

**UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE DE LILLE 2**

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année 2018

N°:

THESE POUR LE

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 29 MAI 2018

Par Thomas DENNEULIN

Né le 17 Juillet 1991 à Seclin

L'ADHESION DE DEUX COUCHES D'ALGINATE  
PAR LE CARBONATE DE SODIUM.

**JURY**

Président :	Monsieur le Pr Pascal BEHIN
Assesseurs :	<u>Monsieur le Dr Thierry DELCAMBRE</u> Monsieur le Dr Claude LEFEVRE Monsieur le Dr Grégoire MAYER
Membre invité :	Madame le Pr Florence SIEPMANN

**ACADEMIE DE LILLE**  
**UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE LILLE 2**

\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_

**FACULTE de chirurgie dentaire**  
**PLACE DE VERDUN**  
**59000 LILLE**

\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_

Président de l'Université : Pr. J-C. CAMART  
Directeur Général des Services : P-M. ROBERT  
Doyen : Pr. E. DEVEAUX  
Asseseurs : Dr. E. BOCQUET, Dr. L. NAWROCKI  
et Pr. G. PENEL  
Chef des Services Administratifs : S. NEDELEC

---

---

**PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.**

***PROFESSEURS DES UNIVERSITES :***

P. BEHIN : Prothèses  
T. COLARD : Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux  
E. DELCOURT-DEBRUYNE : Professeur Emérite Parodontologie  
E DEVAUX : Dentisterie Restauratrice Endodontie  
G. PENEL : Responsable du Département de Biologie orale

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

T. BECAVIN	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable du Département d'Orthopédie Dento-Faciale
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie, Economie de la santé, Odontologie légale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. DELCAMBRE	Prothèses
C. DELFOSSE	Responsable du Département d'Odontologie Pédiatrique
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDELBERT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
J-M. LANGLOIS	Responsable du Département de Chirurgie Orale
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
L. NAWROCKI	Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin – CHRU Lille
C. OLEJNIK	Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable de Département de Prothèses

### ***Réglementation de présentation du mémoire de Thèse***

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 2 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

# **Remerciements**

**Aux membres du jury....**

**Monsieur le Professeur Pascal BEHIN**

**Professeur des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD**

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Certificat d'Etudes Supérieures de Biomatériaux dentaires (Paris V)

Certificat d'Etudes Supérieures de Prothèse Fixée (Paris V)

Docteur en Odontologie de l'Université Paris DESCARTES (Paris V)

Habilitation à Diriger des Recherches (Université de Lille)

*Je vous suis très reconnaissant de l'honneur que vous  
me faites en acceptant de présider cette thèse.*

*Veillez trouver dans ce travail l'assurance de mon profond respect.*

**Monsieur le Docteur Thierry DELCAMBRE**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD**

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Diplôme d'Université d'Implantologie

Docteur en odontologie de l'Université de Lille

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales

Certificat d'Etudes Supérieures de Prothèse Adjointe Partielle

Certificat d'Etudes Supérieures de Prothèse Adjointe Complète

*Je tenais à vous remercier tout particulièrement.*

*Tout d'abord pour la proposition d'un sujet intéressant dans lequel j'ai pu m'investir.*

*Pour le partage de vos connaissances, de vos astuces et de votre expérience si précieuse. J'ai beaucoup appris à vos côtés durant les heures de TPs et de Clinique*

**Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD**

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille

Responsable des Relations avec l'Ordre et avec les Partenaires industriels

*Merci d'avoir accepté de siéger dans ce jury.*

*Merci pour votre aide dans la construction de cette thèse.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon profond respect.*



**Monsieur le Docteur Grégoire MAYER**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD**

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille

Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales

Certificat d'Etudes Spécialisées de Prothèse Amovible Totale

Diplôme d'Etudes Approfondies Génie Biologique et Médical – option Biomatériaux

Médaille de bronze de la Défense Nationale (Agrafe « Service de Santé »)

*Merci d'avoir accepté de siéger dans ce jury.*

*Soyez assuré de mes sentiments respectueux.*

**Madame le Docteur Florence SIEPMANN**

**Professeur des Universités**

Laboratoire de Pharmacotechnie Industrielle

Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université d'Angers

Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées "Qualité Totale et Bioproduits",

Université d'Angers

Diplôme d'Etudes Supérieures spécialisées "Pharmacie Galénique Industrielle",

Université de Lille

Doctorat d'Etat en Pharmacotechnie, Université de Berlin, Allemagne

Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Lille

*Merci de m'avoir accueilli chaleureusement, vous, votre mari et toute l'équipe, dans votre laboratoire pour que je puisse réaliser mes expérimentations. Merci d'avoir pris du temps pour me montrer le fonctionnement de la machine et de m'avoir fait confiance.*

*Soyez assuré de mes sentiments respectueux.*





# Table des matières

1. Introduction.....	15
2. Matériels et méthodes.....	16
2.1. Matériels.....	16
2.2. Méthode.....	19
2.2.1. Protocole clinique d'une empreinte primaire en 2 temps 2 viscosités à l'alginate en prothèse amovible complète :.....	19
2.2.2. Protocole expérimental :.....	20
2.2.2.1. Réalisation de la première couche d'alginate.....	21
2.2.2.2. Application du carbonate de sodium.....	23
2.2.2.3. Réalisation de la seconde couche d'alginate et du test de traction.....	23
2.2.3. Témoin sans l'étape d'application de carbonate de sodium.....	26
2.2.4. Expérimentation avec différentes concentrations de carbonate de sodium déposé avec une brosse à dents.....	26
2.2.4.1. Concentration de 0,1 % : 0,1 gramme de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.....	26
2.2.4.2. Concentration de 0,7 % : 0,7 gramme de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.....	26
2.2.4.3. Concentration de 7 % : 7 grammes de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.....	26
2.2.5. Expérimentation en déposant du carbonate de sodium à 0,7 % avec une pipette sans brosser.....	26
2.2.6. Expérimentation avec préparation de l'alginate selon le principe de l'empreinte rebasée.....	26
2.2.7. Tests de conservation des solutions de carbonate de sodium à 0,7 %.....	26
3. Résultats.....	27
3.1. Présentation des résultats obtenus par traction.....	27
3.2. Analyse des résultats :.....	30
3.3. Témoins sans application de carbonate de sodium.....	31
3.4. Expérimentations avec différentes concentrations de carbonate de sodium.....	32
3.4.1. Concentration de 0,1 % : 0,1 gramme de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.....	32
3.4.2. Concentration de 0,7 % : 0,7 gramme de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.....	33
3.4.3. Concentration de 7 % : 7 grammes de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.....	34
3.4.4. Tests statistiques :.....	36
3.5. Expérimentations en déposant du carbonate de sodium à 0,7 % avec une pipette sans brosser.....	38
3.6. Expérimentations avec préparation de l'alginate.....	40
3.7. Test de conservation des solutions de carbonate de sodium à 0,7 % à un mois.....	42
3.8. Compilation des résultats.....	44

4. Discussion.....	46
4.1. A propos du matériels et méthodes et du protocole.....	46
4.2. L'intérêt du rebasage.....	47
4.3. La réaction chimique de prise de l'alginate.....	47
4.4. Discussion des résultats obtenus pour le témoin.....	48
4.5. Discussion des résultats obtenus pour les expérimentations avec différentes concentrations de carbonate de sodium.....	48
4.5.1. Une solution diluée à 0,1 % de carbonate de sodium.....	48
4.5.2. Une solution diluée à 0,7 % de carbonate de sodium.....	48
4.5.3. Une solution diluée à 7 % de carbonate de sodium.....	48
4.5.4. Discussion autour du test statistique.....	49
4.6. Discussion des résultats obtenus pour l'expérience en déposant du carbonate de sodium à 0,7 % avec une pipette sans brosser.....	53
4.7. Discussion des résultats obtenus pour l'expérimentation en préparant la surface d'alginate selon le principe de l'empreinte rebasée.....	53
4.8. Discussion des résultats obtenus pour le test de conservation de la solution de carbonate de sodium à 0,7 %.....	53
5. Conclusion.....	54
Références bibliographiques.....	55
Table des illustrations.....	57

# 1. Introduction

L'alginate est un produit de référence pour les empreintes primaires de prothèse amovible.

L'un des plus gros distributeurs d'alginate pour usage dentaire dans le monde est l'entreprise Cavex située à Amsterdam.

Le produit de base est issu d'algues provenant des pays du nord de l'Europe et du Chili.

Ensuite des mélanges sont réalisés pour obtenir différents alginates en fonction de l'utilité et de la qualité que l'on souhaite obtenir.

L'alginate choisi pour être testé dans cette thèse est l'alginate de chez Cavex le Color Change car celui-ci contient un indicateur coloré sensible aux changements de pH. Également il permet de visualiser la réaction chimique qui se produit entre l'alginate et le carbonate de sodium.

Dans la littérature, il est conseillé d'utiliser une technique en 2 temps / 2 viscosités pour les empreintes primaires à l'alginate de prothèse amovible complète. (1,2)

Le principal défaut de cette technique c'est qu'un alginate gélifié n'adhère pas naturellement avec une autre couche d'alginate ainsi des décollements sont observés entre les 2 couches d'alginate. (3,4)

Des expérimentations sont menées pour tester l'adhérence entre 2 couches d'alginate. Pour améliorer cette adhérence une solution de carbonate de sodium est appliquée sur la première couche d'alginate.

Cette thèse a pour but de montrer l'utilité d'appliquer du carbonate de sodium sur l'alginate entre les 2 temps d'une empreinte primaire en 2 temps / 2 viscosités de prothèse amovible complète et d'établir la solution idéale.

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Matériels

- Carbonate de sodium :  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  : se présente sous la forme d'une poudre blanche
- Alginate : Cavex Color Change
  - Temps de malaxage : 30 secondes
  - Temps d'application : 60 secondes
  - Temps de prise : 60 secondes
  - Temps total : 2 minutes et 30 secondes
  - Cuillère doseuse de poudre Cavex (6 grammes par cuillère)
  - Doseur d'eau Cavex (16mL d'eau pour une dose)
  - Bol à alginate
  - Spatule à alginate
  - Eau à 20°C
- Adhésif pour alginate
- Support de l'alginate, analogue de porte-empreinte : pièce de mécano métallique percée de 9 trous de 4,5 mm de diamètre, de 3,2cm de longueur et 3,2cm de largeur pour une surface de 10,24cm<sup>2</sup>. Avec 2 prolongements de chaque côté avec 3 perforations.
- Machine de traction : TA.XT Plus de chez Stable Micro Systems (Surrey, UK)
  - Vitesse de 0,1 à 1000mm/minute
  - Force de 50kg maximum
- Scalpel
- Brosse à dents : utilisée pour les expérimentations INAVA 15/100 conique,
- Une balance





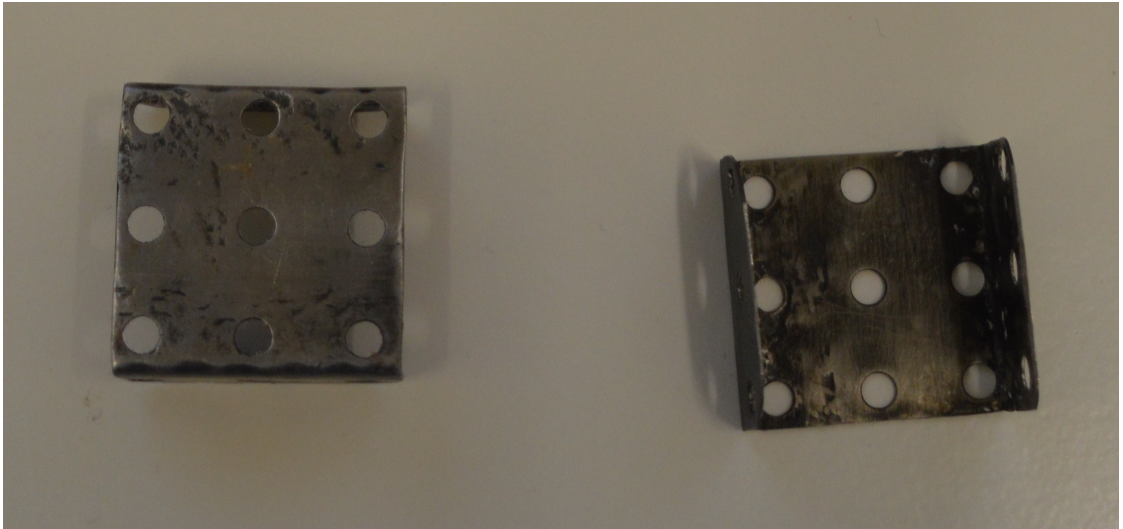
*Illustration 1: Paquet d'alginate Cavex : Color Change (Photo de l'auteur)*



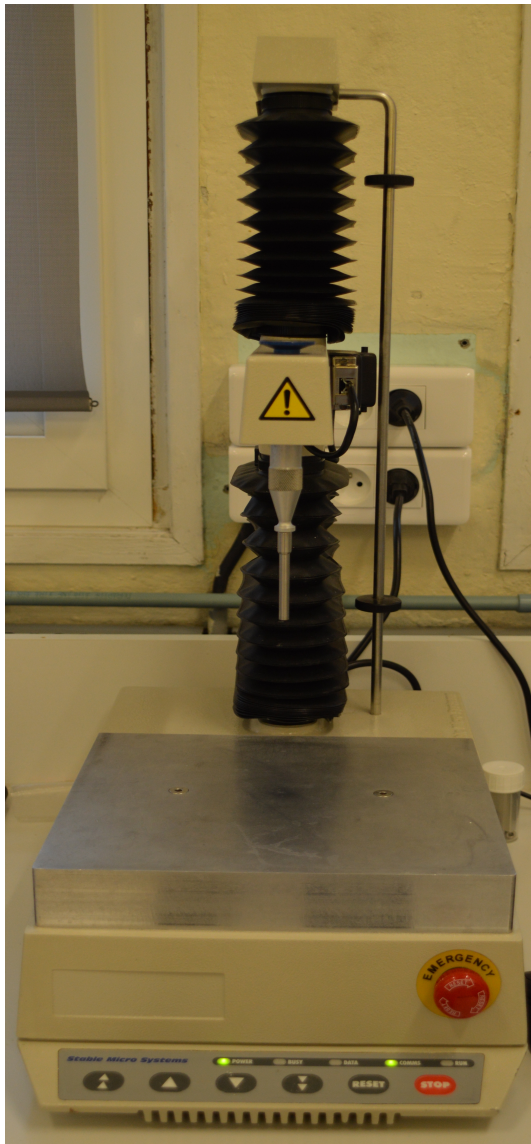
*Illustration 2 : Adhésif pour alginate en spray (Photo de l'auteur)*



