

Chapitre III

Ce chapitre traite le problème de la durabilité des MAP

III. Durabilité des MAP

III.1 Introduction

La durabilité est tout aussi importante que les caractéristiques mécaniques pour le matériau béton. Cette propriété est définie (dans un cadre très général) par la capacité de la condition de sécurité satisfaisantes pendant la durée de vie prévue pour l'ouvrage compte tenu des conditions de services existantes et de l'environnement dans lequel il évolue. Le paramètre régissant la durabilité est bien entendu la perméabilité [19]. Plus cette dernière est réduite et mieux sa durabilité en sera augmentée.

Le matériau béton est un composite constitué d'un squelette granulaire et d'un liant, le matériau à maintenir ses caractéristiques physiques et performances mécaniques dans des pâtes de ciment hydratées. Cette pâte est un matériau poreux particulièrement ou complètement saturé en phase liquide, la solution interstitielle [20]. Cette dernière est une solution aqueuse en équilibre avec les phases solides, fortement basique (pH environ 13) due à la présence d'ions OH^- et alcalins, issu de C_3S et C_2S .

Les altérations chimiques du béton se traduisent essentiellement :

- ❖ Par une dissolution de la chaux d'hydratation $\text{Ca}(\text{OH})_2$, avec une augmentation progressive de la porosité et une accélération du mécanisme de dégradation ;
- ❖ Et ensuite par la formation de composés expansifs (en particulier avec le C_3A du liant hydraulique) détruisant peu à peu le béton [21,22].
- ❖ La dégradation des constructions en béton résulte de la corrosion de son armature par suite de la carbonatation du béton et à d'autres agents agressifs (ions de chlorure, pluie acide ...etc.) .l'armature corrodée augmente de volume, le béton le recouvrant s'effrite et la construction se détruit.

Dans le but de mettre en évidence le comportement des MAP en milieux agressifs nous avons effectué une série d'essais, chimiques suivants :

III.2 Essais de durabilités

III.2.1 Attaque par les acides

On a utilisé les acides suivants :

- 5% d'acide chlorhydrique (HCl) ;
- 5% d'acide sulfurique (H₂SO₄) ;

III.2.2 Résultats et discussion

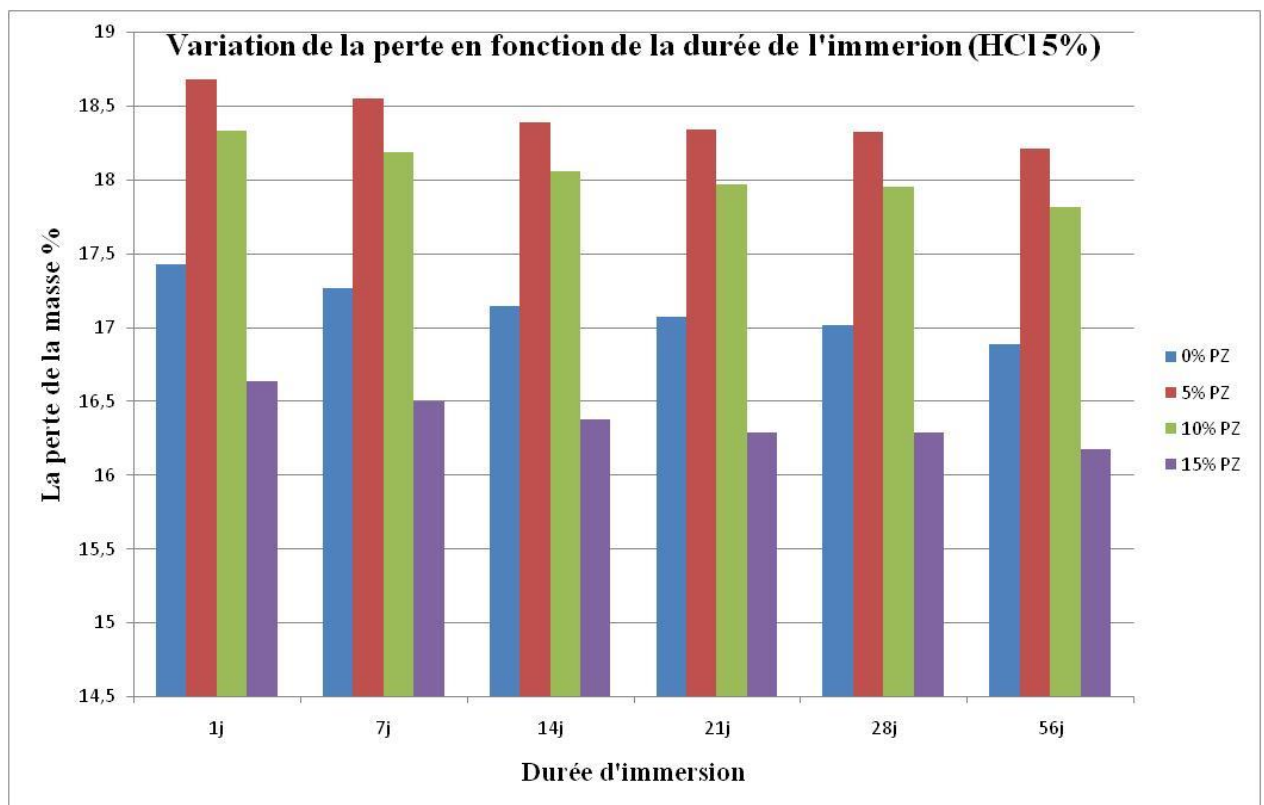


Figure III.1: Variation de la masse perdue du MAP en fonction de la durée d'immersion dans la solution acide (5% de HCl)

D'après la figure ci-dessus nous remarquons que dès le premier jour la perte de masse commence mais elle diminue jusqu'à 56 jour, la plus petite perte est celle de 15% de la pouzzolane. Ceci est dû au mélange ciment pouzzolane qui sera en meilleur liaison.

Ceci s'explique par la forte solubilité de l'acide chlorhydrique dans l'eau qui réagit rapidement avec l'hydroxyde de calcium Ca(OH)₂.

