

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**UNIVERSITÉ de BLIDA 1**

**Faculté de Technologie**

**Département de Génie des Procédés**



## **Mémoire**

**En vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER EN GENIE DES PROCEDES**

**Spécialité : Génie des Polymères**

**Intitulé du mémoire**

# **Etude comparative entre les adjuvants dans un mortier**

**Présenté par :**

**M. NEMLA Khaled**

**M. GUELLIL Houssemeddine**

**Encadré par :**

**Dr. FETTAKA**

**Année Universitaire 2022/2023**

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**UNIVERSITÉ de BLIDA 1**

**Faculté de Technologie**

**Département de Génie des Procédés**



## **Mémoire**

**En vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER EN GENIE DES PROCEDES**

**Spécialité : Génie des Polymères**

**Intitulé du mémoire**

# **Etude comparative entre les adjuvants dans un mortier**

**Présenté par :**

**M. NEMLA Khaled**

**M. GUELLIL Houssemeddine**

**Encadré par :**

**Dr. FETTAKA**

**Année Universitaire 2022/2023**

## *Remerciements*

*Nous tenons tout d'abord à remercier le bon Dieu Allah, notre créateur le plus puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage, et de nous avoir guidé vers le chemin du savoir afin d'accomplir*

*Ce modeste travail.*

*Nos profonds remerciements à notre promoteur Dr. Mr. Fettaga pour ses encouragements, Ses conseils, son aide tout au long de ce travail.*

*Nous tenons également à remercier les membres de jury*

*Pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de*

*Siéger à notre soutenance.*

*Nos sincères remerciements s'adressent au CHEF d'option Mr Fettaga*

*Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui*

*Ont contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Houssem et Khaled*

# *Dédicace*

## *À mes très chers parents*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

## *À mes très chères sœurs et frères*

*“Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Aucun signe ne pourra décrire votre implication dans mon épanouissement.*

*Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde”.*

## *À mon binôme KHALED*

*Je vous souhaite tous le bonheur et joie qui existe au monde*

*À tous les membres de la famille Guellil, petits et grands.*

*À tous mes amis et la promotion 2022/2023.*

**HOUSSEM**

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents*

*Qui m'ont guidé Durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes côtés et m'a soutenu durant toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.*

*A toute ma famille sans exception*

*J'adresse aussi mes dédicaces à mes Amis pour leur soutien moral et leur encouragement indéfectible,*

*A mon cher binôme HOUSSEM, Je te souhaite plein de courage et de réussite dans ta vie,*

*Spéciale dédicace à tous mes collègues de la promotion de Génie des procédés 2022/2023 et tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce modeste travail ;*

*Enfin à toute personne que j'aime et j'estime que le dieu vous protège.*

***KHALED***

## RÉSUMÉ

Les adjuvants sont des **produits chimiques** que l'on incorpore dans le béton en faible quantité au moment de sa fabrication et qui ont pour objectif d'**améliorer ses propriétés** à l'état frais et/ou à l'état durci. Nous avons réalisé une série d'analyses et d'expériences sur des adjuvants pour comparer notre adjuvant avec ceux de Sikadz. Après cela, nous avons effectué une autre comparaison en utilisant notre adjuvant dans un MBE (mortier béton équivalent) pour découvrir les résultats de l'étalement et de la résistance, et comparer ces résultats avec ceux des adjuvants de Sikadz et avec le mortier sans adjuvant pour découvrir quel adjuvant devrait donner de très bons résultats. D'après les résultats de cette étude, Le suivi des propriétés physico-mécaniques des pâtes cimentaires et mortiers à base des produits commerciaux et ceux destinés à leur substitution a permis de conclure que le Triton , l'Igepal ainsi que le SDS pourraient constituer un ensemble d'adjuvants pouvant assurer des propriétés mécaniques compétitives aux mortiers adjuvantes par le 225 P et le PC 7.5.

**Mots clés :** adjuvants, ciment, mortier, produits chimiques, propriétés.

## Abstract

Admixtures are chemical products that are incorporate into concrete in small quantities during its production and which aim to improve its properties in both the fresh and hardened state. We carried out a series of analyses and experiments on adjuvants to compare our adjuvant with Sikadz adjuvants. After this, we made another comparison by using our adjuvants in a MBE (equivalent concrete mortar) to discover the results of the spread and resistance and compare these results with Sikadz adjuvants and the mortar without adjuvant results to discover which adjuvant should give very good results. By the results of this study, the monitoring of the physico-mechanical properties of cementitious pastes and mortars based on commercial products and those intended for their substitution made it possible to conclude that Triton, Igepal as well as SDS could constitute a set of admixtures that can provide competitive mechanical properties to mortars mixed with 225 P and PC 7.5.

## ملخص

"المواد المضافة هي منتجات كيميائية يتم إضافتها إلى الخرسانة بكميات صغيرة خلال الإنتاج بهدف تحسين خصائصها في الحالة الطازجة و/أو في الحالة المتصلبة".

قمنا بإجراء سلسلة من التحاليل التجريبية للمواد المضافة للخرسانة لمقارنة مادتنا المضافة مع مواد Sikadz. بعد ذلك، قمنا بمقارنة نتائجنا باستخدام مادتنا المضافة في (ملاط خرسانة مكافئ) MBE مع ملاط بدون مواد مضافة لاكتشاف أي مادة مضافة يجب أن تعطينا نتائج جيدة جداً. Sikadz ومعالماط بدون مواد مضافة لاكتشاف أي مادة مضافة يجب أن تعطينا نتائج جيدة جداً.

من خلال نتائج هذه الدراسة ، فإن رصد الخواص الفيزيائية الميكانيكية للمعاجين الأسمنتية وقذائف الهاون القائمة على المنتجات التجارية وتلك المخصصة لاستبدالها قد أتاح استنتاج أن Triton و Igepal وكذلك SDS يمكن أن تشكل مجموعة من المواد المضافة التي يمكن أن توفر خصائص ميكانيكية تنافسية للملاط المخلوط بـ 225 P و PC 7.5.

## Liste des Figures

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
01	<b>Préparation du mortier au ciment</b>	04
02	<b>Fabrication du ciment</b>	06
03	<b>Gâchée du mortier</b>	26
04	<b>Mortier après arasement</b>	26
05	<b>Mortiers 7×7×28 cm<sup>3</sup></b>	27
06	<b>La flexion trois points</b>	28
07	<b>Mortier soumis à la flexion 3 points</b>	28
08	<b>Dispositif de rupture en compression</b>	29
09	<b>Mortier soumis à la compression pure</b>	30
10	<b>Mesure de l'étalement</b>	32
11	<b>Appareil d'extraction à sec</b>	34
12	<b>Les coupelles</b>	34
13	<b>Malaxeur automatique de béton</b>	35
14	<b>Prisomètre manuel</b>	37
15	<b>Prisomètre automatique</b>	37
16	<b>Spectroscopie infrarouge</b>	38
17	<b>Tensiomètre interfaciale digital a force</b>	40
18	<b>Conductimètre</b>	41
19	<b>Turbidimètre</b>	42

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
20	<b>Structure typique des PCE</b>	44
21	<b>Spectre FTIR du 225P</b>	45
22	<b>Courbes de spectre PC7.5</b>	46
23	<b>Variation de la conductivité pour différentes concentrations de 225P</b>	47
24	<b>Courbe de conductivité pour différentes concentrations de PC7.5</b>	48
25	<b>Variation de la tension superficielle en fonction de la concentration du 225P</b>	49
26	<b>Variation de la tension superficielle en fonction de la concentration en PC7.5</b>	49
27	<b>Variation de la turbidité en fonction de la concentration de 225P</b>	50
28	<b>Variation de la turbidité en fonction de la concentration en PC7.5</b>	50
29	<b>Courbe typique de suivi par conductimétrie de la cinétique d'hydratation</b>	52
30	<b>Schématisation de l'hydratation</b>	52
31	<b>Courbes de Conductivité pour différents adjuvants sur mortiers</b>	53
32	<b>Résultats d'étalement des mortiers</b>	54
33	<b>Résistances à la flexion à 1 jour des mortiers testés</b>	55
34	<b>Résistances à la flexion à 7 jours des mortiers testés</b>	56
35	<b>Résistances à la flexion à 28 jours des mortiers testés</b>	57
36	<b>Résistances à la compression à 1 jour des mortiers testés</b>	58
37	<b>Résistances à la compression à 7 jours des mortiers testés</b>	59
38	<b>Résistances à la compression à 28 jours des mortiers testés</b>	60

## Liste des Tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
01	Liste des différents types de ciments courants normalisés	07
02	Information sur Sika® ViscoCrete®-225 P	22
03	Information sur Sika® ViscoCrete® PC-7.5	24
04	Récapitulatif de la pesée avant utilisée extrait sec	51
05	Résultats d'étalement d'affaissement des mortiers	54
06	Résistance moyenne en Flexion (MPA) à 1 jour	55
07	Résistance moyenne en Flexion (MPA) à 7 jour	56
08	Résistance moyenne en Flexion (MPA) à 28 jours	57
09	Résistance moyenne en Compression(MPA) à 1 jour	58
10	Résistance moyenne en Compression(MPA) à 7 jours	59
11	. Résistance moyenne en Compression(MPA) à 28 jours	60

## Liste des abréviations

**C3S:** Tricalcium silicate

**C2S:** Dicalcium silicate

**C3A:** Tricalcium aluminate

**C4AF :** Tetracalciumaluminoferrite

**CEM :** Ciment

**CPA :** Ciment Portland Artificiel

**CLC :** Ciment à laitier de haut fourneau

**CPZ :** Ciment portland-zéolite

**CHF :** Ciment hautes performances

**CPJ :** Ciment portland au laitier de haut fourneau et aux cendres volantes

**G :** Gramme

**PH :** Potentiel hydrogène

**Kg :** Kilogramme

**Cm :** Centimètre

**mm :** Millimètre

**m :** Mètre

**S :** Seconde

**NTU :** unités de néphélométrie

**JTU :** Jackson Turbidity Units

**FNU:** Formazin Nephelometric Units

**IR :** Infrarouge

**KBr :** Bromure de potassium

**MI :** Millilitre

**PCE – CPE :** polycarboxylate ethers

**US/Cm :** Microsiemens par centimètre

**mN/m :** millinewtons par mètre

**HLB :** Hydrophilic-Lipophilic Balance

**IGepal :** Octylphenyl-polyethylene glycol

**SDS** : Sodium Dodecyl Sulfate

**Triton** : Polyéthylène glycol alkylphényl éther

**°C** : Degré Celsius

# Tables des matières

**Remerciement**

**Résumé**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction générale .....01**

## **Partie I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **CHAPITRE I : Généralités sur les mortiers**

**1.1 Définition du mortier.....04**

**1.2 Les constituants d'un mortier.....04**

**1.2.1 Le ciment .....05**

1.2.1.1. Définition.....05

1.2.1.2. La Composition du ciment.....05

1.2.1.3. Classification des ciments en fonction de leur composition.....06

1.2.1.4. Utilisations et applications du ciment .....07

**1.2.2. Le sable.....07**

1.2.2.1. Définition.....07

1.2.2.2. les différentes catégories du sable .....08

**1.2.3. L'eau.....08**

1.2.3.1. Réactions chimiques .....08

1.2.3.2. Rôle de l'eau dans le mortier.....09

**1.3. Propriétés du mortier :.....09**

<b>1.4. Les différents types de mortiers .....</b>	<b>09</b>
<b>1.5. Applications .....</b>	<b>10</b>

## **CHAPITRE 2 : Généralités sur les adjuvants**

1. Définition des adjuvants .....	12
2. Classification des adjuvants en fonction de leur fonction .....	12
3. Les générations des plastifiants .....	13
4. Propriétés améliorées par l'utilisation des adjuvants .....	14
5. Méthodes d'application des adjuvants .....	15
6. Exemples d'utilisation des adjuvants dans différents types de mortiers.....	16
7. Avantages et considérations de l'utilisation des adjuvants.....	17
8. Facteurs à prendre en compte lors de l'utilisation des adjuvants .....	17

## **Partie II : COMPOSITION DES MORTIERS & PROCEDURES EXPERIMENTALES**

### **CHAPITRE 1 : Compositions des Mortiers**

<b>1. Formulation des mortiers .....</b>	<b>20</b>
<b>2. Matériaux et formulation.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Matériaux utilisés .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.1. Les éléments du mortier .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2. Les Adjuvants de sika .....</b>	<b>21</b>
2.1.2.1. Fluidifiant polycarboxylat (Sika® ViscoCrete®-225 P) .....	21
2.1.2.2. Super plastifiant polycarboxylat p 7.5 .....	23

## **CHAPITRE 2 : Procédures expérimentales**

<b>1. procédures expérimentales et conditions de conservations.....</b>	<b>25</b>
1.1. Confections des mortiers .....	25
1.2. Préparation de la gâchée .....	25
1.3. Démoulage et Cure du béton .....	27
<b>2. Comportement mécanique des mortiers .....</b>	<b>27</b>
2.1. Traction par flexion... ..	27
2.2. Traction par compression ... ..	29
<b>3. confection des mortiers pour la rhéologie (étalement) .....</b>	<b>31</b>
3.1. Préparation de la gâchée.....	31
3.2. Mesure de l'étalement des mortiers.....	31
<b>4. L'extraction à sec .....</b>	<b>33</b>
<b>5. Les essais sur Le ciment .....</b>	<b>34</b>
5.1. Consistance normale .....	34
5.2. Temps de prise .....	36
<b>6. Analyse spectrométrique .....</b>	<b>37</b>
<b>7. Tension superficiel .....</b>	<b>39</b>
<b>8. Conductivité .....</b>	<b>40</b>
<b>9. Turbidimétrie.....</b>	<b>41</b>

## Partie III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### III.1. CHAPITRE 1 : Caractérisation des adjuvants commerciaux sur Sika-Viscocrete 225p est le PC7.5

<b>1. Introduction .....</b>	<b>44</b>
<b>2. Aspect physique des produits commercialisés .....</b>	<b>45</b>
2.1. Spectroscopie par FTIR.....	45
2.2. Variation de la conductivité en fonction de la concentration en adjuvant .....	47
2.3. Variation de la tension superficielle en fonction de la concentration en plastifiants.....	48
2.4. Variation de la turbidité en fonction de la concentration en plastifiant.....	49
<b>3. Expériences sur nouveau adjuvants .....</b>	<b>51</b>
<b>3.1. Extrait sec.....</b>	<b>51</b>
<b>3.2. Conductivité pour le cas concentration est constant.....</b>	<b>52</b>
<b>3.3. Etalement des mortiers.....</b>	<b>53</b>
<b>3.4. Comportement mécanique des mortiers .....</b>	<b>55</b>
3.4.1. Traction par flexion .....	55
3.4.2. Traction par compressions.....	57
3.4.3. Remarque générale pour les résultats de comportement mécanique du mortiers.....	60
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>62</b>
<b>Références bibliographique.....</b>	<b>64</b>

# INTRODUCTION GENERALE

Les mortiers sont des mélanges de liant, de sable et d'eau utilisés dans la construction pour lier des briques, des blocs de béton ou d'autres matériaux de maçonnerie ensemble. Le liant le plus couramment utilisé dans les mortiers est le ciment, mais d'autres liants comme la chaux sont également utilisés.

Ces matériaux de construction sont utilisés depuis des milliers d'années, remontant à l'Antiquité, où les civilisations égyptiennes, grecques et romaines utilisaient des mortiers pour construire des structures durables et solides.

En fonction des besoins spécifiques du projet, il existe différents types de mortiers avec des proportions variées de liant et de sable. Par exemple, certains mortiers sont conçus pour être plus résistants, tandis que d'autres sont destinés à être plus flexibles.

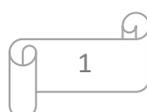
L'utilisation du mortier dans les travaux de maçonnerie revêt une grande importance, car il remplit plusieurs fonctions essentielles. Tout d'abord, le mortier permet de lier les éléments de maçonnerie tels que les briques, les blocs de béton ou les pierres, en comblant les espaces irréguliers entre eux. Cela crée une structure solide et cohésive, assurant la stabilité et la résistance de l'ensemble.

Les adjuvants sont des substances ajoutées au mortier pour modifier ses propriétés et améliorer ses performances dans des conditions spécifiques. Ils jouent un rôle important dans l'optimisation des caractéristiques du mortier en termes de résistance, de durcissement, de maniabilité, d'adhérence et de résistance aux intempéries. Les adjuvants peuvent être utilisés pour augmenter la résistance mécanique du mortier, améliorer sa plasticité, réduire la rétraction ou l'expansion, augmenter la résistance aux produits chimiques, améliorer l'adhérence aux surfaces, etc.

L'objectif principal de ce travail, réalisé principalement au niveau de la firme SIKA®, est arrivé à une meilleure compréhension des additifs appliqués a sein de cette firme et tenter de leur trouver au niveau laboratoire des substituts à moindre prix et plus large opportunité d'application.