*Illustration 3 : Bol à alginate, godet doseur d'eau, cuillère et spatule Cavex (Photo de l'auteur)*



*Illustration 4 : Mécano de face et de dos (Photo de l'auteur)*



*Illustration 5 : Machine de traction  
TA.XT Plus de chez Stable Micro  
Systems (Photo de l'auteur)*

## **2.2. Méthode**

### **2.2.1. Protocole clinique d'une empreinte primaire en 2 temps 2 viscosités à l'alginate en prothèse amovible complète :**

Pour rappel, voici le protocole clinique d'une empreinte primaire en 2 temps / 2 viscosités à l'alginate en prothèse amovible complète : (2,5,6,7,8)

1er temps :

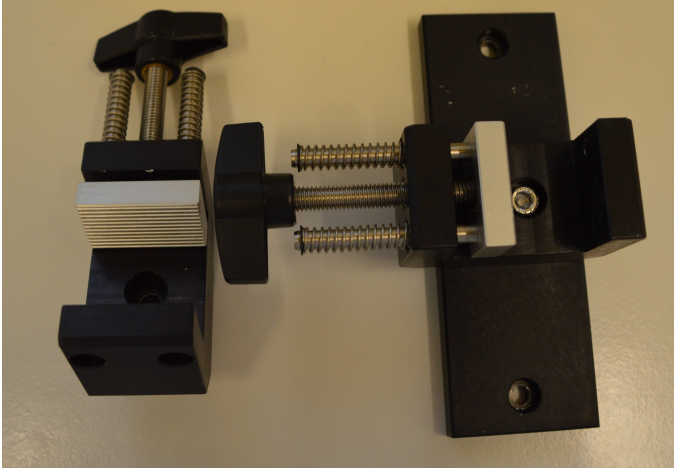
- Choix et adaptation du porte-empreinte de série
- Application de l'adhésif pour porte-empreinte
- Préparation de l'alginate rapport eau/poudre 1/1
- Insertion du porte-empreinte
- Attente de la prise du matériau
- Retrait du porte-empreinte
- Validation de l'empreinte
- Aménagement de l'empreinte : suppression à l'aide d'un bistouri de l'alginate en regard des éléments anatomiques mobiles :
  - fonds de vestibule
  - plancher buccal
  - crêtes flottantes

2ème temps :

- Application du carbonate de sodium sur la première couche d'alginate aménagée
- Préparation de l'alginate rapport eau/poudre 3/2
- Insertion du porte-empreinte
- Attente de la prise du matériau
- Retrait du porte-empreinte

### 2.2.2. Protocole expérimental :

Les échantillons sont fixés grâce à des mâchoires (une supérieure et une inférieure).



*Illustration 6 : Mâchoires se fixant sur la machine de traction (Photo de l'auteur)*



*Illustration 7 : Mâchoires fixées sur la machine de traction (Photo de l'auteur)*

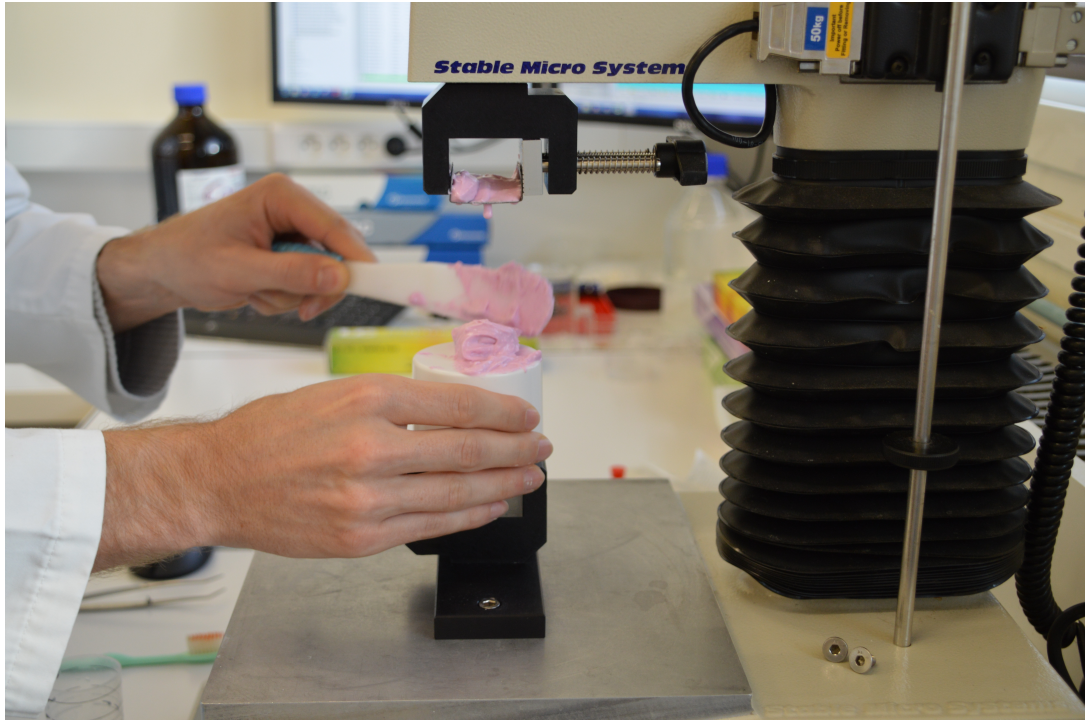
Les échantillons placés sur un essuie-tout sont enduits d'adhésif avec le spray placé à une quinzaine de centimètres, au dessus d'une poubelle.



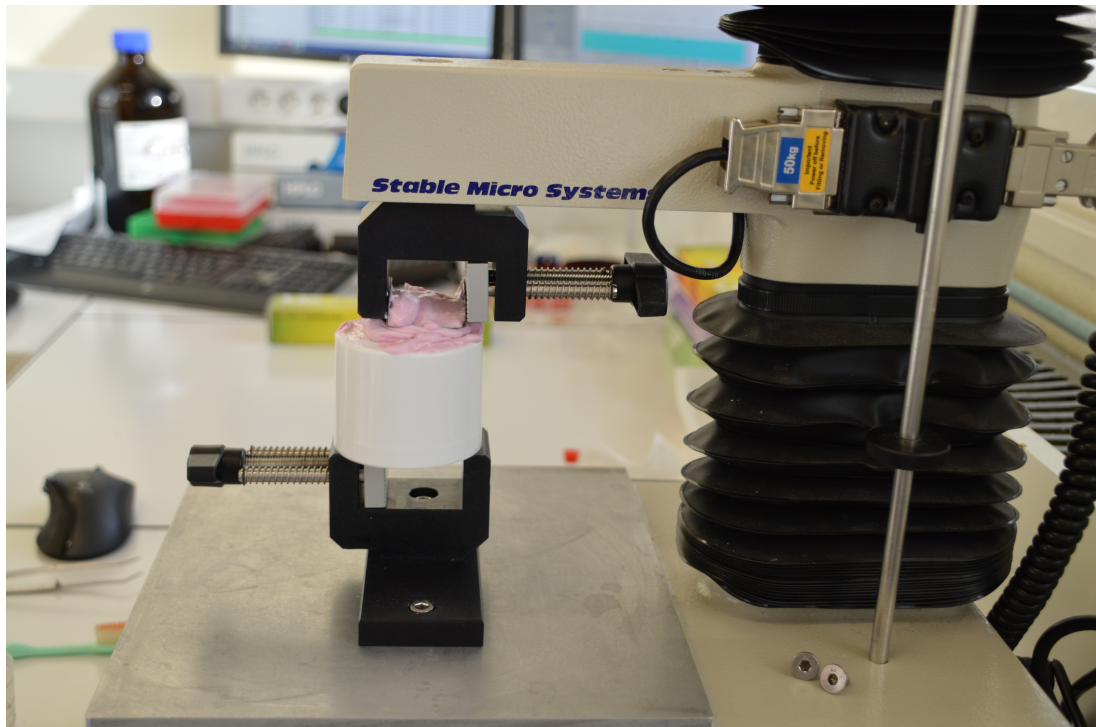
*Illustration 8 : Pulvérisation de l'adhésif (Photo de l'auteur)*

### 2.2.2.1. Réalisation de la première couche d'alginate

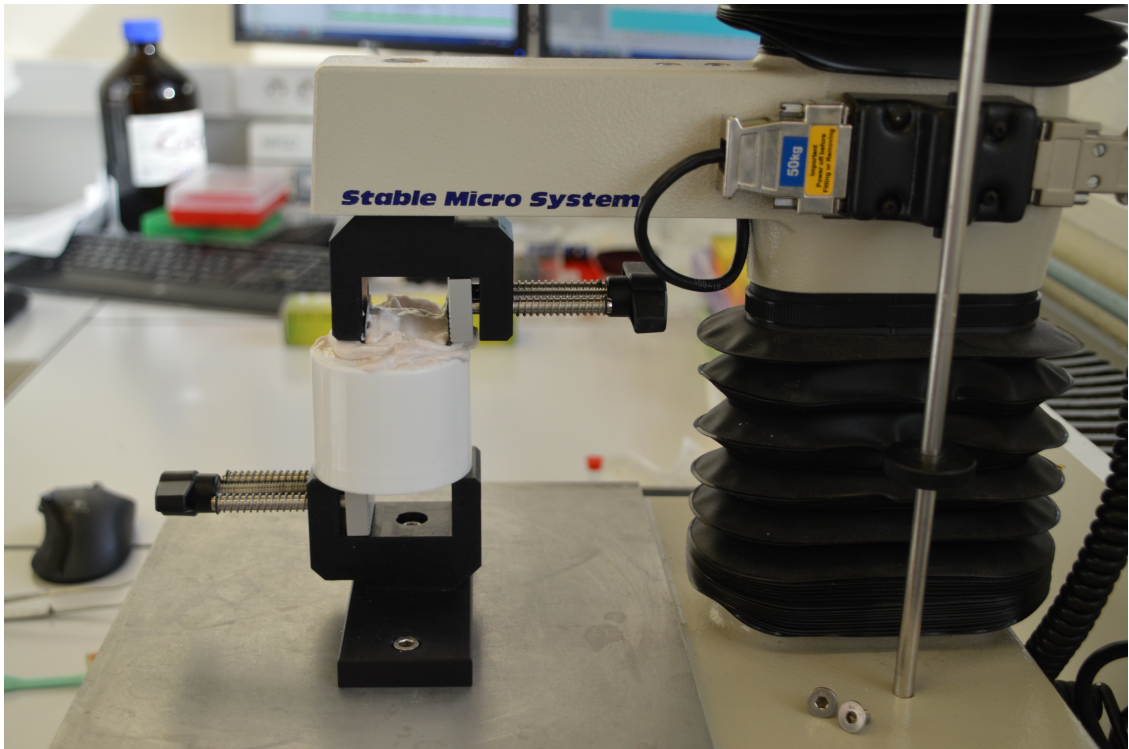
Dans un premier temps, l'échantillon supérieur est fixé ainsi qu'une surface plane au sol. L'alginate est spatulé en fonction des données du fabricant 2 doses de poudre pour 2 doses d'eau puis déposé sur l'échantillon supérieur. La machine descend l'échantillon jusqu'à la surface plane avec une force d'1MPa pendant toute la durée de la prise de l'alginate.



*Illustration 9 : Préparation et mise en place de la première couche d'alginate  
(Photo de l'auteur)*



*Illustration 10 : Travail de pression de la machine durant le temps de prise de l'alginate (de couleur rose) (Photo de l'auteur)*



*Illustration 11 : Fin de la prise de l'alginate (de couleur blanche) (Photo de l'auteur)*

Les excès d'alginate sont retirés pour obtenir la surface d'alginate souhaitée.



*Illustration 12 : Éviction des excès d'alginate au bistouri (Photo de l'auteur)*

### 2.2.2.2. Application du carbonate de sodium

Dans un 2ème temps, une solution de carbonate de sodium est appliquée par brossage sur notre première couche d'alginate.