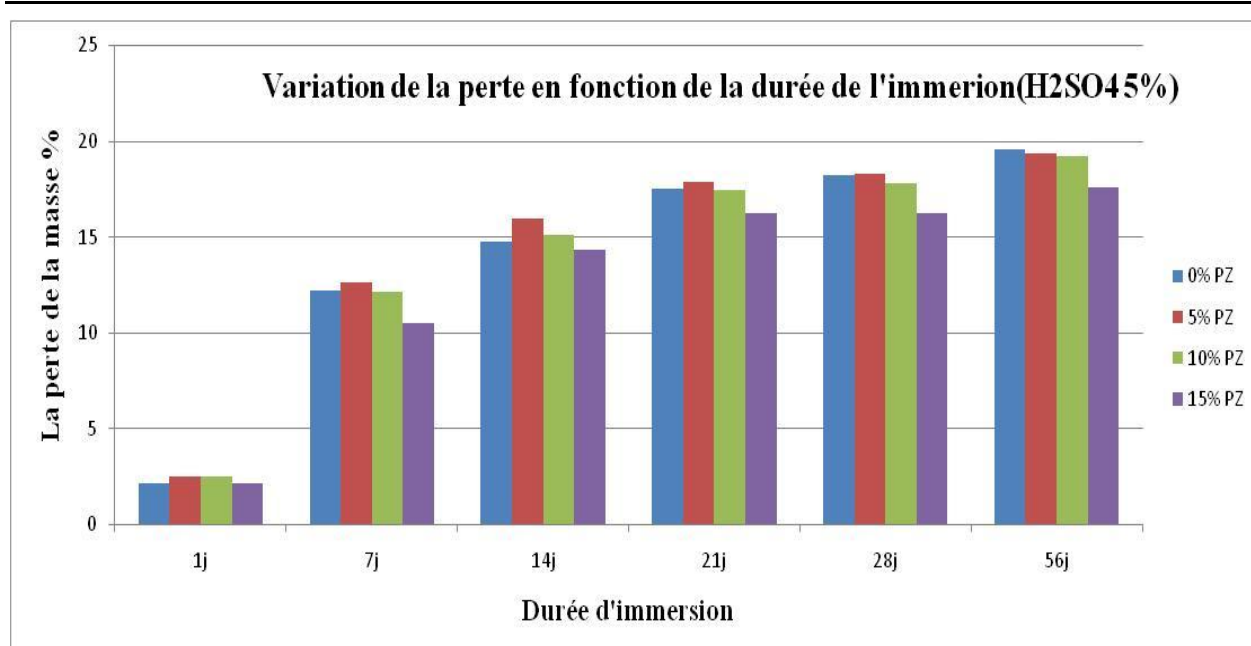


Figure III.2: Variation de la masse perdue du MAP en fonction de la durée d'immersion dans la solution acide (5% de H_2SO_4)

D'après la figure III.2 nous remarquons que la perte de masse est faible au premier jour, mais de 7 jusqu' à 56 jours, on a pratiquement une croissance de la perte de la masse pour tous les composants. Ceci s'explique par le fait que l'acide sulfurique a une solubilité très faible dans l'eau donc il est relativement inoffensif mais c'est les ions de sulfates qui jouent en l'occurrence le rôle nuisible.

Nous constatons que la perte de masse la plus petite est celle de 15% de pouzzolane par rapport aux autres composants.

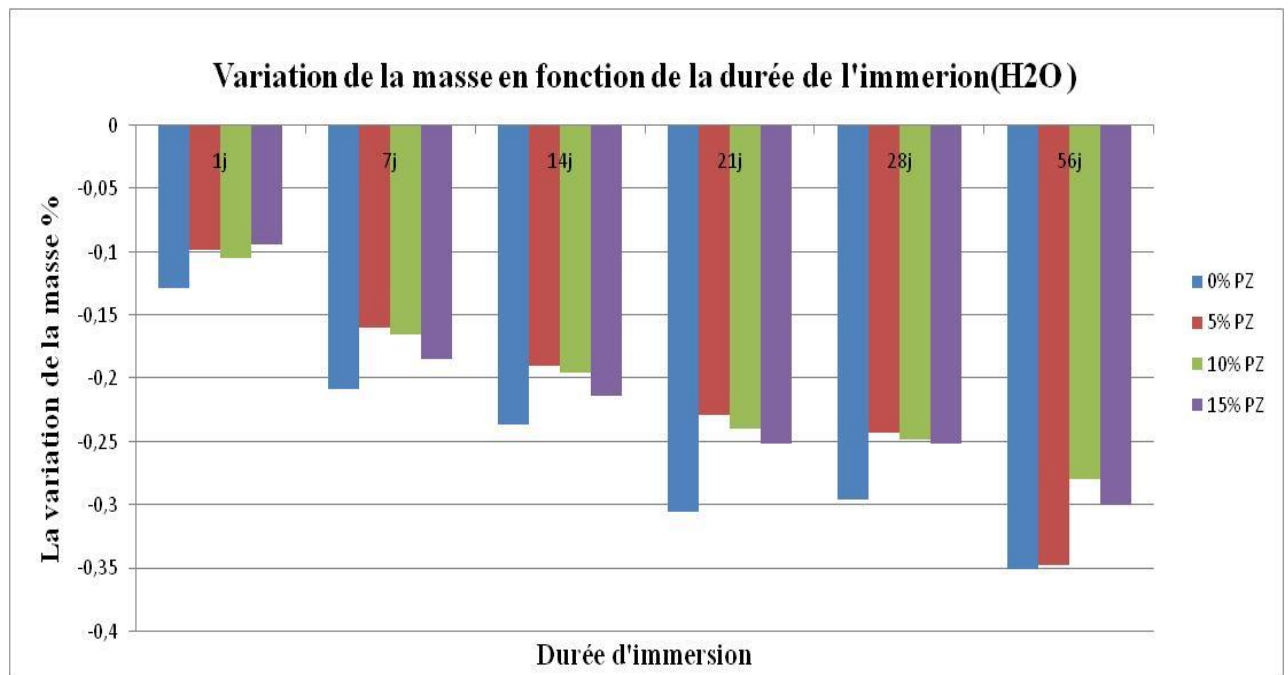


Figure III.3: *Variation de la masse du MAP en fonction de la période d'immersion Dans l'eau douce*

D'après la figure III.3 nous remarquons qu'au-delà du premier au 28^{ème} jour on a pratiquement une stabilité totale du gain de la masse ceci s'explique par le fait de l'absorptivité des fines existants dans le sable de carrière.

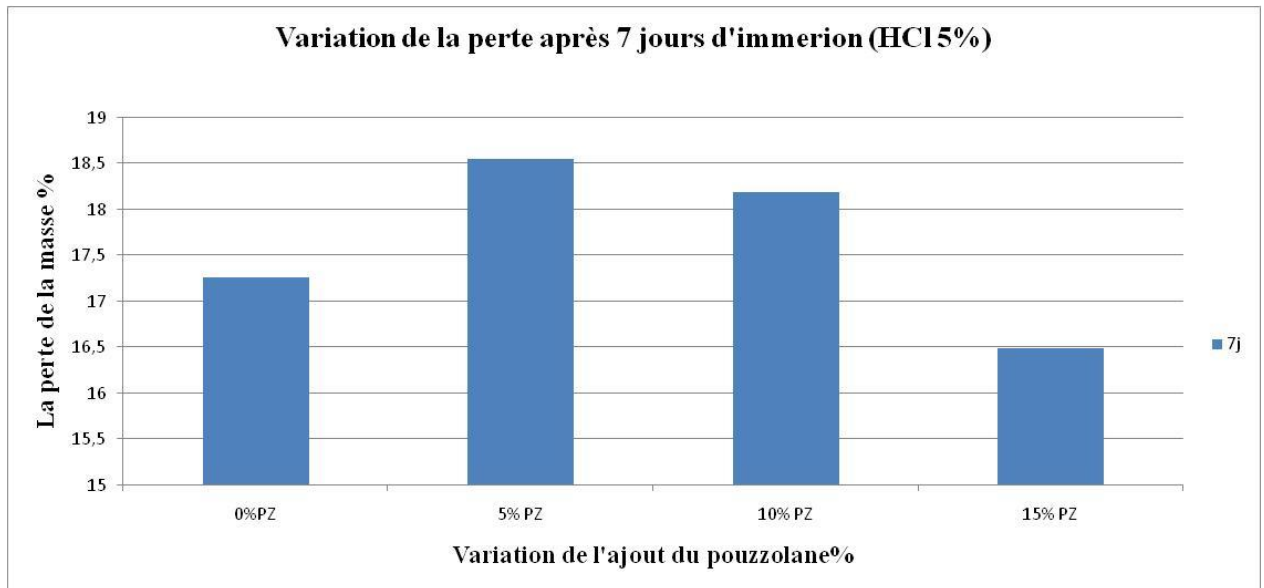


Figure III.4: la perte de masse à 7 jours [5% HCL]

D'après la figure III.4 nous remarquons une faible perte de masse pour le MAP avec 15% de pouzzolane est une forte perte de masse pour le MAP avec 5% de pouzzolane.

