الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح – ورقلة –

كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة مدنية والري

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي

شعبة هندسة مدنية

تخصص " دراسة ومراقبة العمارات والطرقات "

بعنوان :

دراسة خصائص طوب بالمواد المحلية ـ تيمشمت ـ

مقدمة من طرف:

- ✓ محمد نجيب أبانو
- ✓ خضير عبدي

أمام اللجنة المتكونة من :

✓ عبد الرزاق خلو	أستاذ محاضر (ب)	(جامعة ورقلة)	رئيسا
✓ عبد السلام مخرمش	أستاذ محاضر (أ)	(جامعة ورقلة)	مناقشا
✓ هاشم شعيب	أستاذ محاضر (أ)	(جامعة ورقلة)	مؤطرا
✓ نبيل قبايلي	أستاذ محاضر (أ)	(جامعة ورقلة)	م.مؤطر

السنة الجامعية : 2023/2022

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

" ربي أوزعني أن اشكر نعمتك التي أنعمتها علي وعلى والدي

وأن أعمل عمل صالحا تراضاه "

" ولئن شكرتم لأزيدنكم "

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم

" من لم يشكر الناس لم يشكر الله " حديث شريف

مع آخر اللمسات لهذه الدراسة كان من الواجب علينا أن نتوجه بالحمد والشكر للمولى تبارك وتعالى الذي وفقنا لإتمام لهذا العمل.

كما نتوجه بالشكر الجزيل للأستاذين المشرفين هاشم شعيب و نبيل قبايلي ، اللذان لم يبخلا علينا بتوجيهاتهم ، رغم انشغالاتهم المكثفة، جعلهما الله ذخرا للكلية وطلبة العلم.

كما نتقدم بالشكر الجزيل إلى الأستاذ علي كشيرد الذي قدم لنا يد المساعدة في عملنا هذا جزاه الله خيرا عن كل ذرة حسنة يوم القيامة، كما نشكر أيضا الأستاذ حفصي مصطفى الذي ساعدنا في هذا البحث جزاه الله خيرا.

كما نتقدم بالشكر الجزيل الى كل من ساعدنا في انجاز هذا العمل من أساتذة ومختصين وطلبة.

وفي الأخير نشكر كل من ساهم من قريب أو بعيد ولو بكلمة طيبة.

إن أصبنا فمن الله وحده و إن أخطأنا فمن أنفسنا ومن الشيطان .

خضير عبدي+ محمد نجيب أبانو

الإهداء

قال الله تبارك وتعالى: « وقضى ربك ألا تعبدوا إلا إياه وبالوالدين إحسانا » .

خير الكلام كلام الله عز و جل نبدأ كلمتنا والحمد لله حمدا كثيرا طيبا مباركا على إنجاز هذا العمل المتواضع الذي نهديه:

إلي روضة العز وغصن المحبة إلى من كانت سراجا منيرا وقلبا حنينا إلى من سهرت لمري وفرحت لسعادتي إليك يا أغلى وأعز ما في الوجود *"أمي الغالية"*.

إلى من يعود له الفضل فيما أنا عليه" *أبي العزيز* "الذي يتمنى أن يراني في أعلى المراتب وأكرمها.

إلى من شاركوني أيام حياتي وكانوا لي العون والسند إخوتي الأعزاء

إلى جميع الأصدقاء: خاصة أيوب فقيه ، موسى بايوسف، محمد مصطفى ، عبد العزيز ، أيمن، بدر الإسلام ،أسامة .

و إلى كل زملاء الدراسة .وإلى كل من أعرفه ولم تتمكن من ذكره.

خضير - نجيب

ملخص

هدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تثمين وتحسين المواد المحلية (الجبس التقليدي) لمنطقة الجنوب الجزائري عامة ومدينة ورقلة خاصة ، وذلك بتوسيع مجالات استعمال هذه المواد في مجال البناء ، فإننا نلاحظ رغم غير توفر الجبس (التيمشت) بصفة كبيرة جدا إلا أن استعماله يقتصر على بعض الأشغال الثانوية مثل الطلاء ، من خلال هذه الدراسة تم إضافة الحصى (0/3) بنسب تصاعدية إلى الجبس التقليدي وذلك من أجل تحسين الخصائص الميكانيكية لطوب التيمشت ، النتائج المتحصل عليها أظهرت أن الخلطة (25% G، 75% T) هي الأفضل من الناحية الميكانيكية .

إستنادا إلى ذلك قمنا بدراسة تأثيرإضافة نسب الإسمنت (0%،1%،.....، 5) إلى الخلطة المثالية .

الكلمات المفتاحية : جبس تقليدي (التيمشت) ،الإسمنت ، خصائص الميكانيكية .

RÉSUMÉ

L'objectif principal de cette étude est de valoriser et d'améliorer les matériaux locaux (gypse traditionnel) pour la région sud algérienne en général et la ville de Ouargla en particulier, en élargissant les domaines d'utilisation de ces matériaux dans le domaine de la construction. tels que la peinture. A travers cette étude, du gravier (0/3) a été ajouté dans des proportions croissantes au gypse traditionnel afin d'améliorer les propriétés mécaniques des briques Timsham. Les résultats obtenus ont montré que le mélange (25% G , 75% T) est le meilleur en termes de mécanique.

Sur cette base, nous avons étudié l'effet de l'ajout de ratios de ciment (0, 1, ……, 5%) au composition optimal.

Mots clés : gypse traditionnel (Timchmet), ciment, propriétés mécaniques.

ABSTRACT

The main objective of this study is to value and improve the local materials (traditional gypsum) for the southern Algerian region in general and the city of Ouargla in particular, by expanding the areas of use of these materials in the field of construction. Secondary works such as paint. Through this study, gravel (0/3) was added in increasing proportions to the traditional gypsum in order to improve the mechanical properties of Timsham bricks. The obtained results showed that the mixture (25% G, 75% T) is the best in terms of Mechanical.

Based on that, we studied the effect of adding cement ratios (0, 1, ……, 5%) to the composition optimal

Key words: traditional gypsum (Timchmet), cement, mechanical properties .

فهرس المحتويات

المحتوى	الصفحة
شكر	
الاهداء	
الملخص	
المقدمة العامة	1
الفصل الأول **عموميات حول منطقة الدراسة**	
1.I تمهيد	3
2.I القصور	3
1.2.I قصر تماسين	4
2.2.I قصر ورقلة العتيق	5
3.2.I المنزل الورقلي	9
4.2.I التدخلات الغير مدروسة على القصر	10
3.I مواد البناء في القصر	11
1.3.I الجبس التقليدي (تيمشمت)	12
2.3.I كيفية تحضير الجبس التقليدي (تيمشمت)	13
4.3.I مجالات استعمالها	16
5.3.I أهم الخصائص التي يتميز بها الجبس التقليدي (التمشمت)	16
4.I خلاصة	17
الفصل الثاني **خصائص المواد المستخدمة**	
1.II. تمهيد	19
2.II. المواد المستخدمة	19
1.2.II. الجبس التقليدي (التيمشمت)	19

1.1.2.II تجربة التدرج الحبيبي (NF P 18-560) 20
2.1.2.II الكتلة الحجمية 22
3.1.2.II تجربة أزرق الميثيلين (NFP 94-068) 24
4.1.2.II تجربة الكثافة (NFP 94 – 064) 25
5.1.2.II التجارب الكيميائية 26
2.2.II الحصى 27
1.2.2.II خصائص الحصى 28
3.2.II الإسمنت 28
3.II الخلاصة 30

الفصل الثالث
النتائج و التفسيرات

1.III تمهيد 32
2.III. إعداد وصنع العينات 32
1.2.III. خطوات التحضير 32
2.2.III تحضير العينات 35
3.III. التجارب الميكانيكية (**NF P18-554**) 35
1.3.III الكتلة الحجمية 35
2.3.III تجربة الإنحناء (**NFP 18-407**) 37
3.3.III تجربة الانضغاط (**NF P 18-406**) 39
4.3.III تجربة إمتصاص الماء (**NF EN 772-11**) 41
4.III دراسة تأثير إضافة الإسمنت 43
1.4.III تحضير العينات 43
2.4.III التجارب الميكانيكية (**NF P18-554**) 43
1.2.4.III الكتلة الحجمية 43
2.2.4.III تجربة الإنحناء (**NFP 18-407**) 44
3.2.4.III تجربة الانضغاط (**NF P 18-406**) 45
4.2.4.III تجربة إمتصاص الماء (**NF EN 772-11**)..... 46

III.5 الخلاصة 47
الخلاصة العامة 49
المراجع 52
الملاحق 54

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
الجدول II.1	نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتيمشمت	21
الجدول II.2	نتائج الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة.....	24
الجدول II.3	التحليلات الكيميائية للجبس التقليدي	29
الجدول II.4	الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة للحصى (0/3)	31
الجدول II.5	التحليلات الكيميائية للحصى (0/3)	31
الجدول II.6	المكافئ الرملي للحصى	31
الجدول II.7	مقاومة الإنضغاط الإسمنت	32
الجدول II.8	الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للإسمنت المستخدم	32
الجدول II.9	التجارب الكيميائية للإسمنت المستخدم	32
الجدول III.1	التركيبات المستخدمة (التيمشمت % و الحصى 0/3 %)	35
الجدول III.2	نتائج الكتلة الحجمية	36
الجدول III.3	نتائج مقاومة الطوب للانحناء حسب النسب المؤوية للحصى	38
الجدول III.4	نتائج مقاومة الطوب للانضغاط حسب النسب المؤوية للحصى	40
الجدول III.5	نتائج الخلطة المثالية	43
الجدول III.6	التركيبات المستخدمة (التيمشمت % و الحصى % و الإسمنت%)	43
الجدول III.7	نتائج الكتلة الحجمية	43
الجدول III.8	نتائج مقاومة الطوب للانحناء حسب النسب المؤوية للحصى و الاسمنت	44
الجدول III.9	نتائج مقاومة الطوب للانضغاط حسب النسب المؤوية للحصى و الاسمنت ...	45
الجدول III.10	أفضل نتائج التركيبات قبل وبعد إضافة الإسمنت	47

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
الشكل I.1	يوضح طرق في قصر ورقلة	5
الشكل I.2	مراحل تحضير بالتيمشمت	15
الشكل II.1	منحنى لتجربة التدرج الحبيبي للتيمشيمت	22
الشكل II.2	مخطط يوضح محتوى الكبريتات	26
الشكل II.3	مخطط يوضح محتوى الكربونات	27
الشكل II.4	مخطط يوضح تحديد الكلوريد	28
الشكل II.5	رسم بياني يعرض نتائج الاختبارات الكيميائية للجبس التقليدي (التيمشمت)	28
الشكل III.1	الكتلة الحجمية للطوب بدلالة العينات	36
الشكل III.2	مقاومة الطوب للانحناء بدلالة نسبة الحصى	38
الشكل III.3	مقاومة الطوب للانضغاط بدلالة الحصى.....	40
الشكل III.4	منحنى يوضح تغيرات معامل إمتصاص الماء في العينات بدلالة الزمن ...	42
الشكل III.5	الكتلة الحجمية للطوب بدلالة العينات	44
الشكل III.6	مقاومة الطوب للانحناء بدلالة نسبة الحصى	45
الشكل III.7	مقاومة الطوب للإنضغاط بدلالة نسبة الحصى	45
الشكل III.8	منحنى يوضح تغيرات معامل إمتصاص الماء في العينات بدلالة الزمن ...	46

قائمة الصور

رقم الصورة	عنوان الصورة	الصفحة
الصورة I.1	قصر تماسين	4
الصورة I.2	قصر ورقلة	5
الصورة I.3	خريطة قصر ورقلة	5
الصورة I.4	ساحة السوق	7
الصورة I.5	ساحة الشهداء	7
الصورة I.6	المسجد الاباضي لالة عزة	8
الصورة I.7	المسجد المالكي لالة مالكية	8
الصورة I.8	ضريح ولي صالح	9
الصورة I.9	ترميم بنايات القصر بواسطة الاسمنت	11
الصورة I.10	التسقيف بالتيمشمت	11
الصورة I.11	تيمشمت بعد السحق	12
الصورة I.12	أحجار التيمشمت (حجرة ورقلة)	13
الصورة II.1	التيمشمت	20
الصورة II.2	الغرابيل المستخدمة في التجربة	21
الصورة II.3	تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية	23
الصورة II.4	تجربة الكتلة الحجمية المطلقة	24
الصورة II.5	تجربة أزرق الميثيلين	24
الصورة II.6	تجربة الكثافة	25
الصورة II.7	التجارب الكيميائية للتيمشمت	29
الصورة II.8	حصى (0/3)	30
الصورة III.1	المواد المستخدمة	32
الصورة III.2	تنظيف وتزييت القوالب	33
الصورة III.3	خلط وصب العينات	33
الصورة III.4	تسطيح العينات في القوالب	34
الصورة III .5	إزالة العينات من القوالب	34
الصورة III.6	تخزين العينات	34
الصورة III.7	تجربة الانحناء	40

الصورة III .8 تجربة الانضغاط 42
الصورة III.9 إمتصاص العينات للماء 45
الصورة III.10 مواد المستخدمة 45

المقدمة العامة

لسنوات أصبح البشر مدركين أنهم يعيشون في عالم ذي موارد محدودة للغاية وهذا مرتبط بالضرورة بالتركيبة السكانية الهائلة و الغير خاضعة للرقابة، قلة الموارد للأسف حقيقة واقعة ، بحيث أنها لم تعد قادرة على تلبية الاحتياجات الحالية مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في أسعار المواد في جميع القطاعات.

فيما يتعلق بمجال البناء ، يجب على المهندس القيام بدوره للإستمرار في توفير المأوى وكذلك راحة الساكن ، مع الأخذ بعين الإعتبار تضاريس المنطقة والتكلفة على عكس (الخرسانة ، الطوب الاحمر ، إلخ) فنجدها باهظة الثمن وتوفر لنا راحة أقل .

وفي هذا الصدد فإن الهدف المحدد في عملنا هو توصيف وتعزيز مادة محلية وهي الجبس التقليدي المسمى" التيمشمت" وبالتالي تحسين الخصائص الميكانيكية للطوب القائم على التيمشمت، من خلال دراسة تأثير إضافة الحصى بنسب محددة تصل إلى (50% تيمشمت ، 50% حصى) ثم دراسة تأثير إضافة نسب الإسمنت (0% ، 1% ...5%) إلى الخلطة المثالية .

لذلك فإننا نسعى من خلال هذا العمل إلى استخدام المادة الجبسية (التيمشمت) بطريقة اقتصادية وأكثر ربحية من جانب الربح في مواد البناء ولكن جعلها في نفس الوقت تلبي الأداء الفني والأسس المعمارية.

يتمحور العمل على النحو التالي :

- ✓ الفصل الاول : يقدم عموميات على المنطقة وقصورها وتقديم مادة التيمشمت.
- ✓ الفصل الثاني : يقدم مختلف التجارب والخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد المستعملة .
- ✓ الفصل الثالث: يعرض النتائج وتفسيرها .

ينتهي العمل البحثي بخاتمة وتوصيات من أجل تطوير منظور بحثي أكثر تقدماً حول هذه المادة بهدف تعزيزها.

الفصل الأول

الفصل I: عموميات حول منطقة الدراسة

1.I تمهيد

تعد مواد البناء من العناصر المهمة في تشكيل العمارة عبر العصور، وقد تطورت استخدامات مواد البناء التقليدية بزيادة معرفة خصائصها وامكانياتها الانشائية والمعمارية ، الى جانب تأثير العوامل المختلفة خاصة الثقافية كالدين والعادات والتقاليد، والطبيعية كالجغرافيا والمناخ.