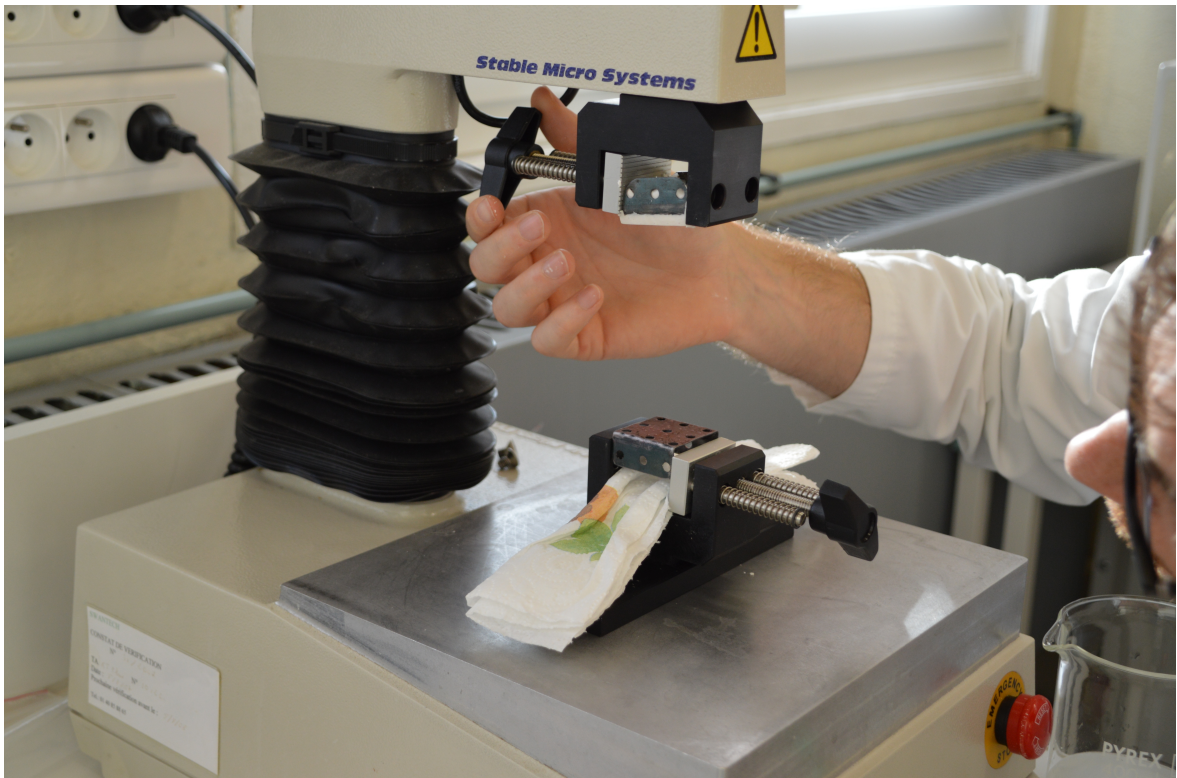
*Illustration 13 : Application de la solution de carbonate de sodium à la brosse à dents (Photo de l'auteur)*



*Illustration 14 : L'alginate présente une teinte rosée après l'application du carbonate de sodium (Photo de l'auteur)*

### 2.2.2.3. Réalisation de la seconde couche d'alginate et du test de traction

Dans un 3ème temps, l'échantillon du bas (recouvert d'adhésif) est fixé. Un essuie-tout est placé dessous pour faciliter le nettoyage.

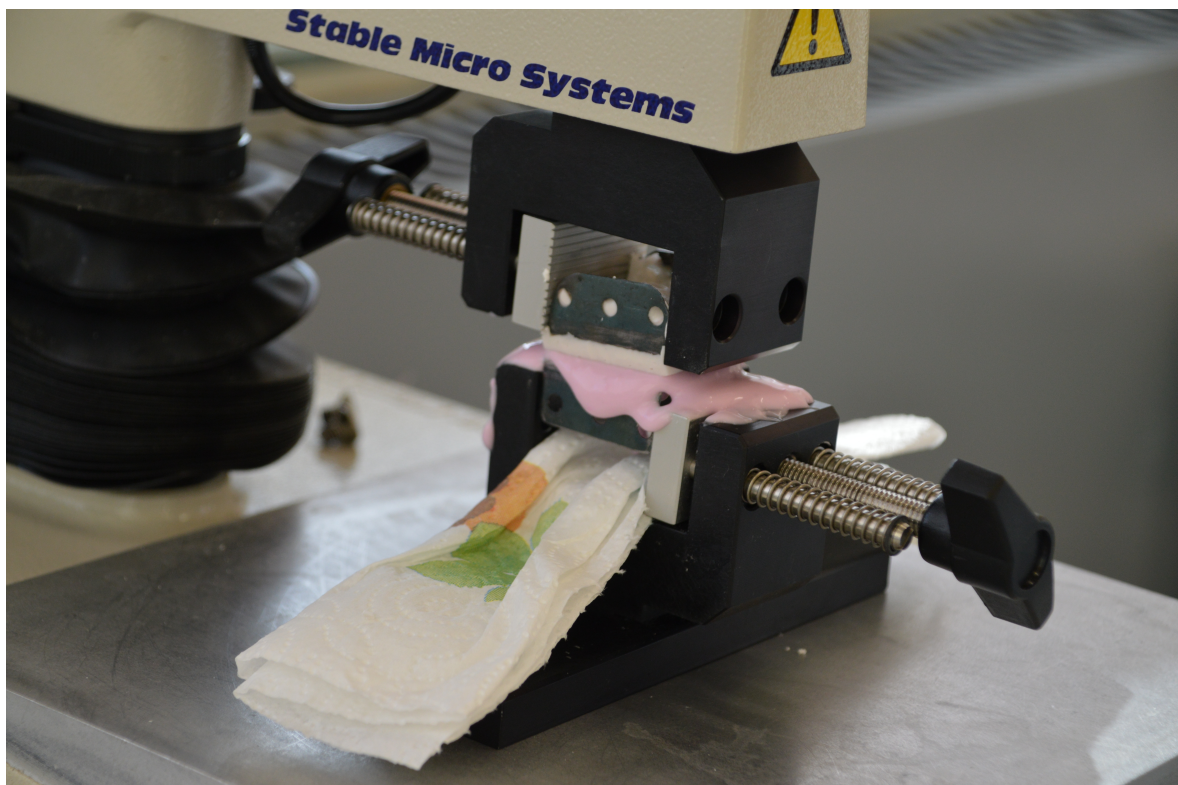


*Illustration 15 : Préparation avant le test de traction (Photo de l'auteur)*

L'alginate plus fluide ; 1 dose de poudre et 1 dose et demi d'eau, est spatulé et appliqué sur l'échantillon inférieur. La machine vient appliquer la couche d'alginate de l'échantillon supérieur avec une pression d'1MPa pendant toute la durée de prise de l'alginate.



*Illustration 16 : Application de la 2ème couche d'alginate (Photo de l'auteur)*



*Illustration 17 : Pression de la machine sur les 2 couches d'alginate pendant la prise (première couche d'alginate de couleur blanche alors que la seconde est rose) (Photo de l'auteur)*



Les excès d'alginate de la 2ème couche remontant sur la première couche sont retirés pour ne pas fausser la surface de contact.

Puis la machine remonte l'échantillon supérieur avec une vitesse de 1mm/s.



*Illustration 18 : Fin du test de traction les 2 couches d'alginate sont séparées  
(Photo de l'auteur)*

L'ordinateur enregistre les forces mises en œuvre lors de la traction de la couche supérieure d'alginate. Pour chaque expérience, les données seront analysées et traitées.

### **2.2.3. Témoin sans l'étape d'application de carbonate de sodium**

Un témoin est réalisé sans application de carbonate de sodium.

### **2.2.4. Expérimentation avec différentes concentrations de carbonate de sodium déposé avec une brosse à dents**

Différentes expérimentations sont réalisées avec différentes concentrations de carbonate de sodium, exprimées en pourcentage massique en g par mL.

**2.2.4.1. Concentration de 0,1 % : 0,1 gramme de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.**

**2.2.4.2. Concentration de 0,7 % : 0,7 gramme de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.**

**2.2.4.3. Concentration de 7 % : 7 grammes de carbonate de sodium pour 100mL d'eau**

### **2.2.5. Expérimentation en déposant du carbonate de sodium à 0,7 % avec une pipette sans brosser.**

### **2.2.6. Expérimentation avec préparation de l'alginate selon le principe de l'empreinte rebasée**

Une expérimentation est réalisée après éviction au bistouri de la couche superficielle de la première couche d'alginate.

### **2.2.7. Tests de conservation des solutions de carbonate de sodium à 0,7 %**

Des tests à un mois sont réalisés pour tester la conservation de la solution de carbonate de sodium à 0,7 %.

### 3. Résultats

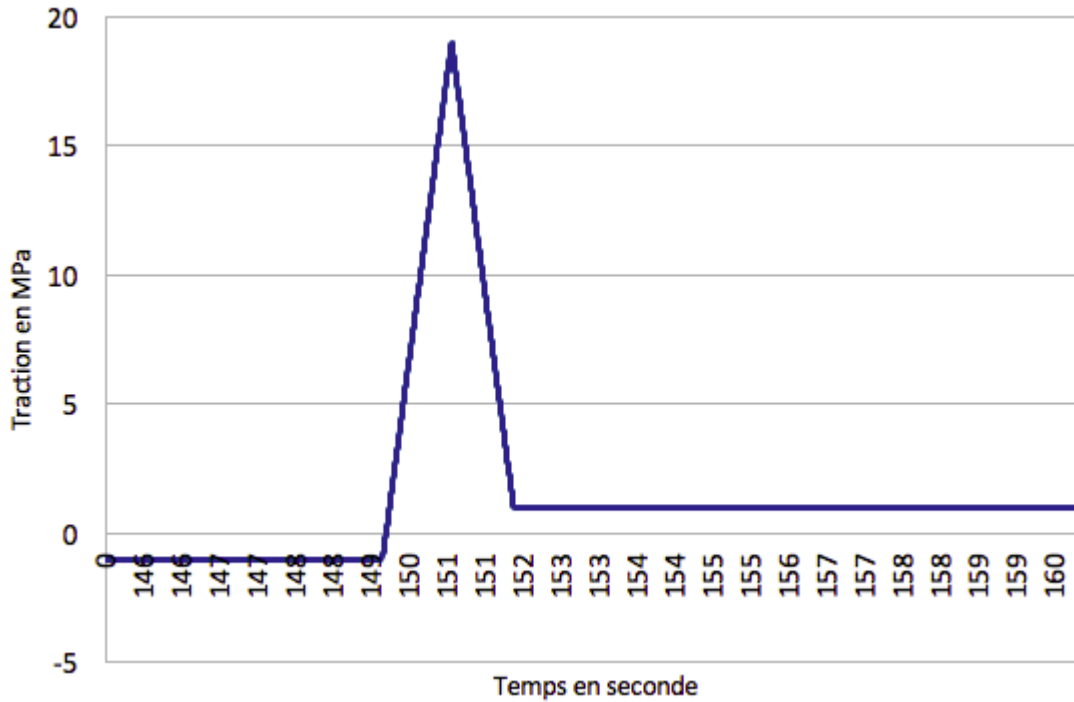
#### 3.1. Présentation des résultats obtenus par traction.

Temps en seconde	Traction en MPa
152	28,856
152,005	28,817
152,01	28,765
152,015	28,669
152,02	28,558
152,025	28,417
152,03	28,146
152,035	27,655
152,04	27,145
152,045	26,770
152,05	26,499
152,055	26,317
152,06	26,220
152,065	26,153
152,07	26,093
152,075	26,034
152,08	25,982
152,085	25,907
152,09	25,838
152,095	25,751
152,1	25,624
152,105	25,390
152,11	24,856
152,115	24,121
152,12	23,638
152,125	23,329
152,13	23,019
152,135	22,680

*Tableau 1 : Résultats obtenus par traction*

Le tableau montre les valeurs de la traction en MPa exercée par la machine tous les millièmes de seconde.

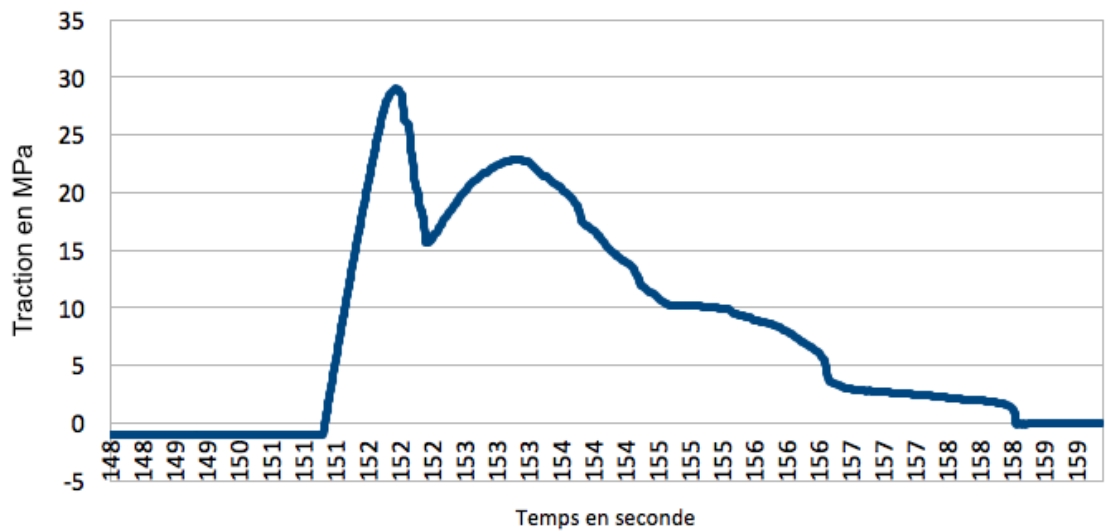
L'illustration suivante montre la représentation graphique des données obtenues.



*Illustration 19 : Graphique représentant la traction en MPa exercée par la machine durant l'expérimentation.*

- De 0 à 150 secondes, la machine applique une pression d'1MPa durant la prise du matériau
- A partir de la 150ème seconde, la machine commence la traction.
- Très vite, un pic à 19 MPa est obtenu.
- Puis tout de suite la valeur chute à 1MPa
- Pour terminer, un plateau à 1MPa est observé traduisant la séparation complète des 2 couches d'alginate.

Ce type de courbe est obtenu lorsque l'on n'applique pas de carbonate de sodium. Dans ce cas, il se produit une rupture adhésive des 2 couches d'alginate.



*Illustration 20 : Graphique représentant la traction en MPa exercée par la machine durant l'expérimentation. (cas d'une rupture cohésive de l'alginate)*

- De 0 à 150 secondes, la machine applique une pression d'1MPa durant la prise du matériau
- A partir de la 150ème seconde, la machine commence la traction.
- Très vite, un pic à 29 MPa est obtenu.
- Ensuite la valeur descend jusqu'à 16 MPa à la 152ème seconde puis remonte à 23 MPa à la 153ème seconde
- Le test de traction se poursuit avec une valeur qui descend progressivement jusqu'à la 158ème seconde
- Le plateau à 1MPa est obtenu à partir de la 159ème seconde.