Cette thèse structurée en 3 parties, qui sont scindées en deux chapitres :

**La première partie** : est composé de deux chapitres



- chapitre 1 : nous avons fait un rappel sur les généralités des mortiers
- chapitre 2 : nous avons fait un rappel sur les Généralités les adjuvants

**Dans la deuxième partie** nous avons : composé de deux chapitres

- chapitre 1 : Compositions des Mortiers
- chapitre 2 : nous avons présenté les procédures expérimentales à respecter

**La troisième partie** est composée de deux chapitres

- chapitre 1 : Nous avons parlé des expériences pour les adjuvants SikaViscoCrete 225 et PC-7.5
- chapitre 2 : Nous avons parlé des expériences pour les adjuvants que nous possédons

Nous avons alors présente les résultats et l'interprétation des résultats.

**Partie I**

**ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

# Partie I: ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

## CHAPITRE 1 : Généralités sur les mortiers

### 1. Les Mortiers :

#### 1.1. Définition d'un mortier :

Les mortiers sont utilisés dans la construction pour fixer ensemble des briques, des pierres, des blocs de béton et d'autres matériaux de construction. Ils peuvent également être utilisés pour remplir les joints entre les matériaux de maçonnerie et pour lisser les surfaces de maçonnerie. Les mortiers peuvent être préparés avec différents types de ciments, de sables et d'additifs pour répondre à des exigences spécifiques en matière de résistance, de durabilité et d'apparence[1].

#### 1.2. Les constituants d'un mortier :

Le mortier est un matériau essentiel dans les travaux de maçonnerie, utilisé pour assembler, enduire ou réparer des structures. Il se distingue du béton par l'absence de granulats grossiers. Le mortier est composé d'un mélange de sable, d'eau, de liant hydraulique (comme le ciment ou la chaux) et éventuellement d'adjuvants. Il durcit en formant une liaison solide entre les éléments de maçonnerie [2].

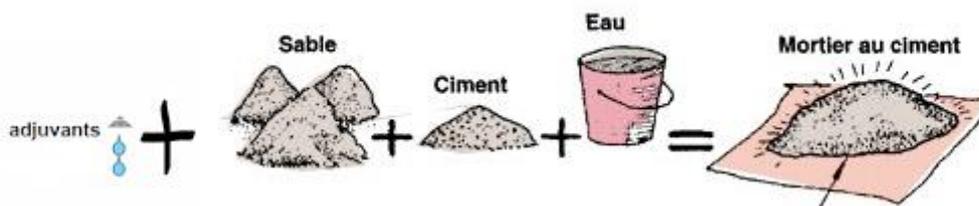


Figure N°(01) : Préparation du mortier au ciment .

## **1.2.1. Le ciment [3,4]:**

### **1.2.1.1 Définition :**

Le ciment est un matériau en poudre qui durcit lorsqu'il est mélangé à de l'eau. Il est principalement composé de calcaire, d'argile, de sable et de fer. Le ciment est utilisé comme liant dans la construction pour fixer ensemble des briques, des pierres, des blocs de béton et d'autres matériaux de construction. Le ciment est également utilisé pour fabriquer du béton, qui est un matériau de construction polyvalent utilisé pour les fondations, les murs, les dalles et les routes.

### **1.2.1.2. La Composition du ciment :**

- **Le clinker Portland :**

Le principal constituant des ciments est le clinker. Il est constitué de silicates de calcium (C3S et C2S) et d'aluminates de calcium (C3A et C4AF).

- **Les autres constituants :**

L'ajout d'autres constituants permet d'obtenir les différents types de ciments.

Ce sont essentiellement du laitier de haut fourneau, des cendres volantes, des calcaires, des fumées de silice, des fillers, du sulfate de calcium (gypse).



**Figure N°(02) : Fabrication du ciment**

### **1.2.1.3. Classification des ciments en fonction de leur composition :**

Les ciments constitués de clinker et des constituants secondaires sont classés en fonction de leur composition, en cinq types principaux par les normes NF P15-301 et ENV 197-1. Ils sont notés CEM et numérotés de 1 à 5 en chiffres romains dans leur notation européenne (la notation française est indiquée entre parenthèse).

CEM I: Ciment portland (CPA - dans la notation française).

CEM II: Ciment portland composé (CPJ).

CEM III: Ciment de haut fourneau (CHF).

CEM IV: Ciment pouzzolanique (CPZ).

CEM V: Ciment au laitier et aux cendres (CLC).

**Tableau n°01 :Liste des différents types de ciments courants normalisés[5]**

Désignations	Types de Ciment	Teneur en clinker	Teneur en % de l'un des constituants (laitier, cendres, fumées de silice, pouzzolanes, calcaire, schistes)	Teneur en constituants secondaires
CEM I(CPA)	Ciment portland	95 à 100%	/	0 à 5%
CEM II/A (CPJ)  CEM II/B (CPJ)	Ciment portland compose	80 à 94%  65 à 79%	de 6 à 20 % de l'un quelconque des constituants, sauf dans les cas où le constituant est des fumées de silice auquel cas la proportion est limitée à 10 % (*) ;  de 21 à 35 % avec les mêmes restrictions que ci-dessus.	0 à 5%
CEM III/A (CHF) CEM III/B (CHF) CEM III/C (CLK)	Ciment de haut-fourneau	35 à 64 % 20 à 34 % 5 à 19 %	36 à 65 % de laitier de haut-fourneau 66 à 80 % de laitier de haut-fourneau 81 à 95 % de laitier de haut-fourneau	/
CEM IV/A (CPZ)  CEM IV/B (CPZ)	Ciment pouzzolanique	65 à 90 %  45 à 64 %	10 à 35 % de pouzzolanes, cendres siliceuses ou fumées de silice, ces dernières étant limitées à 10 %.  36 à 55 % comme si dessus	0 à 5 %
CEM V/A (CLC)  CEM V/A (CLC)	Ciment au laitier et aux cendres	40 à 64 %  20 à 39 %	18 à 30 % de laitier de haut-fourneau et 18 à 30 % de cendres siliceuses ou de pouzzolanes.  31 à 50 % de chacun des constituants comme ci-dessus	0 à 5 %

#### 1.2.1.4. Utilisations et applications du ciment :

- Béton
- Maçonnerie
- Chape
- Travaux d'ingénierie civile
- Produits préfabriqués
- Stabilisation des sols

#### 1.2.2. Le sable :

##### 1.2.2.2. Définition :

Le sable est un matériau granulaire composé de petites particules de roche, de coquillages, de corail et d'autres matières organiques et minérales. Il est souvent trouvé sur les plages et dans les déserts, mais peut également être extrait de carrières pour une utilisation dans la

construction. Le sable est utilisé dans la fabrication de béton, de mortier et d'autres matériaux de construction, ainsi que pour le sablage, la filtration et d'autres applications industrielles et commerciales .

### 1.2.2.3. Les différentes catégories du sable :

Il existe plusieurs catégories de sable, notamment:

- **Sable de construction** utilisé pour la construction de bâtiments, de routes et d'autres structures.
- **Sable de silice** utilisé dans la production de verre, de céramique et de semi-conducteurs.
- **Sable de fracturation** utilisé dans l'industrie pétrolière et gazière pour extraire des hydrocarbures de roches souterraines.
- **Sable de fonderie** utilisé dans la production de pièces moulées en métal.
- **Sable de filtration** utilisé dans les systèmes de filtration pour éliminer les impuretés de l'eau et d'autres liquides.
- **Sable de plage** utilisé pour les loisirs, la construction de bâtiments côtiers et d'autres applications similaires.

### 1.2.3. L'eau :

#### 1.2.3.1. Réactions chimiques impliquant l'eau dans le processus d'hydratation du mortier :

L'hydratation du mortier est un processus chimique complexe qui se produit lorsque le ciment est mélangé à de l'eau pour former une pâte. Voici les réactions chimiques principales impliquant l'eau dans le processus d'hydratation du mortier:

- **La réaction de dissolution :** Lorsque le ciment est mélangé à de l'eau, les composants solubles du ciment se dissolvent dans l'eau pour former une solution.
- **La réaction de précipitation :** Les ions dissous dans la solution réagissent pour former de nouveaux composés solides, tels que le silicate de calcium hydraté (C-S-H) et l'hydroxyde de calcium (CH).
- **La réaction d'hydratation :** Les nouveaux composés solides réagissent avec l'eau pour former des hydrates, qui sont des composés solides qui contiennent de l'eau. Les hydrates renforcent la structure du mortier et augmentent sa résistance.

En résumé, l'hydratation du mortier implique la dissolution du ciment dans l'eau, la réaction des ions dissous pour former de nouveaux composés solides, et la réaction des nouveaux composés solides avec l'eau pour former des hydrates solides.

### 1.2.3.2. Rôle de l'eau dans le mortier :

L'eau joue un rôle crucial dans la préparation du mortier. Voici quelques-uns des rôles les plus importants de l'eau dans le mortier :

- **Activation de la réaction de prise :** L'eau est nécessaire pour activer la réaction chimique qui se produit entre le ciment et les granulats pour former une pâte solide. Sans eau, la réaction de prise ne peut pas se produire.
- **Contrôle de la consistance :** La quantité d'eau ajoutée au mortier affecte sa consistance. Une quantité insuffisante d'eau rendra le mortier sec et difficile à travailler, tandis qu'une quantité excessive d'eau rendra le mortier trop mou et instable.
- **Amélioration de l'adhérence :** L'eau permet au mortier de mieux adhérer aux surfaces sur lesquelles il est appliqué. L'eau facilite également l'adhérence des granulats entre eux.
- **Amélioration de la résistance :** L'eau est nécessaire pour hydrater le ciment et former des hydrates solides. Les hydrates renforcent la structure du mortier et augmentent sa résistance.

En résumé, l'eau est essentielle pour activer la réaction de prise, contrôler la consistance, améliorer l'adhérence et renforcer la structure du mortier.

### 1.3. Propriétés du mortier :

- **Résistance mécanique :** résistance à la compression, résistance à la flexion
- **Adhérence :** liaison avec les matériaux de construction
- **Plasticité :** facilité de mise en œuvre et de modelage
- **Durabilité :** résistance aux intempéries, aux cycles de gel-dégel, à la corrosion, etc.
- **Perméabilité :** capacité à laisser passer l'humidité ou à la retenir

### 1.4. Les différents types de mortiers :

- **Mortier de ciment** fabriqué avec du ciment Portland gris ou blanc. Il est très résistant.
- **Mortier de chaux** fabriqué avec de la chaux hydraulique. Moins résistant et moins étanche que le mortier de ciment, il est plus souple et laisse respirer les murs.

- **Mortier bâtard**, fabriqué avec un mélange de ciment et de chaux, avec des caractéristiques intermédiaires entre le mortier de ciment et le mortier de chaux. La chaux apporte la plasticité (permet de réduire le risque de fissuration comparé au mortier de ciment pur), le ciment apporte la résistance et une vitesse de durcissement plus élevée.
- **Mortier réfractaire** à base de « ciment fondu ».
- **Mortier rapide** à base de ciment prompt ou mélange ciment portland gris + ciment fondu.

### 1.5. Applications :

Les mortiers sont utilisés dans une variété d'applications de construction et de réparation.

Voici quelques-unes des principales applications des mortiers :

- **Maçonnerie** : Les mortiers sont utilisés pour lier des briques, des blocs de béton, des pierres ou d'autres éléments de maçonnerie ensemble. Ils permettent de former des murs, des cloisons, des cheminées et d'autres structures en maçonnerie.
- **Jointoiment** : Les mortiers sont utilisés pour remplir les joints entre les briques ou les blocs dans les murs de maçonnerie. Ils assurent une liaison solide entre les éléments et aident à renforcer la structure en répartissant les charges.
- **Enduits** : Les mortiers peuvent être utilisés pour appliquer des enduits sur les surfaces de maçonnerie. Les enduits améliorent l'apparence, la protection et la durabilité des murs, tout en permettant d'obtenir des finitions lisses ou texturées.
- **Réparation de maçonnerie** : Les mortiers sont utilisés pour réparer les fissures, les joints défectueux ou les dommages sur les surfaces en maçonnerie. Ils permettent de restaurer l'intégrité structurelle et l'esthétique des structures en maçonnerie.
- **Chape** : Les mortiers peuvent être utilisés pour réaliser des chapes, qui sont des couches de nivellement et de support appliquées sur les planchers en préparation de la pose de revêtements de sol tels que le carrelage, le parquet, le vinyle, etc.
- **Scellement** : Les mortiers sont utilisés pour sceller les fissures ou les joints dans les structures en béton ou en maçonnerie afin d'empêcher l'infiltration d'eau, l'humidité ou les fuites.
- **Finition architecturale** : Les mortiers spéciaux, tels que les mortiers teintés ou les mortiers avec des additifs décoratifs, peuvent être utilisés pour créer des finitions

architecturales spécifiques, donnant une apparence esthétique et unique aux surfaces en maçonnerie.

- **Construction de cheminées et de poêles** : Les mortiers réfractaires sont utilisés pour construire et réparer les cheminées, les poêles et les foyers, car ils peuvent résister à des températures élevées sans se détériorer.

Il convient de noter que les applications spécifiques des mortiers peuvent varier en fonction des types de mortier utilisés, des exigences du projet, des conditions environnementales et des normes de construction applicables.

## CHAPITRE 2 : Généralités sur les adjuvants

### 1. Définition des adjuvants :

Les adjuvants des mortiers sont des substances ajoutées en petites quantités aux mélanges de mortier pour modifier leurs propriétés physiques et chimiques. Ils agissent en interagissant avec les constituants du mortier pour améliorer certaines caractéristiques spécifiques, telles que la maniabilité, la résistance, l'adhérence, la durabilité, etc. Les adjuvants peuvent être d'origine organique, inorganique ou synthétique [6,7].

### 2. Classification des adjuvants en fonction de leur fonction [7]:

- **Plastifiants :**

Les plastifiants, également appelés réducteurs d'eau, sont les adjuvants les plus couramment utilisés. Ils réduisent la quantité d'eau nécessaire pour atteindre la consistance souhaitée du mortier tout en maintenant une bonne maniabilité. Cela permet d'améliorer la compacité, la cohésion et la résistance du mortier.

- **Super plastifiants :**

Les super plastifiants, également connus sous le nom d'hyper plastifiants ou de fluidifiants à haute réduction d'eau, sont des adjuvants qui confèrent une excellente fluidité et une très faible consistance au mortier. Ils permettent d'obtenir des mélanges très fluides et auto nivelant sans sacrifier la résistance mécanique.

- **Accélérateurs de prise :**

Les accélérateurs de prise sont des adjuvants qui accélèrent le processus de prise et de durcissement du mortier. Ils sont utiles lorsque l'on souhaite réduire le temps de prise ou lorsque les conditions environnementales sont défavorables, telles que des températures basses.

- **Retardateurs de prise :**

Les retardateurs de prise, comme leur nom l'indique, ralentissent le temps de prise du mortier. Ils sont utilisés lorsque l'on souhaite prolonger le temps de travail ou lorsque les conditions environnementales sont chaudes, ce qui pourrait accélérer la prise du mortier.

- **Hydrofuges :**

Les hydrofuges, également appelés agents imperméabilisants, sont des adjuvants qui réduisent la perméabilité du mortier à l'eau. Ils agissent en repoussant l'eau ou en réduisant les canaux capillaires, ce qui améliore la résistance du mortier aux infiltrations d'eau et aux effets négatifs de l'humidité.

- **Agents de dispersion :**

Les agents de dispersion sont des adjuvants qui facilitent la dispersion des particules solides dans le mortier. Ils améliorent la répartition uniforme des particules de ciment et de sable, favorisant ainsi la cohésion et la résistance du mortier.

- **Fibres :**

Les fibres sont des adjuvants ajoutés aux mortiers pour améliorer leur résistance à la fissuration. Elles renforcent la structure du mortier en répartissant les contraintes et en limitant la propagation des fissures.

Cette classification des adjuvants est basée sur leurs fonctions principales, mais il existe d'autres types d'adjuvants spécifiques, tels que les pigments pour la coloration des mortiers ou les agents de stabilisation pour les mortiers destinés à des applications particulières.

### **3. Les générations des plastifiants :**

Les plastifiants sont des adjuvants couramment utilisés dans l'industrie des plastiques pour améliorer la flexibilité et la durabilité des matériaux. Ils sont classés en générations en fonction de leur structure chimique et de leur date d'introduction. Les générations courantes de plastifiants sont les suivantes :

- **Première génération :** Les plastifiants à base de phtalate, tels que le DEHP, ont été les premiers plastifiants utilisés dans l'industrie des plastiques. Ils sont encore largement utilisés aujourd'hui en raison de leur faible coût et de leur efficacité.
- **Deuxième génération :** Les plastifiants à base de polycarbonates, tels que le bisphénol A, ont été introduits pour remplacer les phtalates en raison de préoccupations environnementales et de santé. Cependant, ils ont également été associés à des problèmes de santé et sont maintenant considérés comme étant en voie de disparition.

- **Troisième génération** : Les plastifiants à base de polyesters, tels que l'acide adipique, sont plus récents et sont considérés comme une alternative plus sûre et plus durable aux phtalates et aux polycarbonates.
- **Quatrième génération** : Les plastifiants à base de bio-sourcés, tels que les huiles végétales, sont en cours de développement pour répondre aux préoccupations environnementales et de santé liées aux plastifiants traditionnels.

En résumé, les plastifiants sont classés en générations en fonction de leur structure chimique et de leur date d'introduction. Les générations courantes de plastifiants sont la première génération (phtalates), la deuxième génération (polycarbonates), la troisième génération (polyesters) et la quatrième génération (bio-sourcés).