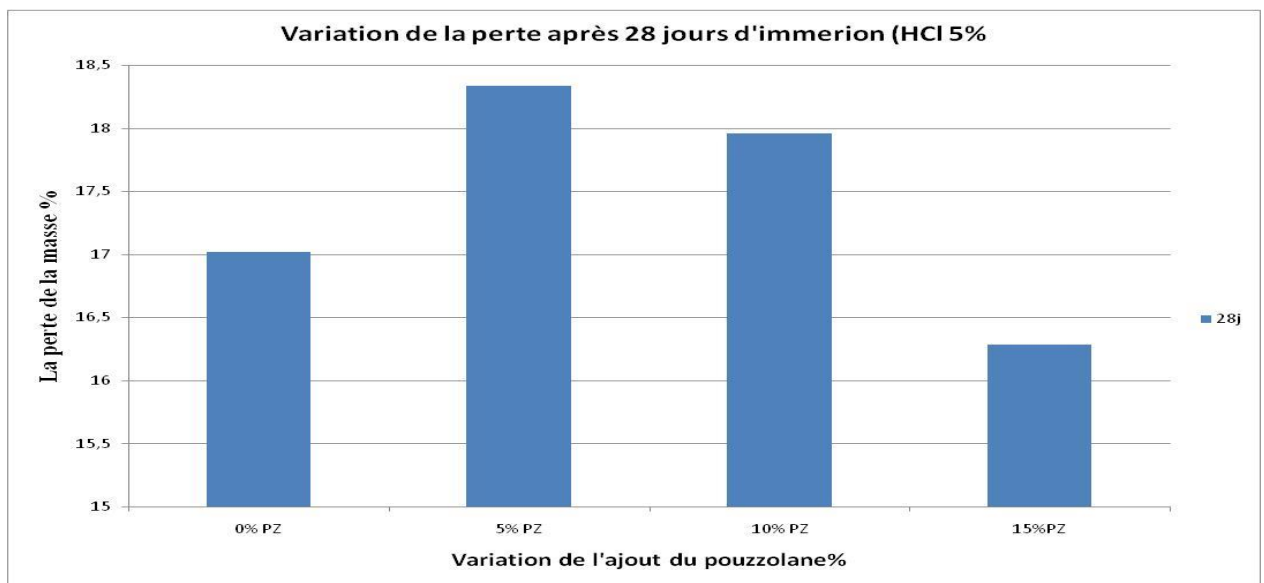


Figure III.5: la perte de masse à 28 jours [5% HCL]

D'après la figure III.5. On note la même remarque au 28ème jour avec celle de 7ème jour.

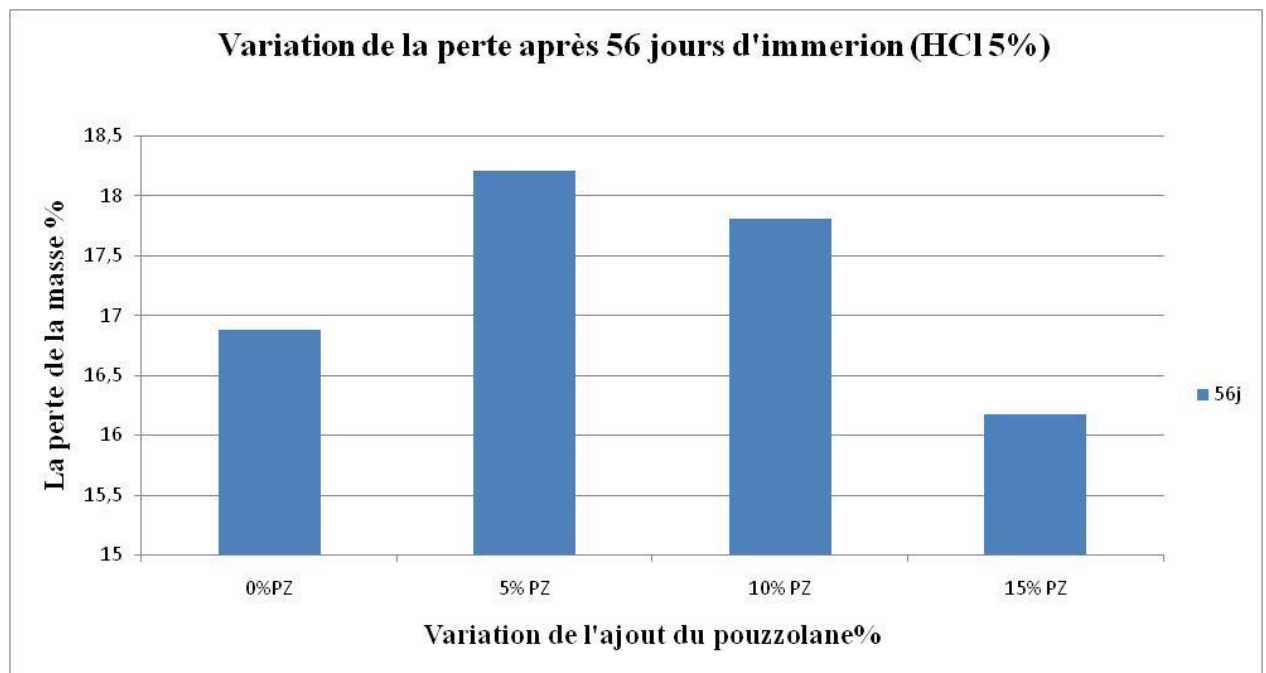


Figure III.6: la perte de masse à 56 jours [5% HCL]

D'après la figure III.6. On note la même remarque au 56ème jour avec celle de 7ème jour.

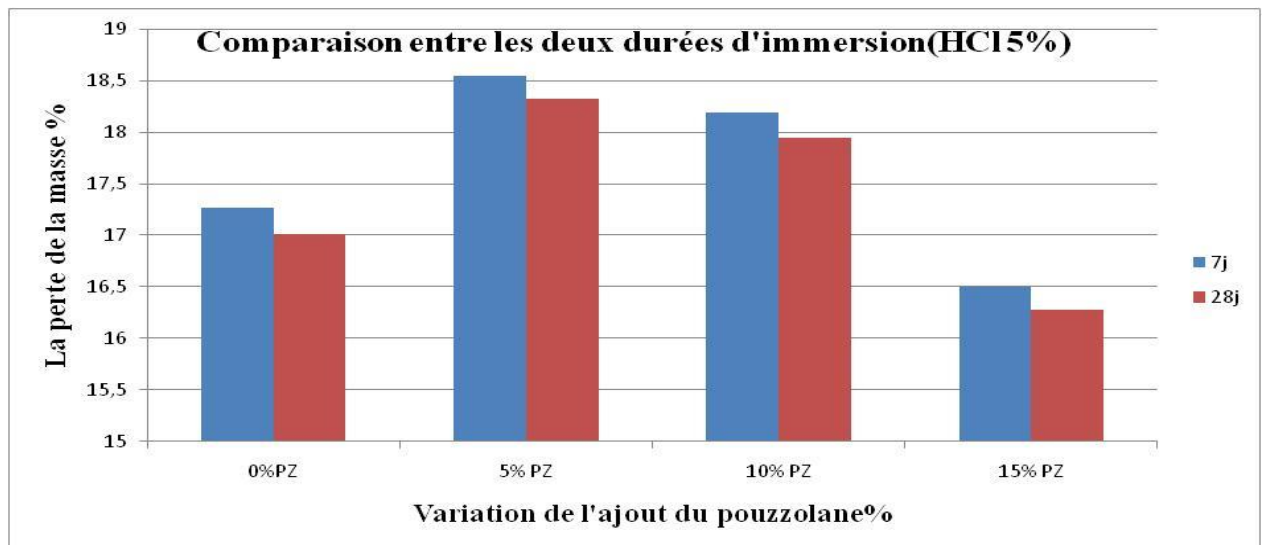


Figure III.7: Comparaison de la perte de masse entre à 7j et 28j [5% HCL]