Ce type de graphique est obtenu lorsque l'on applique du carbonate de sodium à 0,7 % sur la première couche d'alginate.

Cette représentation traduit une rupture cohésive. La rupture se réalise au sein même de l'alginate et non au niveau de l'interface des 2 alginates.

### 3.2. Analyse des résultats :

Pour chaque expérience, les pics des courbes obtenues ont été relevés ainsi que l'aire sous la courbe. Les valeurs sont ensuite mises sous forme de tableau intégrant la moyenne et l'écart type pour réaliser une analyse statistique des tests de traction (9,10).

Le pic représente la pression exercée au moment de la rupture adhésive entre les 2 couches d'alginate.

L'aire sous la courbe représente l'énergie totale exercée pour séparer complètement les 2 couches d'alginate.

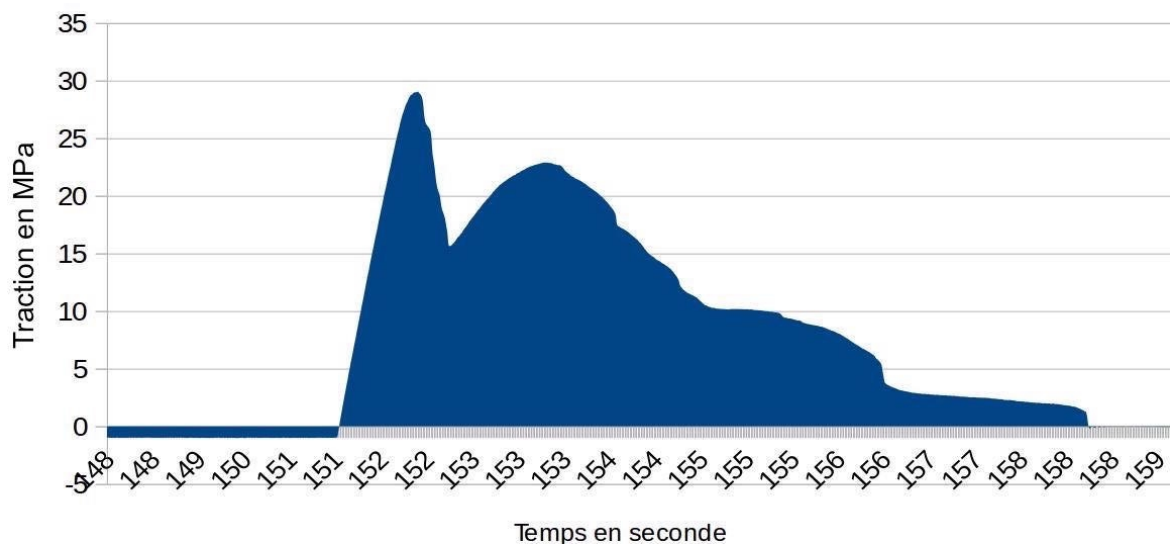


Illustration 21 : Graphique représentant l'aire sous la courbe en mJ

### 3.3. Témoins sans application de carbonate de sodium

Test n°	en MPa
1	16,753
2	19,461
3	31,103
4	19,998
5	31,463
6	26,162
7	32,137
8	17,885
Moyenne	24,370
Écart type	6,573

Tableau 2 : Valeurs des pics obtenus avec moyenne et écart type

Test n°	en mJ
1	8,553
2	17,273
3	27,673
4	9,868
5	11,578
6	22,16
7	23,309
8	18,719
Moyenne	17,392
Écart type	6,905

Tableau 3 : Valeurs des aires sous la courbe obtenues avec moyenne et écart type

Des ruptures adhésives sont observées

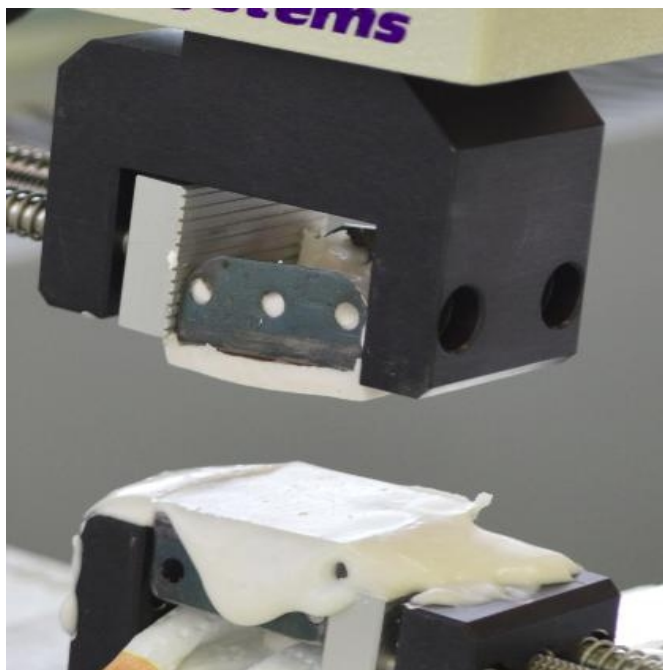


Illustration 22 : Rupture adhésive  
(Photo de l'auteur)

### 3.4. Expérimentations avec différentes concentrations de carbonate de sodium

#### 3.4.1. Concentration de 0,1 % : 0,1 gramme de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.

Test n°	en MPa
1	5,915
2	13,085
3	14,192
4	15,267
5	16,807
6	13,202
7	8,598
8	13,623
Moyenne	12,586
Ecart type	3,580

*Tableau 4 : Valeurs des pics obtenus avec moyenne et écart type*

Test n°	en mj
1	3,050
2	4,179
3	4,556
4	4,094
5	4,850
6	3,093
7	2,944
8	3,220
Moyenne	3,748
Ecart type	0,757

*Tableau 5 : Valeurs des aires sous la courbe obtenues avec moyenne et écart type*

Des ruptures adhésives sont observées avec des valeurs moindres que ce soit au niveau des pics qu'au niveau des aires sous la courbe par rapport au témoin. Le carbonate de sodium n'entraîne pas de changement de couleur, ni de changement de texture de l'alginate.



**3.4.2. Concentration de 0,7 % : 0,7 gramme de carbonate de sodium pour 100mL d'eau.**

Test n°	en MPa
1	20,836
2	26,140
3	30,245
4	29,048
5	16,944
6	26,943
7	25,359
8	42,498
Moyenne	27,252
Ecart type	7,531

*Tableau 6 : Valeurs des pics obtenus avec moyenne et écart type*

Test n°	en mJ
1	62,277
2	21,982
3	63,672
4	82,030
5	61,091
6	41,365
7	20,395
8	55,138
Moyenne	50,994
Ecart type	21,518

*Tableau 7 : Valeurs des aires sous la courbe obtenues avec moyenne et écart type*

Des ruptures cohésives sont observées avec des zones de délamination



*Illustration 23 : Rupture cohésive lors du test avec application de carbonate de sodium à 0,7% (Photo de l'auteur)*

### 3.4.3. Concentration de 7 % : 7 grammes de carbonate de sodium pour 100mL d'eau

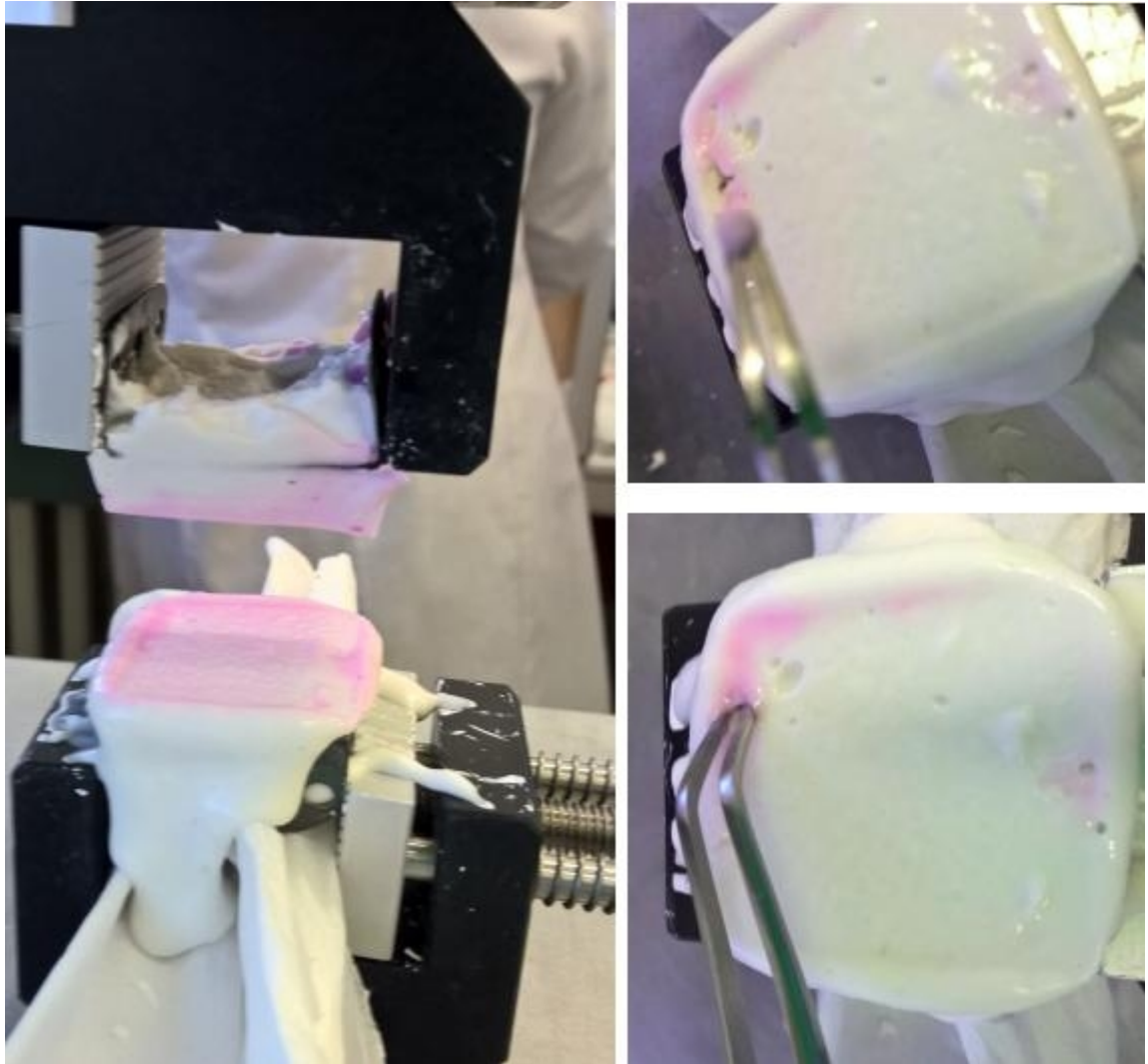
Test n°	en MPa
1	13,036
2	15,435
3	11,540
4	7,183
5	11,586
6	15,542
7	16,057
8	11,299
Moyenne	12,710
Ecart type	2,974

*Tableau 8 : Valeurs des pics obtenus avec moyenne et écart type*

Test n°	en mj
1	3,481
2	3,096
3	2,853
4	2,917
5	4,570
6	3,531
7	3,700
8	2,209
Moyenne	3,295
Ecart type	0,701

*Tableau 9 : Valeurs des aires sous la courbe obtenues avec moyenne et écart type*

Des ruptures adhésives sont observées avec des valeurs moindres par rapport au témoin. Après l'expérimentation, l'alginate au contact du carbonate de sodium n'est pas réticulé, il est encore de couleur rose foncée et à une structure visqueuse.



*Illustration 24 : fin du test avec application de carbonate de sodium à 7%  
(Photo de l'auteur)*

### 3.4.4. Tests statistiques :

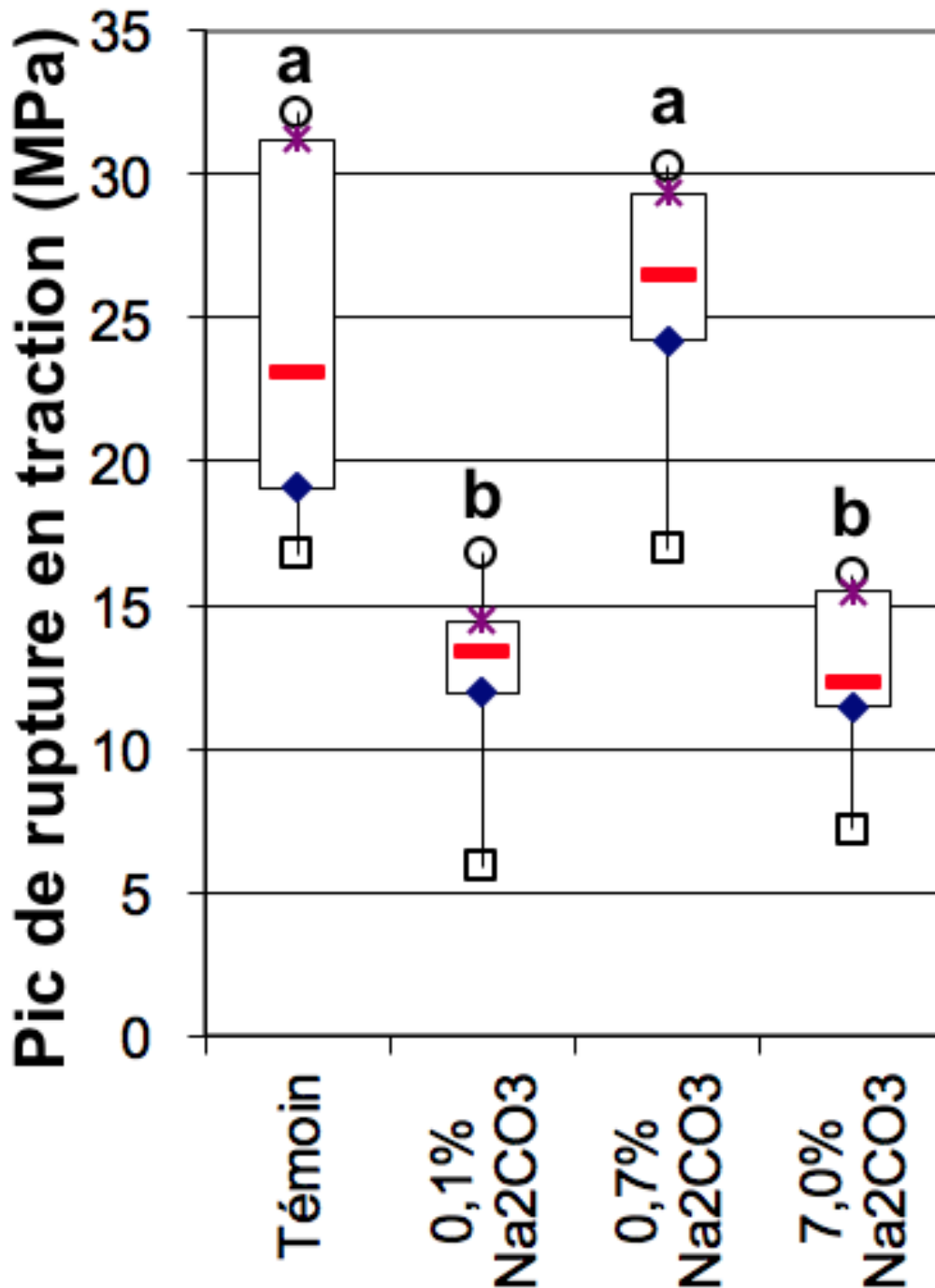


Illustration 25 : Résultats graphiques du test d'Anova où les pics de rupture obtenus pour les différentes concentrations en carbonate de sodium sont comparés au témoin sans application de carbonate de sodium.