وتؤدي مواد البناء دورا رئيسيا في تكوين الشكل المعماري، فمن خلالها ومن خلال الأساليب و الادوات المستعملة في توظيفها يؤثر الإنشاء على الشكل المعماري، فلكل مادة خصائص ومميزات تستوجب إستعمالات معينة وتفرض نفسها على الشكل ، وإلى جانب طبيعة مواد البناء التي تؤثر بشكل مباشر على طرق واساليب التنفيذ، فإن للبيئة والمحيط أثر كبير على ذلك ، حيث تلعب الظروف الطبيعية دورا كبيرا في تعامل الانسان مع هذه المواد واستخدامه لها، ولا غرابة أن يكون ذلك جليا في حالة البيئة الصحراوية نظرا لميزاتها المناخية الفريدة. كما تمثل دراسة مواد البناء جانبا مهما في البحث الاثري والتاريخي المتعلق بالجوانب المعمارية والعمرانية، فدراسة هذه الناحية يتعدى الوصف السطحي البسيط الى التعمق في النواحي الفنية والتقنية وبالتالي تكشف عن تفاصيل دقيقة و حضارة معينة.

من هاذا المنطلق جاء إختيار موضوع هذه المذكرة المعنونة ب"تصميم الطوب على أساس التيمشمت"وقد كان من بين الأسباب الأخرى الدافعة لإختيار هذا الموضوع ما يلي:

أولا: الإهمال واللامبالاة التي تعاني منها معظم القصور الصحراوية ونخص بالذكر قصر ورقلة بحجة أنها فقدت وظيفتها في نظر البعض ، وإحساسنا بالمسؤولية تجاهها من أجل تقديم الحد الأدنى من المجهود الممكن للتعريف بهذه الكنوز التراثية، ولفت الأنظار اليها لتقديم حلول مناسبة توقف اندثارها .

ثانيا: قلة البحوث والدراسات الأكاديمية التي تتناول هذا الموضوع ، وخاصة جانب مواد وأساليب البناء رغم أهميته الكبيرة، ما جعل تبني هذا الموضوع والرغبة في إضافة شيئ في هذا المجال أمرا ملحا.

2.I القصور [1]

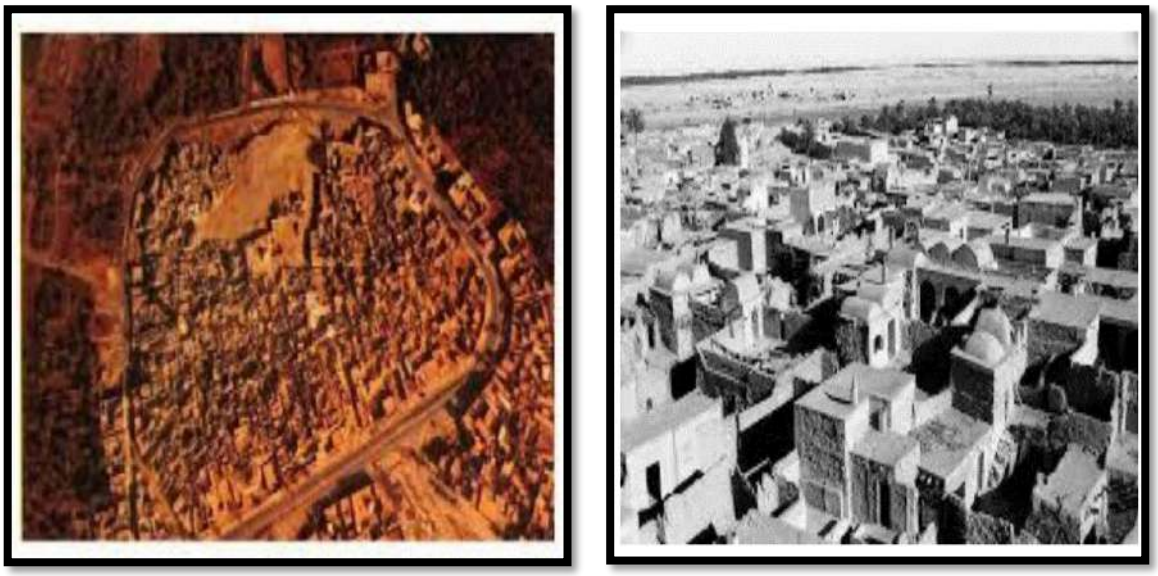
القصور جمع قصر وهو في المعنى الشائع بيت فخم أو بناية فخمة واسعة يتخذها الأثرياء وأصحاب السلطة عادة، ويختلف هذا المفهوم عن القصر المعروف في المناطق الصحراوية ببلاد المغرب العربي فهو بهذه المناطق عبارة عن تكتلات متواصلة ومتلاحمة فيما بينها تقطنها مجموعات بشرية تنتمي لأصول عرقية أو طبقات إجتماعية مختلفة ويسمى في بعض المناطق بالدشرة أو إيغارم .

وتحيط في الغالب بهذه التجمعات أسوار تتخلها عدة مداخل وأبراج ، وفي بعض الأحيان يتكون القصر الواحد من مجموعة من القصور تعرف باسم واحد كقصر "بودا" بأدرار والمتكون من خمسة عشر قصرا ، وتحتوي القصور اضافة الى البيوت على مرافق متنوعة أهمها المسجد الذي يحتل موقعا مركزيا بالنسبة للقصر، وفي الغالب نجد أكثر من مسجد، وكذلك السوق والدكاكين والرحبات (الساحات)، كما تحتوي بعض القصور على قصبة محصنة كانت سابقا مقرا للحكم.

1.2.I قصر تماسين[1]

قصر تماسين واحد من قصور وادي ريغ ومن أهم قصور المنطقة باعتبار دوره التاريخي والديني والعلمي المتميز منذ وقت طويل. يقع القصر على هظبة يبلغ ارتفاعها 08 أمتار بمساحة تقدر بحوالي 12 هكتار ، وبقي القصر عامرا الى عهد قريب لكن الأمطار الطوفانية التي أتت على المنطقة في الستينيات والتسعينيات أدت إلى تدمير القصر وأرغمت ساكنيه على هجرانه بشكل شبه كلي ، ولكون القصر مصنف تراثا وطنيا ،عكفت الجهات المعنية على تكريس بعض الجهود لترميمه وتأهيله.

يأخذ قصر تماسين شكلا مستطيلا الى حد ما ، يمتد طوله من الشرق للغرب على حوالي 400 م وعرضه شمال–جنوب حوالي 300 م ويتسم النسيج العمراني للقصر بالتجانس والنظام مما يجعل منه كتلة واحدة تتشابه جميع عناصرها ، وتلعب المساجد البالغ عددها الستة والفضاءات الحرة والمسالك دور الهيكل الرئيسي للعمران والحركة بداخله.



الصورة 1.I قصر تماسين

2.2.I قصر ورقلة العتيق[2]

شيد قصر ورقلة فوق هظبة جيرية بوادي ميه ، ويتربع على مساحة تقدر بحوالي 30 هكتار .

يقع القصر شمال مدينة ورقلة ويمثل أحد المعالم التاريخية للمدينة ، وتم بتاريخ 5مارس 1996 تصنيفه ضمن المعالم الوطنية والتاريخية ثم سنة 2008 كقطاع محفوظ نظرا لقيمته التاريخية والتراثية . ولا يزال عامرا الى اليوم في كثير من أجزاءه ، بينما تعرضت أجزاء أخرى للإنهيار، وقد استفاد قصر ورقلة من برنامج للتأهيل رغم بعض النقائص التي شابت العملية.[2]

يقترب الشكل العام للقصر من الدائري ، حيث تشكل الشوارع المحيطة به حدوده الخارجية ،ويمثل كل من السوق والمسجدين الأساسيين "لالة مالكية " و "لالة عزة " مركزه، ورغم ذلك فهو ليس ذو مخطط مركزي تام لأن هذه العناصر تؤثر على الحركة أكثر منها على الهيكلة العمرانية . ويتكون القصر بشكل عام من ثلاث وحدات عمرانية أساسية تمثل الأحياء التي تقطنها العناصر العرقية المختلفة وهي كالآتي :

الصورة I.2 قصر ورقلة

الصورة I.3 خريطة قصر ورقلة[2]

• **حي بني إبراهيم** : يحتل هاذا الحي الجهة الشمالية الغربية من القصر، وهو أكبر الأحياء وأكثرها سكانا، أغلب سكانه من أتباع المذهب المالكي ، ويقطن الحي بعض الإباضيين الذين نزحوا من سدراتة القديمة بعد تدميرها، ويحوي الحي الكثير من المنشآت المدنية والدينية المهمة ، ففيه يوجد المسجدين العتيقين المهمين في القصر ، كما يوجد به السوق إضافة الى العديد من المعالم الاخرى التي أتى عليها الزمن منها موقع المسجد الذي أسسه أبو زكرياء عام 626 هـ/1228 م و المسجد الإباضي لالة طوبة الذي دمر في ق 17 م.

• **حي بني واقيين:** يقع هذا الحي شرق القصر، وأغلب سكانه من أتباع المذهب الاباضي .ينتظم الحي حول محور رئيسي يمتد من الشمال للجنوب هو شارع بني واقيين الذي يتقاطع مع محورين آخرين يمتدان شرق-غرب من ساحة السوق الى كل من باب الربيع وباب ربايع ، ويمتاز هذا الحي بشيئ من الانتظام .

• **حي بني سيسين:** يحتل القسم الجنوبي للقصر وأغلب ساكنيه من المالكية، البعض منهم لجأ من سدراته القديمة ، وقد اقتطعت منه عام 1871 م المنطقة التي اصبحت تسمى ساحة الشهداء ، والجزء الأقدم من الحي يتواجد شرق شارع بني سيسين.

الشكل 1.I يوضح طرق في قصر ورقلة [2]

أ) طريق بحي بني ابراهيم ب) طريق بحي بني واقين ج) طريق بحي بني سيسين

أ) الساحات

ينتشر بين مختلف الأحياء عدد من الساحات منها الصغيرة والكبيرة ومن بين هذه الساحات :

ساحة السوق: تتواجد بمكان يتوسط القصر وشكلها يقترب من المربع . تقام عليها حاليا سوق يومية في الهواء الطلق وبها مجموعة من الدكاكين الى جانب سوق مغطى وقد أنجز السوق عام 1849 م . وتحوي الى جانب السوق المسجدين الرئيسيين "لالة مالكية" و"لالة عزة" ومدرسة قرآنية ، وقد كانت هناك

ساحة أخرى تستخدم قديما كسوق وأقيمت عليها الآن أبنية سكنية بعدما هدمت الكنيسة القديمة ومقر الأخوات البيض الذين كانا عليهما

الصورة I.4 ساحة السوق

- **ساحة الشهداء** : والتي كانت تسمى سابقا " ساحة فلاترس " يعود تاريخ إنشائها إلى عام 1871 م على يد الجنرال "لاكروا فوبوا " بعدما قام بهدم جزء من حي بني سيسين .

الصورة I.5 ساحة الشهداء

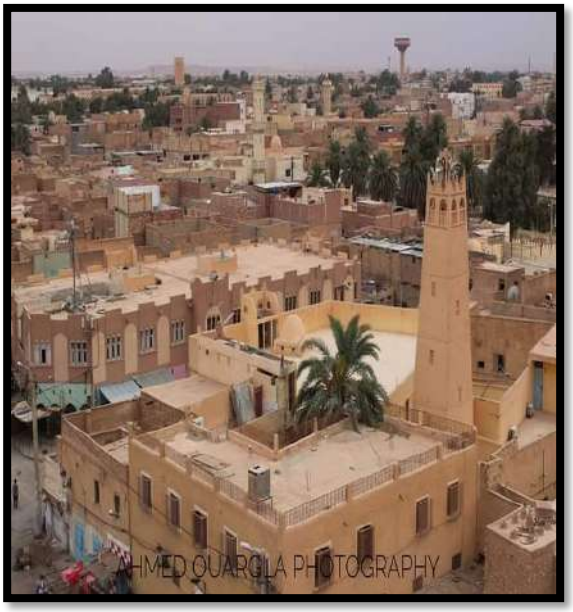
- **ساحة الجماعة** : وهي ساحات منتشرة في مختلف الأحياء ، تنتظم حولها البيوت المكونة لقطاع معين وتتجه اليها الأزقة المتفرغة فيه ، وهذه الساحات عنصر التقاء وتنظيم وهيكلة وتوجيه القطاع ، وتكون غالبا مغطاة أو نصف مغطاة ومزودة بمقاعد حجرة تستعمل للإستراحة والإجتماعات ، وتمتاز هذه الساحات بموقعها الإستراتيجي حيث تكون بالقرب من الأبواب الرئيسية أوتتصل مباشرة بها عن طريق

مسلك مهم ، كما تتمتع بالموصولية مع أهم المواقع في القصر كالسوق والمساجد والتجمعات السكنية التي تنضوي تحتها وساحات الجماعات الأخرى , ويوجد في القصر إثنا عشر " ساحة جماعة"

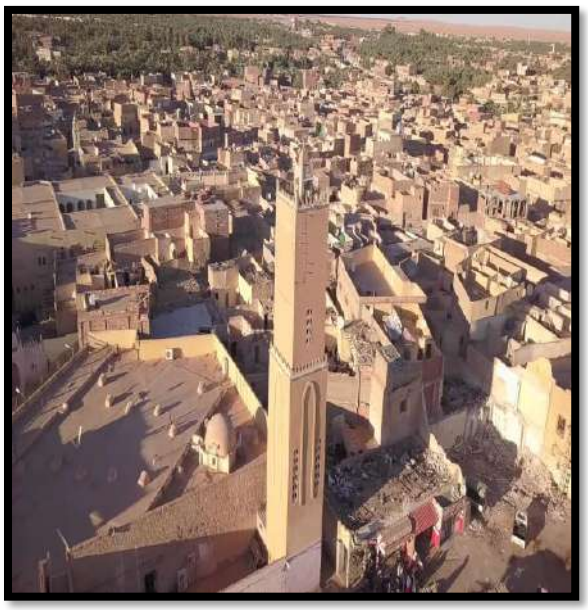
ب) المساجد

الإرتباط الوثيق بالجانب الديني لأهل القصر يجسده تواجد تواجد مسجد أو زاوية في كل " عرش" وكل حي ، ويقدر عدد المساجد المصلى فيها حاليا 18 مسجدا يمكن تصنيفها الى صنفين :

❖ **مساجد رمزية رئيسية في القصر** : وتتمثل في المسجد العتيق " لالة مالكية " للطائفة المالكية ، والمسجد العتيق " لالة عزة " للطائفة الاباضية .



الصورة I.6 المسجد الاباضي لالة عزة



الصورة I.7 المسجد المالكي لالة مالكية

❖ **مساجد خاصة في كل عرش** : حيث يوجد لدى كل "جماعة " مسجدها الخاص وأهمها :

- **حي بني براهيم** : مسجد سيدي براهيم (بابيهم)، مسجد عزي ، مسجد لالة منصورة ، مسجد بابا صالح، مسجد أبو الشان(توشانت).
- **حي بني واقين** : مسجد سيدي عبد القادر جيلاني، مسجد سيدي السنوسي ، مسجد أبي سعيد(النخلة)، مسجد علي بن بكة(بوبكة)، مسجد سيدي منصور، مسجد باهداج .
- **حي بني سيسين** : مسجد أبي حادور، مسجد سيدي باعافو، مسجد لالة باهية ، مسجد بن عانو، مسجد سيدي الحفيان.