#### **4. Propriétés améliorées par l'utilisation des adjuvants :**

- **Amélioration de la maniabilité et de l'ouvrabilité des mortiers :**

Les adjuvants, tels que les plastifiants et les super plastifiants, améliorent la maniabilité et l'ouvrabilité des mortiers en réduisant la viscosité et en facilitant leur mise en œuvre. Cela permet un meilleur mélange, une répartition uniforme et un compactage plus efficace du mortier, ce qui facilite les travaux de construction.

- **Réduction de la quantité d'eau nécessaire :**

Les adjuvants, comme les plastifiants, permettent de réduire la quantité d'eau nécessaire pour obtenir la consistance souhaitée du mortier. Cela a un double avantage : réduire le retrait du mortier lors du durcissement et augmenter la résistance mécanique du matériau. En réduisant la quantité d'eau, on améliore également la compacité et la densité du mortier.

- **Amélioration des propriétés mécaniques des mortiers :**

Les adjuvants contribuent à améliorer les propriétés mécaniques des mortiers, tels que la résistance à la compression, la résistance à la flexion et l'adhérence. Les plastifiants et les super plastifiants permettent de réduire la porosité et d'améliorer la cohésion du mortier, ce qui se traduit par une plus grande résistance aux contraintes mécaniques.

- **Amélioration de la résistance aux agents agressifs :**

Certains adjuvants, tels que les hydrofuges, améliorent la résistance des mortiers aux agents agressifs tels que l'eau, les produits chimiques, les sels ou les agents de dégradation

atmosphérique. Ils réduisent la perméabilité du mortier et empêchent la pénétration des substances nocives, ce qui prolonge la durabilité des structures.

- **Contrôle du temps de prise des mortiers :**

Les adjuvants, tels que les accélérateurs de prise et les retardateurs de prise, permettent de contrôler le temps de prise du mortier en fonction des besoins du projet. Les accélérateurs de prise réduisent le temps de prise, ce qui est utile lors de travaux nécessitant une prise rapide. Les retardateurs de prise prolongent le temps de prise, ce qui est bénéfique lorsque des délais de travail plus longs sont nécessaires.

En utilisant les adjuvants de manière appropriée, il est possible d'améliorer ces différentes propriétés des mortiers, ce qui contribue à la qualité, à la performance et à la durabilité des structures construites. Cependant, il est important de respecter les recommandations des fabricants concernant les dosages et les méthodes d'application pour maximiser les avantages des adjuvants.

## **5. Méthodes d'application des adjuvants :**

### **A. Dosage et ajout des adjuvants dans le mélange de mortier :**

L'application des adjuvants dans les mortiers nécessite un dosage précis pour obtenir les effets désirés. Les fabricants d'adjuvants fournissent des recommandations spécifiques concernant les dosages appropriés en fonction du type de mortier, des conditions environnementales et des propriétés souhaitées. Il est important de respecter ces dosages recommandés pour éviter des effets indésirables sur les performances du mortier.

L'ajout des adjuvants se fait généralement lors de la préparation du mélange de mortier. Les adjuvants peuvent être ajoutés directement à l'eau de gâchage ou mélangés avec les autres composants (ciment, sable, etc.) avant l'ajout de l'eau. Il est essentiel de bien mélanger le mortier après l'ajout des adjuvants pour assurer une distribution uniforme et une activation adéquate.

### **B. Effets de l'ajout d'adjuvants sur les propriétés du mortier :**

L'ajout d'adjuvants peut avoir différents effets sur les propriétés du mortier, en fonction du type d'adjuvant utilisé. Certains adjuvants améliorent la maniabilité et l'ouvrabilité du mortier, tandis que d'autres influencent la prise, la résistance mécanique, la durabilité ou d'autres caractéristiques spécifiques.

Il est important de comprendre les effets spécifiques des adjuvants utilisés afin de les intégrer de manière appropriée dans la formulation des mortiers. Cela nécessite une connaissance approfondie des caractéristiques des adjuvants et de leurs interactions avec les autres constituants du mortier.

### **C. Importance du respect des recommandations du fabricant :**

Le respect des recommandations du fabricant d'adjuvants est crucial pour garantir des résultats optimaux et éviter des problèmes potentiels. Les fabricants fournissent des informations détaillées sur les dosages recommandés, les méthodes d'application, les précautions à prendre, ainsi que les propriétés attendues des mortiers.

En suivant ces recommandations, on s'assure que les adjuvants sont utilisés de manière appropriée, ce qui maximise les avantages attendus tout en minimisant les risques de détérioration des performances du mortier.

Il est également recommandé de consulter les spécifications techniques des adjuvants et de se référer aux normes de l'industrie de la construction pour s'assurer de la conformité des adjuvants utilisés.

## **6. Exemples d'utilisation des adjuvants dans différents types de mortiers :**

### **○ Mortiers de réparation et de rénovation :**

Les mortiers utilisés pour la réparation et la rénovation des structures bénéficient souvent de l'utilisation d'adjuvants pour améliorer leurs performances. Les plastifiants peuvent être ajoutés pour améliorer la maniabilité et faciliter l'application du mortier de réparation. Les fibres peuvent être utilisées pour renforcer le mortier et améliorer sa résistance aux fissures. Les adjuvants hydrofuges peuvent également être utilisés pour augmenter la résistance à l'eau et à l'humidité.

### **○ Mortiers pour joints de maçonnerie :**

Les mortiers utilisés pour les joints de maçonnerie, tels que les joints entre les briques ou les pierres, peuvent bénéficier de l'utilisation d'adjuvants. Les plastifiants sont couramment utilisés pour améliorer la maniabilité et l'adhérence du mortier de jointoiement. Les adjuvants hydrofuges peuvent également être ajoutés pour améliorer la résistance aux infiltrations d'eau et la durabilité des joints.

### ○ **Mortiers pour carrelage et revêtements :**

Les mortiers utilisés pour la pose de carrelage et d'autres revêtements bénéficient souvent de l'utilisation d'adjuvants spécifiques. Les super plastifiants peuvent être ajoutés pour obtenir une meilleure fluidité du mortier et faciliter la pose des carreaux. Les adjuvants hydrofuges sont couramment utilisés pour améliorer la résistance à l'eau et faciliter l'entretien des surfaces carrelées. De plus, des adjuvants de dispersion peuvent être utilisés pour assurer une répartition uniforme des particules de ciment et de sable, ce qui améliore la cohésion et la résistance du mortier.

Ces exemples illustrent comment les adjuvants peuvent être utilisés de manière spécifique en fonction des besoins et des applications des mortiers. Les adjuvants permettent d'optimiser les performances des mortiers, d'améliorer leur durabilité et de faciliter leur mise en œuvre dans divers contextes de construction et de rénovation.

### **7. Avantages et considérations de l'utilisation des adjuvants :**

- ✓ **Amélioration des propriétés du mortier :** Les adjuvants permettent d'améliorer diverses propriétés du mortier, telles que la maniabilité, la résistance mécanique, la durabilité, la résistance aux agents agressifs, etc.
- ✓ **Flexibilité de formulation :** Les adjuvants offrent une flexibilité dans la formulation des mortiers en permettant d'adapter les propriétés en fonction des exigences spécifiques du projet.
- ✓ **Optimisation des ressources :** Les adjuvants permettent souvent de réduire la quantité d'eau et de ciment nécessaire, ce qui peut conduire à des économies de matériaux et à une réduction des coûts.
- ✓ **Amélioration de l'efficacité de la construction :** Les adjuvants facilitent la mise en œuvre des mortiers en améliorant leur maniabilité et en réduisant le temps de prise, ce qui peut accélérer les délais de construction.

### **8. Facteurs à prendre en compte lors de l'utilisation des adjuvants :**

- ✓ **Compatibilité :** Il est essentiel de choisir des adjuvants compatibles avec les autres constituants du mortier, tels que le ciment, le sable, etc., afin d'éviter des réactions indésirables ou des altérations des propriétés du mortier.

- ✓ **Dosage approprié** : Il est important de respecter les dosages recommandés par les fabricants pour garantir les effets souhaités sans compromettre les performances du mortier.
- ✓ **Qualité des adjuvants** : Il est crucial de choisir des adjuvants de haute qualité, conformes aux normes et aux spécifications appropriées, pour assurer leur efficacité et leur fiabilité.
- ✓ **Suivi des recommandations** : Les recommandations des fabricants concernant le stockage, l'application et les précautions spécifiques doivent être suivies pour une utilisation appropriée des adjuvants.
- ✓ **Essais et évaluations** : Avant d'utiliser des adjuvants dans des projets majeurs, il est recommandé de procéder à des essais et à des évaluations pour s'assurer de leur compatibilité et de leurs performances dans les conditions spécifiques du projet.

En conclusion, l'utilisation des adjuvants dans les mortiers offre de nombreux avantages en améliorant les propriétés, la maniabilité et la durabilité des mortiers. Cependant, il est important de prendre en compte les considérations telles que la compatibilité, le dosage, la qualité des adjuvants et le respect des recommandations pour garantir une utilisation efficace et sans risque des adjuvants dans les mortiers.

**Partie II**

**COMPOSITION DES MORTIERS  
& PROCEDURES  
EXPERIMENTALES**

# **Partie II : COMPOSITION DES MORTIERS & PROCEDURES EXPERIMENTALES**

## **CHAPITRE 1 : Compositions des Mortiers**

### **1. Formulation des mortiers :**

En général, dans la construction que ce soit dans le bâtiment, ou travaux publics les travaux de réalisation sont souvent régis par un cahier des charges dans lequel sont dictés, parmi d'autres les exigences sur les matériaux à utiliser ainsi que leurs propriétés. La formulation d'un béton et aussi d'un mortier doit répondre à des exigences telles que la provenance, la qualité et la préparation des matériaux utilisés ; les propriétés mécaniques et de durabilité du béton, etc. Dans le cas courant le cahier des charges concerne le plus souvent la résistance à la compression à 28 jours et la consistance. Pour le cas de notre étude, nous avons choisi de travailler avec les mortiers. Pour la composition de nos mortiers on s'est basée sur le principe de composition du mortier normalisées les quantités des produits sont choisies dans les rapports ainsi :

- La masse de l'eau c'est 400 g
- La masse de ciment c'est 700 g
- La masse de sable 0/1 c'est 520 g
- La masse de sable 0/4 c'est 1200 g

Dans le cas du mortier normalisé le sable à utiliser est un sable normalisé qui doit satisfaire plusieurs critères bien définis dans la norme.

### **2. Matériaux et formulation :**

#### **2.1 Matériaux utilisés :**

##### **2.1.1. Les éléments du mortier :**

- **Ciment :** Pour la fabrication des éprouvettes et l'étude de la rhéologie nous avons utilisé un ciment Portland composé (CPJ CEM II/B 42.5N NA442), ciment Lafarge MATINE, ciment pour béton exigeant. La composition minéralogique du Clinker, selon la formule de Bogue.

- **Sable 0/4 :** Le sable 0/4 est un type de sable utilisé dans la construction pour la réalisation de mortiers et de bétons. Il est caractérisé par une granulométrie fine, avec des grains de sable d'un diamètre allant de 0 à 4 millimètres.
- **Sable 0/1 :** Le sable 0/1 est un type de sable avec une granulométrie fine, avec des grains de sable d'un diamètre allant de 0 à 1 millimètre. Ce type de sable est souvent utilisé dans la construction pour la réalisation de mortiers et de bétons, ainsi que pour la réalisation de joints de carrelage.
- **Eau de gâchage :** L'eau utilisée dans cette étude est l'eau potable du robinet.

## 2.1.2. Les Adjuvants de sika :

### 2.1.2.1. Fluidifiant polycarboxylat (Sika® ViscoCrete®-225 P) [8] :

Sika® ViscoCrete®-225 P est un fluidifiant à hautes performances pour béton et mortier, sous forme de poudre, à base de la technologie polymère polycarboxylate Sika® ViscoCrete®.

**A- Les utilisations :** Sika® ViscoCrete®-225 P a été spécialement développé pour des applications dans des systèmes ayant une teneur élevée en sulfate de calcium ou à base de liant plâtre pur. Le produit est spécialement adapté pour la fabrication de mélanges secs pour des applications telles que :

- Chapes, chapes fluides et enduits de lissage
- Mortiers de calage et de scellement, mortiers de réparation, colles à carrelage.
- Plâtre à bâtir, plâtre à enduire, stuc, colles et produits de jointoiement, plâtre à mouler, plâtre dentaire et médical.

Il peut être utilisé avec les liants suivants :

- Liants à base de sulfate de calcium ( $\alpha$  et  $\beta$  hémihydrate, anhydrite naturelle/thermique/synthétique).
- Liants ternaires (ciment Portland + ciment aluminocalcique + sulfate de calcium) .
- Ciments Portland et ciments composés, en particulier ciment à forte teneur en C3A, en sulfate et en alcalins.

**B- Caractéristiques / avantages :** Sika® ViscoCrete®-225 P s'adsorbe à la surface des grains. Sous le double effet de la répulsion électrostatique et de l'encombrement stérique, il provoque la défloculation totale des particules fines. Parmi les avantages de Sika® ViscoCrete®-225 P, on peut citer :

- Importante réduction d'eau, d'où une compacité et des résistances mécaniques élevées
- Excellent pouvoir fluidifiant, d'où une réduction importante de l'énergie de mise en place.
- Développement rapide des résistances mécaniques initiales
- Retrait et fluage réduits
- Temps de malaxage court, grâce à une adsorption très rapide
- Excellent maintien de la rhéologie dans le temps
- Faible influence sur la vitesse d'hydratation, d'où un besoin limité en activateur / accélérateur
- Efficacité dans un large domaine de pH
- Compatibilité avec les autres adjuvants (p.ex. l'acide citrique)
- Aucune émanation de formaldéhyde ou d'ammoniac.

### C- Information sur le produit :

**Tableau n°02 :Information sur Sika® ViscoCrete®-225 P**

Base chimique	Polycarboxylate modifié
Conditionnement	Sac de 20 kg / Palette de 800 kg
Apparence / Couleur	Poudre blanche à jaunâtre
Durée de vie	Tant que son emballage d'origine est intact, le produit peut être conservé au moins 24 mois après la date de fabrication.
Conditions d'entreposage	Tenir au sec, à une température inférieure à + 30 °C. Protéger du rayonne-1 / 3ment solaire direct.
Masse volumique	Apparente 0,6 ± 0,1 g/cm <sup>3</sup>
pH	4,0 ± 0,5 à 23 °C (en solution à 40 %)
Teneur totale en ions chlorure	≤ 0,1 %
Équivalent oxyde de sodium	≤ 2,0 %

### 1.2.1.2.2. Super plastifiant polycarboxylat p 7.5 [9]:

- A. Description :** Sika® ViscoCrete® PC-7.5 est une super plastifiante haute performance à base de polycarboxylate Sika® ViscoCrete® technologie des polymères . Le Super plastifiant polycarboxylat P 7.5 est un additif utilisé dans la fabrication de béton pour améliorer la fluidité et la maniabilité du béton. Il permet de réduire la quantité d'eau nécessaire pour obtenir un béton de consistance souhaitée, tout en améliorant sa résistance et sa durabilité. Ce type de super plastifiant est souvent utilisé dans les projets de construction nécessitant des bétons à haute performance et à faible teneur en eau.
- B. Les usages :** Le Sika® ViscoCrete® PC-7.5 fait partie de la boîte à outils Sika® ViscoCrete® et doit être utilisé en conséquence. Le Sika® ViscoCrete® PC-7.5 est particulièrement adapté à la production de mélanges de béton qui nécessitent des développements de la force, puissante réduction de l'eau et fluidité améliorée.
- C. Caractéristiques / avantages :** Le Sika® ViscoCrete® PC-7.5 est une super plastifiant puissant et agit à travers plusieurs mécanismes différents, y compris l'adsorption de surface et les effets de séparation stérique les particules de liant. Les domaines d'accessoires avantageux suivants sont atteints :
- Augmentation prononcée du développement de la résistance initiale, résultant en des temps de dénudage très économiques pour béton préfabriqué et coulé sur place
  - Réduction d'eau extrêmement puissante, résultant en haute densité, haute résistance et perméabilité réduite pour l'eau etc...
  - Effet plastifiant supérieur, résultant en une amélioration coulabilité, mise en place et comportement au compactage
  - Le Sika® ViscoCrete® PC-7.5 ne contient ni chlorures ni tout autre ingrédient qui favorise la corrosion acier. Il convient donc pour une utilisation dans des ouvrages en béton précontraint.

**D- Information du produit :****Tableau n°03 :Information sur Sika® ViscoCrete® PC-7.5**

Composition	<b>Polycarboxylate modifié dans l'eau</b>
Emballage	Fût-IBC-Approvisionnement en vrac
Apparence / Collor	Liquide blanc-jaunâtre légèrement trouble
Durée de conservation	12 mois de durée de conservation à compter de la date de production si stocké correctement dans son emballage d'origine intact, non ouvert et scellé
Conditions de stockage	Stockage à des températures comprises entre 10 °C et 30 °C. Protéger de la lumière directe du soleil, du gel et de la contamination.c
Densité	~1.11 kg/l a +23°C
Valeur pH	~3.5
Teneur en matière sèche conventionnelle	~55 M.-%
Viscosité	~500 mPa·s at +23°C

## Chapitre 2 : Procédures expérimentales

### 1. Procédures expérimentales et condition de conservations :

#### 1.1. Confections des mortiers :

Pour la confection des mortiers, il faut préparer le matériel ainsi que les matériaux nécessaires. Pour uniformiser les essais, Nous avons pris deux différente dimension de sable a une quantité fixe, d'eau, ciment et chaque l'adjuvant .