Statistiquement, le test d'Anova montre une différence entre les résultats obtenus pour les pics de rupture entre le témoin et le carbonate de sodium à 0,7 % (a) par rapport au carbonate de sodium à 0,1 % et celui à 7 % (b) avec un  $p=2,00 \times 10^{-4}$ .

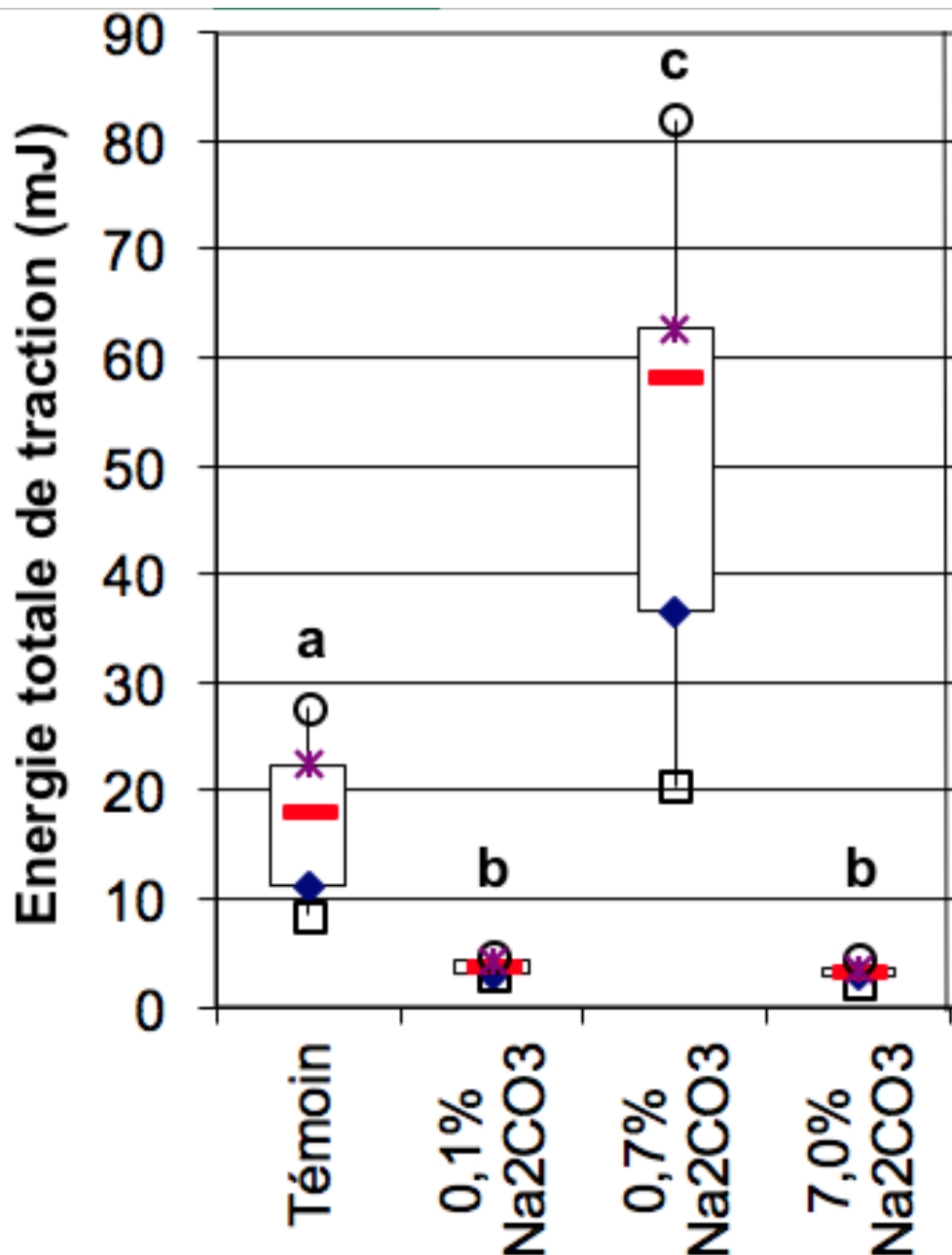


Illustration 26 : Résultats graphiques du test d'Anova où les énergies totales de traction (aires sous la courbe) pour les différentes concentrations en carbonate de sodium sont comparées au témoin sans application de carbonate de sodium.

Statistiquement, le test d'Anova montre une différence entre les 4 groupes expérimentaux avec un p significatif égale à  $4,03 \times 10^{-6}$ . 3 groupes se distinguent :

- les concentrations à 0,1 % et 7 % de carbonate de sodium avec une énergie de traction faible de l'ordre de 5mJ
- le témoin sans carbonate de sodium avec une énergie de traction moyenne de l'ordre de 18mJ
- la concentration à 0,7 % de carbonate de sodium avec une énergie de traction élevée de l'ordre de 50mJ

Ainsi la concentration à 0,7 % de carbonate de sodium sera prise comme référence pour les expérimentations suivantes.

### 3.5. Expérimentations en déposant du carbonate de sodium à 0,7 % avec une pipette sans brosse.

Test n°	en MPa
1	16,102
2	22,484
3	22,545
4	15,122
5	18,784
6	25,604
7	26,334
8	11,668
Moyenne	19,830
Ecart type	5,262

Tableau 10 : Valeurs des pics obtenus avec moyenne et écart type

Test n°	en mJ
1	12,885
2	6,897
3	7,933
4	7,146
5	8,662
6	13,679
7	9,735
8	6,895
Moyenne	9,946
Ecart type	2,817

Tableau 11 : Valeurs des aires sous la courbe obtenues avec moyenne et écart type

Des ruptures adhésives sont observées.

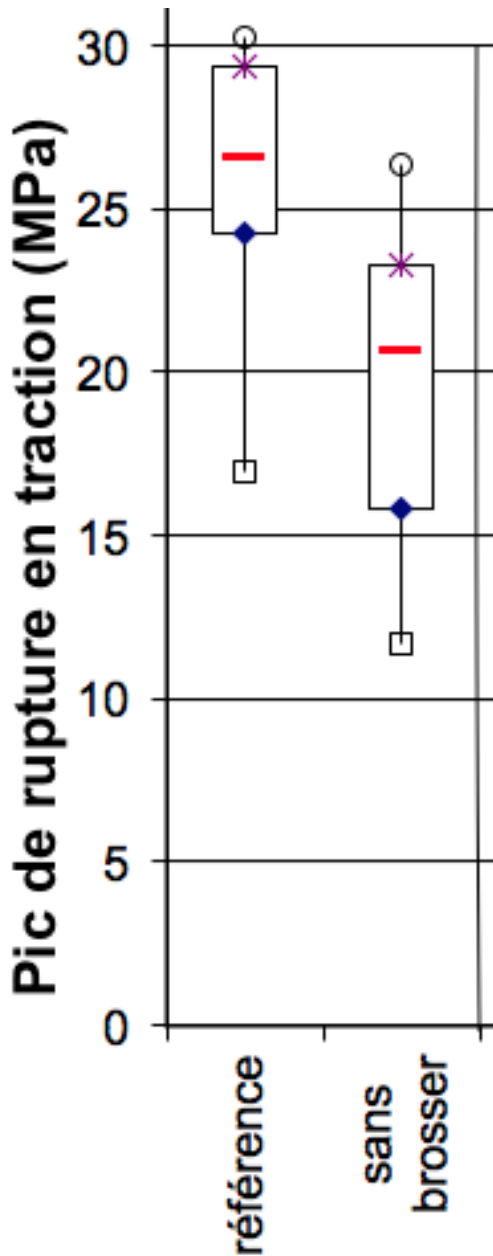


Illustration 27 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les pics de rupture de traction des expérimentations avec et sans brosse du carbonate de sodium.

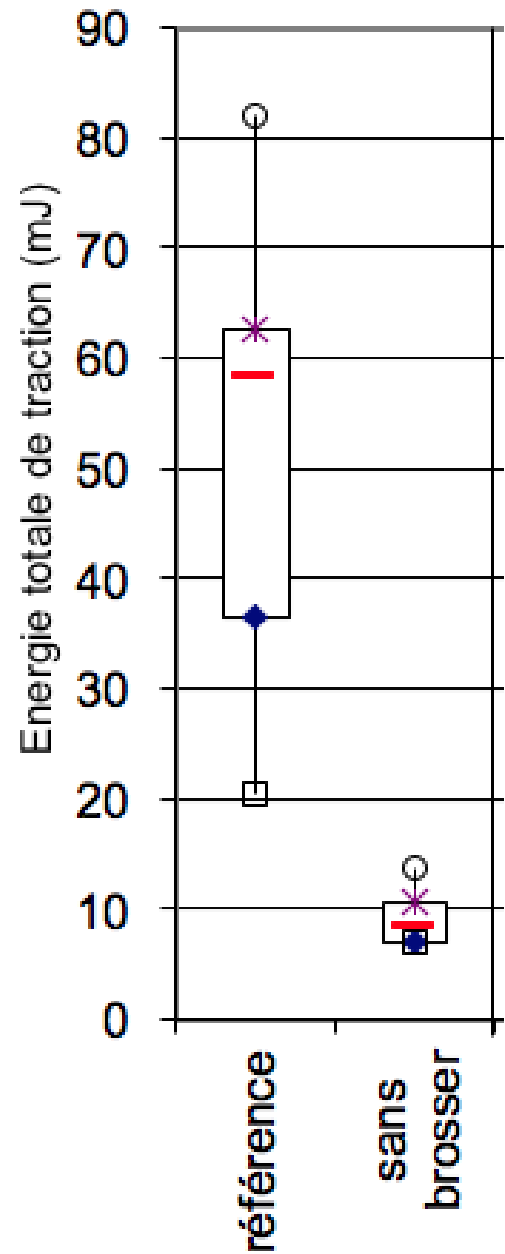


Illustration 28 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les énergies totales de traction des expérimentations avec et sans brosse du carbonate de sodium.

Statistiquement, le test de Mann Whitney montre une différence entre les résultats obtenus pour les pics de rupture et l'énergie totale de traction entre l'application de carbonate de sodium à 0,7 % avec la brosse (référence) par rapport à l'application de carbonate de sodium à 0,7% sans brosse avec  $p=3,79 \times 10^{-2}$  pour les pics et  $p=1,55 \times 10^{-4}$  pour l'énergie totale.