D'après la figure III.7 Nous remarquons une faible perte de masse pour le MAP avec 15% de pouzzolane.

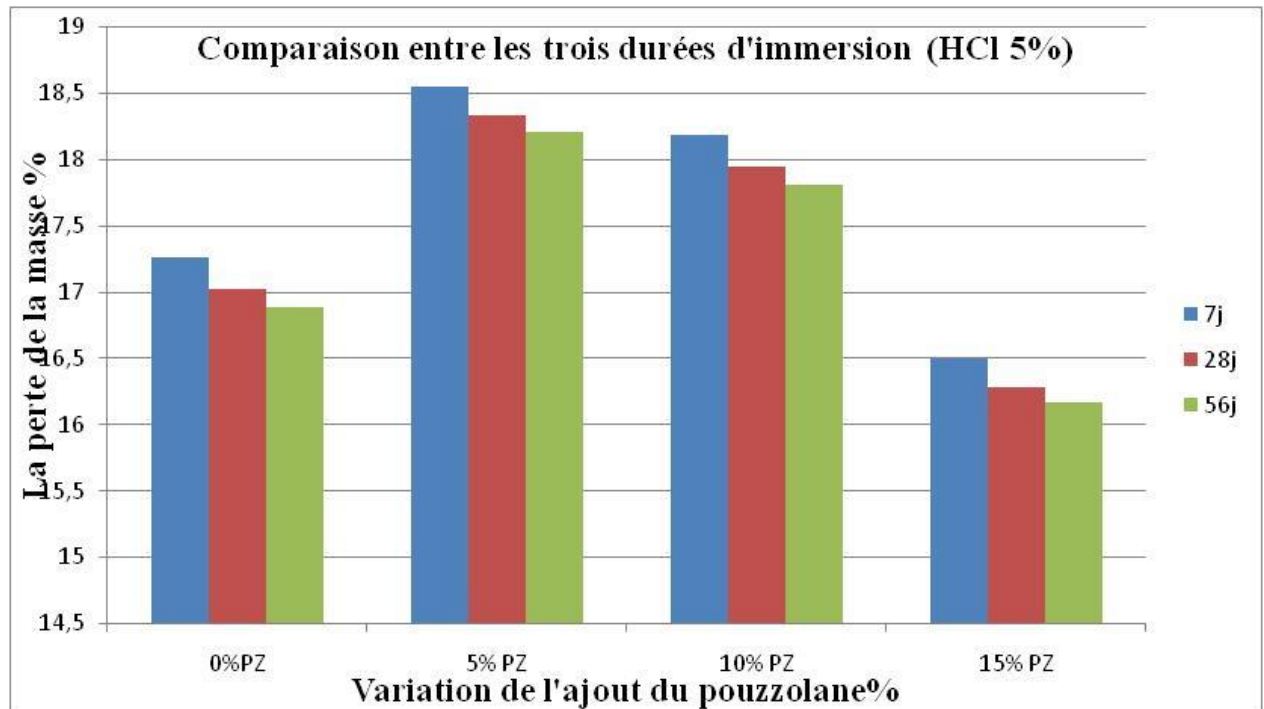


Figure III.8: Comparaison de la perte de masse entre à 7j à 28j et 56j [5% HCL]

D'après la figure III.8, la meilleur composition est celle du 15% pouzzolane.

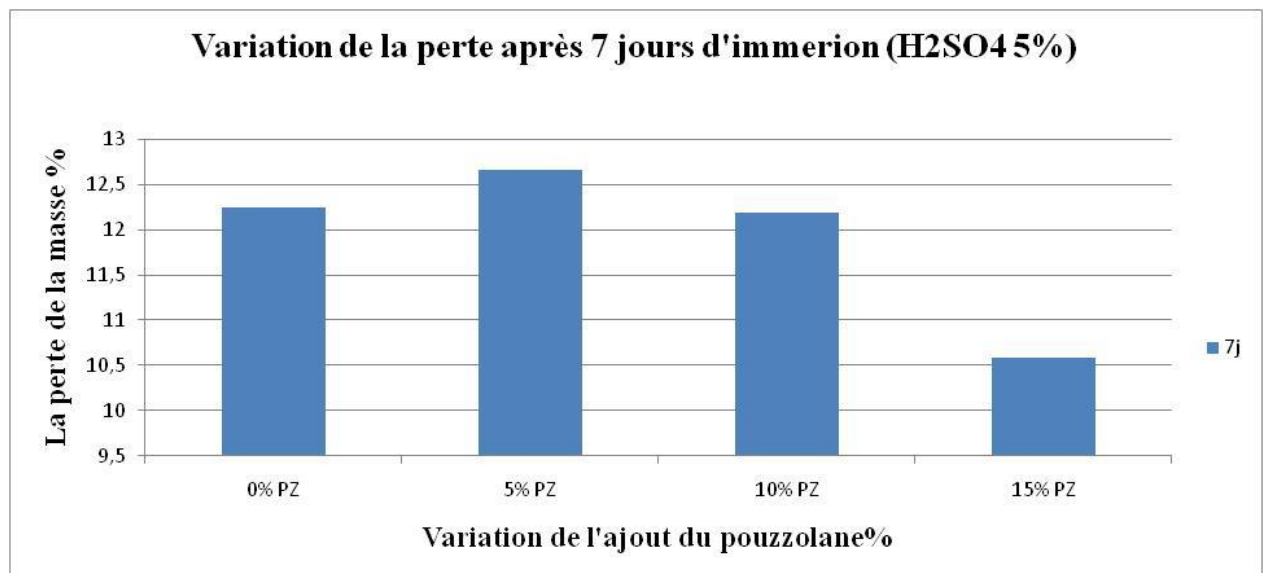


Figure III.9: la perte de masse à 7jours [5% H₂SO₄]

D'après la figure III.9 nous remarquons une faible perte de masse pour le MAP avec 15% de pouzzolane est une forte perte de masse pour le MAP avec 5% de pouzzolane.