وتتشابه المساجد في مخططها العام الى حد كبير حيث تحوي : قاعة صلاة، فناء (عبارة عن صحن المسجد)، كما تحوي أغلبها على قاعة تحفيظ القرآن ، وباستثناء المسجدين الأساسين لالة مالكية ولالة عزة فان المنارة تنعدم في المساجد الأخرى .

أما فيما يخص النسب والمقاييس فيراعى فيها عدم الإسراف والبناء فوق الحاجة وتجدر الإشارة الى أن المسجد في قصر ورقلة لا يحتوي على أي نقوش أو زخارف بل هو جد بسيط .

والى جانب المساجد تنتشر بالقصر عديد الزوايا وظيفتها تحفيظ القرآن وتعليم الصبيان، بعضها تابع للمسجد وبغضها مستقل ، ومن أهمها : زاوية سيدي عبد القادر وزاوية سيدي صالح ببني براهيم ، وزاوية الحاج حدو(الطالب بشير) وزاوية الطالب العربي ببني واقين ، زاوية مولاي الطيب وزاوية سيدي الحفيان ببني سيسين .

كما يوجد بالقصر العديد من أضرحة الأولياء الصالحين يصل عددها الى تسعة.

الصورة I.8 ضريح ولي صالح

I.3.2 المنزل الورقلي

يمتاز المنزل الورقلي بالإستغلال للمجالات والإعتماد على الحوش كمنظم مركزي لها وبالرغم من أن المنزل يأخذ أشكالا متنوعة ومعقدة بهدف الإستغلال الأمثل للمساحات ، إلا أن المخطط العام لتوزيع المجالات يبقى نفسه تقريبا في جميع المنازل ، يفتح المنزل الى الشارع بباب رئيسي يسما محليا "إيمي نحتوبات" ، وأحيانا يوجد أكثر من مدخل للمنزل ، يستعمل أحدها للضيوف ويؤدي مباشرة للطابق العلوي ومدخل آخر للحيوانات ومباشرة بعد المدخل تأتي السقيفة ومنها يمكن العبور للحوش وأحيانا للسلم

المؤدي للسطح ، ومن ميزات البيت الورقلي وجود بناء صغير في السقيفة يسمى "أمود" وهو جدار صغير يبلغ ارتفاعه حوالي متر ونصف يقع أمام المدخل الغرض منه حجب داخل المنزل عن الأنظار عندما يكون الباب مفتوحا ، أما الفناء (الحوش) فهو يتوسط المنزل ويكون واسعا ويتكون عموما من عدة مجالات أولها "تهزة" وهو مجال مغطى تستعمله النساء للأشغال اليومية المختلفة ، وبعد "التهزة" يأتي مجال مكشوف يسمى "أميسدار" أرضيته من الرمل أو من التراب المدكوك ، وأحيانا يوجد به بئر ويستعمل لبعض الانشطة التي تحتاج لأشعة الشمس كنشر الملابس ، وفي الجانب المقابل "للتهزة" يوجد فضاء آخر يسمى "أسلام" مغطى بسقف تحمله دعامات أو عقود على طول الخط الفاصل بينه وبين الحوش المكشوف ، وهو فراغ تتجمع فيه العائلة ويستعمل لأغراض مختلفة ، وتحيط بالحوش عدة حجرات "إكومار" أهمها المطبخ ، غرفة الضيوف " إكومار نتايلي" والتي قدد تتواجد بالطابق العلوي ، المخزن "تازقة" ، حجرات النوم "تاسقة نيطاس"، دورات المياه "إلمسي" والاسطبل (الكوري) ، أما الطابق العلوي فيكاد يقتصر على السطح وعدد قليل من الغرف منها مخزن للمحاصيل وغرفة الضيوف .

4.2.I التدخلات الغير مدروسة على القصر

يجدر بنا الاشارة الى أن القصر العتيق اليوم يعاني الأمرين جراء الاهمال والتدهور المستمر الذي قد يؤدي الى اندثاره نهائيا من جهة ومن جراء التدخلات الغير علمية وزحف النمط المستورد من جهة أخرى ، وبالرغم من عديد عمليات الترميم التي مست هذا القصر إلا أن ذلك يبقى غير كافيا بالنظر لحجم التدهور الذي وصل إليه سواء بفعل عوامل المناخ القاسي المميز للمنطقة الصحراوية أو بفعل سكانه الذين لا يريدون الخروج منه فيقومون بصفة شخصية وانفرادية بصيانة مساكنهم كإعادة الأسقف والجدران وعمليات التبليط بما لا يتوافق مع النسق والنسيج العمراني للمعلم ما يجعل عرضة للإنهيار وفق ما أشير اليه، وهو بالتالي يحتاج الى من يعيد له قيمته الحقيقية كموروث ثقافي وتعبير مادي عن ثقافة المجتمع وكمنهج لحل العديد من المشكلات العمرانية الحديثة .

ولعله من المفارقات أن مواد البناء المستعملة قديما بالقصر كانت أكثر تناغما مع البيئة الصحراوية حسب سكان القصر، فمادة الجبس (تيمشمت) مثلا تجعل المنزل يحافظ على برودته صيفا وحرارته شتاءا عكس مادة الاسمنت ، فغالبية أشغال البناء والترميم داخل القصر تستعمل مواد حديثة في البناء .

الصورة I.9 ترميم بنايات القصر بواسطة الاسمنت

I.3 مواد البناء في القصر

إن نجاح البناءات تعتمد أساسا على المواد المستعملة من حيث ملائمتها وأفضل المواد هي التي نختارها من نفس مكان البناء أي المواد المحلية ومثال على ذلك البناء القديم لمدينة ورقلة "القصر العتيق".

وكما هو معلوم أن القصر مبني بالمواد المحلية : الجبس (تيمشمت) ،الحجارة والخشب وتعتبر تيمشمت من الروابط المائية ،وهي مواد مسحوقة وناعمة اذا ما مزجت مع الماء تعطي عجينة لينة تبدأ في التصلب مع مرور الوقت لتصبح في النهاية ذات مقاومة معينة وهذا تحت تأثير العوامل الفيزيائية ، وتستعمل الروابط على العوم في تجميع حبيبات من مادة واحدة أو أكثر ، والجبس مصنوع من الحجارة المقتلعة من طبقات الصخور الكلسية البيضاء

الصورة I.10 التسقيف بالتيمشمت

1.3.I الجبس التقليدي (تيمشت)[3]

الجبس التقليدي أو التيمشمت هي مادة معروفة منذ القدم تشكل من الروابط المائية وهي مادة طبيعية صلبة مكونة من ثنائي هيدرات الكبريتات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم المائية ذات الصيغة الكيميائية ($CaSO_4.2H_2o$).

الجبس التقليدي من الخامات المتوفرة بكثرة في الأرض وهو أكثر معدن كبريتي منتشر في الطبيعة ينتمي أصلا الى الصخور الرسوبية ويتداخل مع معدن الانهدريت (كبريتات الكالسيوم اللامائية $CaSO_4$) وقد يتواجد مع الضولميت والطين والحجر الجيري لونه رمادي أو أبيض يميل الى الإحمرار أحيانا.

وهو مادة بناء معروفة جدا في البناء التقليدي ، ومن المواد الواسعة الاستخدام في الصحراء وتعرف بتسميات مختلفة ومتقاربة منها (التيشم. التيمشمت. التيمشنت....الخ) ونجد أن التيمشمت التسمسة الأكثر شيوعا.

ويستخرج بالتحويل الحراري لنوع من الحجارة الرسوبية الهشة وهي متواجدة بكثرة في الصحراء خاصة الصحراء المنخفضة ، لوجود طبقات كلسية تعود للفترات الكريتاسية تمتد من ميزاب الى منطقة تيدكلت على مناطق بسكرة وواد ريغ وواد سوف.

الصورة 11.I تيمشمت بعد السحق [3]

يتم إنتاج الجبس التقليدي (التيمشمت) عن طريق احراق الحجارة في الأفران التقليدية ، ويقوم بصناعته مجموعة من العمال اما يمتهنون هذه الصناعة أو طرفيا للاستعمال الخاص ، ولها عدة أنواع من الحجارة أشهرها:

- **التافزة**

عبارة عن صخر رسوبي يكون لونها أبيض مصفر وأحيانا مائلا للاحمرار لاحتوائها على أكسيد الحديد ، وهو حجر صلب يمتاز بالصلابة والمقاومة ، ولقد جلبت عن طريق الصخور الرملية المنتشرة في المنطقة ، وهي بأشكال مدببة وغير منتظمة ، أو من محاجر التلال القريبة ، وتكون حجارتها ذات أشكال مختلفة ولكنها منتظمة نسبيا . **[3]**

- **حجرة ورقلة**

وهي عبارة عن حجارة هشة وذات مسامية عالية حيث يمكن أن تتفتت إذا ما وضعت في الماء وتتركب من السلسولفات الكلس ، وتتواجد على شكل طبقة تعرف بالدبداب يصل سمكها حوالي متر وتستخرج من الأرض خاصة بعد الأمطار الربيعية وذلك بعد نزع الطبقة الترابية السطحية والتي يصل سمكها حوالي 2.5 م وتستعمل بعد تجفيفها مباشرة .

الصورة I.12 أحجار التيمشمت (حجرة ورقلة)

I.2.3 كيفية تحضير الجبس التقليدي (تيمشمت) [3]

يمر تحضير الجبس التقليدي بعدة مراحل وهي :

أ) إستخراج الحجارة

تستخرج هذه الحجارة الجيرية الهشة من المناطق القريبة من موقع البناء ، وتكون في الغالب على شكل طبقات حجرية افقية قليلة العمق ، حيث توجد على عمق متر واحد بورقلة مثلا وبعد تكسيرها وتهيئتها يتم نقلها الى المحرقة .

ب) الحرق [3]

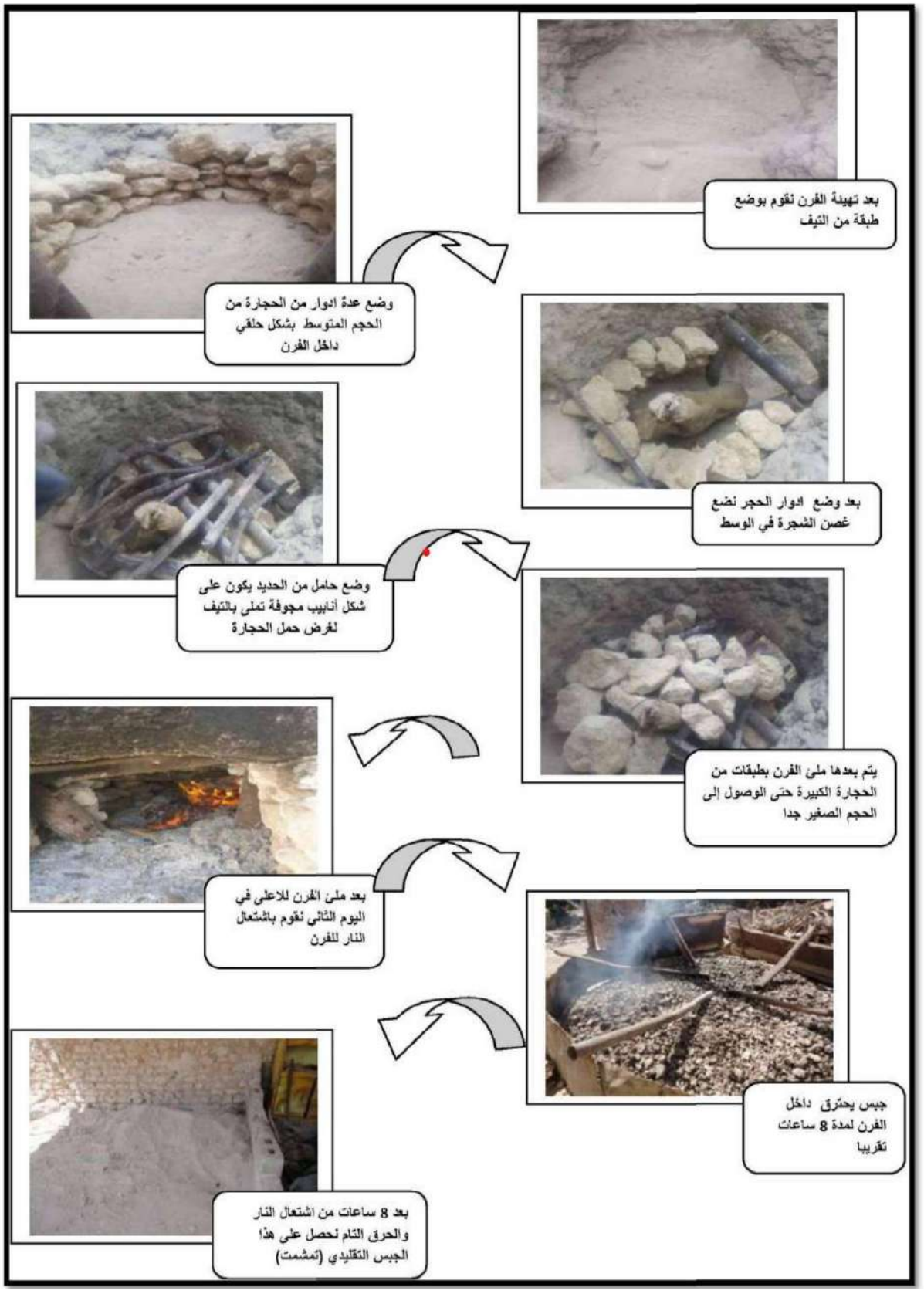
تتم عملية الحرق في أفران معدة خصيصا لهذا الغرض ، تكون في الغالب قريبة من مكان استخراج الحجارة وتتميز بموقعها على المنحدرات ، هذه الأفران تكون عموما مخروطية الشكل وهي مصنوعة من الحجارة والطين .

توضع الحجارة المراد حرقها بحيث تكون الحجارة ذات الأحجام الكبيرة من الأسفل وذلك بعد وضع طبقة من التيف ثم الحجم المتوسط تدريجيا الى أن يصل الى الحجم الصغير جدا وبهذا يتم غلق الفتحة من أجل الحرق لمدة 8 ساعات على الأكثر في درجة حرارة تتراوح بين 150° و 200° .**[3]**

ج) الطحن

بعد عملية الحرق يتم استخراج كتل الحجارة وتكون هشة سهلة التفتت ، وبعد طحنها بمدق خشبي غليظ أو مطرقة حديدية ، يتم الحصول على مسحوق لونه مابين الأبيض المصفر والرمادي الخفيف ، وتتركب التمشمت من المواد التالية : كربونات الكلس 88% ، سيليكات الألمنيوم (غضار) 11%، وشوائب أخرى كلورير الكالسيوم 1% ، وبعد ذلك تتم تنقية المسحوق المتحصل عليه أحيانا بواسطة الغربلة ، حيث تنتج عدة أصناف حسب حجم الحبيبات ، ويستعمل المسحوق الناعم في التكسية من الداخل بينما الخشن يستعمل كملاط أو في بناء الجدران وفي التسقيف وبناء القبب وغيرها .

د) مراحل تحضير التيمشمت [4]



الشكل 2.I مراحل تحضير بالتيمشمت[4]

4.3.I مجالات إستعمالها

إستعملت التمشمت بشكل كبير في عمارة الصحراء المنخفضة ، وتعددت إستعمالاتها في البناء والتسقيف والتكسية وغير ذلك كما أنها تستعمل أيضا في بناء السلالم والأرضيات .....الخ ، وهذا بسبب شدة قوتها ومقاومتها لجميع العوامل الداخلية و الخارجية سواء كانت بعل الطبيعة أو العامل البشري .