### 3.6. Expérimentations avec préparation de l'alginate.

Test n°	en MPa
1	12,030
2	25,712
3	41,372
4	27,227
5	31,691
6	33,013
7	32,040
8	27,523
Moyenne	28,826
Ecart type	8,363

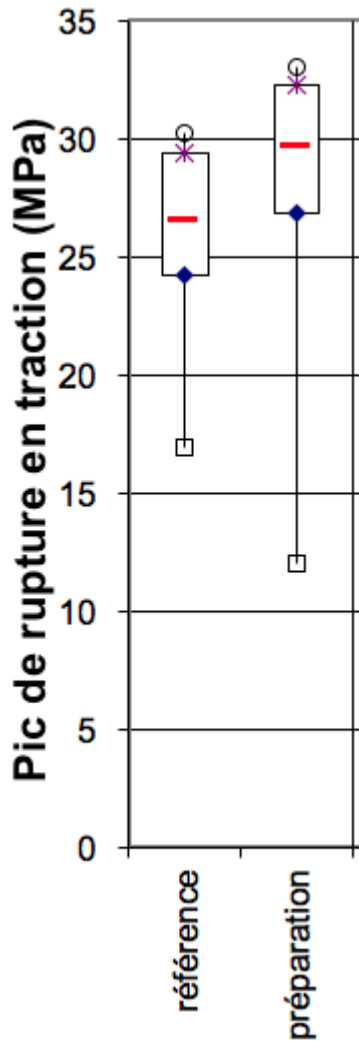
Tableau 12 : Valeurs des pics obtenus avec moyenne et écart type

Test n°	en mj
1	43,597
2	76,896
3	87,352
4	34,695
5	50,114
6	66,627
7	43,487
8	70,408
Moyenne	59,147
Ecart type	18,746

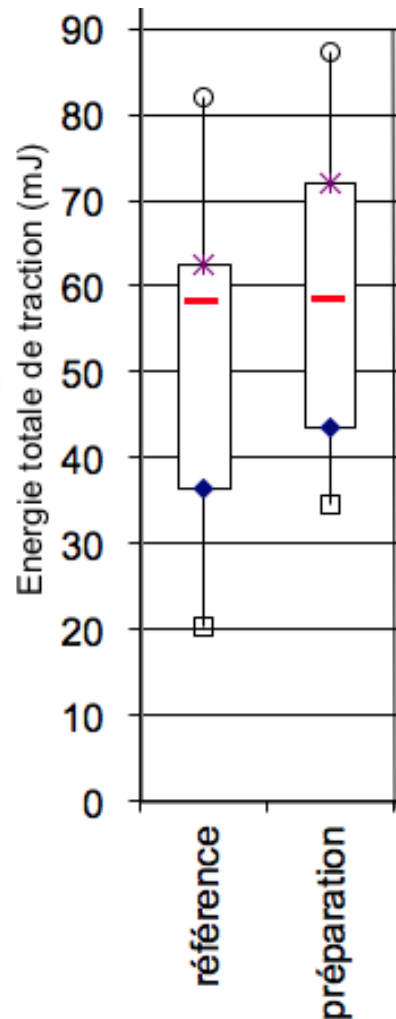
Tableau 13 : Valeurs des aires sous la courbe obtenues avec moyenne et écart type

Des ruptures cohésives sont observées avec des zones de délamination





*Illustration 29 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les pics de rupture de traction des expérimentations avec et sans préparation de la surface d'alginate*



*Illustration 30 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les énergies totales de traction des expérimentations avec et sans préparation de la surface d'alginate*

Statistiquement, le test de Mann Whitney ne montre pas de différence entre les résultats obtenus pour les pics de rupture et l'énergie totale de traction entre le test avec la préparation de la surface d'alginate avant l'application du carbonate de sodium et le test de référence sans la préparation de la surface avec  $p=3,82 \times 10^{-1}$  pour les pics et  $p=4,42 \times 10^{-1}$  pour l'énergie totale.

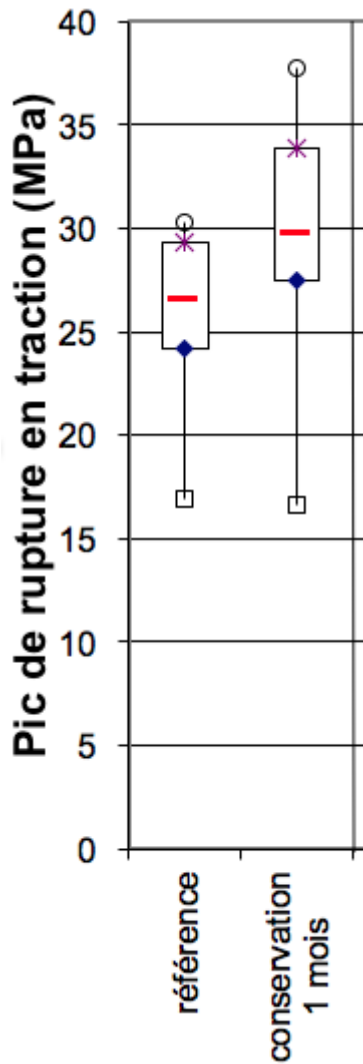
### 3.7. Test de conservation des solutions de carbonate de sodium à 0,7 % à un mois.

Test n°	en MPa
1	30,305
2	27,188
3	16,625
4	33,883
5	27,562
6	33,911
7	29,051
8	37,777
Moyenne	29,538
Ecart type	6,357

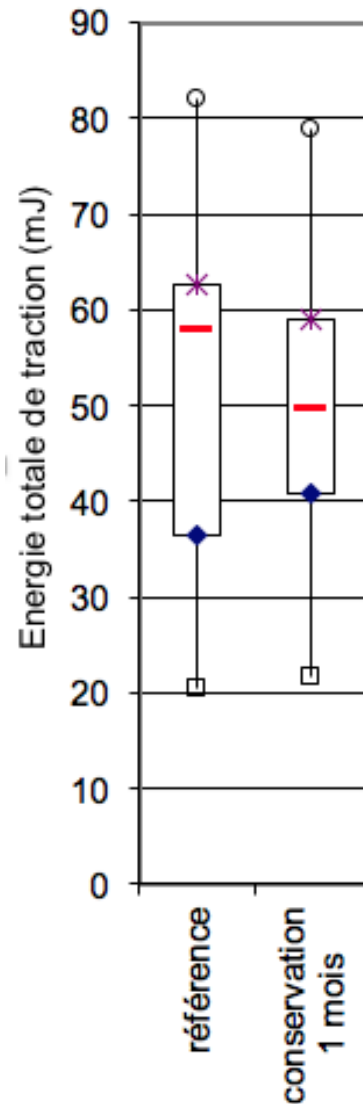
Tableau 14 : Valeurs des pics obtenus avec moyenne et écart type

Test n°	en mJ
1	48,167
2	51,282
3	21,611
4	44,256
5	76,627
6	78,969
7	53,015
8	30,483
Moyenne	50,551
Ecart type	19,927

Tableau 15 : Valeurs des aires sous la courbe obtenues avec moyenne et écart type



*Illustration 31 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les pics de rupture de traction des expérimentations testant la conservation de la solution de carbonate de sodium à 0,7 % (référence) à 1 mois*



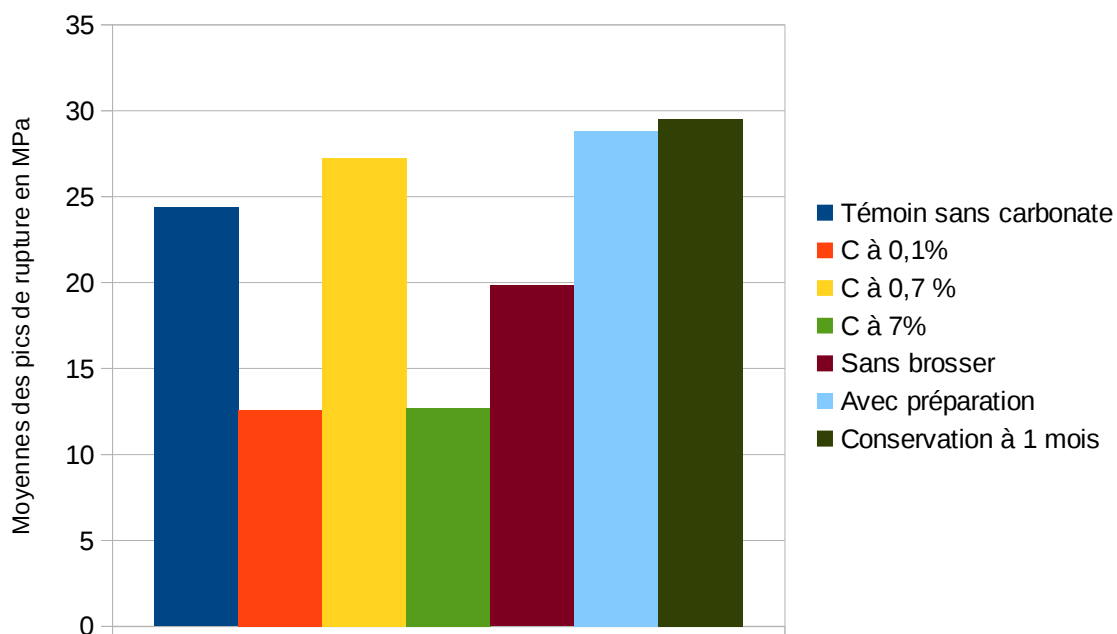
*Illustration 32 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les énergies totales de traction des expérimentations testant la conservation de la solution de carbonate de sodium à 0,7 % (référence) à 1 mois*

Statistiquement, le test de Mann Whitney ne montre pas de différence entre les résultats obtenus pour les pics de rupture et l'énergie totale de traction pour le test de la conservation de la solution de carbonate de sodium à 0,7% (référence) à un mois avec  $p=2,35 \times 10^{-1}$  pour les pics et  $p=7,98 \times 10^{-1}$  pour l'énergie totale.

### 3.8. Compilation des résultats

	Moyenne en MPa	Ecart type en MPa
Témoin Sans carbonate	24,370	6,573
C à 0,1%	12,586	3,580
C à 0,7 %	27,252	7,531
C à 7%	12,710	2,974
Sans brosser	19,830	5,262
Avec préparation	28,826	8,363
Conservation à 1 mois	29,538	6,357

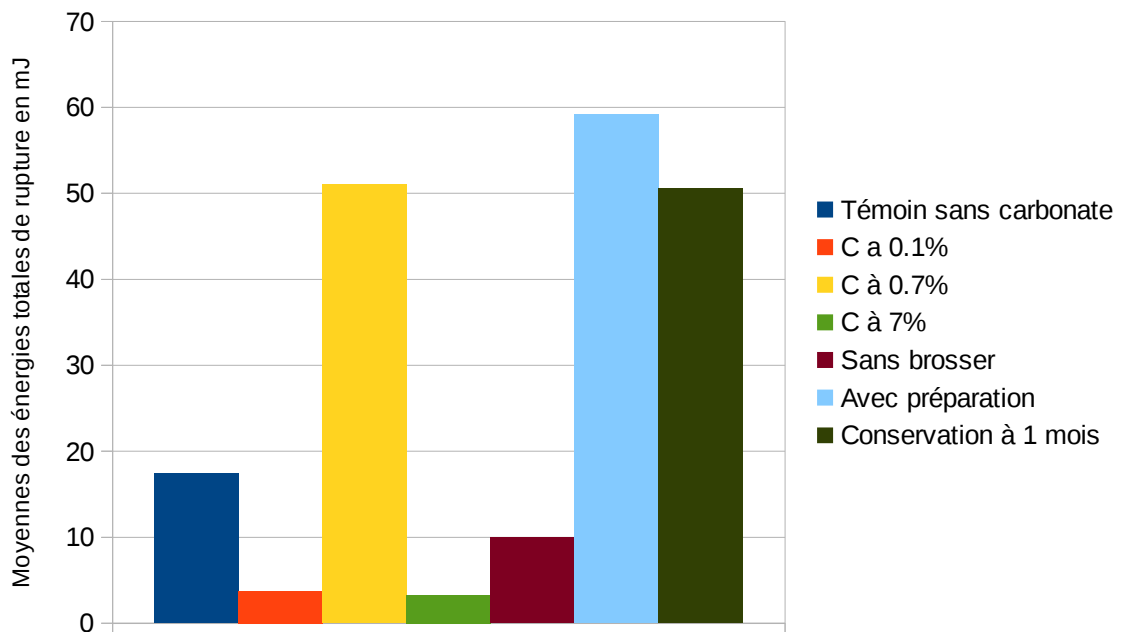
*Tableau 16 : Récapitulatif des moyennes et des écarts types des pics obtenus pour les différentes expériences*



*Illustration 33 : Graphique représentant les moyennes des pics de rupture obtenues pour chaque groupes expérimentaux*

	Moyenne en mJ	Ecart type en mJ
Témoine Sans carbonate	17,392	6,905
C a 0.1%	3,748	0,757
C à 0.7%	50,994	21,518
C à 7%	3,295	0,701
Sans brosser	9,946	2,817
Avec préparation	59,147	18,746
Conservation à 1 mois	50,551	19,927

*Tableau 17 : Récapitulatif des moyennes et des écarts types des aires sous la courbe obtenus pour les différentes expériences*



*Illustration 34 : Graphique représentant les moyennes des énergies totales de rupture obtenues pour chaque groupes expérimentaux*

## 4. Discussion

### 4.1. A propos du matériels et méthodes et du protocole

- Certains éléments expliquent les variations dans les mesures :
  - La machine de traction utilisée est dans une pièce avec d'autres machines en fonctionnement ainsi les conditions de température et d'humidité de l'aire n'étaient pas toujours les mêmes or la gélification de l'alginate dépend beaucoup de ces facteurs. Le protocole était établi pour attendre la gélification complète du matériau avec une marge et l'opérateur contrôlait visuellement la gélification.
  - La surface des échantillons peut varier en fonction de la coupe des excès. Toutes les expérimentations ont été réalisées par le même opérateur mais un emporte-pièce aurait été préférable.
- Certains éléments ont été simplifiés pour la réalisation des expérimentations et la mesure des résultats :
  - La surface étudiée est plus petite que la surface moyenne d'une empreinte buccale.
  - La surface étudiée est plane alors que cliniquement il y a des reliefs
  - Le protocole ne reproduit pas une empreinte d'une structure.
- Le nombre d'échantillons aurait pu être plus élevé pour obtenir une plus grande valeur statistique.
- D'autres expérimentations auraient pu être réalisées pour établir une marge d'erreur possible pour la concentration de carbonate de sodium comme par exemple tester les concentrations de 0,5 %, 1 % et 2 %.
- Des déchirements sont observés au niveau des échantillons ainsi ce n'est pas toujours uniquement la force de la rupture cohésive du matériau qui est mesurée mais la force de rupture adhésive au niveau de l'échantillon.
- Il faut attendre d'obtenir l'homogénéisation parfaite de la solution, elle est obtenue quand la solution se trouble.

## 4.2. L'intérêt du rebasage

L'intérêt du rebasage de l'empreinte primaire en Prothèse Amovible Complète n'est plus à démontrer. Si on observe un manque sur notre empreinte on se sert de cette première couche pour apporter le matériel d'empreinte au plus proche de l'endroit idéal cela compense le porte-empreinte du commerce qui ne s'adapte pas parfaitement à la bouche du patient. Ainsi on enregistre au mieux les limites périphériques, facilitant la réalisation d'un porte-empreinte individuel parfaitement adapté et donc l'étape de l'empreinte secondaire. (1,2)

## 4.3. La réaction chimique de prise de l'alginate

L'alginate est un hydrogel, c'est-à-dire un polymère qui réticule sous forme d'un gel pouvant contenir une quantité importante d'eau. (11,12,13)

L'alginate a une réticulation ionique remarquable type « boîte d'œufs » (14,15,16,17)

Ce système se crée en présence d'ion positif chargé deux fois comme le Calcium  $\text{Ca}^{2+}$ . L'ion  $\text{Ca}^{2+}$  lie les groupements carboxyliques  $\text{COO}^-$  présent sur l'alginate. Ainsi l'alginate vient s'enrouler autour des ions  $\text{Ca}^{2+}$  en solution dans l'eau. L'eau est ainsi piégée.