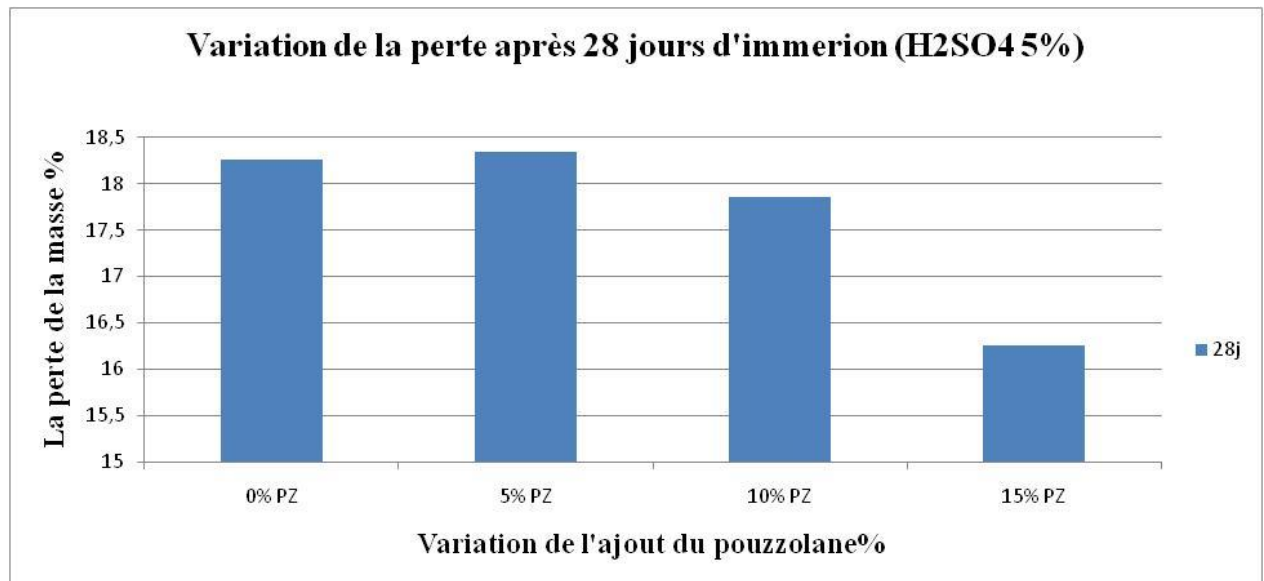


Figure III.10: la perte de masse à 28jours [5% H₂SO₄]

D'après la figure III.10 On note la même remarque au 28ème jour avec celle de 7ème jour.

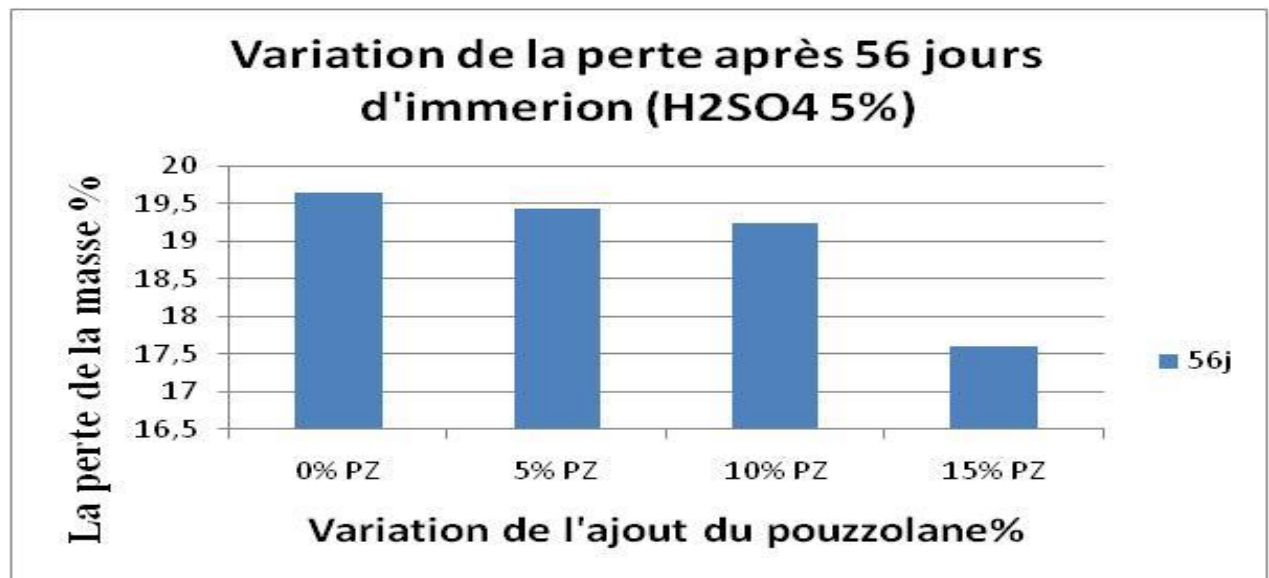


Figure III.11: la perte de masse à 56 jours [5% H₂SO₄]

D'après la figure III.11, on a la même remarque que les précédentes, mais le MAP témoin sera celui qui perd plus que les autres MAP.

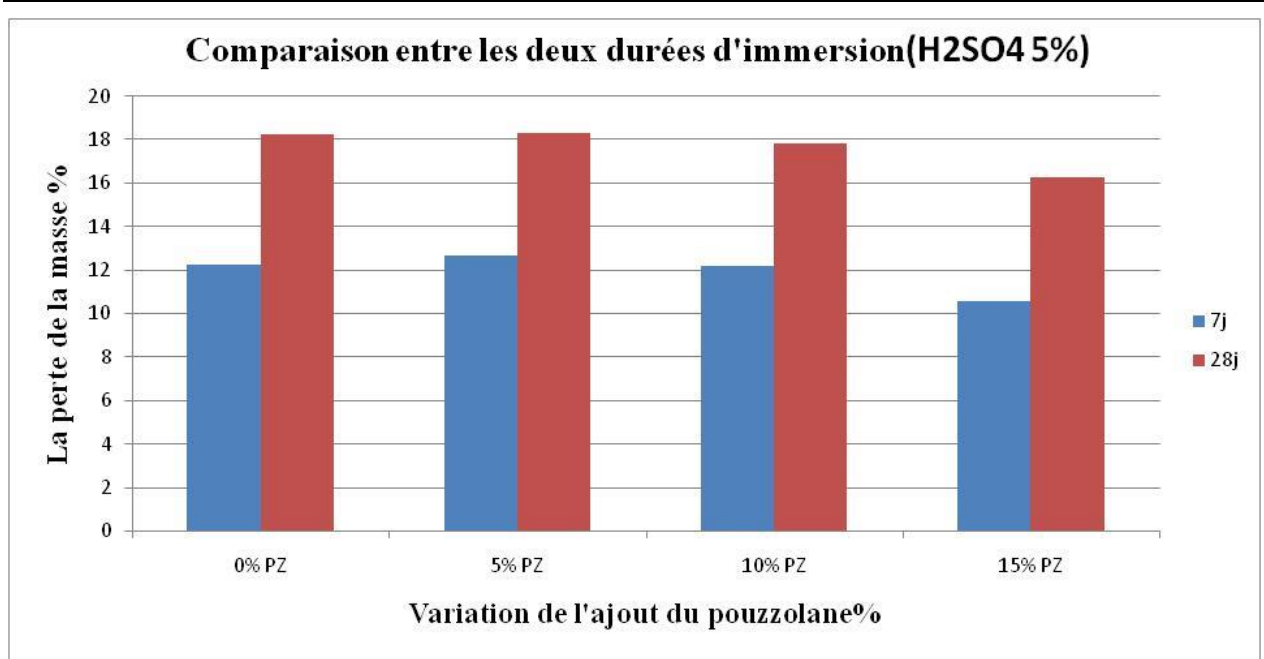


Figure III.12: Comparaison de la perte de masse entre 7j et 28j [5% H₂SO₄]

D'après la figure III.12 on note au 28ème jour la même observation remarquée au 7ème jour.