On a préparé 6 mélanges pour 18 expériences :

**A-** Mélange de sable 0/4 et sable 0/1 avec le ciment est une quantité de l'eau.

**B-** Mélange de sable 0/4 et sable 0/1 avec le ciment est un volume de l'eau avec une quantité de adjuvant sika 225 p.

**A-** Mélange de sable 0/4 et sable 0/1 avec le ciment est un volume de l'eau avec une quantité de adjuvant sika 7.5 p.

**B-** Mélange de sable 0/4 et sable 0/1 avec le ciment est un volume de l'eau avec une quantité de adjuvant Triton.

**C-** Mélange de sable 0/4 et sable 0/1 avec le ciment est un volume de l'eau avec une quantité de adjuvant Igepal.

**D-** Mélange de sable 0/4 et sable 0/1 avec le ciment est un volume de l'eau avec une quantité de adjuvant SDS.

#### 1.2. Préparation de la gâchée :

Pour la préparation des mortiers on a à chaque fois répété le protocole suivant :

**1-** Huiler l'intérieur des moules d'une légère couche pour faciliter le démoulage.

Une attention particulière doit être donnée à la couche d'huile à mettre, car une présence trop prononcé d'huile peut affecter le mélange de mortier en s'infiltrant dans le mélange nuisant à la réaction d'hydratation et diminuant sa résistance à la compression.

**2-** Préparer tout le matériel et matériaux nécessaire pour la confection des mortiers.  
Préparer les pesées des matériaux à utilisés (les sables, ciment, eau, les adjuvants ).

Tout le matériel nécessaire est préparé (balance, récipient, spatules, truelles, bac plastique, table vibrante, éprouvettes graduées...). Tout le matériel est pré-humidifié.

- 3- Après avoir déterminé les proportions de chaque composant, la séquence de malaxage retenue est la suivante :
  - a. Humidifier tout le matériel à utiliser.
  - b. Mettre les deux dimensions du sable avec le ciment dans le bac en plastique humidifié.
  - c. Après 30s de malaxage de mélange à une vitesse lente pour préparer un mélange homogène.
  - d. Ajouter l'eau et l'adjuvant, ensuite mélanger le tout à vitesse lente pendant 30s.
  - e. Arrêter le malaxeur et procéder au raclage.
  - f. Verser l'eau restante dans la cuve et mettre le malaxeur en vitesse rapide et continuer le malaxage pendant 30s supplémentaires jusqu'à obtention d'une pâte homogène.
  - g. Disposer le moule 7×7×28 cm sur la table vibrante.
  - h. Remplir le moule au 2/3, puis vibrer 10s.
  - i. Ajouter le reste du mélange, puis vibré 10s.
  - j. Araser à l'aide d'une règle le surplus du mortier.
  - k. Couvrir d'une membrane étanche pour éviter l'évaporation de l'eau.
  - l. Démoulage des éprouvettes après 24 heures ;
  - m. Identifier au feutre, les placer dans de l'eau à 20°C pour la cure du béton.



**Figure N°(03) : Gâchée du mortier**



**Figure N°(04) : Mortier après arasement**

### 1.3. Démoulage et Cure du béton :

Les éprouvettes prismatiques 7×7×28 cm ont été démoulées à 24 heures (Figure II.8) et conservées dans de l'eau à 20°C pendant toute la durée du durcissement. Cette cure permet d'éviter l'évaporation de l'eau contenue dans les mortiers.

Au 28<sup>ème</sup> jour les éprouvettes sont retirées d'eau et pesées une à une.

Les résistances mécaniques (traction par flexion et compression) des éprouvettes de mortier ont été testées à l'échéance de 1<sup>er</sup> jour, 7<sup>ème</sup> jour et 28<sup>ème</sup> jour.



Figure N°(05) : Mortiers 7×7×28 cm<sup>3</sup>

## 2. Comportement mécanique des mortiers [10,11]:

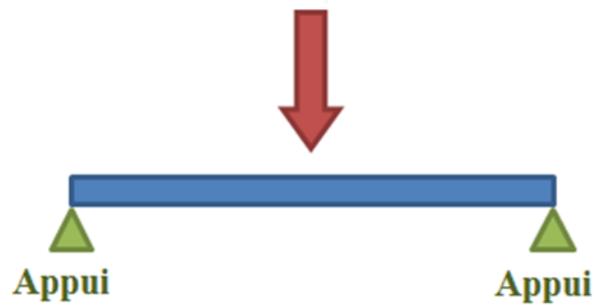
Des essais mécaniques sont utilisés pour caractériser les mortiers :

- 1- La flexion trois points sur trois éprouvettes de 7×7×28 cm<sup>3</sup>.
- 2- La compression pure sur les demi-échantillons issus du test précédent.

### 2.1. Traction par flexion :

La flexion est une contrainte qui résulte de la déformation d'un matériau sous l'application d'une force ou d'un moment qui tend à le courber. Lorsqu'une poutre ou une plaque de mortier est soumise à une charge externe, elle fléchit, c'est-à-dire qu'elle se déforme et s'incurve. La flexion provoque une combinaison de contraintes de compression et de tension à l'intérieur du matériau. Dans le cas du mortier, la flexion peut se produire lorsqu'il est utilisé comme

matériau de jointoiment entre des éléments de maçonnerie ou lorsqu'il est utilisé pour réaliser des éléments structuraux plus minces, tels que des dalles ou des voiles.



**Figure N°(06) : La flexion trois points**

Après avoir démoulées l'éprouvettes, nous les mettons dans la presse de flexion pour mesurer la résistance est la charge pour les six mélanges.

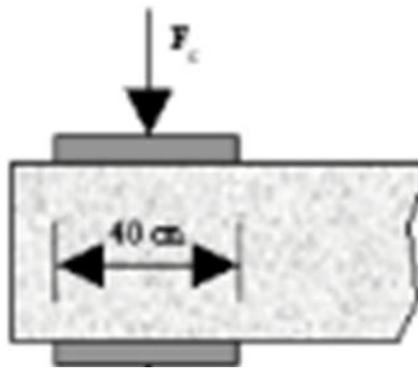
Nous avons mélangé chaque mélange neuf fois, trois éprouvettes pour le 1er jour et trois éprouvettes pour 7 jours et trois éprouvettes pour 28 jours, après on a calculer la moyenne entre chaque trois éprouvettes de la même durée pour une valeur plus exact.



**Figure N°(07) : Mortier soumis à la flexion 3 points**

## 2.2. Traction par compression :

La compression est une contrainte qui résulte de la compression ou de l'écrasement d'un matériau sous une force externe. Lorsque des charges sont appliquées sur le mortier, par exemple dans une structure de maçonnerie, le mortier subit une compression. La compression se produit lorsque les forces sont dirigées vers l'intérieur du matériau, le comprimant et réduisant son volume. Le mortier est conçu pour résister à des contraintes de compression et à une compression excessive peut provoquer une déformation permanente ou une défaillance du matériau.



**Figure N°(08) : Dispositif de rupture en compression**

Après la mesure par flexion, on a six pièces au lieu de trois pièces dans chaque durée. Dans la deuxième partie, on a mesuré la charge et la résistance par compression. Nous avons mesuré chaque mélange dix-huitième fois, six éprouvettes pour chaque durée, pour le 1er jour et pour le 7<sup>ème</sup> jours est après 28 jours.

Après nous avons mesuré la moyenne de chaque mélange de la résistance est la charge.



**Figure N°(09) : Mortier soumis à la compression pure**

Il est important de noter que la résistance du mortier à la flexion et à la compression dépend de plusieurs facteurs, tels que la composition du mortier, le rapport eau-ciment, les propriétés des agrégats et la qualité de la fabrication. Ces propriétés mécaniques du mortier sont évaluées à l'aide de tests de laboratoire spécifiques, tels que les tests de flexion et de compression, qui permettent de déterminer la résistance et les caractéristiques de déformation du mortier dans différentes conditions de chargement. Ces tests sont importants pour assurer la durabilité et la performance structurelle du mortier dans les applications de construction.

### **3. Confection des mortiers pour la rhéologie (étalement) :**

#### **3.1. Préparation de la gâchée :**

Les conditions de travail sont les mêmes que celles présenter pour la préparation des mortiers destinés à la caractérisation de la résistance.

- 1- Préparer tout le matériel et matériau nécessaire pour la confection des mortiers.  
Préparer les pesées des matériaux à utilisés ;
- 2- Tout le matériel nécessaire est préparé (balance, malaxeur, cône d'Abrams, spatules, éprouvettes graduées, pieds à coulisse, règle...). Tout le matériel est pré-humidifié;
- 3- Après avoir déterminé les proportions de chaque composant, la séquence de malaxage retenue a été la suivante :
  - a. Humidifier tout le matériel à utiliser.
  - b. Mettre les deux dimensions du sable avec le ciment dans le bac en plastique humidifié.
  - c. Après 30s de malaxage de mélange a une vitesse lente pour préparer un mélange homogène.
  - d. Ajouter l'eau et l'adjuvant, ensuite mélanger le tout à vitesse lente pendant 30s ;
  - e. Arrêter le malaxeur et procéder au raclage.
  - f. Verser l'eau restante dans la cuve et mettre le malaxeur en vitesse rapide et continuer le malaxage pendant 30s supplémentaires jusqu'à obtention d'une pâte homogène.
  - g. Disposer le cône d'Abrams sur une surface lisse horizontale.
  - h. Le remplir de mortier progressivement jusqu'à la surface.
  - i. A l'aide d'une règle araser soigneusement la surface.
  - j. Retiré verticalement avec les deux mains posées de part et d'autres du moule.

L'échantillon de mortier s'effondre sous son poids propre, une fois le mortier stable, on mesure à l'aide du Pied à coulisse l'étalement et à l'aide d'une règle graduée l'affaissement.

#### **3.2. Mesure de l'étalement des mortiers :**

L'étalement du mortier, également connu sous le nom de fluidité ou d'écoulement, fait référence à la mesure de la consistance du mortier frais. C'est une caractéristique importante du mortier qui indique sa facilité à se déplacer et à s'étaler lorsqu'il est travaillé. L'étalement est généralement mesuré en termes de diamètre horizontal de l'écoulement du mortier.

L'étalement du mortier est un indicateur important pour le processus de construction car il affecte la maniabilité et la facilité de mise en œuvre du mortier. Un mortier avec un étalement

excessif peut être difficile à manipuler et peut entraîner des problèmes de retrait excessif et de perte de résistance. En revanche, un mortier avec un étalement insuffisant peut être difficile à appliquer et à répartir de manière uniforme.

L'étalement est le diamètre de la surface étalée, il est déterminé par la moyenne des deux mesures diamétralement opposées. L'une la plus large dimension de la galette formée à l'étalement est l'autre perpendiculaire à la première mesure.

Il consiste à couler du béton dans un cône en acier (cône d'Abrams), mesurant 300 mm de haut, avec un diamètre inférieur de 200 mm et supérieur de 100 mm.

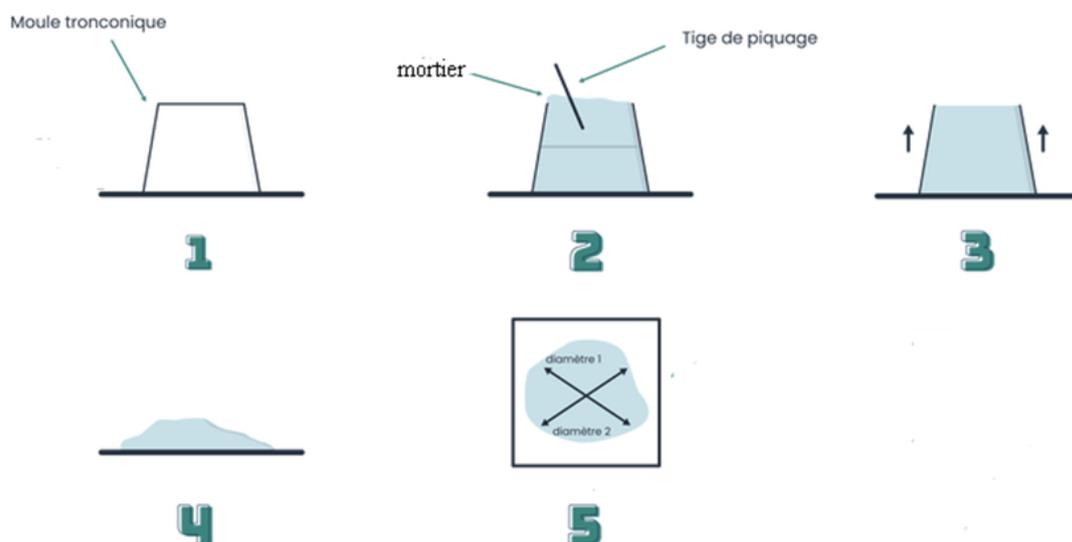
**Étape 1 :** L'essai se réalise sur une surface horizontale. En dessous du cône, on humidifie légèrement la plaque pour éviter que le mortier colle au lit de la plaque.

**Étape 2 :** On va combler le moule en plusieurs couches, et utiliser une tige pour venir piquer 25 fois chaque couche

**Étape 3 :** Une fois le cône rempli, on vient araser sa surface.

**Étape 4 :** Puis on démoule le mortier pour observer à quel point cette dernière retombe.

**Étape 5 :** Utilisez la règle ou le gabarit pour mesurer la distance horizontale maximale entre les bords du mortier étalé. Cela représente



**Figure N°(10) : Mesure de l'étalement**

#### 4. L'extraction à sec :

L'extrait sec est généralement exprimé en pourcentage de poids. Il représente la quantité de résidu sec restant après l'élimination de l'eau ou du solvant par évaporation ou séchage.

La mesure de l'extrait sec est importante dans de nombreux domaines, notamment l'industrie alimentaire, l'agriculture, la chimie et l'environnement. Elle permet de déterminer la concentration de matières solides dans une solution ou un matériau, ce qui peut être essentiel pour évaluer la qualité, la pureté ou les propriétés physiques d'une substance. Par exemple, dans l'industrie alimentaire, la mesure de l'extrait sec peut être utilisée pour évaluer la teneur en matières solides dans les jus, les sirops, les poudres, etc.

Pour les cinq adjuvants nous avons utilisé les étapes suivant :

1. Préparer l'appareil : nettoyer soigneusement l'appareil et les instruments de mesure, vérifier que l'appareil est bien calibré et que les balances sont précises.
2. Préparer l'échantillon : prélever un échantillon liquide représentatif de la substance à mesurer et le placer dans une coupelle propre et sèche.
3. Peser l'échantillon : placer la coupelle avec l'échantillon sur la balance et noter le poids initial.
4. Evaporer l'eau : placer la coupelle avec l'échantillon sur l'appareil d'extrait sec et faire chauffer doucement jusqu'à ce que toute l'eau s'évapore. Noter le poids final.
5. Calculer la concentration : soustraire le poids final du poids initial pour obtenir la masse d'extrait sec. Diviser la masse d'extrait sec par le volume de l'échantillon pour obtenir la concentration de la substance dans le liquide.
6. Répéter le processus : répéter ces étapes pour chaque échantillon à mesurer, en veillant à nettoyer soigneusement l'appareil et les instruments de mesure entre chaque utilisation.
7. Analyser les résultats : analyser les résultats pour déterminer la concentration moyenne de la substance dans les échantillons testés.



**Figure N°(11) : Appareil d'extraction à sec**



**Figure N°(12) : Les coupelles**

## **5. Les essais sur Le ciment :**

### **5.1. Consistance normale :**

La consistance normale Consiste à déterminer la quantité d'eau nécessaire pour hydrater le ciment.

- Peser l'eau et le ciment.
- Introduire l'eau et le ciment à vitesse lente pendant 30S.
- Mettre immédiatement le malaxeur en marche à petite vitesse pendant 60S
- Repos et raclage pendant 30S.
- Continuer le malaxage à vitesse rapide pendant 90s.
- Mesure la consistance



**Figure N°(13) : Malaxeur automatique de béton**

Notre plan de travail pour mesurer la consistance d'un échantillon de ciment :

- 1. Préparer l'appareil :** nettoyer soigneusement l'appareil et les instruments de mesure, vérifier que l'appareil est bien calibré et que les instruments de mesure sont précis.
- 2. Préparer l'échantillon :** préparer un échantillon de ciment représentatif selon les instructions du fabricant. Pour cela, mélanger soigneusement le ciment avec de l'eau à une température de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , jusqu'à obtenir une pâte homogène.
- 3. Mesurer la consistance :** placer l'échantillon dans l'appareil de mesure de la consistance (appelé "l'appareil de Vicat") et suivre les instructions pour mesurer la profondeur de pénétration d'une aiguille standardisée dans l'échantillon. Noter la valeur de la consistance.
- 4. Analyser les résultats :** analyser les résultats pour déterminer la consistance du ciment testé. La consistance est déterminée par la profondeur de pénétration de l'aiguille.
- 5. Répéter le processus :** répéter ces étapes pour chaque échantillon à mesurer, en veillant à nettoyer soigneusement l'appareil et les instruments de mesure entre chaque utilisation.
- 6. Interpréter les résultats :** interpréter les résultats pour déterminer si le ciment testé répond aux exigences de consistance pour son utilisation prévue.