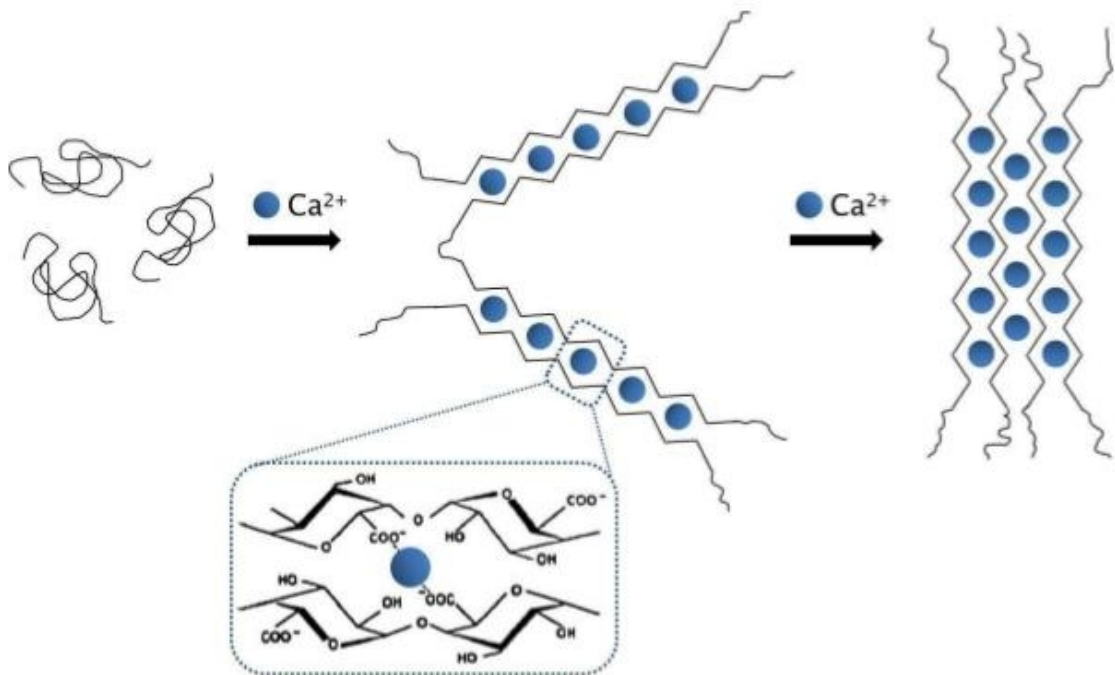


Illustration 35 : Gélification de type boîte à œufs.(21,23)

#### **4.4. Discussion des résultats obtenus pour le témoin**

Le témoin montre que sans traitement de la première couche d'alginate, une adhérence (environ 24MPa et 17mJ) est obtenue. Mais cliniquement, celle-ci ne suffit pas et il se produit des décollements synonymes d'erreurs lors du traitement de l'empreinte (3,4).

Dans cette expérimentation, cette adhérence s'explique par les liaisons Hydrogènes qui se forment à la surface des deux couches d'alginate individualisées et organisées chacune de leur côté.

#### **4.5. Discussion des résultats obtenus pour les expérimentations avec différentes concentrations de carbonate de sodium.**

##### **4.5.1. Une solution diluée à 0,1 % de carbonate de sodium**

En appliquant le carbonate de sodium à 0,1 %, il n'y a pas de changement visible à la surface de la première couche d'alginate. Les résultats des expérimentations montrent une adhérence 2 fois moins importante par rapport au témoin sans adjonction de carbonate de sodium pour les pics de rupture et 5 fois moins pour l'énergie totale de traction.

##### **4.5.2. Une solution diluée à 0,7 % de carbonate de sodium**

En appliquant le carbonate de sodium à 0,7 %, une réaction chimique se produit à la surface de l'alginate, un changement de couleur est observé et un crépitement est entendu. L'expérience donne des ruptures cohésives.

##### **4.5.3. Une solution diluée à 7 % de carbonate de sodium**

En appliquant le carbonate de sodium à 7 %, un changement de couleur important de la première couche d'alginate intervient, celle-ci devient violet fuchsia à sa surface, plus intensément que lors du changement de teinte lors de la prise initiale du matériau. L'alginate est visqueux. A la fin de l'expérience, la première couche d'alginate est encore colorée en rose. La seconde couche d'alginate au contact du carbonate de sodium n'a pas réticulé en gel, l'alginate reste visqueux, et des bulles se sont formées. Le carbonate de sodium dilué à 7 % empêche la réticulation de l'alginate.

Au niveau des résultats, l'alginate n'ayant pas réticulé, les valeurs obtenues pour les pics de rupture et l'énergie totale de traction sont très faibles respectivement 12,71 MPa et 3,295mJ.



#### **4.5.4. Discussion autour du test statistique.**

Au vu des résultats, appuyés par le test statistique Anova, les expériences ont été poursuivies avec une concentration de 0,7 % de carbonate de sodium.

En appliquant le carbonate de sodium à 0,7 %, des ruptures cohésives se produisent. C'est-à-dire que les 2 couches d'alginate ne se séparent pas à leur interface mais au niveau de la surface de l'échantillon support de la 2ème couche d'alginate. Ainsi, le point de plus faible résistance ne se trouve plus entre les 2 couches d'alginate mais au niveau de l'échantillon là où l'adhésif, pour l'alginate et le métal, est appliqué. Ce qui montre que la liaison entre les 2 couches d'alginate est plus forte que la liaison entre l'alginate et l'échantillon métallique induit d'adhésif spécifique.

Le carbonate de sodium est un produit très utilisé dans l'industrie travaillant l'alginate.

La molécule chimique composant de l'alginate est l'acide alginique. Cet acide alginique est extrait des algues.

Standford est le premier à extraire de l'acide alginique des algues grâce au carbonate de sodium en 1881. (18)

Voici représenté sur le tableau suivant le procédé utilisé de nos jours pour l'extraction de l'acide alginique à partir des algues (19,20,21).

### Extraction de l'acide alginique à partir des algues

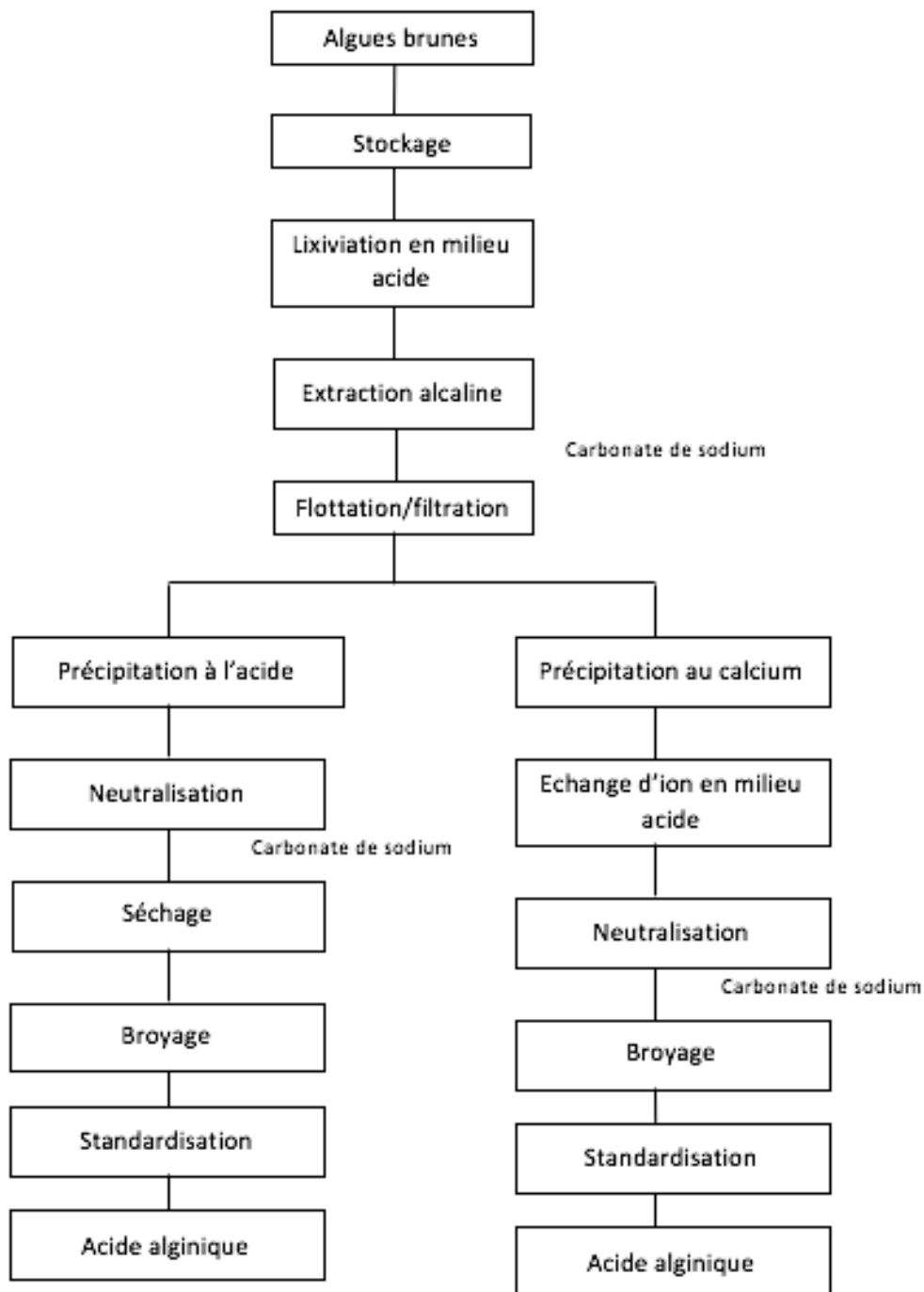
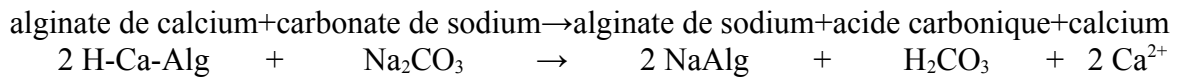


Illustration 36 : Schéma du traitement des algues avec l'utilisation du carbonate de sodium durant la phase d'extraction alcaline puis durant la phase de neutralisation. (19)

D'autres traitements sont également réalisés pour le réduire en poudre pour pouvoir le conditionner.

Le carbonate de sodium est utilisé à 3 reprises. Le carbonate de sodium réagit avec l'alginate de la manière suivante :



L'alginate de calcium est insoluble dans l'eau il forme un gel alors que l'alginate de sodium lui est soluble dans l'eau. Ainsi la réaction peut s'écrire également :



Le carbonate de sodium et l'alginate sont aussi fréquemment utilisés dans les laboratoires de pharmacologie. Par exemple, il y a de l'acide alginique dans le previscan, dans l'arthrodont, dans le vogalen et bien d'autres.

L'alginate est biocompatible, normé et il forme une capsule bien étanche.

Des tests ont été menés pour évaluer la stabilité du gel d'alginate formant les capsules (22). Le gel a notamment été placé dans un sel non chélatant comme le carbonate de sodium. La conclusion fut que les ions sodiums s'échangent avec les ions calciums et ainsi viennent « dézipper » les structures types boites à œufs (23). Pour autant, l'état d'équilibre est toujours favorable aux ions calcium du fait d'une constante d'association plus importante.

Des sels chélatant et non chélatant font partie de la composition même de l'alginate commercialisé. Ils sont utilisés pour réguler le temps de prise des alginates. Sans cela, la réaction chimique serait trop rapide et on ne pourrait pas s'en servir pour faire des empreintes.

En comparaison dans les expérimentations menées dans cette thèse : le carbonate de sodium vient dézipper en surface la structure boite à œufs de notre première couche d'alginate qui devient ainsi visqueuse(24). Le contact de la 2ème couche d'alginate fournit les ions calcium à la partie superficielle visqueuse qui re-gélifie avec celle-ci et forme un seul bloc. Ce qui explique les ruptures cohésives avec délamination.