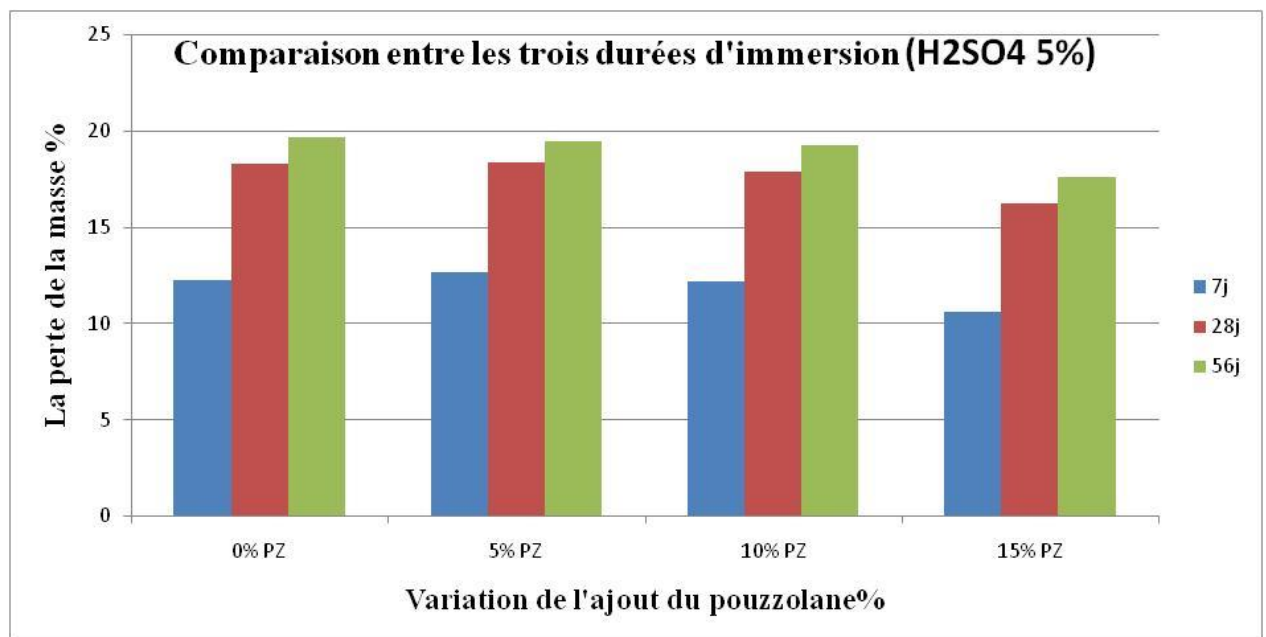


Figure III.13: Comparaison de la perte de masse entre 7j, 28j et 56j [5% H₂SO₄]

D'après la figure III.13, on a la même remarque que les précédentes.

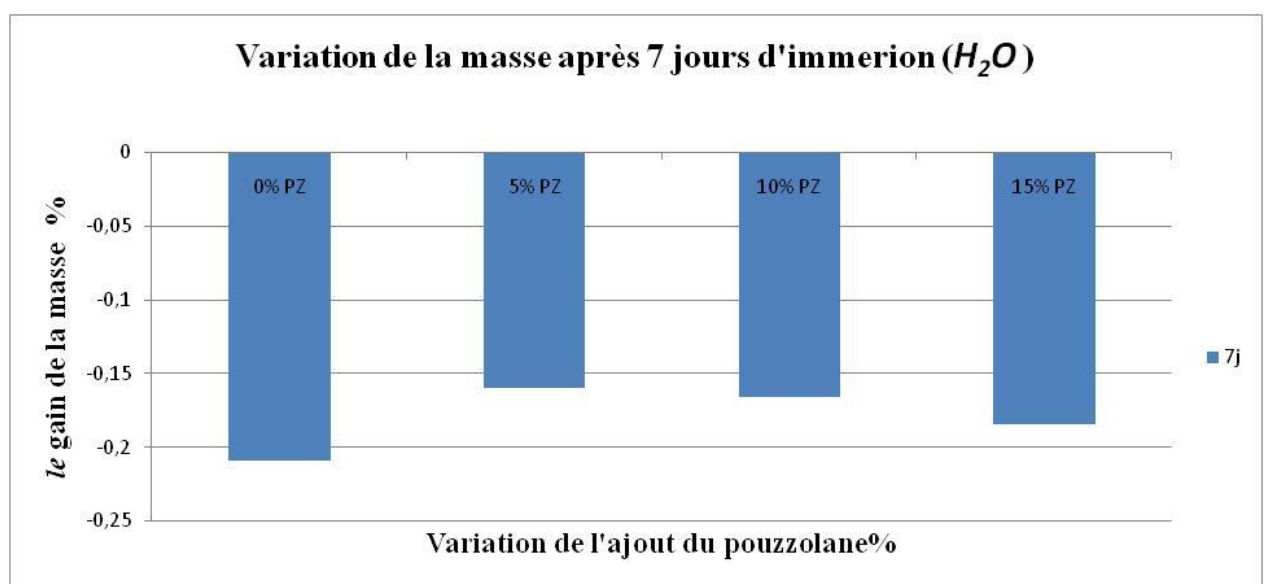


Figure III.14: le gain de la masse à 7jours [H_2O]

D'après la figure III.14 on remarque à peu près une équivalence au gain de masse pour tous les composants au 7^{ème} jour d'immersion.

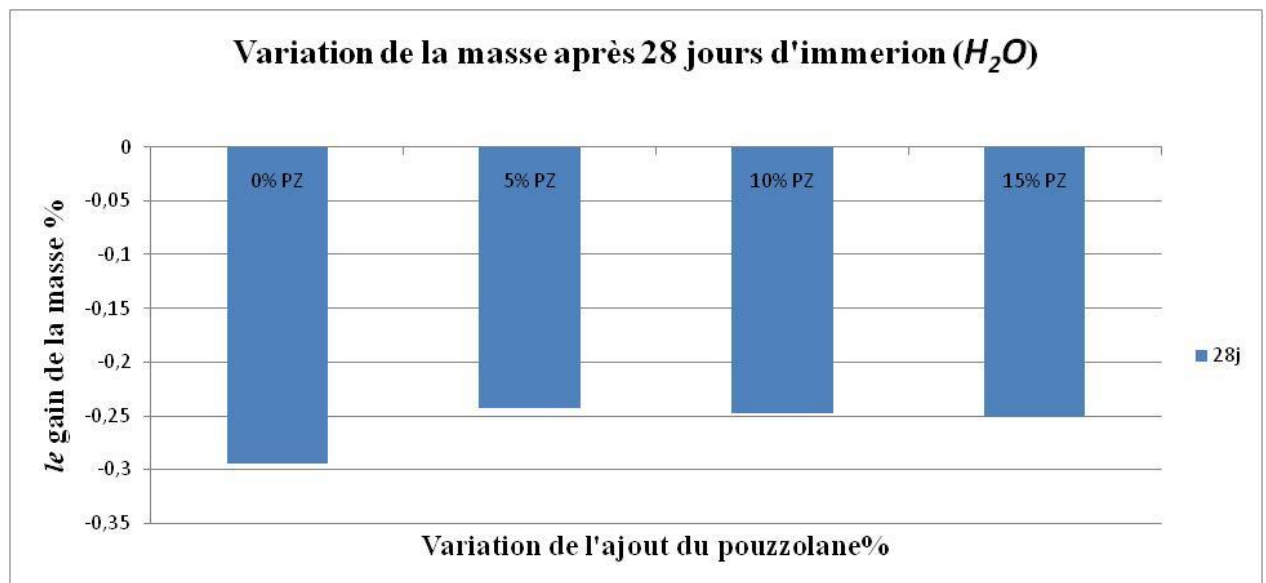


Figure III.15: le gain de la masse à 28jours [H_2O]

D'après la figure III.15 même remarque observée au 28^{ème} jour avec le 7^{ème} jour.