ويستخدم التيمشمت على عدة أشكال ، فيستعمل أحيانا نقيا خاصة في تكسية المنازل وتبييضها من الداخل ، كما يستعمل كخليط من الطين أو الرمل أو معا في التكسية الخارجية وفي التسقيف سواء كان المسطح لأنه يوضع كطبقة خارجية لمنع مياه الأمطار ، أو في إنشاء القباب حيث يلعب دورا أساسيا في تماسك مواد البناء ، ولكن عند إستعمال الخليط يجب مراعاة نسب المواد الممزوجة اذ يجب ألا تكون نسبة التيمشمت صغيرة ، فقد دلت بعض التجارب أن اضافة الجبس التقليدي (التيمشمت) بكميات أقل من 5% الى الطين تقل قدرة المزيج في مقاومة الضغط ولكنها تعود لتزداد كلما زادت نسبة التيمشمت في الخليط ، ويرجع تناقص مقاومة الطين للضغط ، أي أن الجير يعمل على تحطيم قوى الربط الموجودة في الطمي لتصبح المواد المضافة هي قوى الربط الأولى بين مواد الخليط ، لذا كلما كانت نسبة الطمي عالية في الطين تطلب ذلك كمية أكبر من الجير لتحطيم روابط الطمي .

التصاميم والأشكال المستخدمة بالجبس تختلف بإختلاف المكان ففي المكاتب يفترض الشكل ذو الطابع الهندسي الجبسي ، وفي القصور والمنازل يأخذ شكل القباب والأعمدة والأقواس ، إضافة الى المدافئ الجبسية والنافورة التي تزين واجهة المنزل أو القصر.

5.3.I أهم الخصائص التي يتميز بها الجبس التقليدي (التمشمت)[4]

- سرعة التصلب وهذا لإحتوائه على نسبة معتبرة من الفحم
- بارد في الصيف ودافئ في الشتاء
- إقتصادي في التكلفة
- عازل للحرارة والصوت في آن وحد .
- سهولة تشكيله بفضل ليونته قبل الجفاف .
- يستعمل في تشكيل لوحات فنية على مستوى الجدران والواجهات ويمكن إدخال بعض المواد المحلية في صنعه مثل ليف النخيل ، بقايا الخشب ، البلاستيك .....الخ **[4]**

ومن سلبيات الجبس التقليدي (التيمشمت) نجد :

- عدم مقاومته للرطوبة .
- سرعة تصلبه .
- عدم توفر الأفران وإندثار حرفة تصنيعه .
- عدم إمكانية القدرة على البناء أكثر من طابق أو طابقين .

4.I الخلاصة

يتضح من خلال الدراسة الببليوغرافية التي ذكرناها في هذا الفصل أن الرجل الصحراوي عرف كيف يستغل الموارد المحلية (التيمشمت) وحقق مساكن أصلية تقاوم ظروف المنطقة وهذا جلي في مختلف القصور الآنفة الذكر.

دراستنا هذه متعلقة بدراسة خصائص طوب بالمواد المحلية (التيمشمت) عن طريق الإختبارات الميكانيكية على عينات من التيمشمت مضافة لها نسب متفاوتة من الحصى ، ومحاولة تحسين هذا الابتكار بإضافة الإسمنت بحيث نثمن ونوسع مجال استعماله.

الفصل الثاني

الفصل II: خصائص المواد المستخدمة

II.1. تمهيد

في هذا الفصل سوف نعرض خصائص المواد المختلفة بواسطة التجارب والتحليلات الفيزيائية والكيميائية التي تم إجرائها ، وهذه الخطوة ضرورية لمعرفة المكونات الكيميائية الرئيسية والخصائص الفيزيائية للتيمشمت.

أجريت الدراسات على هذه المادة في :

- مخبر الهندسة المدنية بجامعة قاصدي مرباح ورقلة .
- مخبر الأشغال العمومية في جنوب البلاد (LTPS).

❖ **التجارب الفيزيائية**

1) تجربة التدرج الحبيبي (NF P 18-560)

2) الكتلة الحجمية

✓ الكتلة الحجمية الظاهرية (NF P 18-554)

✓ الكتلة الحجمية المطلقة (NF P 18-301)

3) تجربة أزرق الميثيلين (NFP 94-068)

4) تجربة الكثافة (NFP 94 – 064)

❖ **التجارب الكيميائية**

1) مبدأ تحديد محتوى الكبريتات (BS 1377)

2) مبدأ تحديد محتوى الكربونات (NFP15-461)

3) مبدأ تحديد الكلوريد (طريقة MOHR)

II.2. المواد المستخدمة

II.2.1. الجبس التقليدي (التيمشت) [3]

كما هو الحال في معظم الصخور الرسوبية فإن الجبس التقليدي (التيمشت) هي مادة معروفة منذ القدم تشكل من الروابط المائية وهي مادة طبيعية صلبة مكونة من ثنائي هيدرات الكبريتات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم المائية ذات الصيغة الكيميائية (CaSo4.2H2o).

الصورة II.1 التيمشمت[3]

II.1.2.1 تجربة التدرج الحبيبي (NF P 18-560) [5]

التحليل الحبيبي هو أولى هذه الأبحاث ويتمثل في التعرف على خصائص الحبيبات وذلك بتعيين أبعادها والنسب المئوية لكل بعد.

هناك عدة أنواع من أنظمة التصنيف المعروفة للتربة ومنها نظام التصنيف الموحد (USCS) الذي يعتمد في تصنيف التربة على دراسة خصائصها الفيزيائية ، ومن بين الخصائص الفيزيائية خاصية التدرج الحبيبي للتربة وفي هذا العمل التطبيقي نقوم بانجاز تجربة التدرج الحبيبي .

التجربة تصنف مختلف الحبيبات المكونة للعينة وذلك باستعمال سلسلة غرابيل موضوعة فوق بعضها البعض تنازليا ، العينة المدروسة توضع في الجزء الأعلى من الغرابيل وترتيب الحبيبات يكون باهتزازات الغرابيل آليا .

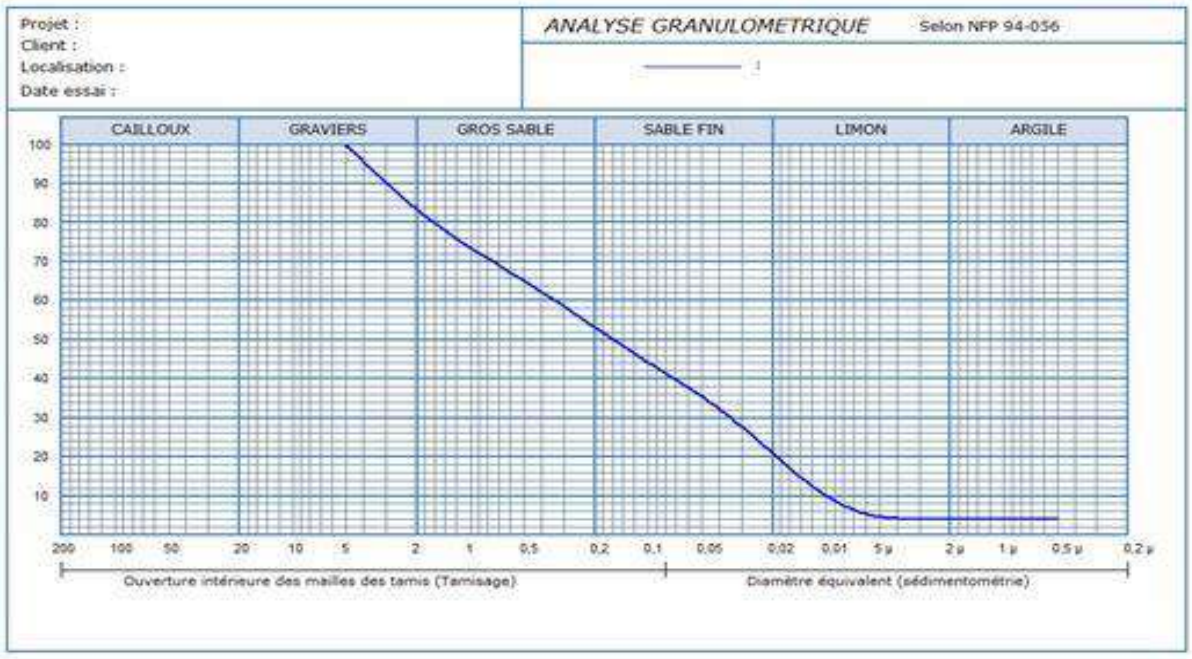
التحليل الحبيبي يسمح بتحديد كمية ونسبة مختلف أقطار الحبيبات المكونة للعينة و يسمح بتحديد أقطار الحبيبات و تحديد التوزيع القطري لحبيبات التيمشمت .

الصورة 2.II : الغرابيل المستخدمة في التجربة

يمكن تحديد منحنيات الحبيبية للمجموعات المختلفة بواسطة نتائج التجربة للتدرج الحبيبي في الجدول التالي:

الجدول 1.II: نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتيمشت[5]

الغربال (مم)	كمية المرفوض (g)	كمية المرفوض المجمل(g)	النسبة المئوية المرفوض (%)	النسبة المئوية المجمل (%)
5	82	82	3.28	96.72
2.5	60	142	5.68	94.32
1.25	80	222	8.88	91.12
0.63	188	410	16.4	83.6
0.315	510	920	36.8	63.2
0.160	540	1460	58.4	41.6
0.080	474	1934	77.36	22.64
المتبقي المار	277			



الشكل 1.II منحنى لتجربة التدرج الحبيبي للتيمشيمت

❖ من التجربة نستنتج أن هذه المادة تحتوي على 18% حصى ، و 32% حبيبات خشنة ، و34% حبيبات ناعمة ، 16% طمي.

3.1.2.II الكتلة الحجمية

قياس الكتلة الحجمية للركام لأن هذه الأخيرة هامة جدا في إيجاد خلطة الخرسانة ، و تحديد نسب المركبات على حسب الكتلة أوالحجم .

لدينا هنا نوعان من الكتلة الحجمية :

- ✓ الكتلة الحجمية الظاهرية .
- ✓ الكتلة الحجمية المطلقة

أ) الكتلة الحجمية الظاهرية (NF P 18-554)[6]

نقوم بقياس الكتلة الحجمية مع أخذ الفراغات في الحساب .

❖ **خطوات التجربة**

1- نملئ الوعاء بالرمل بواسطة اليد بحيث تكون ليد مرتفعة بمقدار 10 سم عن حافة الوعاء .

2- ننزع الرمل الزائد بالمسطرة بحيث لا نترك فراغات على سطح الوعاء .

3- نقوم بوزن الوعاء + التيمشمت.

4- نقوم بإعادة التجربة ثلاث مرات و نسجل النتائج في الجدول .

يتم تحديد هذا الاختبار بالصيغة التالية :

$$\rho_a = \frac{M}{V}$$

عندنا :

- ρ_a: الكتلة الحجمية الظاهرة
- M : كتلة العينة
- V : حجم العينة

الصورة 3.II تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية

ب) الكتلة الحجمية المطلقة (NF P 18-301) [6]

نقوم بقياس الكتلة الحجمية مع عدم أخذ الفراغات في الحساب

❖ **خطوات التجربة**

1- نقوم بوزن كمية من التيمشمت (الجبس التقليدي)

2- نملئ الأنبوب المدرج بالماء إلى غاية V_1=100 ML.

3- نفرغ ببطئ كمية الرمل في الأنبوب و نقرأ «V_2»

4- نقوم بتكرار العملية ثلاث مرات .

يتم تحديده بالصيغة التالية :

$$\rho_{abs} = \frac{m}{V_2 - V_1}$$

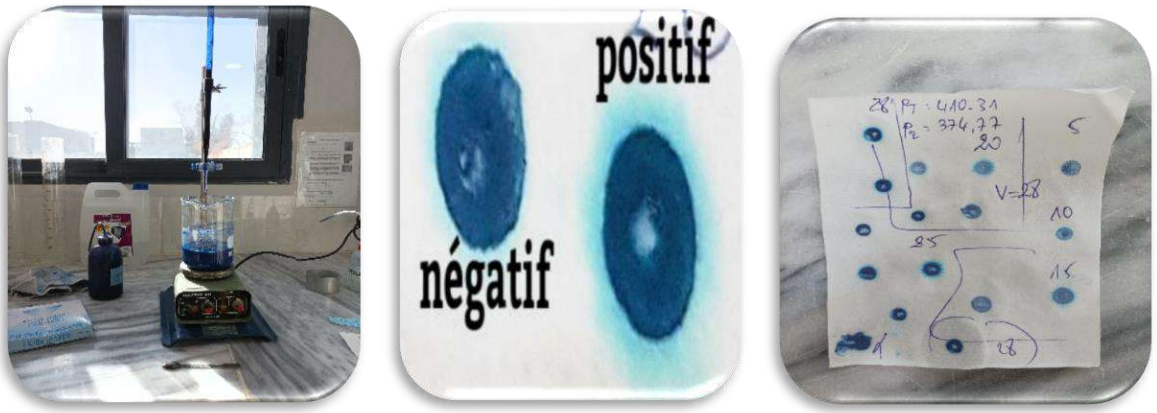
الصورة 4.II تجربة الكتلة الحجمية المطلقة[6]

الجدول 2.II نتائج الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة[6]

التجربة	النتائج
الكتلة الحجمية الظاهرية ($P/V\ (g/cm^3)$	1.0337
الكتلة الحجمية المطلقة ($P1/V\ (g/cm^3)$	2.254

3.1.2.II تجربة أزرق الميثيلين (NFP 94-068)

يستخدم تجربة أزرق الميثيلين لتحديد محتوى الطين من الرمل والركام و التربة في كثير من الأحيان ، يتكون الإختبار من تحديد كمية جزيئات الطين الموجود في العينة. لهذا نستخدم أزرق الميثيلين.