N'oublie pas de suivre les instructions du fabricant pour préparer l'échantillon et utiliser l'appareil de mesure de manière appropriée.

## 5.2. Temps de prise [12]:

Le temps de prise du ciment fait référence à la période pendant laquelle le ciment passe de l'état fluide à l'état durci lorsqu'il est mélangé avec de l'eau. Le ciment subit une réaction chimique appelée hydratation, au cours de laquelle il forme des liaisons chimiques et durcit progressivement .

Le temps de prise du ciment est mesuré en fonction du début de l'hydratation et de la fin de l'hydratation, également appelés temps de prise initial et temps de prise final. Le temps de prise est important pour planifier et gérer le processus de construction, car il indique le délai pendant lequel le ciment peut être manipulé et travaillé avant de durcir. Le temps de prise du ciment peut varier en fonction de facteurs tels que le type de ciment, les conditions environnementales (température, humidité, etc.) et les additifs utilisés.

La consistance du ciment et le temps de prise sont deux propriétés étroitement liées. La consistance du ciment influe sur le temps de prise, car une augmentation de la teneur en eau peut retarder le durcissement du ciment, tandis qu'une diminution de la teneur en eau peut accélérer le temps de prise. Il est important de contrôler la consistance et le temps de prise du ciment pour garantir des performances optimales et répondre aux exigences spécifiques des applications de construction.

### A - Détermination du temps de début de prise :

- Tout d'abord, régler l'appareil de Vicat par abaissement de l'aiguille sur la plaque de base pour ajuster le repère zéro de référence de l'échelle.
- placer le moule dans l'appareil de Vicat.
- éviter toute vitesse initiale ou accélération forcée du piston. Lâcher alors le piston rapidement, il convient que l'aiguille pénètre verticalement dans le mortier. Effectuer la lecture de l'échelle à la fin de la pénétration ou 30 s.
- Enregistrer la valeur lue qui indique la distance entre l'extrémité de l'aiguille et la plaque de base, ainsi que le temps.
- Le temps mesuré entre la fin du malaxage et le moment où la distance entre l'aiguille et la plaque de base est de 5mm ou 7mm constitue le temps de début de prise du mortier. Que la méthode utilisée soit manuelle ou automatique.

### B - Détermination du temps de fin de prise :

- Retourner le moule rempli utilisé sur la plaque de base de l'appareil de Vicat afin que les essais de fin de prise puissent être faits sur la face de l'éprouvette initialement en contact avec la plaque de base.
- Dans le cas de l'utilisation d'un prisomètre automatique, poursuivre les mesures sans retourner le moule à éviter que l'aiguille ne s'enfonce dans les empreintes des précédentes mesures.

Le temps de prise mesuré entre la fin du malaxage et le moment où l'aiguille ne pénètre pas de plus de 2,5 mm.



**Figure N°(14) : Prisomètre manuel**



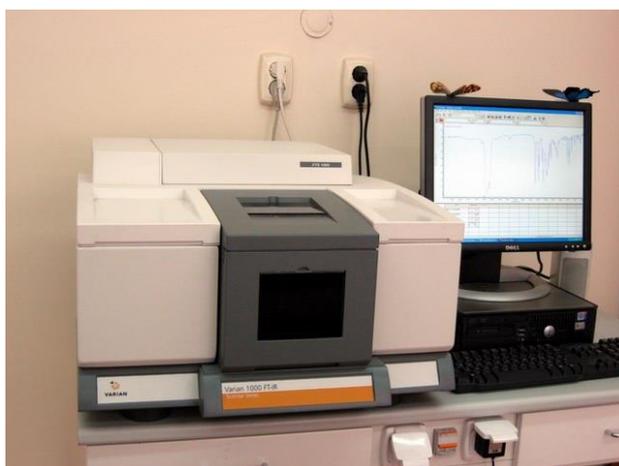
**Figure N°(15) : Prisomètre automatique**

## **6. Analyse spectrométrique[13] :**

La spectroscopie par infrarouge à transformée de Fourier, ou FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy en anglais), est une technique d'analyse utilisée en chimie et en sciences des matériaux pour étudier les vibrations moléculaires dans les échantillons. Cette méthode est basée sur l'interaction entre les molécules et les rayonnements infrarouges.

Le principe fondamental de la spectroscopie FTIR repose sur l'utilisation d'un interféromètre de Fourier pour analyser la lumière infrarouge transmise à travers ou réfléchi par l'échantillon.

Les applications de la spectroscopie FTIR sont nombreuses, allant de l'analyse qualitative à l'identification de composés inconnus à l'analyse quantitative pour déterminer les concentrations de certains constituants dans un échantillon. C'est une technique largement utilisée dans les laboratoires de recherche, l'industrie pharmaceutique, la chimie analytique, l'industrie des polymères, etc. en raison de sa sensibilité et de sa capacité à fournir des informations détaillées sur la structure chimique des échantillons .



**Figure N°(16) : Spectroscopie infrarouge**

#### **A- Préparation de l'échantillon :**

Nous avons d'abord broyé le KBr en une fine poudre. Une fois avoir la poudre, nous avons mélangé le kbr avec un Fluidifiant polycarboxylat (Sika® ViscoCrete®-225 P) . Ensuite, nous avons pressé le mélange de poudre dans un moule pour créer un disque solide. Avec 0,2g KBr est 0,002 g de 225 p .

Ensuite, nous avons placé le mélange dans le spectromètre infrarouge pour effectuer l'analyse. Le spectromètre infrarouge enverra une lumière infrarouge à travers le plan de travail, et l'échantillon absorbera une partie de la lumière. En mesurant la quantité de lumière absorbée, le spectromètre infrarouge peut déterminer les vibrations moléculaires dans l'échantillon.

#### **B- Analyse des données :**

Après l'opération du spectre, nous avons visualisé les résultats sur l'écran de l'instrument ou les transférer sur un ordinateur pour une analyse plus détaillée

## 7. Tension superficielle[14,15] :

La tension superficielle, également connue sous le nom de tension de surface, est une propriété des liquides qui mesure la force de cohésion des molécules à la surface d'un liquide. Elle est due aux interactions intermoléculaires qui se produisent à la surface du liquide.

Plus précisément, la tension superficielle est la force par unité de longueur exercée par les molécules à la surface du liquide, dans le sens tangentiel à la surface. Cette force tend à minimiser la surface libre du liquide et à lui conférer une forme de surface minimale, généralement sphérique. C'est pourquoi les liquides ont tendance à former des gouttes ou des bulles sphériques, car cette forme permet de minimiser l'énergie de surface totale.

La tension superficielle varie d'un liquide à l'autre en fonction de la nature chimique des molécules constitutives du liquide. Par exemple, l'eau a une tension superficielle relativement élevée en raison de ses interactions hydrogène, tandis que les solvants organiques peuvent avoir une tension superficielle plus faible.

Pour mesurer la tension superficielle, nous avons utilisé une plaque de Wilhelmy comme plan de travail. La plaque de Wilhelmy est une petite plaque rectangulaire qu'elle est attachée à un fil de platine. Pour utiliser la plaque de Wilhelmy, nous devons la tremper dans le liquide qu'on veut le mesurer. La tension superficielle du liquide fera adhérer le liquide à la plaque de Wilhelmy. Ensuite, nous avons mesurer la force nécessaire pour détacher la plaque de Wilhelmy du liquide. Cette force est directement liée à la tension superficielle du liquide.

Nous avons préparé 20 solutions de différentes concentrations et mesurées leurs tensions superficielles.

Dix Solutions contient 100ml de l'eau est de 225p (1g/2g/3g/4g/5g/6g/7g/8g/9g/10g), et les dix autres solutions ont les mêmes concentrations mais avec le 7,5p.



**Figure N°(17) : Tensiomètre interfaciale digital a force**

## **8. Conductivité :**

La conductivité électrique, également appelée conductivité, est une mesure de la capacité d'un matériau à conduire le courant électrique. Elle quantifie la facilité avec laquelle les charges électriques se déplacent à travers un matériau lorsqu'une différence de potentiel électrique est appliquée.

La conductivité électrique dépend de la nature du matériau et de sa structure atomique. Dans les matériaux conducteurs tels que les métaux, les électrons sont libres de se déplacer facilement à travers le réseau cristallin, ce qui confère au matériau une conductivité élevée. En revanche, dans les isolants tels que les céramiques ou les plastiques, les électrons sont fortement liés aux atomes et ne peuvent pas se déplacer librement, ce qui entraîne une conductivité faible .

-Cette section est divisée en deux processus :

### **8.1 Le Premier processus :**

- Nous avons mesuré la conductivité de la solution chaque 15 minutes pendant 5 heures.
- Nous avons effectué ce processus dans les six solutions suivantes :
  - Ciment/eau, (0,2 g ciment/ 500 ml de l'eau)
  - Ciment/ l'eau/225p, (0,2g ciment/ 500 ml d'eau /0,05g de 225p)
  - Ciment/l'eau/PC7, 5, (0,2 g ciment/ 500 ml d'eau /0,05g de p7.5 )
  - Ciment/l'eau/ Triton, (0,2 ciment/ 500 ml de l'eau /0,05g de produit Triton)

- Ciment/l'eau/Igepal,(0,2 ciment/ 500 ml de l'eau /0,05g de produit Igepal)
- Ciment/l'eau/SDS,(0,2 ciment/ 500 ml de l'eau / 0,05g de produit SDS).

## 8.2 Le Deuxième processus :

- Nous avons mesuré leur conductivité de 225p et PC7,
- Préparer 10 solutions, chaque solution contient une concentration spécifique de l'adjuvant

100ml d'eau + adjuvant (1g/2g/3g/4g/5g/6g/7g/8g/9g/10g)

**Remarque :** nous avons utilisé l'eau distillée.



**Figure N°(18) : Conductimètre**

## 9. Turbidimétrie[16] :

La mesure turbidimétrie, également connue sous le nom de turbidité, est une technique utilisée pour évaluer la quantité de matière en suspension dans un liquide. La turbidité d'un échantillon est une mesure de la diffusion de la lumière à travers le liquide causée par la présence de particules ou de matières en suspension.

Lorsqu'un faisceau lumineux traverse un échantillon, les particules en suspension dispersent la lumière, ce qui entraîne une diminution de l'intensité lumineuse détectée. La turbidité est donc déterminée en mesurant la quantité de lumière dispersée ou diffusée par l'échantillon à un angle spécifique par rapport à la direction du faisceau lumineux incident .

La turbidité est généralement mesurée en unités de néphélogétrie (NTU), de Jackson Turbidity Units (JTU) ou de FNU (Formazin Nephelometric Units). Des instruments appelés turbidimètres sont utilisés pour effectuer ces mesures et fournir une lecture de la turbidité de l'échantillon.

La mesure turbidimétrique est largement utilisée dans différents domaines tels que l'industrie de l'eau potable, l'industrie alimentaire, l'industrie pharmaceutique, l'industrie chimique, l'industrie environnementale, etc.

-Nous avons suivi les étapes suivantes :

- Tout d'abord, nous avons assuré que l'instrument est calibré correctement.
- Ensuite, nous avons rempli la cuve de l'échantillon que l'on va souhaiter mesurer puis nous avons les insérés dans le turbidimètre.
- Nous avons attendu jusqu'à ce que le turbidimètre affiche la mesure de turbidité.
- Enfin, nous avons nettoyé la cuve et le turbidimètre après utilisation.

Nous avons préparé dix solutions, chaque solution contient une concentration spécifique de l'adjuvant

100ml d'eau + adjuvant 225p (1g/2g/3g/4g/5g/6g/7g/8g/9g/10g)

100ml d'eau + adjuvant pc7.5 (1g/2g/3g/4g/5g/6g/7g/8g/9g/10g)



**Figure N°(19) : turbidimètre**

**Partie III**  
**RESULTATS ET**  
**INTERPRETATIONS**

## Partie III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### CHAPITRE 1 : Caractérisation des adjuvants commerciaux sur Sika- Viscocrete 225p est le PC7.5

#### 1. Introduction :

L'utilisation d'adjuvants dans les matériaux de construction, tels que les mortiers, joue un rôle essentiel dans l'amélioration de leurs performances et de leurs propriétés spécifiques. Les adjuvants existants sur le marché ont été largement étudiés et utilisés pour optimiser les mélanges de mortier. Cependant, il existe également de nouveaux adjuvants prometteurs qui ont le potentiel d'améliorer davantage les propriétés des mortiers.

Dans cette étude, nous avons réalisé des expérimentations en deux parties, la première partie portant sur les adjuvants déjà présents sur le marché (225p est PC7.5), tandis que la deuxième partie se concentre sur les adjuvants que nous souhaitons inclure sur le marché.

Avant d'analyser les produits nous avons fait un control de qualité de ciment en utilisant une technique de temps de prise et la consistance normal.

Les adjuvants importés et commercialisés par la firme SIKA sont de la classe des polycarboxylateethers (CPE). Ce sont des adjuvants classés comme superplastifiants dont la la préparation industrielle est monopolisée par les firmes japonaises et gardée par des moyens de protection intellectuelle les plus drastiques.

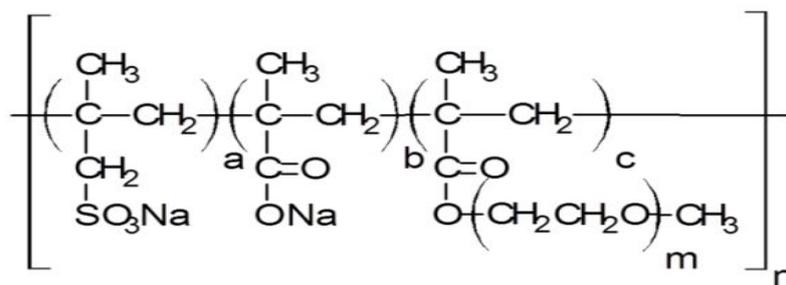


Figure N°(20) : Structure typique des PCE

Pour notre part, il s'agit d'abord de situer les familles des composés en usage par les professionnels de SIKA et d'arriver à les classer dans la gamme convenable du spectre des composés organiques existant sur le marché international. Pour cela, les caractérisations

physico-chimiques de routine devaient être réalisés à commencer par la spectroscopie infrarouge.

## 2. Aspect physique des produits commercialisés :

Les produits considérés sont présentés sous deux formes différentes : le 225 P est sous forme de poudre de faible densité et dotée d'une grande hydrosolubilité. Tandis que PC 7.5 est véhiculé en solution translucide jouissant d'une viscosité apparente importante.

### 2.1. Spectroscopie par FTIR :

L'objectif principal de cette étude est d'analyser les spectres des adjuvants utilisés dans les mortiers afin de comprendre leur composition chimique et leurs caractéristiques spécifiques.

Nous avons utilisé une technique d'analyse spectrale, telle que la spectroscopie infrarouge (IR), pour obtenir des informations détaillées sur les adjuvants.

- **Adjuvant 225p :**

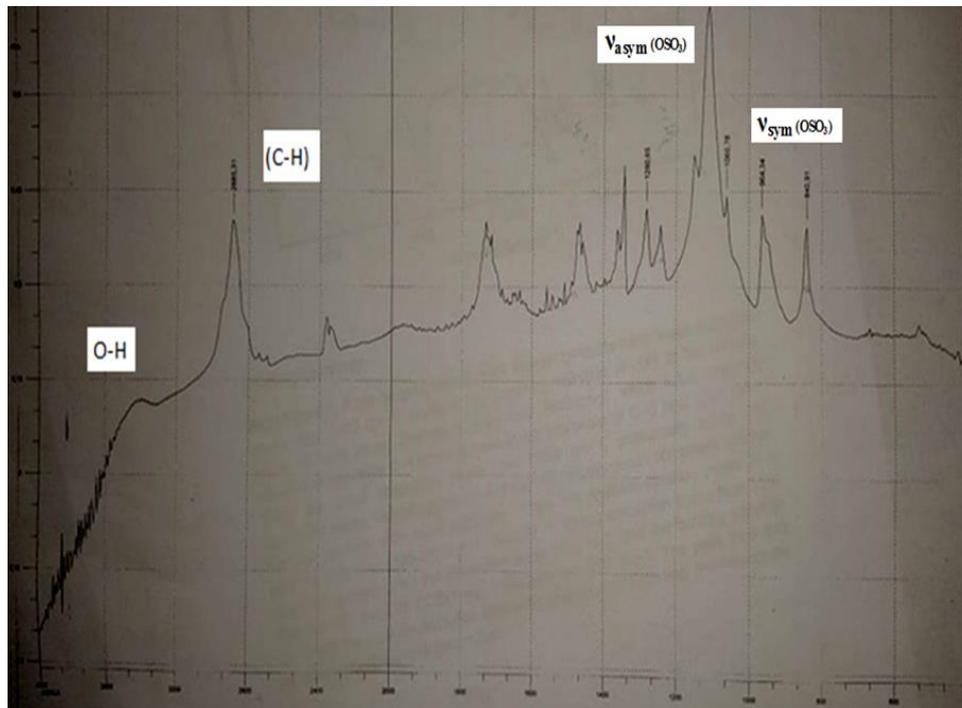


Figure N°(21) : Spectre FTIR du 225P

D'après la figure, on peut voir que les trois bandes avec de larges pics d'absorption près de  $3300\text{ cm}^{-1}$ , qui est la vibration d'étirement de  $-\text{OH}$  appartenant au groupe carboxyle alors qu'à  $2900\text{ cm}^{-1}$ , qui est la vibration d'étirement de la liaison C-H.