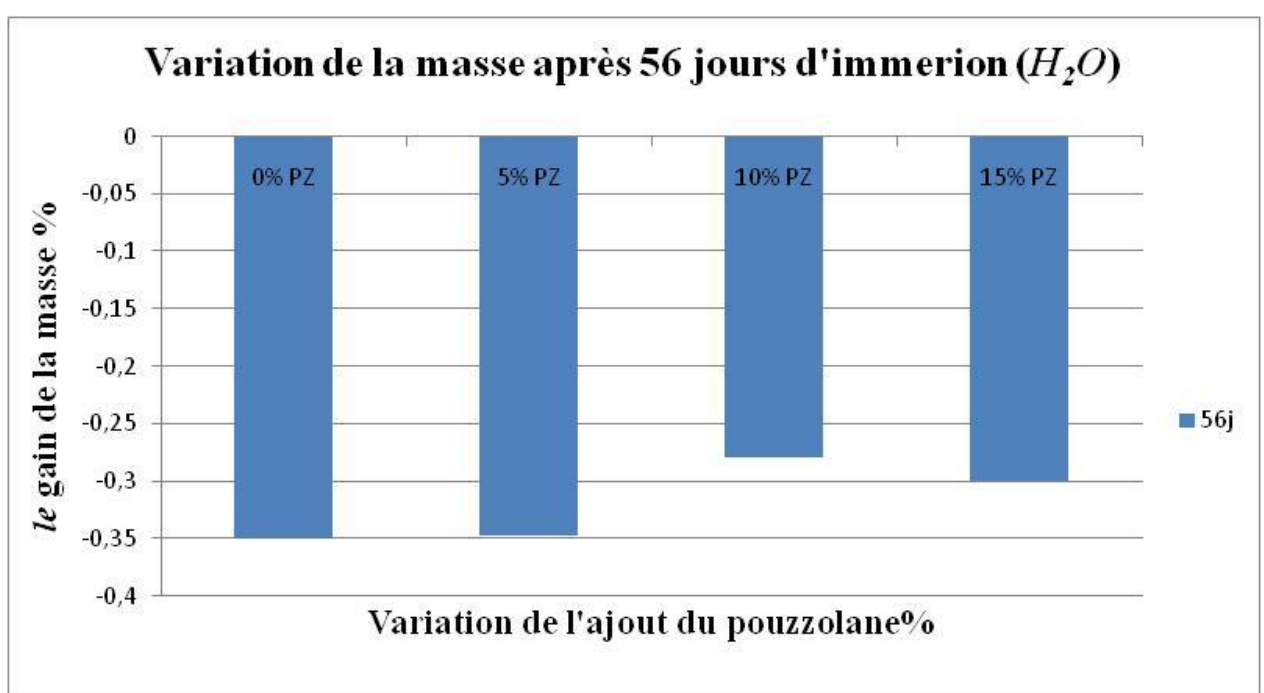


Figure III.16 le gain de masse à 56jours [H₂O]

D'après la figure III.16 même remarque observée au 56^{ème} jour avec le 7^{ème} jour.

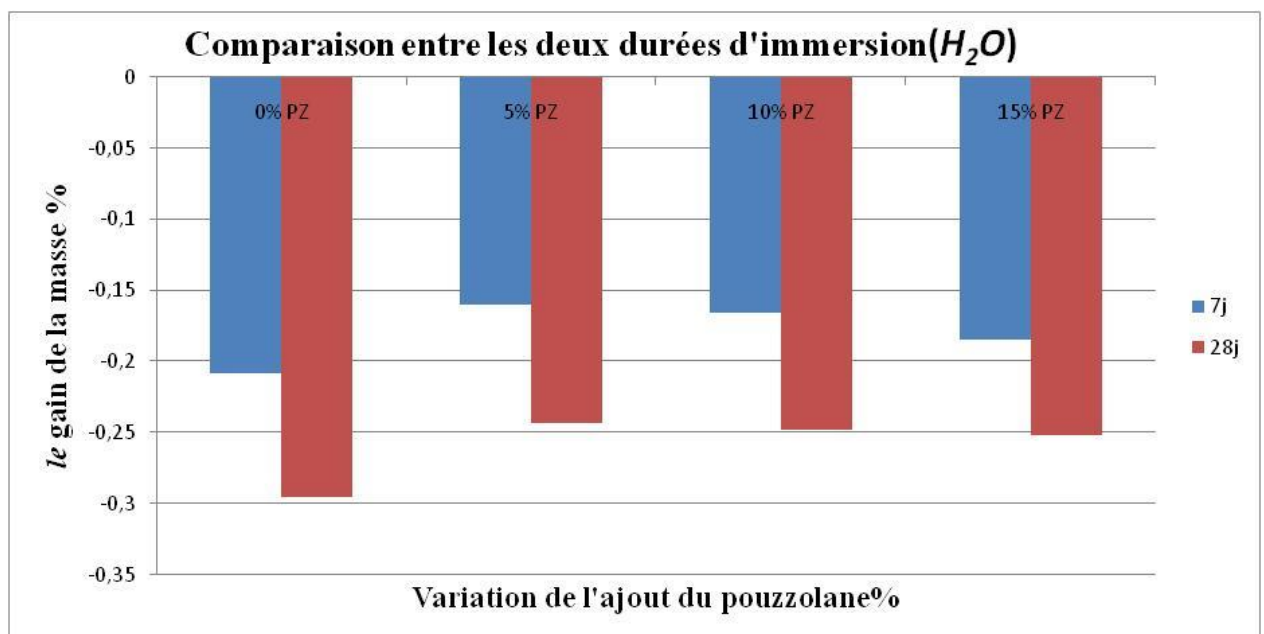


Figure III.17: Comparaison du gain de masse entre 7j et 28j [H₂O]

D'après la figure III.17 Nous constatons que le MAP avec 5% de pouzzolane a subi le moins gain de la masse par rapport aux autres composants soit au 28^{ème} jour ou bien au 7^{ème} jour.

