

Comportement d'enduits à porosité contrôlée vis-à-vis de l'attaque au sel

Naima Belayachi¹, Kévin Beck¹, Cyrine Sghaier¹

¹ Univ. Orleans, Univ. Tours, INSA-CVL, LaMé – EA7494, 8 rue Léonard de Vinci, F-45072, Orléans, France

naima.belayachi@univ-orleans.fr ; kevin.beck@univ-orleans.fr ; sghaier.cyrine@gmail.com

RESUME Cette étude s'intéresse au comportement face à l'attaque au sel de deux enduits à base de chaux destinés à protéger des isolants biosourcés pour une isolation par extérieur dans le cadre d'une réhabilitation énergétique de bâtiments. Deux adjuvants (ostapur et poudre d'aluminium) sont proposés pour créer et contrôler la porosité et permettant de confectionner des enduits respectant les critères d'un enduit isolant. Une étude de rhéologie a été réalisée pour déterminer le protocole de mélange et les rapports eau/chaux pour prendre en compte l'effet très différent des deux additifs sur les mortiers à l'état frais. A l'état durci, les porosités des enduits sont très proches, avec davantage de macropores pour l'ostapur comparé à la poudre d'aluminium. Les enduits montrent une porosité plus élevée pour un pourcentage élevé d'additif. Lors du test de résistance à la cristallisation des sels (EN 12370), les enduits avec un ajout faible d'ostapur ou d'aluminium sont plus résistants que ceux avec l'ajout le plus élevé de l'étude (1%), et ont un comportement similaire au mortier témoin.

Mots-clés : enduit, chaux, porosité, ostapur, poudre d'aluminium, sulfate de sodium

I. INTRODUCTION

Le secteur du bâtiment est responsable de plus de 42 % de la consommation d'énergie en France et plus de 20 % des émissions de gaz à effet de serre (ADEME 2017). En effet, les lois relatives à la transition énergétique, les réglementations thermiques et les plans climat-énergie fixent des objectifs visant à réduire la consommation d'énergie et ces émissions. Le dernier critère (E+ C-) allant vers des Bâtiments à Energie POSitive vient renforcer la réglementation thermique RT 2012 et le label BBC pour les bâtiments neufs afin de diviser ces consommations/émissions par 4 d'ici 2050. Comme le taux de construction neuve est de seulement environ 2 %, un intérêt particulier est également nécessaire pour le bâtiment existant afin de respecter cette stratégie nationale. Face à ce problème de réhabilitation énergétique, le développement d'enduits isolants et la constitution de l'épaisseur des couches d'isolation thermique internes ou externes devient un sujet de préoccupation majeure. Ces enduits doivent à la fois participer à la performance énergétique du bâtiment, à la protection des isolants, et à l'amélioration du confort des occupants. Plusieurs chercheurs se sont intéressés aux matériaux biosourcés (Corrado et al. 2016) ou aux bétons légers durables (Namsone et al. 2017) possédant des propriétés thermiques exceptionnelles et un caractère fortement hygroscopique.

Ce travail s'inscrit dans le cadre du programme de recherche PEPITE financé par la région Centre Val de Loire et qui a comme objectif de développer des matériaux isolants à base de granulats végétaux (Ismail et al. 2018) et des enduits compatibles destinés à leur protection. Afin d'assurer la continuité du transfert hygrothermique dans la paroi, ces enduits doivent présenter une porosité importante tout en respectant les critères d'utilisation conformément à la norme EN 998-1 et plus particulièrement les critères de durabilité face aux facteurs externes d'environnement comme les changements climatiques ou des agressions chimiques. L'objectif de cette étude est d'évaluer le potentiel des enduits à très forte porosité à résister aux agressions chimiques par attaque aux sels.

II. MATERIAUX et METHODES

A. Matériaux et préparation des échantillons

Les matériaux de l'étude ont été fournis par l'entreprise VEGA industrie dans le cadre du projet PEPITE. La chaux utilisée dans cette étude est un mélange de chaux hydraulique et aérienne d'une densité réelle de 2,20. Un sable calcaire d'une granulométrie de 0/0,8 mm et d'une densité réelle de 2,71 a été utilisé. Les mortiers ont été préparés en utilisant un rapport constant Chaux/Sable (C/S=1/3) dans un malaxeur de capacité 5L conformément à la norme EN 196-1. Deux adjuvants, permettant de créer une porosité supplémentaire dans les matériaux durcis, ont été utilisés avec trois pourcentages (0,1 %, 0,5 % et 1 %) par rapport à la masse de chaux. Le premier est l'Ostapur, un entraîneur d'air en poudre qui a un effet de réducteur d'eau à l'état frais du mortier (voir Tableau 1). Le second est la poudre d'aluminium qui n'a pas d'effet sur la rhéologie, mais permet de créer une porosité alvéolaire importante (Hilal et al. 2015) qui influence les propriétés du matériau (Muthu & Ramamurthy 2015). Différents rapports Eau/Chaux (E/C) ont été utilisés (Tableau 1) à partir de l'étude de rhéologie d'étalement au mini-cône.