Une bande caractéristique du groupement carbonyle tous ont des pics d'absorption de  $\text{C}=\text{O}$  vers  $1700\text{ cm}^{-1}$ . Il y a de petits pics d'absorption près de  $1600\text{ cm}^{-1}$ , probablement des pics d'absorption  $\text{C}=\text{C}$ , indiquant que la plupart des doubles liaisons  $\text{C}=\text{C}$  ont complètement réagi, et la réaction était plus adéquate.

En plus, Il y a des pics de vibration squelettique d'un anneau de benzène près de  $1580\text{ cm}^{-1}$  et  $1450\text{ cm}^{-1}$ . De forts pics d'absorption près de  $1100\text{ cm}^{-1}$  sont considérés comme les pics d'absorption de  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ , et le pic caractéristique de vibration de flexion de  $\text{COOH}$  a été observé près de  $930\text{ cm}^{-1}$ .

● Adjuvant PC7.5 :

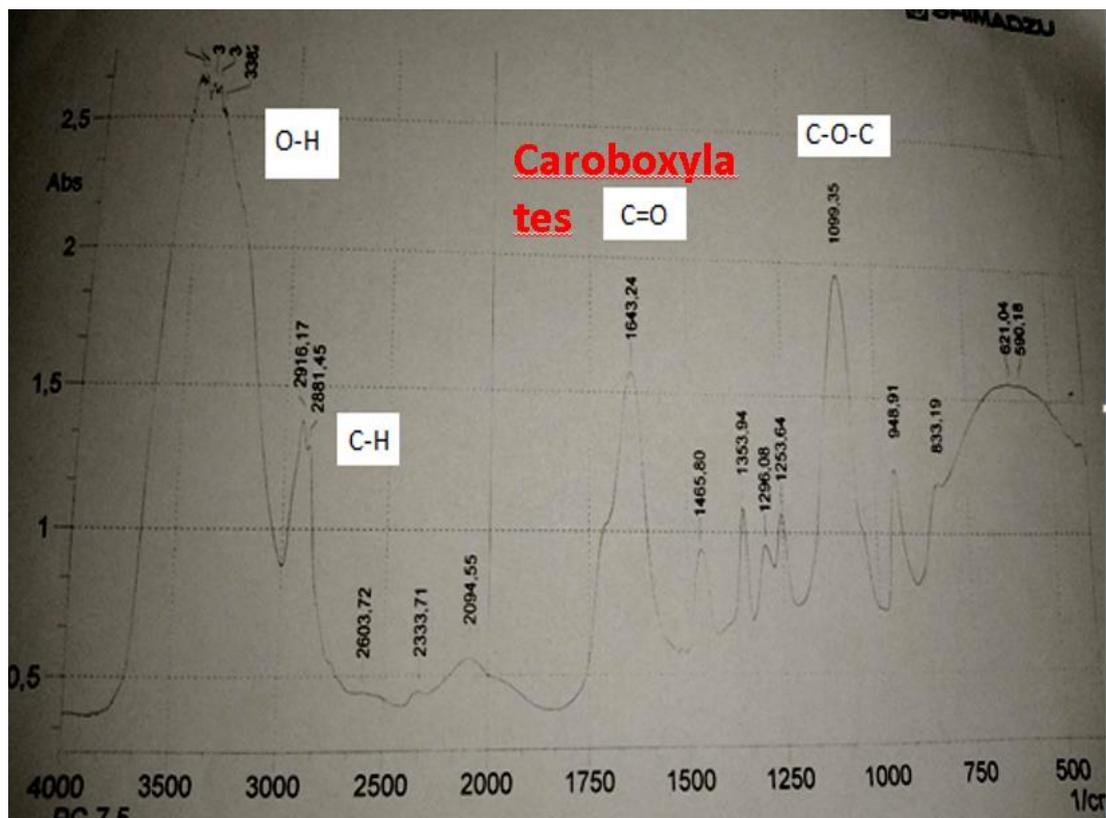


Figure N°(22) : Courbes de spectre PC7.5

On note la bande autour de  $3400\text{ cm}^{-1}$  pour le groupement  $\text{-O-H}$ . La bande à près de  $3000\text{ cm}^{-1}$  pour l'acide carboxylique  $\text{O-H}$  s'étire dans la même région ainsi que celles des bandes d'étirement  $\text{C-H}$  des groupes alkyle et aromatiques.

L'étirement carbonyle  $\text{C=O}$  d'un acide carboxylique apparaît comme une bande intense de  $1760\text{-}1690\text{ cm}^{-1}$ . La bande d'étirement  $\text{C=C}$  est à  $1640\text{ cm}^{-1}$ . L'étirement  $\text{C-O}$  apparaît dans la région  $1320\text{-}1210\text{ cm}^{-1}$  et la liaison  $\text{O-H}$  est dans la région  $1440\text{-}1395\text{ cm}^{-1}$  et  $950\text{-}910\text{ cm}^{-1}$  à partir des bandes de flexion  $\text{C-H}$  dans la même région.

- ◆ Après la caractérisation spectrale, il se met à l'évidence l'existence des groupements éthers et ceux des carboxylates. Alors, il convient de s'assurer de l'existence de cette force ionique par la technique de conductimétrie qui est simple et permettra de donner des informations sur la possibilité de ces systèmes à fournir des particules avec une mobilité spécifique devant servir à la stabilisation des espèces dans le mortier à base de ciment.

## 2.2. Variation de la conductivité en fonction de la concentration en adjuvant :

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer comment la variation de concentration affecte la conductivité électrique d'un matériau spécifique. Nous avons mesuré la conductivité électrique du matériau à différentes concentrations et avons analysé les résultats obtenus.

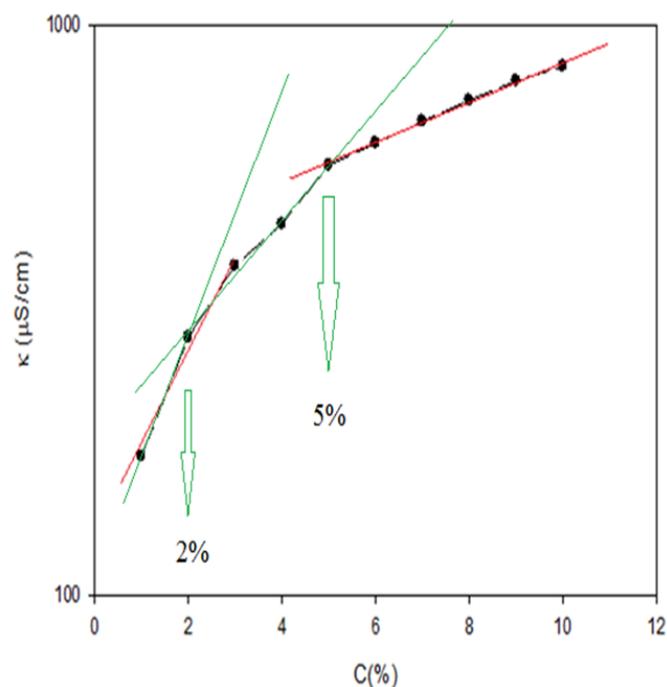
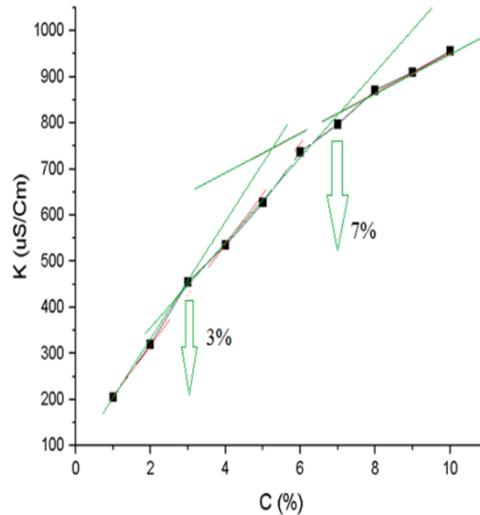


Figure N°(23) : Variation de la conductivité pour différentes concentrations de 225P



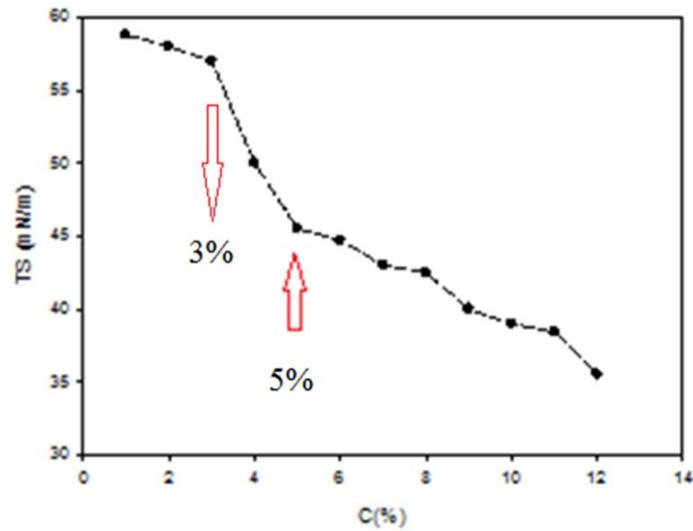
**Figure N°(24) : Courbe de conductivité pour différentes concentrations de PC7.5**

L'évolution de la conductivité de ce système laisse entrevoir une évolution à double pente ; la première étant plus importante que la seconde. La diminution de la conductivité est due certainement à une aggrégation des particules ralentissant ainsi l'effet de la concentration et l'accroissement de la force ionique.

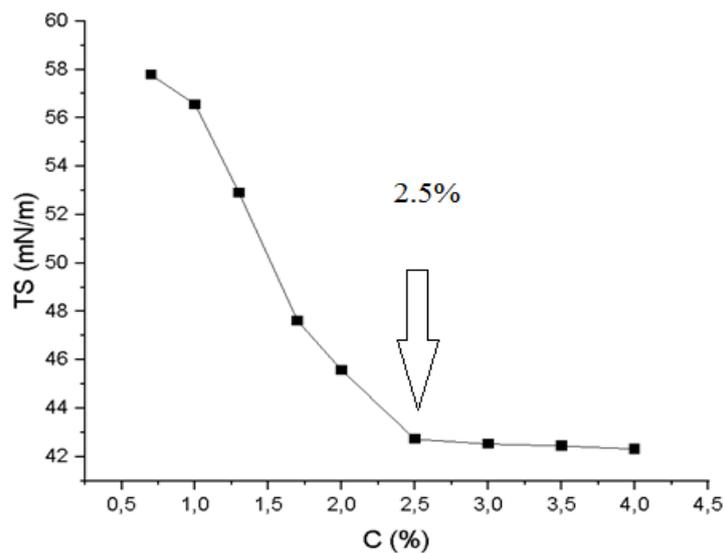
Ceci pourrait être dû à l'existence d'une structure amphiphile propre au 225P est pc7.5 et qui doit être mise en évidence par la technique de la tensiométrie et qui sera abordée après la présente technique.

### **2.3. Variation de la tension superficielle en fonction de la concentration en plastifiants :**

L'objectif principal de cette étude était de déterminer comment la concentration de l'additif affecte la tension superficielle du liquide. Nous avons utilisé une méthode standard de mesure de la tension superficielle et avons effectué des tests à plusieurs concentrations d'additif. Les résultats obtenus fournissent des informations précieuses sur les propriétés du liquide et l'efficacité de l'additif en tant qu'agent de modification de la tension superficielle.



**Figure N°(25) : Variation de la tension superficielle en fonction de la concentration du 225P**



**Figure N°(26) : Variation de la tension superficielle en fonction de la concentration en PC7.5**

En conclusion, les deux additifs présentent une activité superficielle et donc une amphiphilie due à une balance hydrophile lipophile HLB.

#### **2.4. Variation de la turbidité en fonction de la concentration en plastifiant :**

De même que pour les antécédentes courbes, Les résultats obtenus sont récapitulés dans les figures (1.8) et (1.9).

Turbidity vs Concentration  
ska-viscocrete-225p

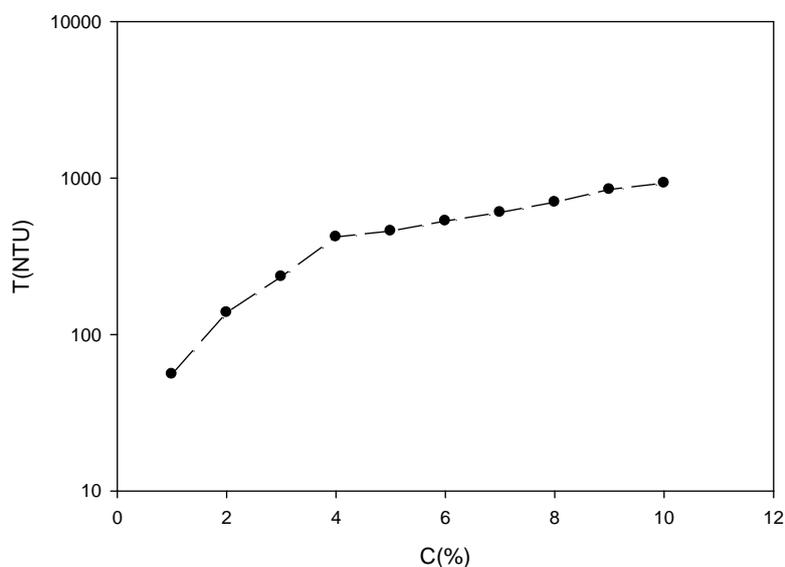


Figure N°(27) : Variation de la turbidité en fonction de la concentration de 225P

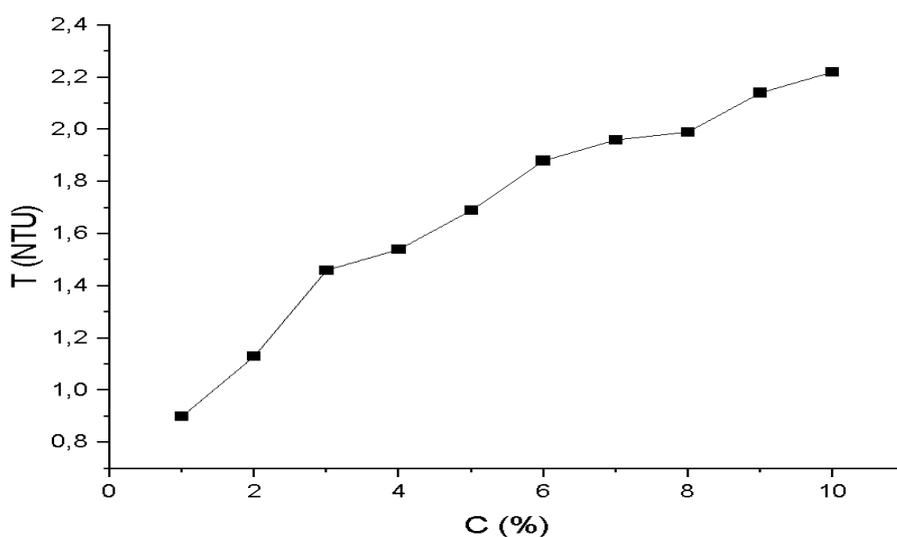


Figure N°(28) : Variation de la turbidité en fonction de la concentration en PC7.5

- **Interprétation :**

L'augmentation de la turbidité au lieu de la concentration de superplastifiant peut être due à plusieurs facteurs, tels que la formation de floccs ou d'agrégats dans la solution, la présence d'impuretés ou de contaminants, ou la réaction du superplastifiant avec d'autres composants de la solution. Ces facteurs peuvent entraîner une augmentation de la taille des particules en suspension dans la solution, ce qui peut augmenter la turbidité.

### 3. Expériences sur nouveau adjuvants :

#### 3.1. Extrait sec :

Nous avons pesé les différents adjuvants, le tableau 1.1 représente les différents Résultats des masses Avant et après de faire extrait sec

**Tableau n°04 : Récapitulatif de la pesée avant utilisée extrait sec**

Adjuvant	me1	mc1	me2	mc2
Igepal	10,057	26,781	10,020	25,838
Triton	10,030	26,860	10,080	26,015

Lorsqu'un échantillon est déclaré avoir un extrait sec à 100% (Le poids n'a pas changé avant et après l'utilisation l'extrait sec), cela implique que toutes les composantes solides présentes dans cet échantillon sont concentrées, sans la présence d'eau ou d'autres liquides.

- ◆ A défaut des temps de prise, il a été décidé de déterminer les temps d'hydratation des pâtes cimentaires. Ce type d'adjuvants servirait à réguler les chaleurs dégagées suite à l'hydratation du ciment.