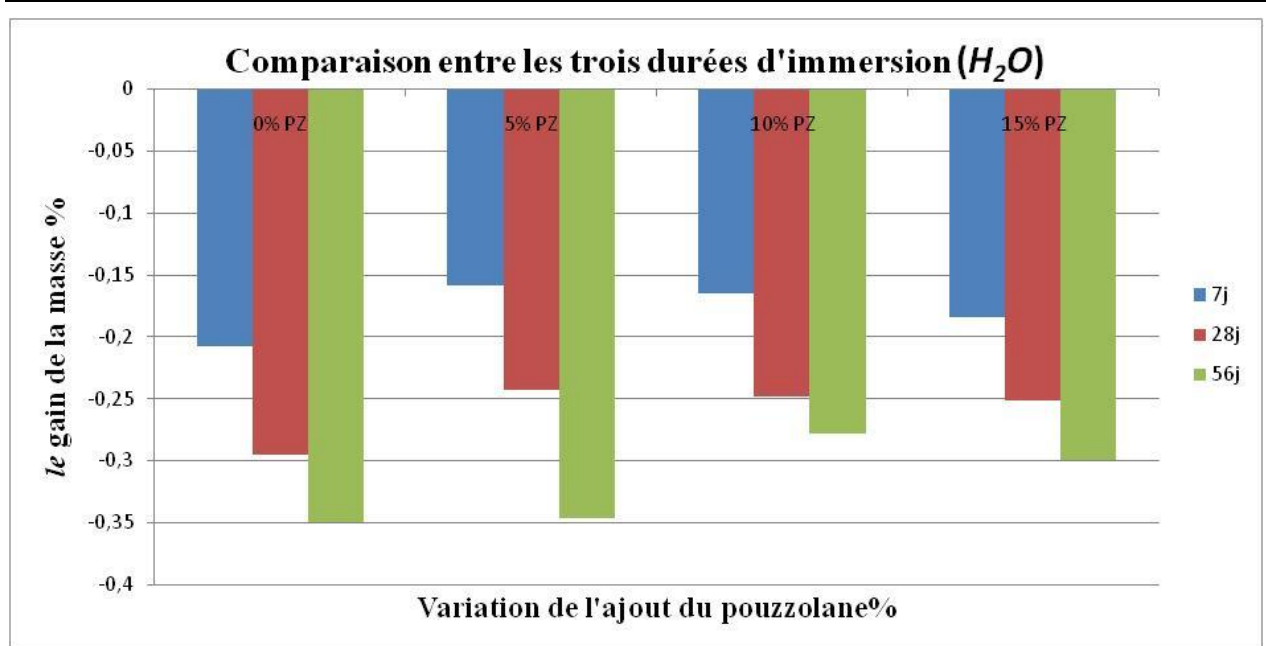


Figure III.18: Comparaison du gain de masse entre 7j, 28j et 56j [H_2O]

D'après la figure III.18, on remarque le MAP de 5% de pouzzolane est le meilleur du 7^{ème} jour jusqu'à 28^{ème} jour, mais au 56^{ème} jour, le MAP 10% de pouzzolane sera le meilleur car il a subi le moins gain de la masse par rapport aux autres composants.

III.3. Examen visuel :

Figure III.19. Photos des éprouvettes du MAP après 56 jours d'immersion dans 5% H_2SO_4

D'après la figure III.19, on remarque la dégradation visuelle et on note que le MAP 0% est le plus dégradé, par rapport aux autres éléments, tandis que le meilleur est le MAP 15%.



Figure III.20. Photos des éprouvettes du MAP après 56 jours d'immersion dans 5% HCL

La figure ci-dessus présente la dégradation visuelle dans les différents éléments de MAP avec l'immersion dans la solution de HCl, dont le meilleur MAP est celui de 15%.

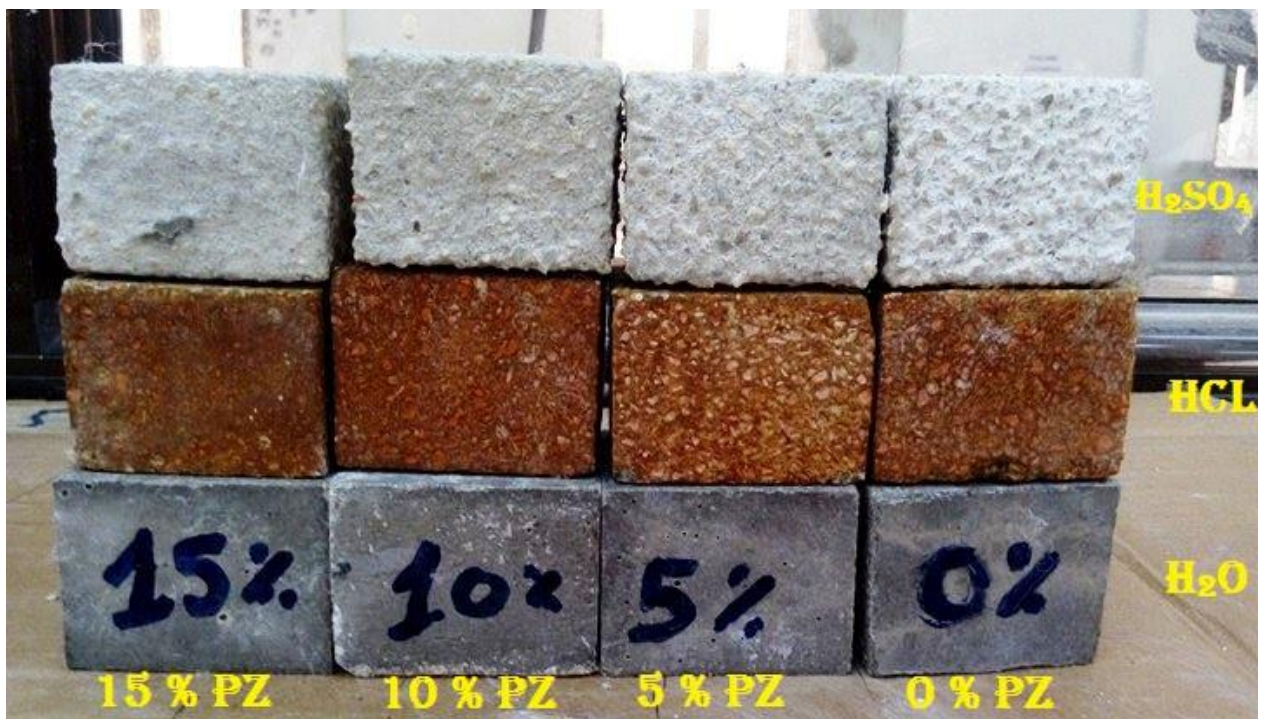


Figure III.21. Photos des éprouvettes MAP après 56 jours d'immersion dans H₂O
5% HCL, 5% H₂SO₄

Cette figure montre la comparaison de l'examen visuel des différents MAP dans les deux solutions H₂SO₄ et le HCl

III.3 - Conclusion :

L'addition de la pouzzolane naturelle améliore la durabilité des mortiers autoplaçants soumis aux attaques des acides HCL et H₂SO₄, nous préconisons :

15 % de la pouzzolane naturelle pour les solutions d'attaque contenant l'acide chlorhydrique puisqu'on a eu 16.17% de perte de masse, le meilleur résultat par rapport aux autres ajouts.

15 % de la pouzzolane naturelle pour les solutions d'attaque contenant l'acide sulfurique car le meilleur résultat obtenu est de 17.61% pour cet ajout.

10% de la pouzzolane naturelle pour l'immersion dans l'eau, parceque le moins gain était de 0.28% de la masse.

On peut conclure que l'utilisation de pouzzolane naturelle a un effet bénéfique est économique plus que nos matériaux pour l'utilisation à la fabrication des mortiers et du béton.