الصورة 5.II تجربة أزرق الميثيلين

يتم إعطاء القيمة الزرقاء للتيمشمت من خلال :

$$VBS = \frac{V \times 0.01}{M_S} \times C \times 100$$

V : حجم الأزرق المضاف

M_s : كتلة من العينة الجافة

C : نسبة العينة الموزونة على الوزن الكلي

القيمة أزرق الميثيلين للتيمشت هي : VBS = 0.5

- يتم تمييز قيم التصنيف التالية :

VBS ≤ 0.2 : التربة رملية

0.2 < VBS ≤ 2.5 : التربة طينية

2.5 < VBS ≤ 6 : التربة متوسطة اللدونة

6 < VBS ≤ 8 : التربة طمي

VBS > 8 : تربة طينية جدا

- **تصنيف عينتنا هي 0.2 < VBS ≤ 2.5 لذا من النتيجة التي تم الحصول عليها ، نستنتج أن التربة طينية .**

4.1.2.II تجربة الكثافة (NFP 94 – 064)

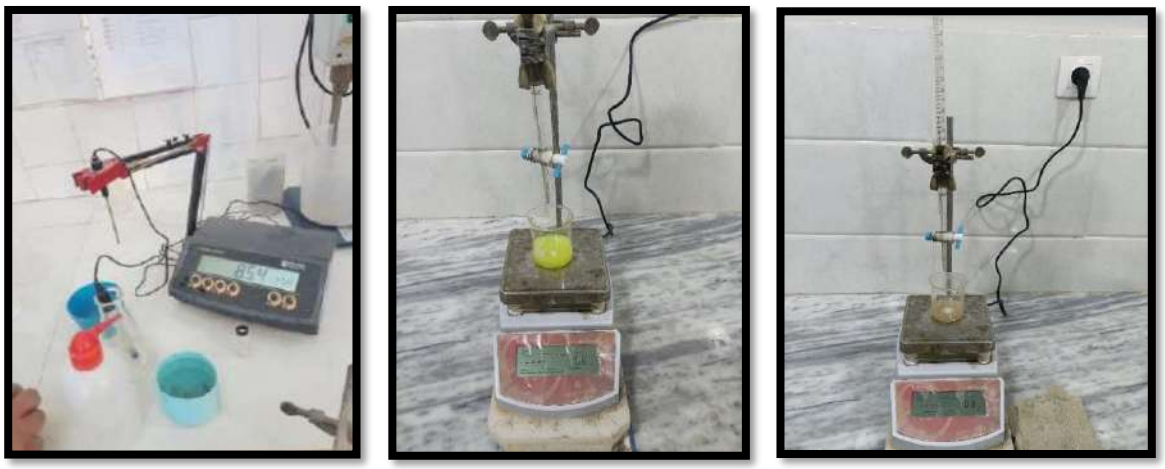
تمكننا هذه التجربة الحصول على كثافة وزن الحجم ، وللقيام بذلك يتم رفع عينة من الماء ويتم قياس قوة الدفع التي يمارسها السائل باستخدام ميزان مجهز لهذا الغرض ، لتجنب الأخطاء الناتجة عن تسرب المياه في عينة التربة الظاهرة ، يتم أولاً تغليف العينة بالبارافين ثم يتم تقييم كتلته وحجمه.

الصورة 6.II تجربة الكثافة

متوسط الكثافة هو : 2.026

II.5.1.2 التجارب الكيميائية [7]

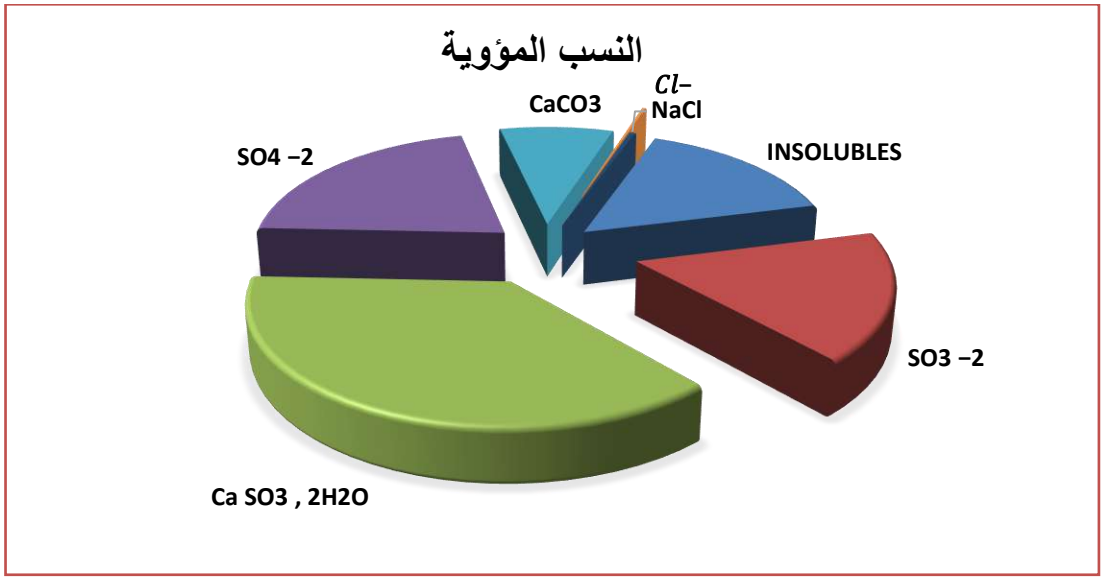
- تحديد العناصر المكونة للجبس التقليدي (كبريتات ، كربونات ، كلوريدات)
- تحديد النسب المؤوية للعناصر



الصورة II.7 التجارب الكيميائية للتيمشمت

الجدول II.3 التحليلات الكيميائية للجبس التقليدي [7]

	العناصر	القيم
INSOLUBLES (NFP 15-461)	INSOLUBLES	14.8%
كبريتات(BS 1377)	SO_3^{-2}	16.56%
	$Ca\ SO_3\ , 2H_2O$	35.61%
	SO_4^{-2}	19.89%
كربونات (NFP15-461)	$CaCO_3$	8%
كلوريد (طريقة MOHR)	Cl^-	0.240%
	NaCl	0.394%



الشكل II.5 رسم بياني يعرض نتائج الاختبارات الكيميائية للجبس التقليدي (التيمشت)

يوضح الشكل (II.5) أن العناصر الموجودة في العينة عبارة عن حبيبات جبسية بنسبة ٪35.61 مع المواد غير القابلة للذوبان بنسبة ٪14.8 ، ومحتويات الكلوريدات منخفضة جدا.

II.2.2 الحصى [8]

هي صخور فتاتية خشنة تتجاوز أقطار حبيباتها 2 ميليمتر ، مع حشوة تكون من الرمل أو الوحل ، كما أن له فائدة في مساعدة الخرسانة على مقاومة الأحمال والبري والحرارة وعوامل الإحتكاك وحدوث أي بلل أو جفاف.

يجدر الذكر أن الحصى المستعمل في تجاربنا هو ذو الأبعاد (0/3) مم.

الصورة II.8 حصى (0/3) [9]

1.2.2.II خصائص الحصى[9]

الجدول 4.II الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة للحصى (0/3) [9]

التجربة	النتائج
الكتلة الحجمية الظاهرية ($P/V\ (g/cm^3)$	1.46
الكتلة الحجمية المطلقة ($P1/V\ (g/cm^3)$	2.59

الجدول 5.II التحليلات الكيميائية للحصى (0/3) [9]

العناصر	القيم %
INSOLUBLES	96.8%
$CaSO_3$	10%
$CaCO_4$	1.473%
NaCl	6.790%

الجدول 6.II المكافئ الرملي للحصى[9]

المكافئ الرملي للحصى	الحصى (0/3)	النتيجة
ES (%)	29.66	ES < 60%

3.2.II الإسمنت [10]

هو رابط مائي مصنع غير عضوي له خاصية التفاعل مع الماء وتكوين عجينة لدنة قادرة عند تصلبها على ربط الرمل والحصى والحجارة التي تخلط بها ، وبذلك يتشكل الميلاط Mortier والخرسانة BETON المقاومان لتأثير العوامل الطبيعية والماء. يعد الاسمنت من أهم مواد البناء ويرجع تصلبه الى التفاعلات الكيمياوية القائمة على تمييه Hydratation سيليكات الألمنيوم وألومينات وكبريتاته التي يتركب منها ، وأنواعها كثيرة أشهرها وأكثرها إنتشارا الاسمنت البورتلاندي .

في هذه الدراسة نستخدم الاسمنت البورتلاندي(ELMATIN) ذو الخصائص التالية :

أ) الخصائص الميكانيكية [10]

يلخص الجدول التالي الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للإسمنت المستخدم

الجدول II.7 مقاومة الإنضغاط الإسمنت [10]

قوة الضغط	القيمة
يومان (Mpa)	10.00 <
28 يومً (Mpa)	42.5 ≤

الجدول II.8 الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للإسمنت المستخدم

Propriétés physiques et mécaniques	CPJ-CEM II /B-L
Début de prise heur/min	2.45
Fin de prise heur/min	3.50
Rc28 (Mpa)	≥ 42.5
Rt28 (Mpa)	4.3

ب) الخصائص الكيميائية [10]

كشف التحليل الكيميائي للإسمنت المستخدم عن وجود العناصر الكيميائية التالية :

الجدول II.9 التجارب الكيميائية للإسمنت المستخدم [10]

Analyses chimiques	Valeur
Perte au feu (NA5042) (%)	10.0±2
Teneur en sulfates (SO3) (%)	2.5±0.5
Teneur en oxide de magnéium MgO (%)	1.7±0.5
Teneur en chlorures (NA5042) (%)	0.02-0.05

3.II الخلاصة

وفقا للتجارب الفيزيائية والكيميائية المطبقة على الجبس التقليدي (التيمشمت) ، نستنتج أن هذه المادة تحتوي على 18% حصى ، و 32% حبيبات خشنة ، و34% حبيبات ناعمة ، 16% طمي.

كما أظهرت نتائج التحليلات الكيميائية أن الجبس التقليدي يحتوي على كمية كبيرة من كبريتات الكالسيوم لأن هذه المادة تستخرج من مصدر جبسي ، ويلاحظ أن هذه المادة تحتوي على أملاح قليلة.

- الحصى المستخدم (0/3) نظيف ولديه توزيع جيد لأبعاد الجسيمات.
- الرابط الهيدروليكي المستخدم هو اسمنت (CPJ-CEM II /B-L 42.5 N) المتواجد في السوق والذي تم اعتماده من قبل المعايير الجزائرية للبناء .

الفصل الثالث

الفصل III : النتائج و التفسيرات

1.III تمهيد

قمنا في هذا الفصل بتصنيع عينات بأبعاد cm^3 (16×4×4) من الجبس التقليدي مضاف لها الحصى بكميات ونسب متفاوتة بهدف دراسة فعاليتها الميكانيكية وهذا من خلال إجراء التجارب التالية :

- الكتلة الحجمية
- تجربة الإنضغاط
- تجربة الانحناء
- تجربة امتصاص الماء

وبعد أخذ أفضل قيم التجارب نقوم بدراسة تأثير الإسمنت على العينات وهذا بإضافة نسب 0% ، 1% ، .....5% وإجراء نفس التجارب عليها.

وتجدر الإشارة أن جميع هذه التجارب تمت في :

- مخبر الهندسة المدنية بجامعة قاصدي مرباح (ورقلة)
- مخبر الدراسة والمراقبة (LEC)
- مخبر الأشغال العمومية في جنوب البلاد وحدة ورقلة (LTPS)

2.III. إعداد وصنع العينات

1.2.III. خطوات التحضير

لتحضير العينات اتبعنا الخطوات التالية :

أ) تحضير المواد

- نزن الكميات اللازمة من المواد: الجبس التقليدي ،الحصى ، الماء .

الصورة 1.III المواد المستخدمة

ب) تحضير القوالب

- حتى تكون القوالب جاهزة للاستخدام يجب تنظيفها جيدا ودهنها بالزيت .

الصورة III.2 تنظيف وتزييت القوالب

ج) خلط وصب العينات

- يتم خلط الجبس التقليدي (التيمشمت) مع الحصى (0/3) بكمية من الماء ويعجن الخليط لمدة 30 إلى 40 ثانية حتى يتم الحصول على خليط متجانس ورطب .
- نملأ القوالب المعدنية مع الضغط .

الصورة III.3 خلط وصب العينات

هـ) تسطيح العينات

- يتم اجراء عملية التسطيح على الجزء العلوي للعينات للحصول على أسطح ناعمة .

الصورة III.4 تسطيح العينات في القوالب

و) إزالة العينات من القوالب

- بعد الصب ، نترك القوالب لمدة ساعة حتى تكون العينات جاهزة للتخلص من القالب.

الصورة III .5 إزالة العينات من القوالب

د) تخزين العينات

- نترك العينات تجف في الهواء الطلق

الصورة III.6 تخزين العينات

2.2.III تحضير العينات

قمنا بإعداد احدى عشرة عينة من الطوب بأبعاد (4×4×16) سم^3 ، لتقدير الخواص الميكانيكية فهي مكونة من (الجبس التقليدي و الحصى) ، ثم قمنا بحساب أوزان التراكيب على النحو التالي :

الجدول 1.III التركيبات المستخدمة (التيمشت % و الحصى 0/3 %)

تركيبة العينات	التيمشت %	الحصى (0/3) %
C_0	100%	0%
C_1	95%	5%
C_2	90%	10%
C_3	85%	15%
C_4	80%	20%
C_5	75%	25%
C_6	70%	30%
C_7	65%	35%
C_8	60%	40%
C_9	55%	45%
C_{10}	50%	50%

- تم إجراء كل إختبار على ثلاث عينات من نفس التركيب

3.III التجارب الميكانيكية (NF P18-554)

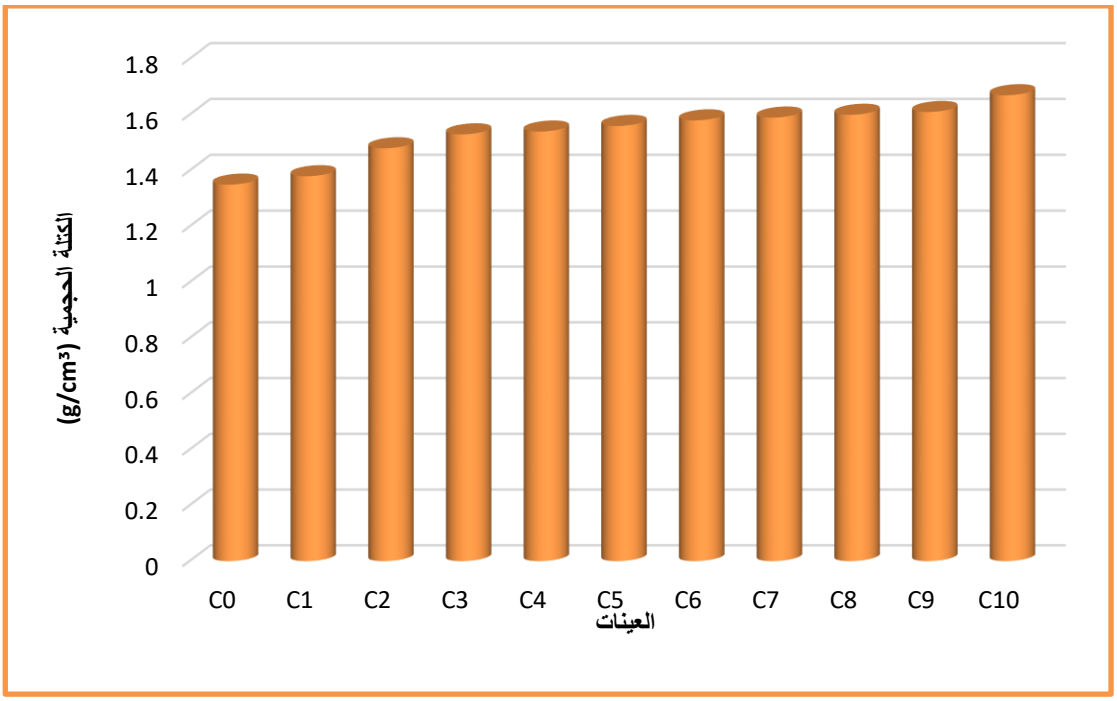
- يتم إجراء هذه التجارب على مستوى مخبر الهندسة المدنية بجامعة قاصدي مرباح ورقلة و مخبر الدراسة والمراقبة (LEC)

1.3.III الكتلة الحجمية

يوضح الجدول (7.III) الكتلة الحجمية للطوب حسب إختلاف نسب التيمشت ، والحصى.