Notons qu'un retard de prise diminuerait les propriétés mécaniques des bétons au jeune âge.

Beaucoup d'additifs organiques possèdent cette propriété due essentiellement, selon la littérature, à leur pouvoir d'adsorption sur l'aluminate tricalcique. Il existerait une compétition entre le gypse et les retardateurs pour réagir avec le C<sub>3</sub>A.

Le suivi continu d l'hydratation du ciment est couramment réalisé par conductimétrie. Nous avons alors opté pour cette technique simple à réaliser afin de rassembler le maximum d'informations sur les adjuvants commerciaux et ceux disponibles au laboratoire.

Ainsi, l'évolution de la conductivité d'une suspension de ciment, de rapport massique eau/ciment est mesurée en fonction du temps.

La variation de la conductivité laisse entrevoir une augmentation instantanée de cette grandeur due à la dissolution des constituants du ciment. La variation typique de ce genre de phénomène est illustrée dans la figure suivante :

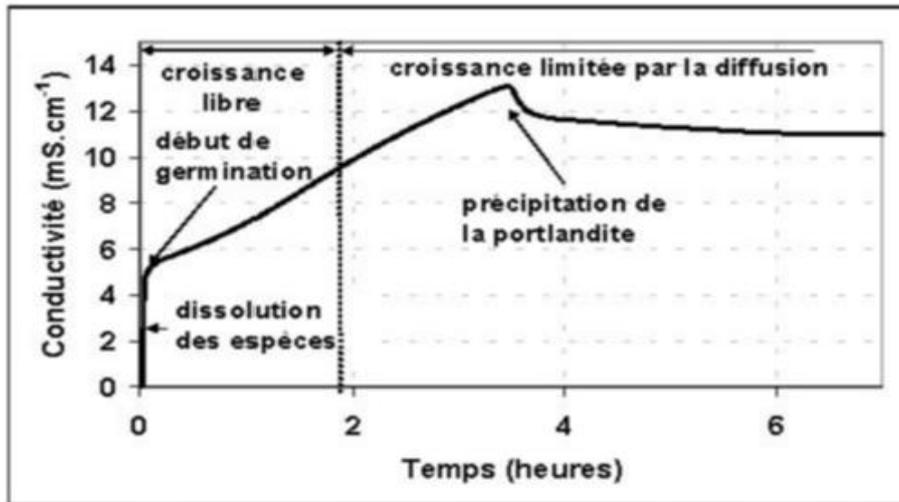


Figure N°(29) : Courbe typique de suivi par conductimétrie de la cinétique d'hydratation

Les espèces en hydratation suivent le mécanisme illustré dans la figure ci-dessous :

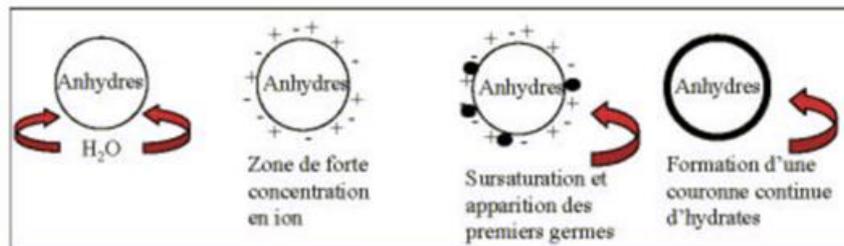
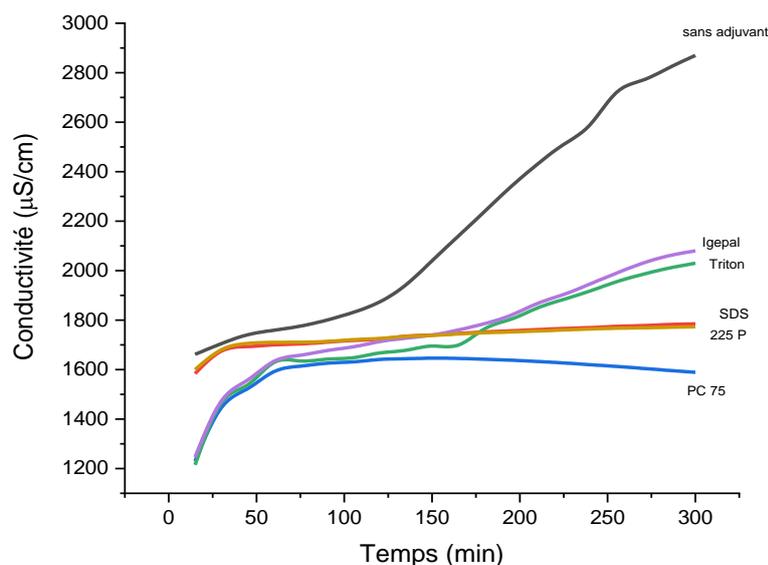


Figure N°(30) : Schématisation de l'hydratation

### 3.2. Conductivité pour le cas concentration est constante :

Les résultats obtenus sont récapitulés (conductivité en termes de temps) dans la figure 1.12



**Figure N°(31) : Courbes de Conductivité pour différent adjuvant sur mortiers**

On observe sur la figure que la nature de l'adjuvant est un paramètre très influent sur l'allure de la courbe conductimétrique d'une suspension de ciment. La diminution de la pente révèle que l'ensemble des adjuvants ont tendance à ralentir le processus d'hydratation du ciment. Les tensioactifs non ioniques Triton et Igepal agissent faiblement sur la phase de germination croissance. Le SDS ralentirait d'avantage le processus en diminuant de manière importante la pente de la courbe. Alors que le plastifiant PC7.5 bloquerait le processus en provoquant un palier sur la courbe conductimétrique.

Peschard a mis en évidence, par suivi conductimétrique de suspensions de ciment adjuvanté, que la cinétique d'hydratation du ciment dépend fortement de la nature structurale et de la charge de l'adjuvant lui même.

Les différentes hypothèses proposées sont l'adsorption des adjuvants sur les particules anhydres et/ou hydratées, la précipitation de sels insolubles formant une barrière imperméable, la complexation des ions de la phase aqueuse comme le calcium, ou la gêne de la germination et de la croissance des hydrates par des molécules organiques adsorbées.

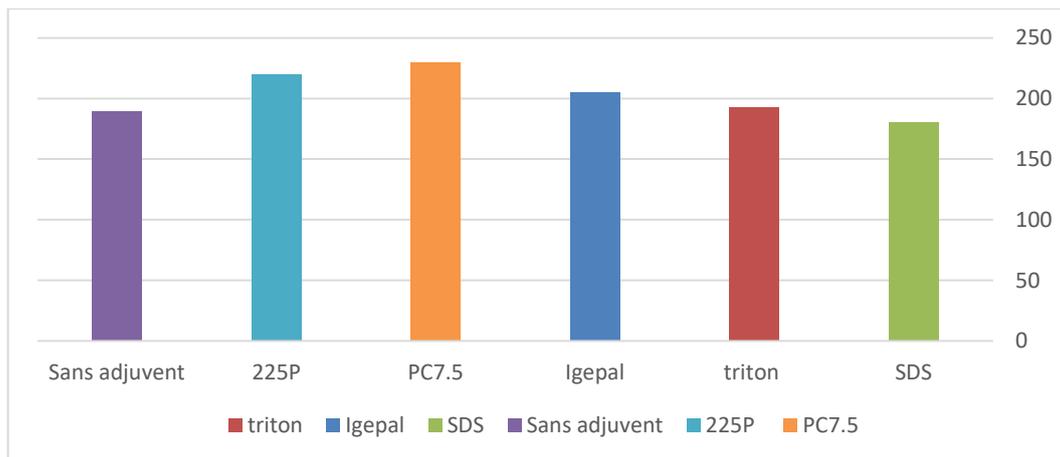
### 3.3. Etalement des mortiers :

Les résultats d'étalement obtenus consistent en des mortiers composés de divers adjuvants sont donnés dans le tableau (1.2).

**Tableau n°05 : Résultats d'étalement d'affaissement des mortiers**

Adjuvant 1%	Étalement
Sans adjuvant	190 mm
SikaViscocrete 225P	220 mm
SikaViscoCrete PC7.5	230 mm
igepal	205 mm
triton	192 mm
SDS	180 mm

La Figure 1.13 représente les valeurs d'étalement sous forme d'un histogramme explicatif des différents résultats du tableau.



**Figure N°(32) : Résultats d'étalement des mortiers**

D'après la figure 1.13 Les données montrent que l'ajout de l'adjuvant a un effet significatif sur la consistance du mortier. Le mortier devient plus fluide, ce qui facilite son étalement et sa mise en place. Sauf adjuvant SDS qui est proche de mortier sans adjuvant, L'ajout d'un adjuvant super plastifiant peut entraîner une augmentation de l'étalement des mortiers en raison de la réduction de la viscosité et de l'augmentation de la fluidité du mélange.

L'adjuvant super plastifiant réduit la viscosité et augmente la fluidité du mélange en dispersant les particules de ciment et en réduisant les forces de cohésion entre elles. Cela facilite le déplacement des particules de ciment dans le mélange et améliore la maniabilité des mortiers.

### 3.4. Comportement mécanique des mortiers :

#### 3.4.1. Traction par flexion :

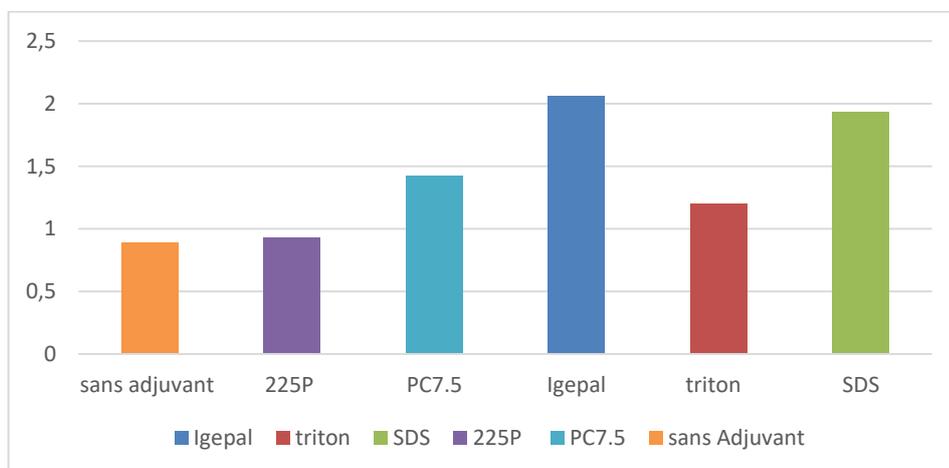
Dans cette partie, nous avons donné la résistance à la flexion à 7 jours, puis nous avons cherché à savoir comment se comporte les mortiers étudiés en flexion. La résistance à la flexion nous a permis de déterminer le niveau de sollicitation admissible en flexion pour les mortiers étudiés. Dans le tableau suivant nous avons donné les résistances moyennes sur trois mesures.

- . Résistance à la flexion à 1 jour :

**Tableau n°06 : Résistance moyenne en Flexion (MPa) à 1 jour**

Adjuvant	Résultat
Sans adjuvant	0.89 mpa
SikaViscocrete 225P	0.93 mpa
SikaViscoCrete PC7.5	1.42 mpa
Igepal	2.061 mpa
Triton	1.2 mpa
SDS	1.935 mpa

Les résultats sont représentés sous forme d'histogramme :



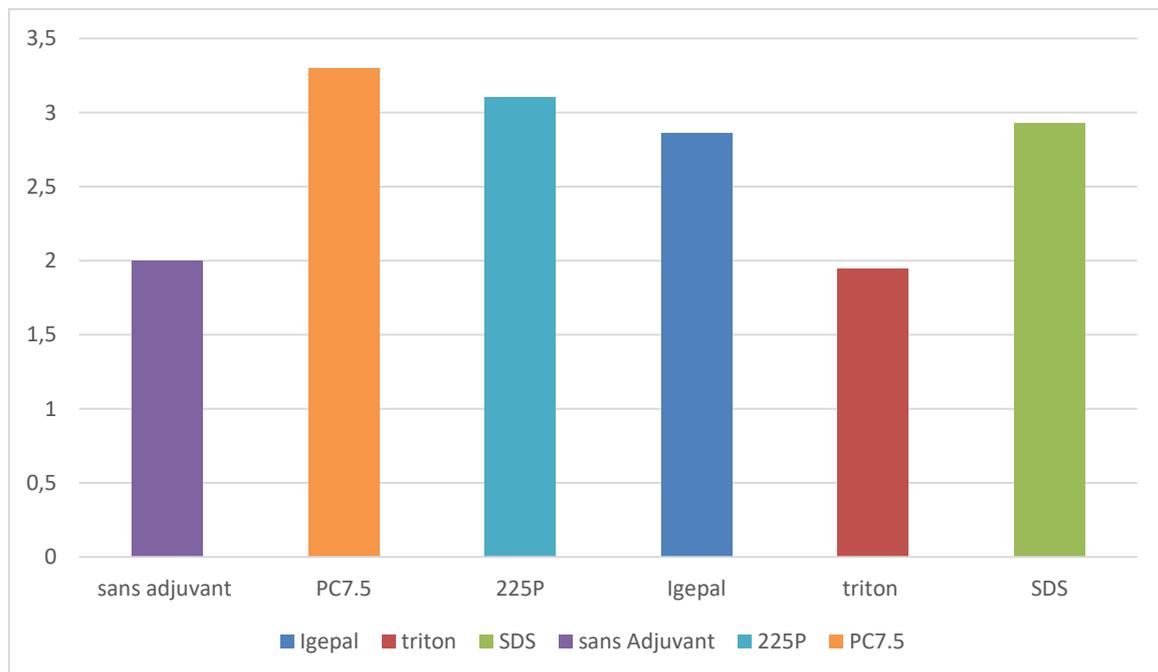
**Figure N°(33) : Résistances à la flexion à 1 jour des mortiers testés**

- **Résistance à la flexion à 7 jours :**

**Tableau n°07 : Résistance moyenne en Flexion (MPA) à 7 jours**

Adjuvant	Résultat
Sans adjuvant	2 mpa
SikaViscocrete 225P	3.1 mpa
SikaViscoCrete PC7.5	3.3 mpa
Igepal	2.862 mpa
Triton	1.943 mpa
SDS	2.928 mpa

Les résultats sont représentés sous forme d'histogramme :



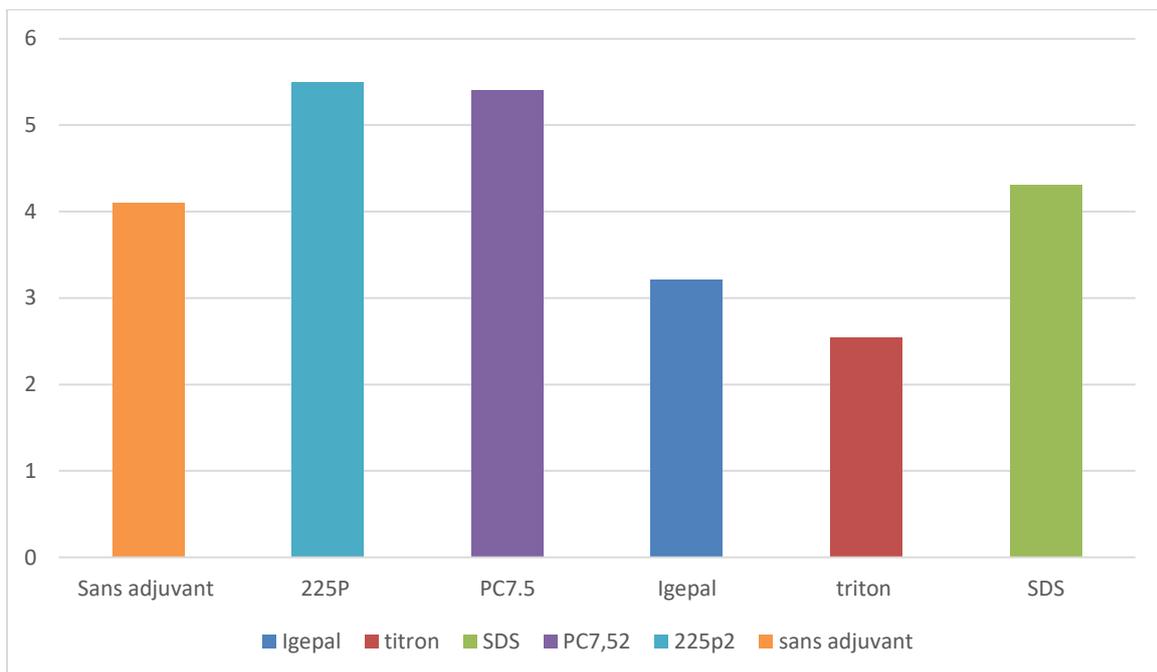
**Figure N°(34) : Résistances à la flexion à 7 jours des mortiers testés**

- **Résistance à la flexion à 28 jours :**

**Tableau n°08 : Résistance moyenne en Flexion (MPA) à 28 jours**

Adjuvant	Rèultat
Sans adjuvant	4.1 mpa
SikaViscocrete 225P	5.5 mpa
SikaViscoCrete PC7.5	5.4 mpa
Igepal	3.21 mpa
Triton	2.55 mpa
SDS	4.31 mpa