TABLEAU 1. Rapports E/C utilisés en fonction des pourcentages d'adjuvants

Mortier	Témoin (MT)	0,1% Ostapur	0,5% Ostapur	1% Ostapur	0,1% Aluminium	0,5% Aluminium	1% Aluminium
E/C	1,1	1,08	1,03	0,95	1,12	1,12	1,12

B. Protocole d'attaque au sel des mortiers

Pour la caractérisation de la résistance des différents mortiers vis-à-vis des attaques aux sels, des échantillons cubiques (4x4x4 cm) ont été préparés et testés après 28 jours de cure dans une chambre à 20°C et 70% d'humidité. Les mortiers possèdent une porosité très importante comprise entre 45% et 55%, les mortiers les plus poreux étant ceux à 1% d'adjuvant. Les essais ont été réalisés après un séchage à l'étuve de 60°C jusqu'à stabilité de masse des échantillons. Le protocole utilisé pour les agressions chimiques par les sels est celui de la norme EN 12370 utilisée par d'autres auteurs (Beck & Al-Mukhtar 2010) à une concentration de 14%. Chaque cycle d'immersion/séchage comporte trois phases : (I) une immersion dans la solution saline à 14% de sulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) à 20°C pendant 2h, (II) un séchage dans une étuve à 105°C pendant 20h, et enfin (III) un refroidissement à 20°C pendant 2h avant la prochaine immersion. Chaque phase est suivie par une pesée et une observation des échantillons.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

L'évolution de la masse normalisée (rapport entre la masse de l'échantillon à sa masse initiale sèche) en fonction du nombre de cycle d'immersion-séchage est illustrée sur la Fig. 1 pour les mortiers à base d'Ostapur et sur la Fig. 2 pour les mortiers à base d'Aluminium.

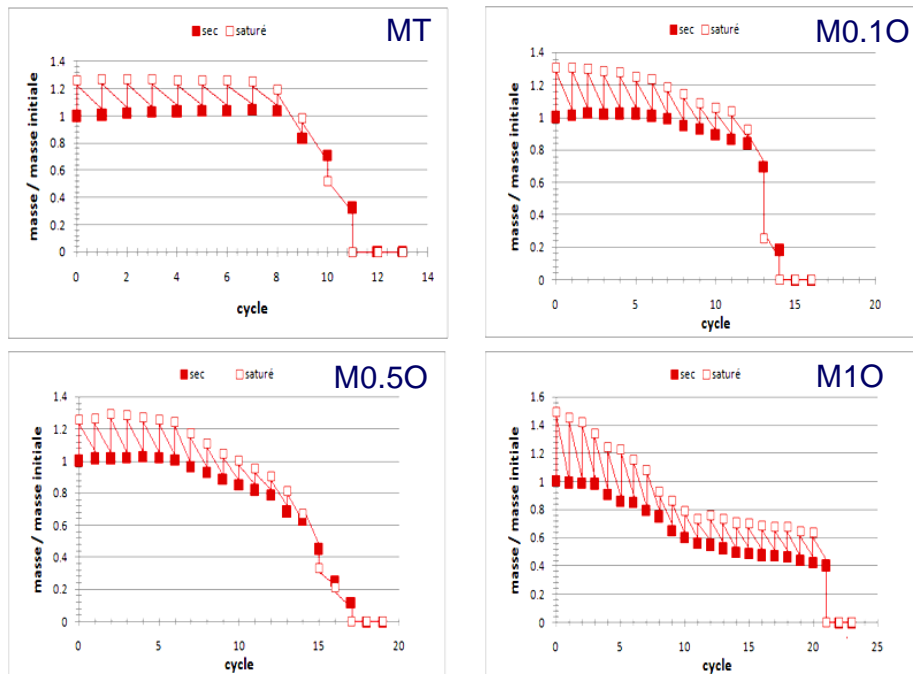


FIGURE 1. Evolution de la masse pour le mortier témoin (MT) et les mortiers à base de l'Ostapur (0,1%, 0,5%, 1%)