الجدول 2.III نتائج الكتلة الحجمية

العينات	ρ (g/cm³)
C_0	1.35
C_1	1.38
C_2	1.48
C_3	1.53
C_4	1.54
C_5	1.56
C_6	1.58
C_7	1.59
C_8	1.60
C_9	1.61
C_{10}	1.67



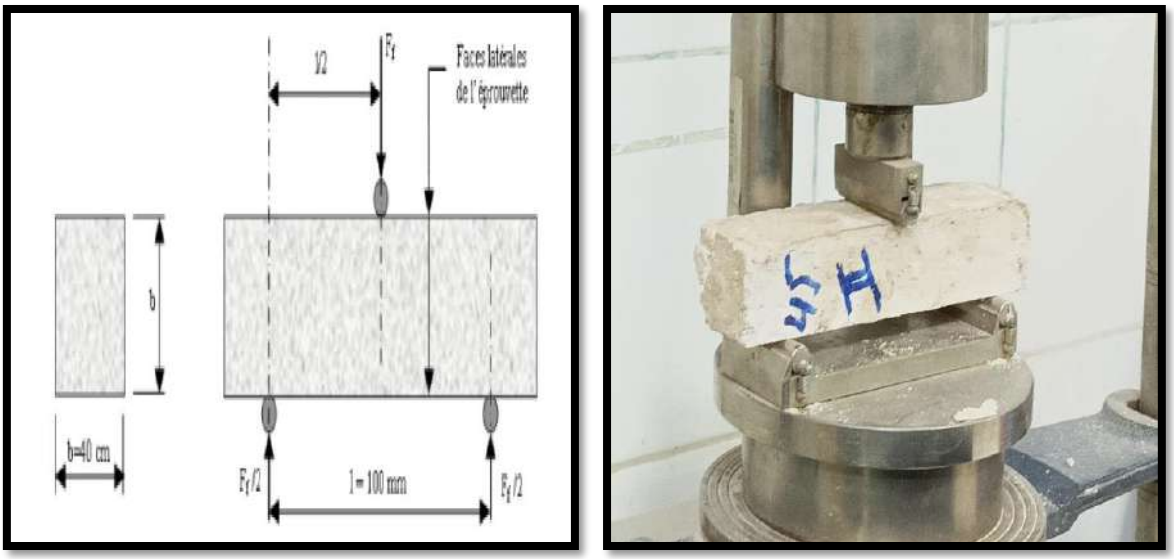
الشكل 1.III الكتلة الحجمية للطوب بدلالة العينات

تظهر النتائج المتمثلة في الشكل (1.III) أن :

- C_0 تظهر أقل قيمة وذلك لعدم وجود الحصى فيها حيث أن الكتلة الحجمية للحصى أكبر من الكتلة الحجمية للتيمشمت .
- نلاحظ أنه كلما زادت نسبة الحصى زادت الكتلة الحجمية .

2.3.III تجربة الإنحناء (NFP 18-407)

الهدف من هذه التجربة هو معرفة قوة تحمل العنصر تحت قوى الانحناء ، مبدأ التجربة يكون بوضع العينة في الجهاز الخاص بالانحناء وهذا بأخذ ثلاث نقاط للارتكاز، حيث توضع في مساند بعدها نطبق عليها قوة ، تنزع هذه الأخيرة بمجرد انهيار العينة وانقسامها الى جزأين وتسجل القيمة العظمى .



الصورة 7.III تجربة الانحناء

- الصيغة التي تسمح لنا بحساب مقاومة الانحناء هي كما يلي :

$$R_f = \frac{1.5\ P\ L}{a^3}$$

حيث :

R_f : مقاومة الإنحناء ب MPa

P : القوة المطبقة على العينة ب N

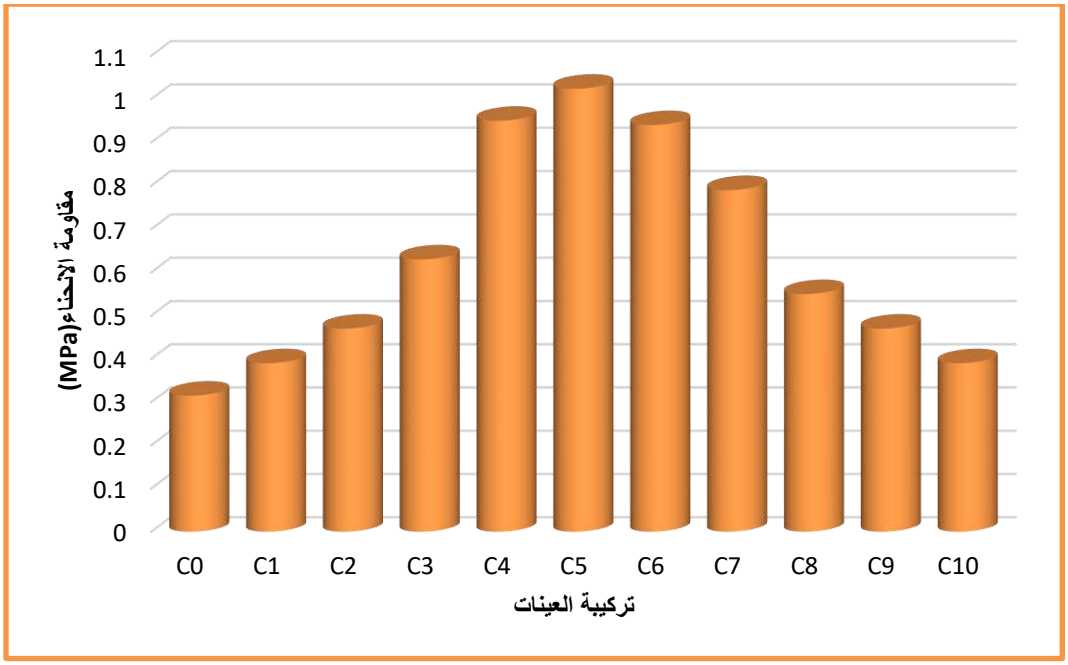
L : طول ضلع مقطع العينة ب mm

a : إرتفاع العينة ب mm

قيم مقاومة الطوب للانحناء وفقا لتركيبة العينات المقترحة في الجدول التالي :

الجدول 3.III نتائج مقاومة الطوب للانحناء حسب النسب المؤوية للحصى

تركيبة العينات	R_f (Mpa)
C_0	0.315
C_1	0.39
C_2	0.47
C_3	0.63
C_4	0.95
C_5	1.024
C_6	0.94
C_7	0.79
C_8	0.55
C_9	0.47
C_{10}	0.39



الشكل 2.III مقاومة الطوب للانحناء بدلالة نسبة الحصى

وفقا للشكل (2.III) نلاحظ أن :

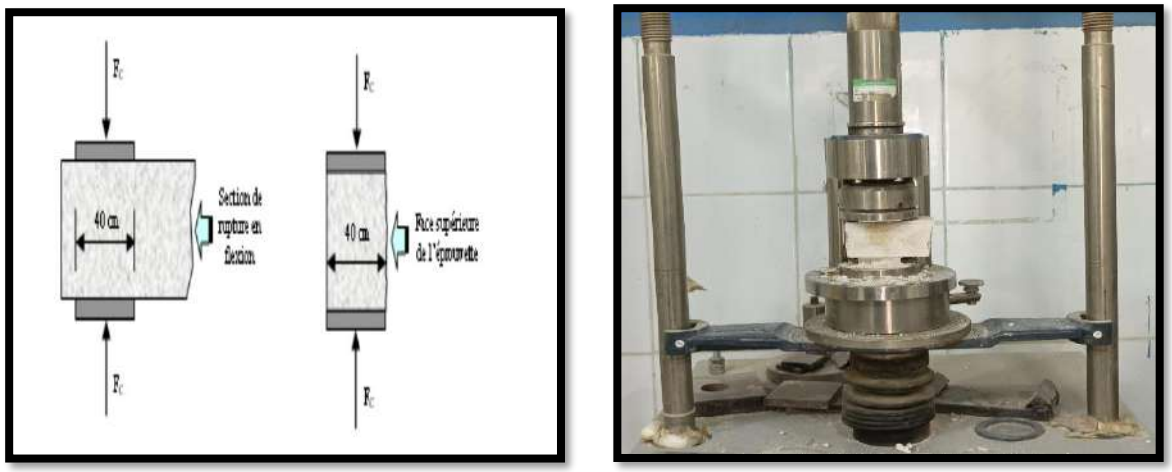
الخلطة C_5 (C 25% ، T 75%) سجلت أعلى قيمة 1.024 MPa لمقاومة الإنحناء بثلاثة أضعاف مقارنة بالعينة C_0 (T 100%) .

وجود مرحلتين لمقاومة الإنحناء:

- **المرحلة الأولى** مرحلة التزايد حيث تتزايد قيم الإنحناء من 0.315 MPa إلى أن تسجل أعلى قيمة 1.024 MPa ، نفسر هذا التزايد بوجود تماسك بين الحصى والتيمشمت
- **المرحلة الثانية** مرحلة الإنخفاض حيث تتناقص قيم الإنحناء من 1.024 MPa إلى غاية 0.39 MPa ونفسر هذا بوجود نسب كبيرة من الحصى لم تسمح بإعطاء تماسك جيد .

3.3.III تجربة الانضغاط (NF P 18-406)

الهدف من هذه التجربة هو معرفة مقاومة الضغط البسيط للعينة ، مبدأ التجربة يكون بأخذ عينة ووضعها في جهاز الضغط حيث نطبق عليها قوة تجعل منها تنهار ، حيث في نفس لحظة الانهيار ننزع القوة المطبقة ونقرأ من الجهاز مقاومة الضغط Rc .



الصورة 8.III تجربة الانضغاط

- الصيغة التي تسمح لنا بحساب مقاومة الضغط هي كما يلي :

$$R_c = \frac{F_c}{S}$$

حيث :

R_c : مقاومة الإنضغاط ب MPa

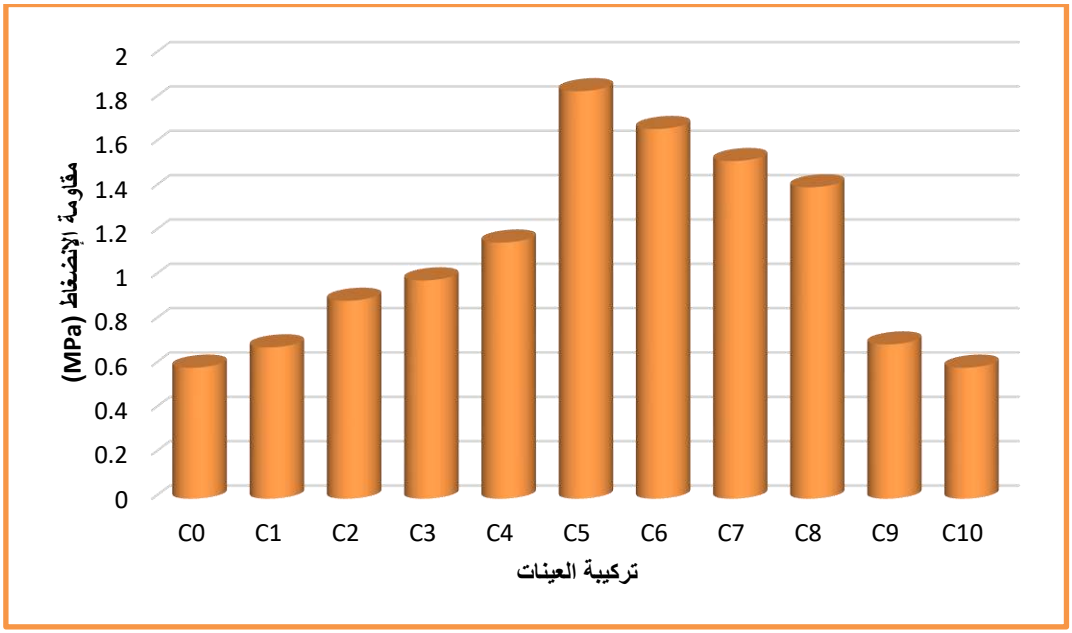
Fc : قوة الضغط المطبقة على العينة ب N

S : مساحة العينة المطبق عليها الضغط ب mm

قيم مقاومة الطوب للإنضغاط وفقا لتركيبة العينات المقترحة في الجدول التالي :

الجدول III.4 نتائج مقاومة الطوب للانضغاط حسب النسب المؤوية للحصى

تركيبة العينات	R_c (MPa)
C_0	0.59
C_1	0.68
C_2	0.89
C_3	0.98
C_4	1.15
C_5	1.83
C_6	1.66
C_7	1.52
C_8	1.40
C_9	0.69
C_{10}	0.59



الشكل III.3 مقاومة الطوب للانضغاط بدلالة نسبة الحصى

وفقا للشكل (III.3) نلاحظ أن :

الخلطة C_5 (G 25% ، T 75%) سجلت أعلى قيمة 1.83 MPa لمقاومة الإنضغاط بأكثر من ثلاثة أضعاف مقارنة بالعينة C_0 (T 100%) .

وجود مرحلتين لمقاومة الإنحناء:

- **المرحلة الأولى** مرحلة التزايد حيث تتزايد قيم الإنضغاط من 0.59 MPa إلى أن تسجل أعلى قيمة 1.83 MPa، نفسر هذا التزايد بوجود تماسك بين الحصى والتيمشمت
- **المرحلة الثانية** مرحلة الإنخفاض حيث تتناقص قيم الإنضغاط من 1.83 MPa إلى غاية 0.59 MPa ونفسر هذا بوجود نسب كبيرة من الحصى لم تسمح بإعطاء تماسك جيد .

4.3.III تجربة إمتصاص الماء (NF EN 772-11)

هو إمتصاص العينة كمية من الماء لكل وحدة زمنية ، عندما يكون وجه واحد فقط من العينة على إتصال مباشر بالماء المقطر.

يتم تجفيف العينات مسبقا عند درجة الحرارة 70 درجة مئوية حتى يتم الحصول على كتلة ثابتة ، ثم يتم وزنها لتحديد كتلتها الجافة. ثم توضع العينات في حوض فيها الماء المقطر حيث يسمح بإمتصاص العينة للماء بوجه واحد ، بعد ذلك يتم وزن عينات الإختبار في أوقات محددة وفقا للمعيار المستخدم (NF EN 772-11).

