu'on sait que les forces de liaison de l'eau interstitielle augmentent avec le dessèchement des éprouvettes.

3 ESSAIS SUR MORTIERS

Les résultats de la figure 9 confirment notre analyse, qui attribue au liant une grande partie des variations dimensionnelles observées. En effet, les courbes mettent bien en évidence la part d'origine chimique.

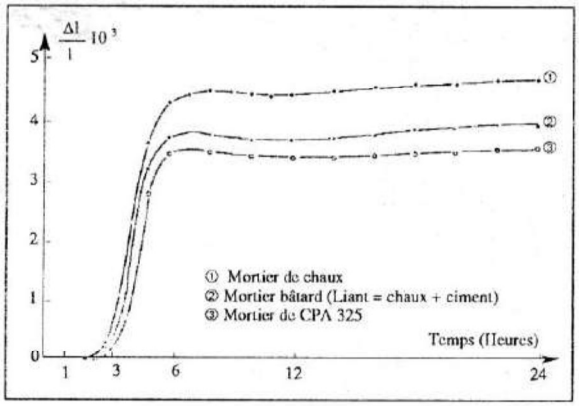


Figure 9 : Influence de la nature du liant [4].

La figure 10 montre que les variations dimensionnelles spontanées de la pâte pure et du mortier présentent une certaine similitude. On peut observer un même phénomène qui se déroule avec des intensités différentes.

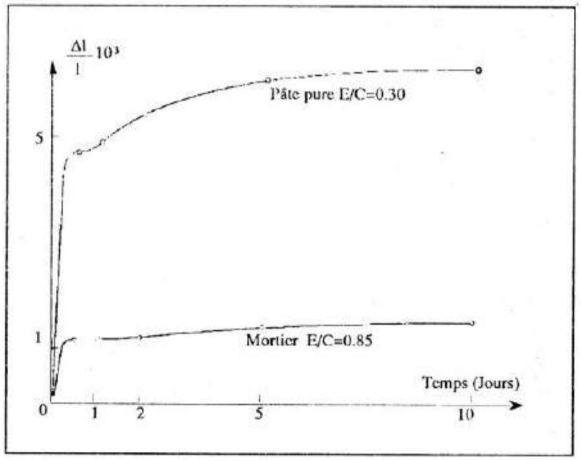


Figure 10 : Variations dimensionnelles comparées de pâtes pures et mortiers [4].

4 CONCLUSION

Cette analyse a permis de distinguer les principaux phénomènes qui gouvernent les variations dimensionnelles spontanées des pâtes de ciment pures et des mortiers en cours d'hydratation.

On peut dire ici, qu'en absence d'échanges d'eau avec le milieu extérieur, le liant, phase active du mélange, est le principal responsable des variations dimensionnelles observées sur les mortiers ❶

BIBLIOGRAPHIE

[1] A. Brahma : "*Etudes des variations dimensionnelles spontanées des sables-laitiers en cours d'hydratation*". Thèse de Doctorat UPS, Toulouse, 1986.

[2] C. Lefèvre : "*Nouvelles méthodes de mesures des variations linéaires des mortiers*". Annales ITBTP N°23, 1967.

[3] J. Baron : "*Fissuration des bétons par hydratation localement différée du ciment*". LCPC, Mai 1971.

[4] C.H Détriché : "*Contribution à l'étude des déformations des couches minces de mortiers de liants hydrauliques*". Thèse de Docteur-ingénieur, INSA de Toulouse, 1977.

[5] M. Buil : "*Contribution à l'étude du retrait d'une pâte de ciment durcissante*". Rapport LCPC N°92, 1979.

[6] J. Skalny, I. Jawed et H.F.W Taylor : "*Studies on hydratation on cement - recent developments*". World cement technology, Septembre 1978.

[7] M.N Oudjit : "*Réactivité des fumées de silice condensées en présence de chaux ou de ciment Portland*". Thèse de Docteur-ingénieur, Toulouse, 1986.