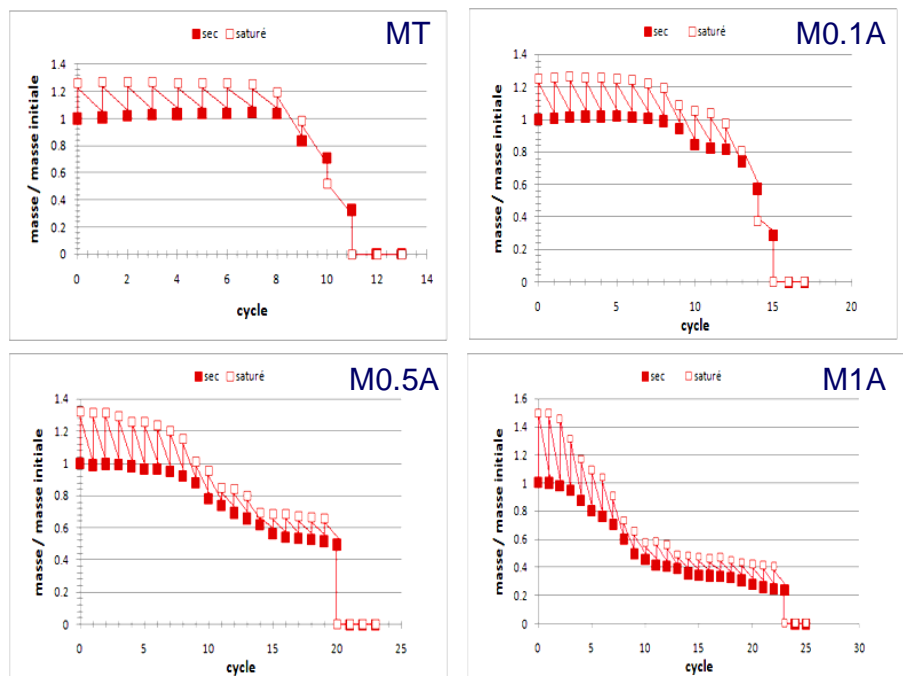


FIGURE 2. Evolution de la masse pour le mortier témoin (MT) et les mortiers à base d'Aluminium (0,1%, 0,5%, 1%)

Les mortiers à base de 0,1 % et 0,5 % d'Ostapur, 0,1% d'Aluminium montrent un comportement très proche du mortier témoin avec trois zones bien distinctes : une augmentation de la masse sèche à cause de l'accumulation progressive du sel dans la porosité suivi d'une diminution de la masse sèche traduisant une perte de matière à cause d'un éclatement des échantillons et enfin une accélération rapide de l'altération du matériau amenant à sa ruine complète vers le 15^{ème} cycle.

Pour les mortiers à base de 1 % d'Ostapur et 0,5% et 1% d'Aluminium, il y a une diminution de masse sèche dès les premiers cycles traduisant une dégradation progressive jusqu'à la ruine totale après 22 cycles au lieu de 10 cycles pour le mortier témoin qui présente un endommagement rapide et brutal. En effet, contrairement aux faibles pourcentages d'adjuvant, qui présentent une altération au cœur des échantillons, les mortiers à base de 0,5 et 1% d'adjuvants présentent une altération en surface qui s'érode progressivement. Cette différence est due à la porosité des matériaux, mais surtout à leur distribution porale et leur cinétique d'imbibition.

IV. Conclusion

L'objectif de ce travail est de proposer des enduits de protection des isolants biosourcés performant et de contribuer à répondre à la question concernant leur durabilité et l'effet de la porosité créée sur leur potentiel de résistance aux agressions chimiques par le sel. Les résultats montrent l'importance de la porosité, de la distribution porale et de la cinétique d'imbibition dans la cinétique de dégradation des enduits contenant des adjuvants entraîneurs d'air.

REFERENCES

- ADEME (2017) (<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/bilan-carbone-applique-batiment-guide-methodologique-7152.pdf>).
- K. Beck, M. Al-Mukhtar, (2010). Evaluation of the compatibility of building limestones from salt crystallization experiments, *Geological Society of London*, SP 2010, Vol. 333, p.111-118. doi:10.1144/SP333.11.
- C. Corrado, V. Serra, & M. Dutto, (2016). An integrated design approach to development of a vegetal based thermal plaster for buildings energy retrofit. *Energy & Buildings*, 2016, 124, 46–59.
- A.A. Hilal, N. Howard Thom, A.R. Dawson (2015). On entrained pore size distribution of foamed concrete. *Construction and Building Materials*, 75, 227-233. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.112>.
- B. Ismail, N. Belayachi, D.Hoxha (2018). Optimisation de la performance thermique d'un bio-composite à base de fibres végétales: étude expérimentale et numérique. Nomad 2018.
- E.Muthu Kumar, K. Ramamurthy (2015). Effect of fineness and dosage of aluminium powder on the properties of moist-cured aerated concrete. *Construction and building materials*, 95, 486-496. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.122>.
- E. Namsone, G. Sahmenko, A. Korjakins (2017). Durability properties of high performance foamed concrete. *Procedia Engineering*, 172, 760-767. doi: 10.1016/j.proeng.2017.02.120.