يعرف معامل إمتصاص الماء $C_{W.S}$ على أنه ميل الإنعطاف الخطي للمنحنى الذي يربط بكمية الماء الممتصة بدلالة الجذر التربيعي للزمن .

$$C_{w.s} = \frac{m_{so.s} - m_{dry.s}}{A_S\sqrt{t_{S.o}}} * 10^6$$

حيث :

$C_{w.s}$: معامل إمتصاص الماء ب $g/m^2 . S^{1/2}$

$m_{so.s}$: كتلة العينة بعد الغمر لفترة زمنية t ، بالغرام

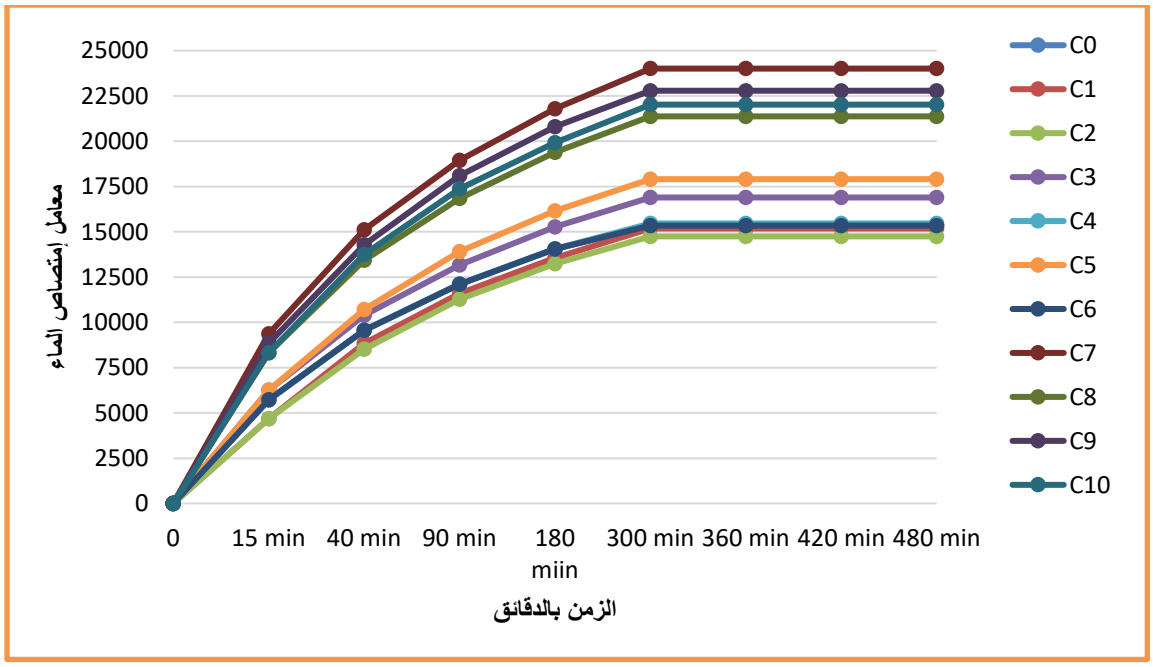
$m_{dry.s}$: كتلة العينة بعد التجفيف بالغرام

A_S : المساحة الإجمالية لوجه العينة المغمورة في الما المقطر mm^2

ts.o : وقت الغمر في الثانية

الصورة III.9. إمتصاص العينات للماء

الصورة III.10. مواد المستخدمة



الشكل III.4 منحنى يوضح تغيرات معامل إمتصاص الماء في العينات بدلالة الزمن

وفقا للشكل (III.4) نلاحظ أن :

وجود مرحلتين :

- **المرحلة الأولى** يكون فيها اإمتصاص ضعيف وهذا راجع لعدم وجود فراغات تحبس المياه وهذا ما يفسر النتائج الميكانيكية .
- **المرحلة الثانية** يكون فيها الإمتصاص كبير وهذا راجع لوجود فراغات تسمح بتشبع العينات بالمياه

4.III دراسة تأثير إضافة الإسمنت

بعد أخذ قيم التجارب السابقة توصلنا أن التركيبة ذات النسب (25% حصى ، 75% تيمشت) هي التي أعطت أفضل القيم ، فقمنا بإضافة نسب (0% ، 1% ، .....5%) من الاسمنت إلى التركيبة المثالية وترك العينات لمدة 28 يوم قصد دراسة تأثيرها.

الجدول 5.III نتائج الخلطة المثالية

التجارب	الكتلة الحجمية (g/cm^3)	مقاومة الإنحناء Mpa	مقاومة الإنضغاط MPa
النتائج	1.57	1.024	1.83

1.4.III تحضير العينات

قمنا باعداد خمسة عينات من الطوب بأبعاد (4×4×16) سم^3 وهي مكونة من (الجبس التقليدي ، الحصى ، والإسمنت) ، ثم قمنا بتركها لمدة 28 يوم .

الجدول 6.III التركيبات المستخدمة (التيمشت % و الحصى % و الإسمنت%)

تركيبة العينات	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
التيمشت %	75	74	73	72	71	70
الحصى %	25	25	25	25	25	25
الإسمنت %	0	1	2	3	4	5

- تم إجراء كل إختبار على ثلاث عينات من نفس التركيب

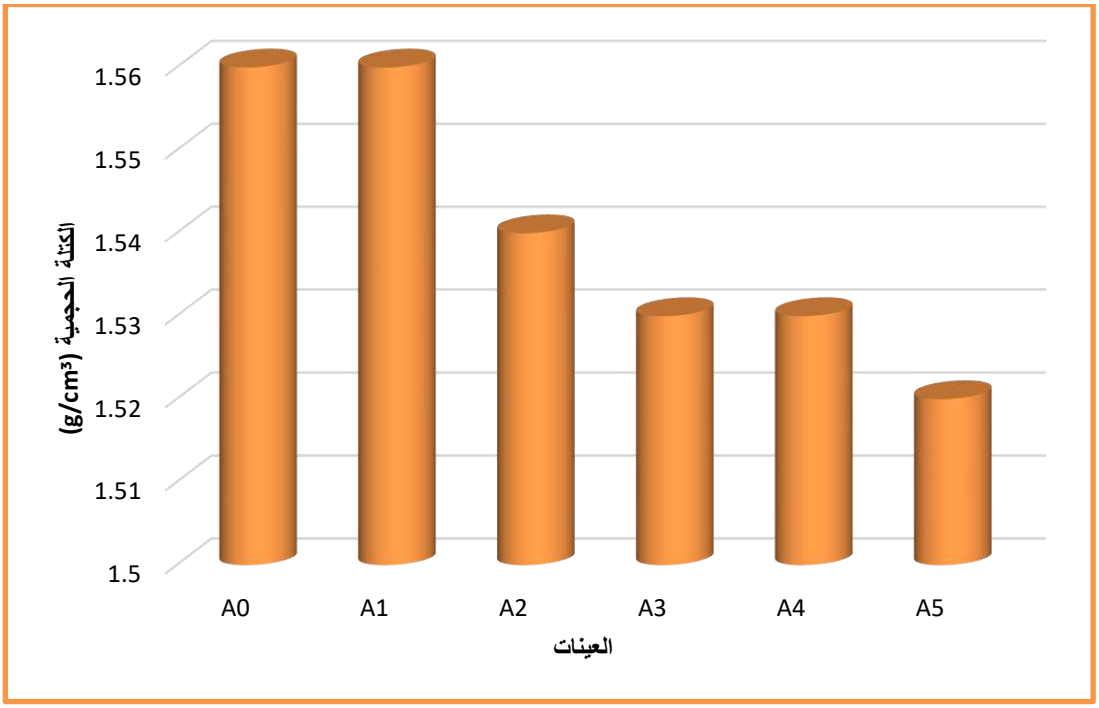
2.4.III التجارب الميكانيكية (NF P18-554)

1.2.4.III الكتلة الحجمية

يوضح الجدول (7.III) الكتلة الحجمية للطوب حسب إختلاف نسب التيمشت ، الحصى ، والإسمنت

الجدول 7.III نتائج الكتلة الحجمية

العينات	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
ρ (g/cm^3)	1.56	1.56	1.54	1.53	1.53	1.52



الشكل 5.III الكتلة الحجمية للطوب بدلالة العينات

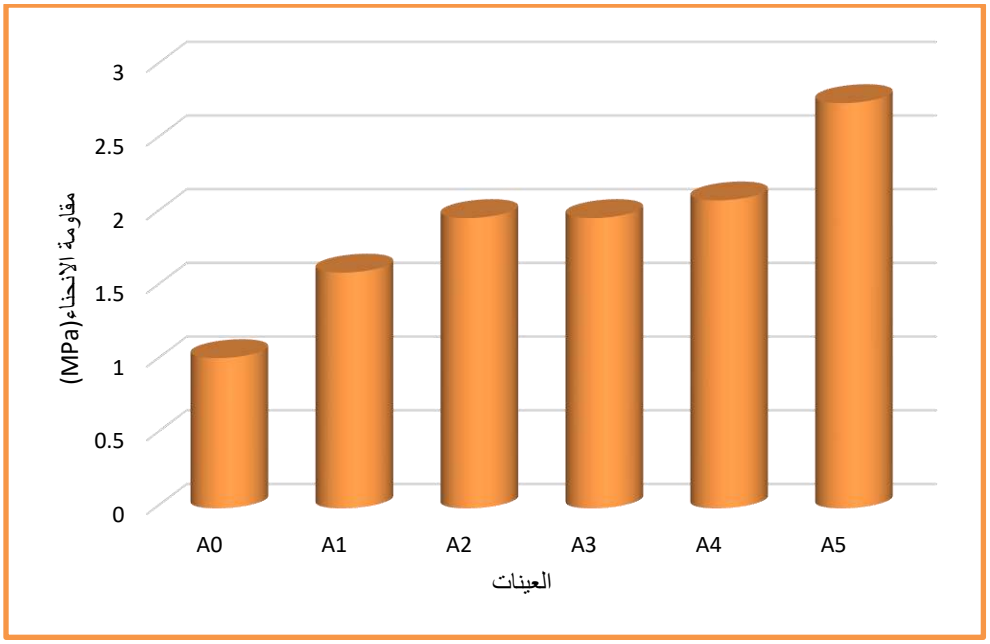
- A_5 تظهر أقل قيمة وذلك لوجود أعلى نسبة من الإسمنت مقارنة بباقي الخلطات ، حيث أن الكتلة الحجمية للإسمنت أقل من التيمشمت والحصى.
- نلاحظ أنه كلما زادت نسبة الأسمنت إنخفضت الكتلة الحجمية

2.2.4.III تجربة الإنحناء (NFP 18-407)

يوضح الجدول (8.III) مقاومة الإنحناء للطوب حسب إختلاف العينات وفق الجدول التالي :

الجدول 8.III نتائج مقاومة الطوب للانحناء حسب النسب المؤوية للحصى و الاسمنت

العينات	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
R_f (g/cm³)	1.02	1.6	1.97	1.97	2.09	2.75



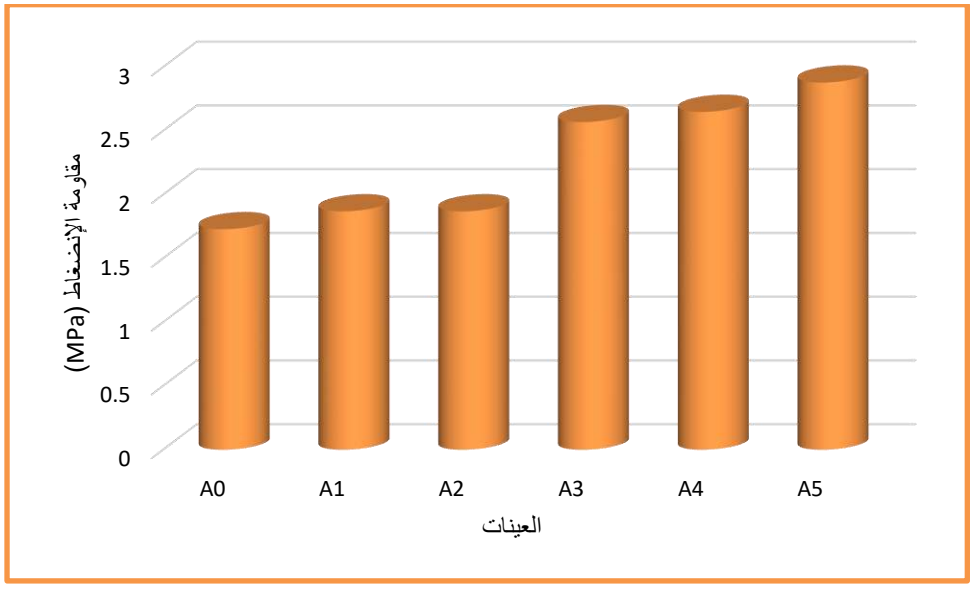
الشكل 6.III مقاومة الطوب للانحناء بدلالة نسبة الحصى والإسمنت

3.2.4.III تجربة الانضغاط (NF P 18-406)

يوضح الجدول (9.III) مقاومة الإنضغاط للطوب حسب إختلاف العينات وفق الجدول التالي :

الجدول 9.III نتائج مقاومة الطوب للانضغاط حسب النسب المؤوية للحصى و الاسمنت

العينات	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
R_c (g/cm³)	1.73	1.87	1.87	2.57	2.65	2.88



الشكل 7.III مقاومة الطوب للإنضغاط بدلالة نسبة الحصى والاسمنت

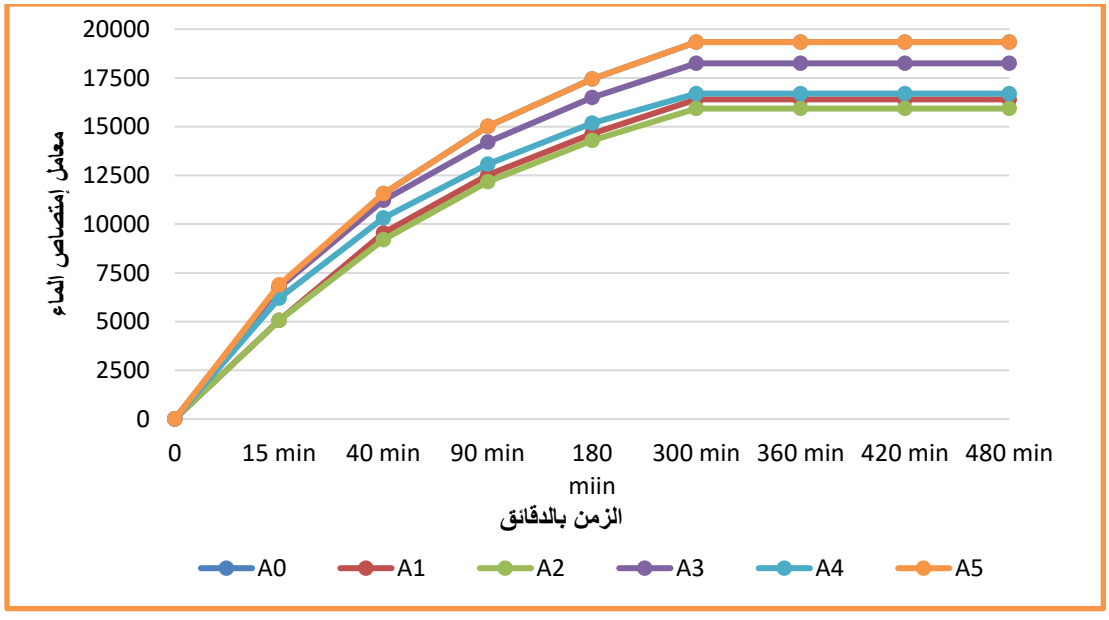
◆ **تفسير النتائج :**

وفقا للشكل (6.III) و الشكل (7.III) نلاحظ أن :

- الخلطة A_5 (C 5% ، G 25% ، T 70%) سجلت أعلى قيمة لمقاومتي الإنحناء والإنضغاط مقارنة بالخلطة A_0 (G 25% ، T 75%).
- تزايد قيمة مقاومة الإنحناء من 1.02 MPa إلى 2.75 MPa و مقاومة الإنضغاط من 1.73 MPa إلى 2.88 MPa ، نفسر هذا بالتماسك الجيد للخلطة نتيجة أضافة الإسمنت الذي أعطى ترابطا للخلطة .

4.2.4.III تجربة إمتصاص الماء (NF EN 772-11)

يوضح الشكل (8.III) معامل إمتصاص الماء للطوب حسب إختلاف العينات وفق الجدول التالي :



الشكل 8.III منحنى يوضح تغيرات معامل إمتصاص الماء في العينات بدلالة الزمن

وفقا للشكل (8.III) نلاحظ أن :

نتائج إمتصاص الماء للعينات A_0 و A_5 متساوية وهي تسجل أعلى قيم الإمتصاص .

نلاحظ أن الإسمنت لعب دورا في تقليل إمتصاص الماء في العينات الأخرى (A1, A2 , A3 , A4) إلى أن تصل نسبة 5% من الإسمنت .