Les résultats sont représentés sous forme d'histogramme :



**Figure N°(35) : Résistances à la flexion à 28 jours des mortiers testés**

### 3.4.2. Traction par compressions :

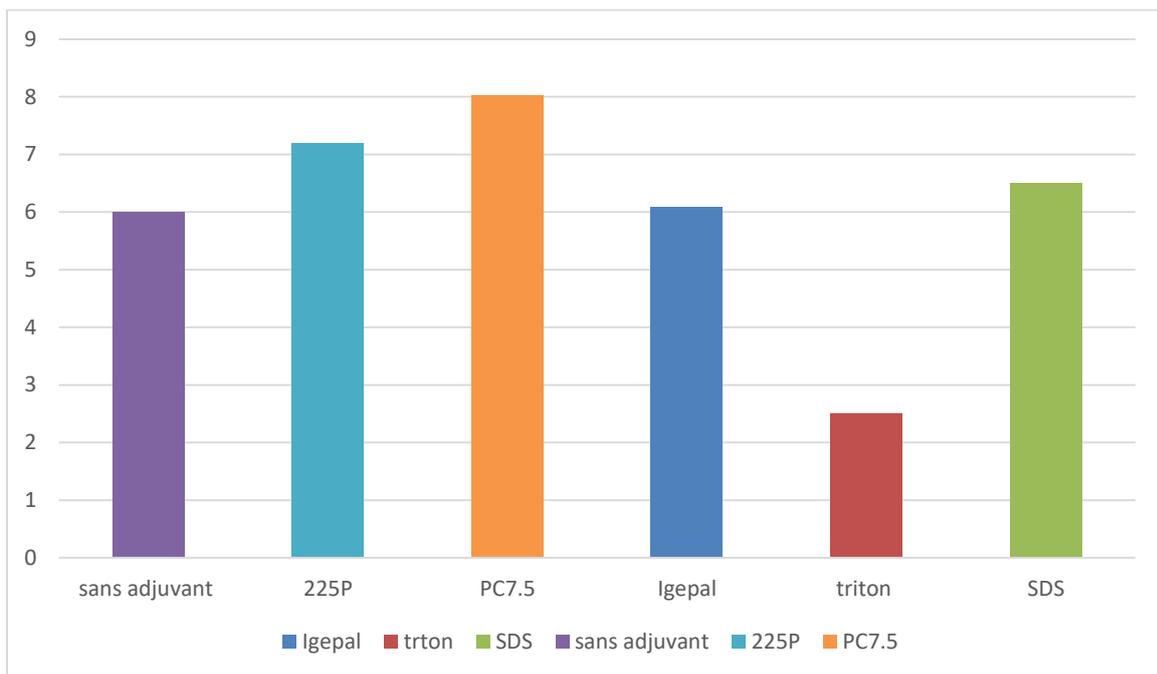
Les résistances aux compressions moyennes obtenues pour les différentes formules de mortiers testés sont données dans le tableau.

- . Résistance à la compression à 1 jour :

**Tableau n°09 : Résistance moyenne en Compression(MPA) à 1 jour**

Adjuvant	Rèultat
Sans adjuvant	6 mpa
SikaViscocrete 225P	7.2 mpa
SikaViscoCrete PC7.5	8.02 mpa
Igepal	6.078 mpa
Triton	2.499 mpa
SDS	6.496 mpa

Les résultats sont représentés sous forme d'histogramme suivant :



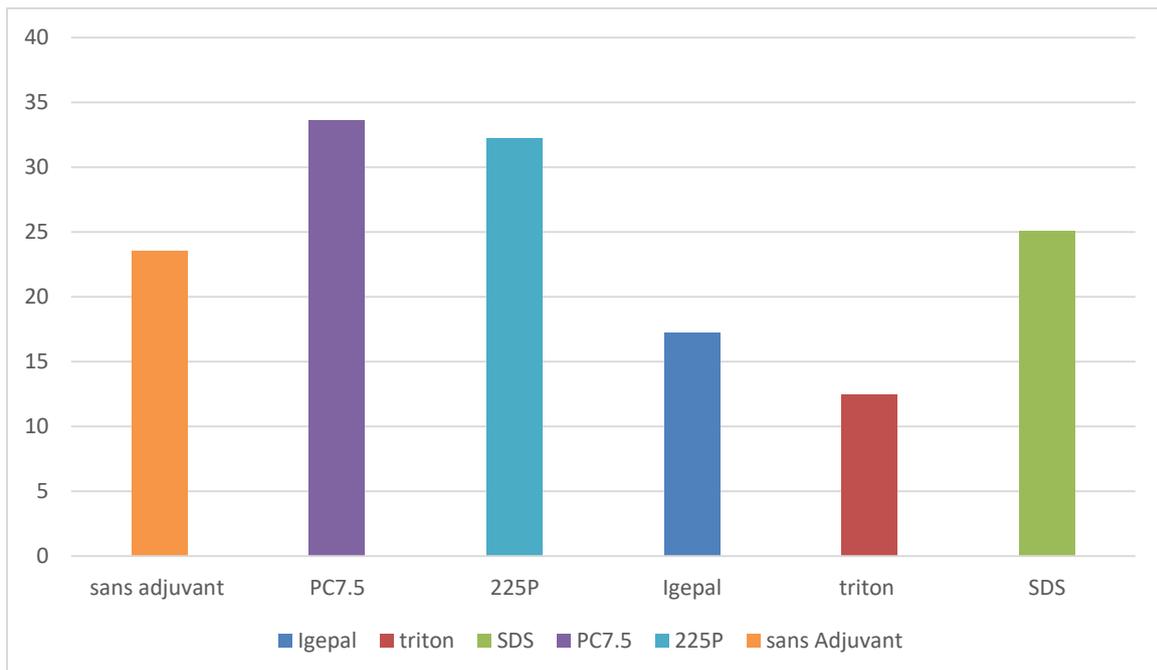
**Figure N°(36) : Résistances à la compression à 1 jour des mortiers testés**

- **Résistance à la compression à 7 jours :**

**Tableau n°10 : Résistance moyenne en Compression(MPA) à 7 jours**

Adjuvant	Résultat
Sans adjuvant	23.56 mpa
SikaViscocrete 225P	32.2 mpa
SikaViscoCrete PC7.5	33.6 mpa
Igepal	17.241 mpa
Triton	12.432 mpa
SDS	25.057 mpa

Les résultats sont représentés sous forme d'histogramme suivant :



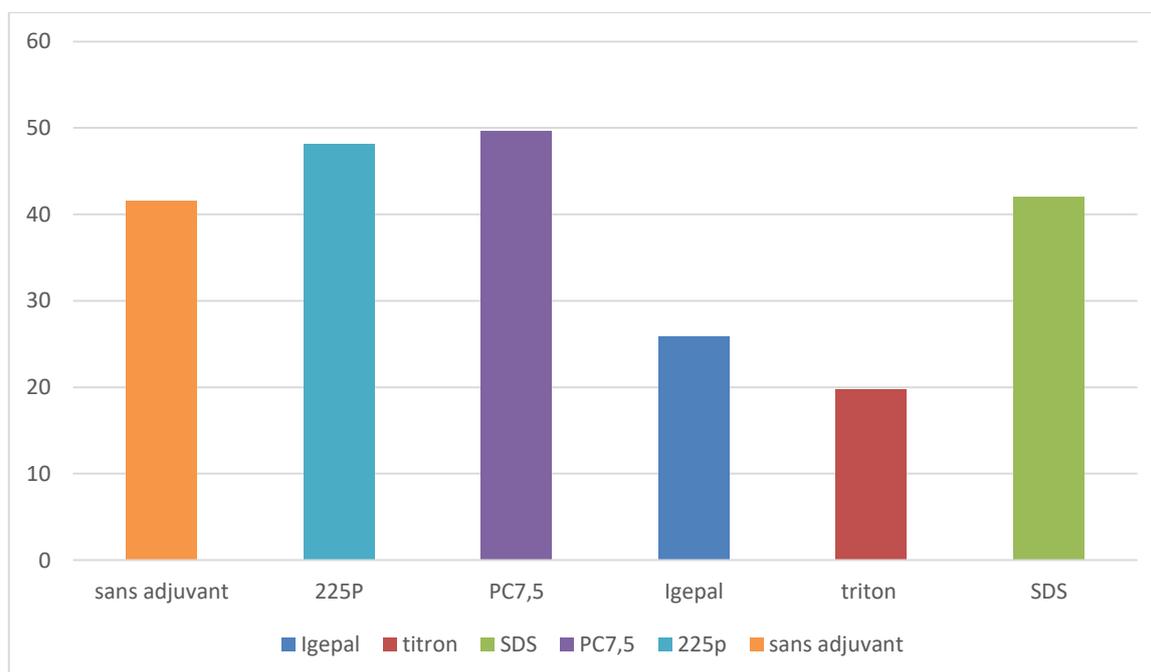
**Figure N°(37) : Résistances à la compression à 7 jours des mortiers testés**

- **Résistance à la compression à 28 jours :**

**Tableau n°11 : Résistance moyenne en Compression(MPA) à 28 jours**

Adjuvant	Rèultat
Sans adjuvant	41.6 mpa
SikaViscocrete 225P	48.12 mpa
SikaViscoCrete PC7.5	49.7 mpa
Igepal	25.9 mpa
Triton	19.734 mpa
SDS	42.06 mpa

Les résultats sont représentés sous forme d'histogramme suivant :



**Figure N°(38) : Résistances à la compression à 28 jours des mortiers testés**

### 3.4.3. Remarque générale pour les résultats de comportement mécanique des mortiers :

- Les figures précédentes montrent et assurent que l'ajout des adjuvants engendre une augmentation de la résistance en traction par flexion est compressions des mortiers en

fonction du temps. Cette amélioration est importante et implique que les PCE sont en mesure de modifier le comportement de la structure du matériau.

- L'effet des adjuvants sur l'évolution de la résistance du mortier au cours du temps est significatif et change d'orientation au-delà du jeune âge. On peut constater tout de même une augmentation de la résistance à la flexion est compression par rapport au mortier témoin. Ceci confirme le fait que les tous les adjuvants obtiennent une influence importante sur la résistance du mortier.

- Pour l'écrasement après 28 heures, nous avons remarqué que les résistances pour la traction par flexion est compression ètientliées aux mortiers avec les adjuvants, significativement plus élevé et supérieur au mortier sans additifs, sauf le titron en traction par compression.

- Après 7 jours est sur l'effet de humidité nous avons remarqué que les résistances augmentent plus que les mortiers sans adjuvants, sauf le titron en traction par flexion, est pour les résistances en traction par compression elle augmentent aussi plus que les mortiers sans adjuvants sauf le titron est le Igepal .

- Et après 28 jours sur l'effet de humidité nous avons remarqué que les résistances en traction par flexion est compression de mortiers avec adjuvants augmentent plus que les mortier sans adjuvants, sauf le titron et le Igepal , est le SDS augmentent moins que les produits 225p est pc7.5.

## Conclusion générale

Ce projet, réalisé au sein de la firme *SIKA* a été initié afin de tenter de s'introduire dans le monde de l'adjuvantation des mortiers et pâtes cimentaire par des ingrédients chimiques, de source organique synthétique, mais protégés par le secret professionnel. Parmi les adjuvants utilisés dans ce secteur, notre choix s'est porté sur les super plastifiants qui ont pour la plupart considérés comme étant des dérivés polymériques.

Les produits 225 P et PC 7.5 sont des produits phares commercialisés dans le secteur bâtiments et construction de notre pays et à travers le monde. Toutefois, l'accessibilité au déchiffrement de ces noms commerciaux demande un effort considérable à travers les méthodes de caractérisation physico-chimique.

Le premier objectif tracé est de situer les familles de plastifiants auxquelles appartiennent le PC 7.5 et le 225 P d'une part et proposer des substituts moins coûteux et aussi efficaces en qualité de bon adjuvants pour coulis et mortiers d'autre part.

Pour les substituts, notre choix s'est porté sur des tensioactifs non ioniques à savoir le Triton et l'Igepal alors que pour les tensioactifs ioniques il a été décidé d'opter pour le dodécylsulfate de sodium (SDS).

Grâce aux expériences entrepris dans ce projet et aux résultats obtenus, on estime que les adjuvants considérés sont d'abord des composés organiques amphiphiles possédant des concentrations critiques d'agrégation. Les simples méthodes expérimentales exploitées ont permis d'affecter au 225 P une concentration critique de 2 et 5% alors que pour le PC 7.5 ces concentrations sont de l'ordre de 3 et 6%.

La caractérisation spectrale par infra-rouge a permis d'identifier les principales fonctions organiques de ces adjuvants. Le 225 P doit être un dérivé sulfaté alors que le PC 7.5 est polyoxyéthyléné et présenterait une fonction carboxylate.

Le suivi des propriétés physico-mécaniques des pâtes cimentaires et mortiers à base des produits commerciaux et ceux destinés à leur substitution a permis de conclure que le Triton, l'Igepal ainsi que le SDS pourraient constituer un ensemble d'adjuvants pouvant assurer des propriétés mécaniques compétitives aux mortiers adjuvantes par le 225 P et le PC 7.5.

En perspective, il serait intéressant d'étudier, avec plus de détails l'effet des mélanges Igepal /SDS ou Triton/SDS pour pouvoir tirer des conclusions fiables sur les moyens de stabilisation des dispersions des grains de ciment. Pour terminer, il serait intéressant d'élargir nos études à l'aspect rhéologique de la pâte cimentaire adjuvante et la cinétique de l'hydratation du ciment pour une meilleure compréhension de l'effet de ce type d'adjuvants sur les propriétés mécaniques des mortiers.

## References Bibliographiques

- [1] Y. Ghernouti<sup>1</sup>, B. Rabehi<sup>2</sup>. « Récupération Et Valorisation De Déchets des sacs en plastiques dans le domaine de construction », SBEIDCO – 1st International Conference on Sustainable Built Environment Infrastructures in developing Countries ENSET Oran(Algérie) - Octobre 12-14, 2009.
- [2]. CIM Béton centre d'information sur le ciment et ces applications, Am principe Paris, Edition 2005
- [3] NEVILLE A., « Propriétés des bétons » édition Eyrolles, 2000
- [4] M. REGOURD. « L'hydratation du ciment portland », Le béton hydraulique' P.E.N.P.Ch 1982
- [5] AFN 196-NF EN 196-1, « Méthodes d'essais des ciments - Partie 1 : détermination des résistances mécaniques », AFNOR Avril 2006
- [6] HADDAD O., « Contribution au développement d'outils d'aide a la formulation des BAP relatifs à la rhéologie a l'état frais et à la résistance au jeune âge », thèse de doctorat, France, 2007
- [7] AITCIN P. C., S. JIANG, B. KIM, P. NKINAMUBANZI, N. PETROV, « l'interaction ciment /superplastifiant cas des polysulfonates », B.L.P.C n°233 juillet - août 2001 pp 87-89
- [8] Product Data Sheet Sika® ViscoCrete®-225 P July 2020 .Availableat: [https://usa.sika.com/content/dam/dms/us01/g/sika\\_viscrete\\_-225p.pdf](https://usa.sika.com/content/dam/dms/us01/g/sika_viscrete_-225p.pdf)
- [9] Product Data Sheet Sika® ViscoCrete® PC-7.5 July 2020. Availableat: [https://gcc.sika.com/dms/getdocument.get/4c2d4fef-f856-4062-afa2-4777ef2cee98/sika\\_viscrete\\_pc-75.pdf](https://gcc.sika.com/dms/getdocument.get/4c2d4fef-f856-4062-afa2-4777ef2cee98/sika_viscrete_pc-75.pdf)
- [10] BARRET, P., MENETRIER, D. et COTTIN, B. Study of silica-lime solution reactions, Cement and Concrete Research, vol.7, n°1, p.61-67 (1977).
- [11] BATAYNEH, M., MARIE, I. ET ASI, I. Use of selected waste materials in concrete mixes, Waste Management, vol. 27, n°.12, and p.1870-1876 (2007).

[12] KOJIMA, T., TAKAGI, N. et HARUTA, K. Expanding characteristics of mortar with glass powder produced from waste bottles, 11th international conference on Alkali Aggregate Reaction, Quebec, p.673-682

[13]. Junqua G. Caractérisation rapide de la matière organique des sols et des sédiments par spectrométrie UV-visible : essai de typologie et estimation des paramètres C, N, P. Thèse en Chimie et microbiologie de l'eau. Pau, 2002.

[14] P.-G. de Gennes, F.Brochart-Wyart et D. Quéré, Gouttes, bulles, perles et ondes, Belin,2004.

E. Guyon, J.-P. Hulin et L. Petit, Ce que disent les fluides, Belin, 2011.

[15] Richard Taillet, Loïc Villain et Pascal Febvre, Dictionnaire de physique, Bruxelles, De Boeck, 2013, p. 133 « conductivité »

[16] J Némery, V Mano, O Navratil, N Gratiot... (2010), Retour d'expérience sur l'utilisation de la turbidité en rivière de montagne ; TSM. Techniques sciences méthodes, génie urbain génie rural ; n°1-2, pp. 61-68