الجدول 10.III أفضل نتائج التركيبات قبل وبعد إضافة الإسمنت

	أفضل نتائج للتركيبات قبل إضافة الإسمنت (التيمشمت ـ الحصى)	أفضل نتائج للتركيبات بعد إضافة الإسمنت (التيمشمت ـ الحصى ـ والإسمنت)
الكتلة الحجمية (g/cm^3)	1.56	1.56
مقاومة الإنحناء MPa	1.024	2.75
مقاومة الإنضغاط MPa	1.83	2.88

5.III الخلاصة

من الدراسة التجريبية على الخصائص الميكانيكية للتركيبات المختلفة يمكننا استخلاص الاستنتاجات التالية :

- التركيبة C_5 هي التي أعطت سلوكا ميكانيكيا جيدا مقارنة بالطوب الآخر.
- التركيبة A_5 المضاف إليها 5% إسمنت هي التي أعطت نتائج جيدة لمقاومة الإنحناء والإنضغاط .
- أدت إضافة الإسمنت للطوب إلى تحسين خواصه الميكانيكية .
- كلما زادت نسبة الحصى في الخلطة زادت نسبة إمتصاص العينة للماء(علاقة طردية) وهذا راجع لوجود الفراغات .
- أعطى الإسمنت نتائج إجابية من حيث تقليل إمتصاص العينات للماء .

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة

في إطار تثمين الموارد الطبيعية قمنا بهذه الدراسة بهدف تقييم إمكانية استخدام الطوب القائم على أساس الجبس التقليدي (التيمشمت) والترويج لها في قطاع البناء ، إذ يعتبر التيمشمت من أهم مواد البناء التقليدية التي إعتمدها الإنسان منذ القدم لأنها تقاوم وتلائم تضاريس المنطقة ومثال على ذلك البناء القديم لمدينة ورقلة القصر العتيق .

في البداية سلطنا الضوء على منطقة الدراسة (قصر ورقلة) وهو عبارة عن قرية محصنة أو تجمع سكني يضم كثيرا من الدور المتلاصقة المتراصة ، تقطنه مجموعات بشرية تنتمي إلى أصول عرقية أو طبقات مختلفة ، يجمعها تقارب وتشابه أنماط العيش .

بعد ذلك درسنا المادة الأساسية (التيمشمت) قصد تحديد خواصها الفيزيائية والكيميائية ، وقد تم إجراء التجارب في مخبر الهندسة المدنية بجامعة قاصدي مرباح (ورقلة) ومخبر الدراسة والمراقبة (LEC) وهي كالآتي :

التدرج الحبيبي ، الكتلة الحجمية الظاهرية ، الكتلة الحجمية المطلقة ، الكثافة ، أزرق الميثيلين ، التجارب الكيميائية ، بعد حساب المعلومات الضرورية تحصلنا على ما يلي :

- وفقا لتجربة التدرج الحبيبي نستنتج أن هذه المادة تحتوي على 18% حصى ، و 32% حبيبات خشنة ، و34% حبيبات ناعمة ، 16% طمي.

في الخطوة التالية قمنا بإعداد العينات ذات أبعاد (4×4×16) سم^3 ،حيث أضفنا للتيمشمت نسب كتلية مختلفة من الحصى (0% ، 5% ، 10% ،.....45% ، 50%) وبعد ذلك قمنا بإجراء تجارب ميكانيكية (الانحناء ، الإنضغاط) ، وتجارب أخرى (الكتلة الحجمية ، إمتصاص الماء) ، وهذا كله من أجل معرفة العينة الأفضل للاستعمال . من خلال النتائج المحصل عليها وجدنا ان العينة C_5 (75% تيمشمت ، 25 % حصى) ، هي التي أثبتت فعاليتها من الناحية الميكانيكية ، مقارنة بباقي العينات .

- ومن أجل مواصلة تحسين خصائص الطوب كانت المرحلة التالية هي دراسة تأثير الإسمنت ، بعد إختيار أفضل عينة ميكانيكية (C_5) ، أضفنا النسب الكتلية (1%، 2%، 3%، 4% ، 5%) إلى العينات وتركناها لمدة 28 يوم .

بعد إجراء التجارب أعطت النتائج أن العينة A_5 (70% تيمشمت ، 25% حصى ، 5% إسمنت) هي الأفضل ميكانيكيا.

- أدت إضافة الإسمنت للطوب إلى تحسين المقاومة الميكانيكية

توصيـــــــــــــات

بناءً على نتائج هذا البحث ، نوصي بما يلي:

- ✓ إنجاز دراسة تقنية واقتصادية قصد الترويج لهذه المادة .
- ✓ مواصلة إضافة نسب الإسمنت للوصول إلى النتيجة المثالية.
- ✓ دراسة تأثير إمتصاص الماء على فترات زمنية طويلة.
- ✓ دراسة محاكاة ونمذجة هذه المادة.

قائمة المراجع

المراجع

[1] قبابلية حسان ، " مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجيستير في علم الآثار تخصص آثار صحراوية " تطور مواد وأساليب البناء في العمارة الصحراوية " جامعة محمد خيضر بسكرة 2009 . 2010 .

[2] بلال بوجراف (طالب دكتوراه) ، أ.د خليفة عبد القادر "عمرانية قصر ورقلة العتيق الماضي والراهن" جامعة قاصدي مرباح ورقلة .

[3] علي كشيرد " خصائص وطرق البناء بالمواد المحلية " .

[4] بدر الدين ز، ميلود ق ، " دراسة ترمو ميكانيكية للبينات من الجبس التقليدي مدعم بأحزمة بلاستيكية "، مذكرة تخرج ماستر ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة ، قطب 3 ، 2019 . 2020 .

[5] Norme françaises, Analyse granulométrique par tamisage, NF P 18-560, Septembre 1990).

[6] Norme françaises, Masse volumique absolue, NFP 18-301, décembre 1983

[7]BENABBES.M,GUEZI.M, « Etude D'influence De L'ajoute Du Ciment Blanc Sur Les Caractéristiques Physico-mécanique Des Briques À Base Du Plâtre Traditionnel Et L'influence Du Milieux De Conservation», mémoire de master Université d'Ouargla, mai 2019

[8]BUREAU D'INGENIEUR CONSEIL https ://gmengoffice.com/buildingmaterials/?fbclid=IwAR1heSX_gqFvHjfHk8VILbphuB1WyUg_3Ye

[9] AYAD E , BADJEBBAR A , « etude de comportent d'un micro - beton bitumineux renforcé par des dechets plastiques » KHBAILI NABIL

[10] Ciment elmatin (CPJ-CEM II /B-L 42.5 N) www.lafargealgerie.com

[11] Norme françaises, NF P 18-406, Essai de compression, Décembre 1981

[12] Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction «Absorption d'eau par capillarité des éléments de maçonnerie ,NF EN 772-11 »

[13] CHAIB H. ; Thèse de doctorat «Contribution à l'etude des Propriétés Thermo-Mécaniques des Briques en Terre Confectionnée par des Fibres Végétale Locale. (Cas de la ville de Ouargla) » université KASDI MERBAH – OUARGLA 2017.

[14] Fédération Belge De La Brique «La brique de terre cuite», Juin2006

[15] CHAHMA S. ; « Etude des propriétés Thermo –Mécaniques des briques en terre gypse traditionnel (temchemt) stabilisée par le ciment ou par la chaux (cas de la ville d'ouargla) 2018.

[16] [w.jec/3-Briques-Terre-Cuite- :-de-solide.] www.jeconstruisterrecuite.com/.../3-Briques-Terre-Cuite-:-de-solide/05/05 2019

[17] Chaker A. A. « Etude des caractéristiques thermiques et mécaniques des matériaux de construction du sud Algérien », Thèse de Doctorat d'Etat. INSA de Lyon ;2000

[18] « Matériaux de terre cuite », Techniques de l'ingénieur, "https ://www.techniques-ingénieur.usthb. dz /base-documentaire/archives-th12/archives-les-superstructures-du-batiment-tiacd/archive1/materiaux-de-terre-cuite-905/,2"

[19] MEKHERMECHE A, « C ontribution à l'étude des propriétés mécaniques et thermiques des briquesen terre en vue de leur utilisation dans la restauration des Ksours sahariennes », mémoire de magister, Université de Ouargla, 2012.

قائمة الملاحق

مَتِين
MATINE

50kg

ALGÉRIE

LAFARGE
Construire
des villes meilleures

Ciment portland au Calcaire

NA442 CEM II/A-L 42,5 N

Matine Ciment gris pour bétons de haute-performance destiné à la construction des Ouvrages d'Art, infrastructure et superstructure pour bâtiments

Matine
NA442 CEM II/A-L 42,5 N

Matine est certifié, conforme à la norme Algérienne (NA442 – 2013) et Européenne (EN 197-1)

AVANTAGES PRODUIT

- Une résistance initiale élevée pour vos ouvrages nécessitants un décoffrage rapide
- Favorise la maniabilité du béton et le maintien de sa rhéologie
- Une Classe Vraie qui offre une haute performance au béton.
- Meilleure durabilité du béton.

A member of LafargeHolcim

APPLICATIONS RECOMMANDÉES

- Construction des Ouvrages d'Art, infrastructure et superstructure pour bâtiments
- Préfabrication légère
- Béton de haute performance

FORMULATION CONSEILLÉE

	Ciment	Sable (sec) 0/5	Gravillons (sec) 8/15mm 15/25mm	Eau (litres)
Dosage pour béton C25/30	X 1	+ X7	+ X5 + X4	+ 25 L

Remaque: un bidon = 10 Litres

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

• Analyses chimiques

	Valeur
Perte au feu (%) (NA5042)	8.0±2
Teneur en sulfates (SO3) (%)	2.5±0.5
Teneur en oxyde de magnésium MgO (%)	1.7±0.5
Teneur en Chlorures(NA5042) (%)	0.02-0.05

• Temps de prise à 20° (NA 230)

	Valeur
Début de prise (min)	150±30
Fin de prise (min)	230±50

• Composition minéralogique du Clinker (Bogue)

	Valeur
C3S (%)	60±3
C3A (%)	7.5±1

• Résistance à la compression

	Valeur
2 jours (MPa)	≥ 10.0
28 jours (MPa)	≥ 42.5

• Propriétés physiques

	Valeur
Consistance Normale (%)	26.5±2.0
Finesse suivant la méthode de Blaine (cm^2/g) (NA231)	3 700 - 5 200
Retrait à 28 jours (µm/m)	< 1 000
Expansion (mm)	≤ 3.0

Conditionnement: Sac et vrac

CONSIGNES DE SÉCURITÉ

1- **PROTÉGEZ VOTRE PEAU :** Portez les équipements adaptés dans vos chantiers: casques, lunettes, gants, genouillères, chaussures et vêtements de sécurité.

2- **MANUTENTION :** levez le sac en pliant les genoux et en gardant le dos droit.

A member of LafargeHolcim

LAFARGE ALGÉRIE
Bureau n°02, 16ème étage, tour Geneva,
les Pins maritimes, Mohammadia, Alger.
tél: + 213 (0) 21 98 54 54
Fax: + 213 (0) 23 92 42 94
www.lafargealgerie.com
dz.satisfaction-clients@lafargeholcim.com
Tél: 021 98 55 55

LAFARGE لافارج

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ANALYSE CHIMIQUE SOMMAIRE

T = 20.4 °C
H = 34 %

Structure : Unité d'Ouargla — Lieu de travail : Département Laboratoire — Échantillon :
N°Dossier interne : — Date : 21/ 02 / 2023 — Opérateur :. Yazi /Sebihi
Équipements utilisés: four à moufle/ plaque chauffante/ agitateur/ balance électrique — N° D'inventaire : L53-01-04/ L03-02-04/ L21-04-15

ÉCHANTILLON		01											
INSOLUBLES NFP 15-461	Creuset+précipité	35.046											
	Creuset vide	34.898											
	Poids du résidu	0.148											
	% Insolubles	14.8											
SULFATES BS 1377	Creuset+précipité	33.463											
	Creuset vide	32.980											
	Poids du résidu	0.483											
	% SO_3^{2-}	16.56											
	% SO_4^{2-}	19.89											
	$CaSO_3, 2H_2O$	35.61											
CARBONATES NFP 15-461	V NaOH	9.2											
	% $CaCO_3$	8											
CHLORURES Méthode de Mohr	PH_i (initial)	7.94											
	PH_t (titrage)												
	V_{AgNO3}	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
		42.4											
	Vm (moyen)	42.4											
	$\%Cl^-$	0.240											
	% NaCl	0.394											
MATIERE ORGANIQUE NFP 94-055	% Matière organique	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4	V_1	V_2	V_3	V_4
		V_m =				V_m =				V_m =				V_m =				V_m =				V_m =			
AUTRES ESSAIS	.....PH																								
	..... PAF																								

L'Opérateur — Visa du responsable

F-5-5ca.03

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE
NF P 94-068 Novembre 1993

Structure :.....

N° Dossier interne :.....

Echantillon :.....

Équipements utilisés :.....

Lieu de travail :.....

Date :.....

Opérateur :.....

N° D'inventaire :.....

GRANULOMETRIE (PASSANTS A)				LIMITES D'ATTERBERG		ES	VB	VB_t
05 mm	02 mm	0.4 mm	0.08 mm	WL	IP			

PRISE D'ESSAI	M_h=	VOLUME DE BLEU INJECTE DANS LA PRISE D'ESSAI V = cm³	
CALCUL DE LA TENEUR EN EAU			
TARE N°			
PT		VALEUR AU BLEU DE LA PRISE D'ESSAI PASSANT A :	
Ph			
Ps + T			
Ps		$VB = \frac{V}{Ms} = \frac{28}{55,6} = 0,5$ / (... $\frac{55,60}{410,31} = 0,135$	
W (%)			
W_{moy} (%)			
CALCUL DE LA MASSE SECHE DE LA PRISE D'ESSAI Ms : $W\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} .100$ $Ps = \frac{Ph \times 100}{100 + W\%}$		$VB_t = \frac{VB \times \%t}{100}$ $VB_{65} = 0,067$	

L'Opérateur

Visa du responsable

F-5-5ah.03

LABORATOIRE DES TRAVAUX PUBLICS DU SUD

MASSE VOLUMIQUE APPARENTE ET ABSOLUE
MODE OPÉRATOIRE COURS DE LABORATOIRE
R.LANCHON BTS.DUT

Structure :.....
N° Dossier interne :.....
Échantillon :...Tinchemt.....
Équipements utilisés :.....

Lieu de travail :.....
Date :.21/03/2023.....
Opérateur :.....
N° D'inventaire :.....

Masse volumique apparente :

Volume du récipient V=..1000.....
Poids P= 291,39
P_1+T =1324,03 .P_1=..1032,64.
P_2+T=.1384,71.P_2= 1033,32
P_3+T=.1328,31.P_3=..1036,93.....
P_4+T=.1323,33.P_4=.1031,94.....
Poids moyen M=(P_1+P_2+P_3+P_4)/4 =.1033,7075

Masse volumique apparente P/V =.1,033.7.....

L'Opérateur

Masse volumique absolue :

Poids des agrégats secs P_1=..300.....
Poids du récipient plein d'eau P_2=..988,35.
P_3= P_1+P_2=..1288,35.....
Poids récipient + agrégats + eau=.1075,31
P_4=.....
Volume des agrégats V=P_3-P_4=.133,04.....

Masse volumique absolue P1/V
=..2,254.

Visa du responsable

F-5-51.0