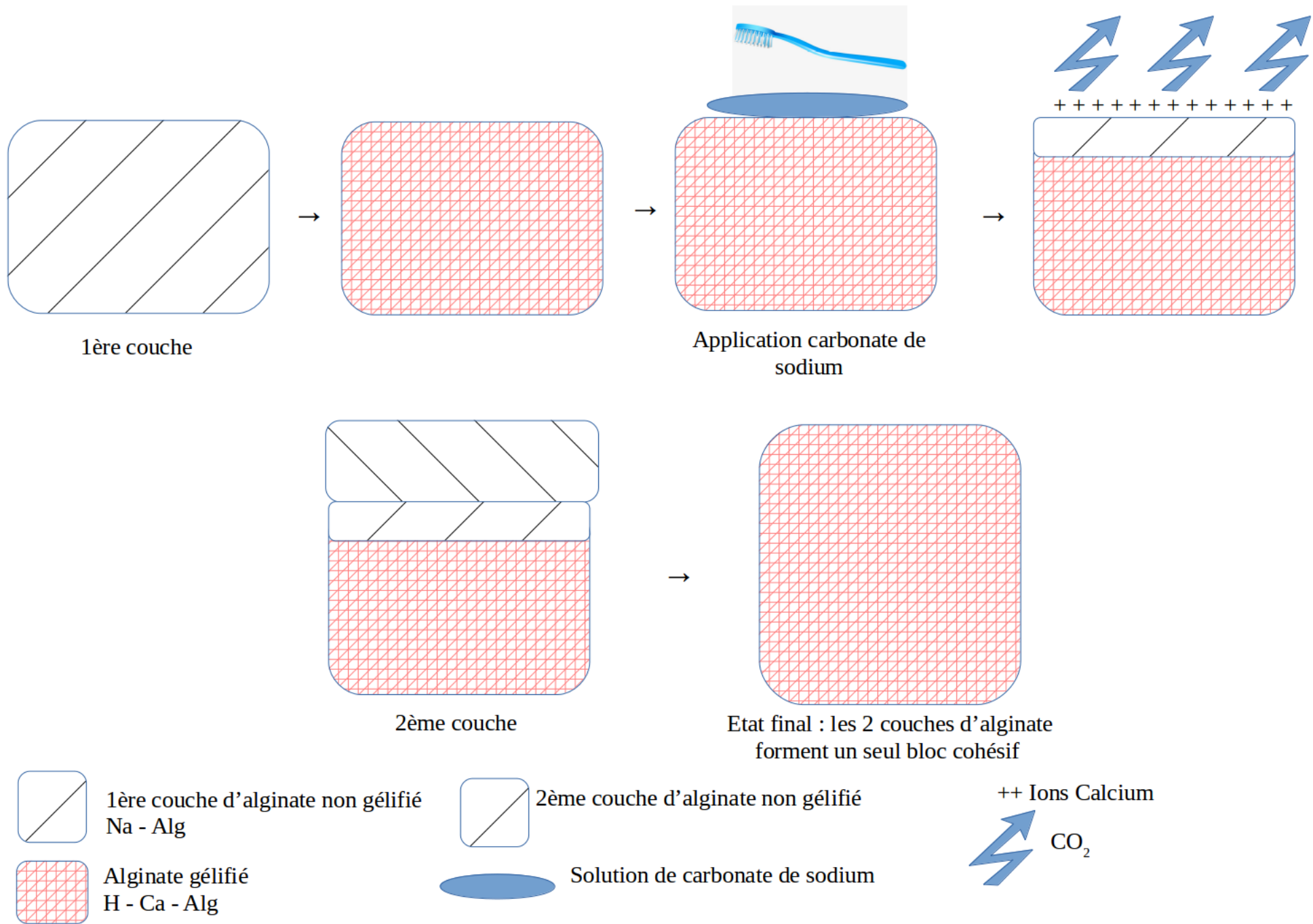


Illustration 37 : Représentation schématique de la réaction entre l'alginate et le carbonate de sodium (Schéma de l'auteur)

#### **4.6. Discussion des résultats obtenus pour l'expérience en déposant du carbonate de sodium à 0,7 % avec une pipette sans brosser.**

Des résultats similaires au témoin sont obtenus au niveau du pic ainsi que des valeurs 2 fois plus petites en surface sous la courbe, et une rupture adhésive. Statistiquement, le test de Mann Whitney montre une différence significative avec  $p=3,79 \times 10^{-2}$  pour les pics de rupture et avec  $p=1,55 \times 10^{-4}$  pour l'énergie totale.

Ainsi il est très important de bien appliquer le carbonate de sodium avec la brosse à dents sur la première couche d'alginate pour activer la réaction de solubilisation grâce à une action mécanique. En industrie, la température est augmentée (environ 50°C) pour accélérer la réaction (18). Ainsi, la solution de carbonate de sodium s'homogénéise plus vite en utilisant de l'eau chaude.

#### **4.7. Discussion des résultats obtenus pour l'expérimentation en préparant la surface d'alginate selon le principe de l'empreinte rebasée**

Les résultats sont statistiquement similaires au test sans l'élimination de la couche superficielle au bistouri avec  $p=3,82 \times 10^{-1}$  pour les pics de rupture et avec  $p=4,42 \times 10^{-1}$  pour l'énergie totale. Donc en clinique, il faut éliminer l'alginate de la première couche non soutenue, les bords marginaux et les zones de crêtes flottantes pour laisser place à la 2ème couche et faciliter la réinsertion.

Les résultats sont légèrement supérieurs car la surface de contact entre les 2 couches d'alginate est augmentée du fait de la non régularité de la coupe et de la possible exposition de bulles sous-jacentes.

#### **4.8. Discussion des résultats obtenus pour le test de conservation de la solution de carbonate de sodium à 0,7 %**

La solution de carbonate de sodium à 0,7 % a été conservée durant un mois dans un flacon en verre à l'abri de la lumière.

Les tests montrent statistiquement aucune différence avec la solution de carbonate de sodium à 0,7 % « fraîche » avec  $p=2,35 \times 10^{-1}$  pour les pics de rupture et avec  $p=7,98 \times 10^{-1}$  pour l'énergie totale.

La solution peut être conservée dans le temps, il faut prendre la précaution de remélanger la solution pour faire dissoudre la poudre qui s'est agglomérée au fond du récipient.

## **5. Conclusion**

Cet ensemble d'expérimentations démontre l'utilité de l'application de carbonate de sodium entre les deux couches d'alginate lors d'une empreinte primaire de prothèse complète. Le carbonate de sodium permet une adhésion des 2 couches d'alginate l'une à l'autre sans risque de déchirement.

Pour l'alginate testé dans cette thèse c'est-à-dire le « color change » de chez Cavex, il faut brosser la première couche d'alginate avec une solution de carbonate de sodium à 0,7 %.

Cette solution peut être conservée un mois en prenant la précaution d'homogénéiser la solution avant de l'utiliser.

Il pourrait être intéressant de réaliser cette expérience avec d'autres alginate.

### **En résumé :**

- Concentration à 0,7 % de carbonate de sodium.
- Solution homogène de carbonate de sodium, la solution s'homogénéise plus vite avec de l'eau chaude.
- Application par brossage (brosse à dents souple).
- La solution peut être utilisée plusieurs séances.

## Références bibliographiques

1. Basker RM, Davenport JC. Prosthetic treatment of the edentulous patient : Blackwell Munksgaard, 2002, 315 p.
2. Sauvestre D. L’empreinte primaire en prothèse complète : étude et choix du porte-empreinte de série. Th. D. : Nantes 1984.
3. Hüe O, Bertrand C, Dupuis V. A propos d’une technique d’empreinte primaire à l’alginate rebasée. Cah Prothèse. 1998 ; (101) : 53-4.
4. Kitamura A, Kawai Y. Basic investigation of the laminated alginate impression technique: Setting time, permanent deformation, elastic deformation, consistency, and tensile bond strength tests. J Prosthodont Res. 2015 ; 59(1) : 49-54.
5. Archien C, Begin M, Thépin J-C, Unger F, Cooman J. Dictionnaire de prothèse odontologique. Paris, France : SNPMD ; 2004. 94 p.
6. Hüe O, Berteretche M-V. Prothèse Complète : Réalité Clinique Solutions Thérapeutiques. Quintessence International. 2003.
7. Martin J-P. L’empreinte primaire maxillaire. Inf Dent. 2000 ; (42) : 3649.
8. Dumont H. L'empreinte primaire aux hydrocolloïdes irréversibles en prothèse amovible complète en 2 temps / 2 viscosités avec utilisation de l'algi-bond et des porte-empreintes de série sto-k coe (GC) – Th. D. : Lille 2016.
9. Cohen B, Pagnillon MK, Musikant BL, Deutsch AS. Tear strength of four irreversible hydrocolloid impression materials. J Prosthodont. 1998 ; 7(2) : 111-3.
10. Leung KC, Chow TW, Woo CW, Clark RK : Tensile, shear and cleavage bond strengths of alginate adhesive : J Dent 1998 ; 26(7) : 617-22.
11. Hoffman AS. Hydrogels for biomedical applications. Advanced Drug Delivery Reviews. 2002 ; 54(1) : 3–12.
12. Kopeček, J., Yang, J. Hydrogels as smart biomaterials. Polymer International. 2007 ; 56(9) : 1078–1098.
13. Papon P, Leblond J, Meijer PH. Physique des transitions de phases : concepts et applications. Paris : Dunod, 1999, 416p.
14. Draget KI, Phillips GO, Williams PA. 29 – Alginates. In : Handbook of hydrocolloïds. CRC Press, 2000.
15. Draget KI, Skjak-Braek G, Smidsrod O. Alginate based new materials. International Journal of Biological Macromolecules. 1997 ; 21, p. 47-55.

16. Draget KI, Skjakbrak G, Smidsrod O. Alginic acid gels : the effect of alginate chemical composition and molecular weight. *Carbohydrate Polymers*. 1994 ; 25(1) :31–8.
17. Lapasin R, Prid S. *Rheology of industrial polysaccharides : theory and applications*. Blackie Academic & Professional. 1995.
18. Stanford, E. C. C., *Brit. Pat.* 142 (1881).
19. Dion P, Lognoné V. *La Production d' hydrocolloïdes à partir d'algues marines*. Centre d'études et de valorisation des algues (CEVA). Polymerix 2000.
20. Pérez R. *Ces algues qui nous entourent : conception actuelle, rôle dans la biosphère, utilisations, culture*. Plouzané : Editions IFREMER, 1997, 272p.
21. Goujon I. *Les alginates : excipients d'origine marine utilisés dans l'industrie pharmaceutique – application à la synthèse d'un gel chimique*. Th. D. : Nancy 2004.
22. Rolland L. *Propriétés physico-chimiques de capsules d'hydrogel à cœur liquide*. Th. D. : Paris 2013.
23. Baumberger T, Ronsin O. Cooperative effect of stress and ion displacement on the dynamics of cross-link unzipping and rupture of alginate gels. *Biomacromolecules*. 2010 ; 11(6) :1571–8.
24. Zhao Y, Hu F, Evans JJ, Harris MT. Study of sol - gel transition in calcium alginate system by population balance model. *Chemical Engineering Science*. 2011 ; 66(5) : 848–58.



## Table des illustrations

Illustration 1 : Paquet d'alginate Cavex : Color Change (Photo de l'auteur).....	17
Illustration 2 : Adhésif pour alginate en spray (Photo de l'auteur).....	17
Illustration 3 : Bol à alginate, godet doseur d'eau, cuillère et spatule Cavex (Photo de l'auteur).....	17
Illustration 4 : Mécano de face et de dos (Photo de l'auteur).....	18
Illustration 5 : Machine de traction TA.XT Plus de chez Stable Micro Systems (Photo de l'auteur).....	18
Illustration 6 : Mâchoires se fixant sur la machine de traction (Photo de l'auteur).....	20
Illustration 7 : Mâchoires fixées sur la machine de traction (Photo de l'auteur).....	20
Illustration 8 : Pulvérisation de l'adhésif (Photo de l'auteur).....	20
Illustration 9 : Préparation et mise en place de la première couche d'alginate (Photo de l'auteur).....	21
Illustration 10 : Travail de pression de la machine durant le temps de prise de l'alginate (de couleur rose) (Photo de l'auteur).....	21
Illustration 11 : Fin de la prise de l'alginate (de couleur blanche) (Photo de l'auteur).....	22
Illustration 12 : Éviction des excès d'alginate au bistouri (Photo de l'auteur).....	22
Illustration 13 : Application de la solution de carbonate de sodium à la brosse à dents (Photo de l'auteur).....	23
Illustration 14 : L'alginate présente une teinte rosée après l'application du carbonate de sodium (Photo de l'auteur).....	23
Illustration 15 : Préparation avant le test de traction (Photo de l'auteur).....	23
Illustration 16 : Application de la 2ème couche d'alginate (Photo de l'auteur).....	24
Illustration 17 : Pression de la machine sur les 2 couches d'alginate pendant la prise (première couche d'alginate de couleur blanche alors que la seconde est rose) (Photo de l'auteur).....	24
Illustration 18 : Fin du test de traction les 2 couches d'alginate sont séparées (Photo de l'auteur).....	25
Illustration 19 : Graphique représentant la traction en MPa exercée par la machine durant l'expérimentation.....	28
Illustration 20 : Graphique représentant la traction en MPa exercée par la machine durant l'expérimentation. (cas d'une rupture cohésive de l'alginate).....	29
Illustration 21 : Graphique représentant l'aire sous la courbe en mJ.....	30
Illustration 22 : Rupture adhésive (Photo de l'auteur).....	31
Illustration 23 : Rupture cohésive lors du test avec application de carbonate de sodium à 0,7% (Photo de l'auteur).....	33
Illustration 24 : fin du test avec application de carbonate de sodium à 7% (Photo de l'auteur).....	35
Illustration 25 : Résultats graphiques du test d'Anova où les pics de rupture obtenus pour les différentes concentrations en carbonate de sodium sont comparés au témoin sans application de carbonate de sodium.....	36
Illustration 26 : Résultats graphiques du test d'Anova où les énergies totales de traction (aires sous la courbe) pour les différentes concentrations en carbonate de sodium sont comparées au témoin sans application de carbonate de sodium.....	37
Illustration 28 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les énergies totales de traction des expérimentations avec et sans brossage du carbonate de sodium...	39
Illustration 27 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les pics de rupture de traction des expérimentations avec et sans brossage du carbonate de sodium..	39

Illustration 29 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les pics de rupture de traction des expérimentations avec et sans préparation de la surface d'alginate	41
Illustration 30 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les énergies totales de traction des expérimentations avec et sans préparation de la surface d'alginate.	41
Illustration 32 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les énergies totales de traction des expérimentations testant la conservation de la solution de carbonate de sodium à 0,7 % (référence) à 1 mois.....	43
Illustration 31 : Résultats graphiques du test de Mann Whitney comparant les pics de rupture de traction des expérimentations testant la conservation de la solution de carbonate de sodium à 0,7 % (référence) à 1 mois.....	43
Illustration 33 : Graphique représentant les moyennes des pics de rupture obtenues pour chaque groupes expérimentaux.....	44
Illustration 34 : Graphique représentant les moyennes des énergies totales de rupture obtenues pour chaque groupes expérimentaux.....	45
Illustration 35 : Gélification de type boîte à œufs.(21,23).....	47
Illustration 36 : Schéma du traitement des algues avec l'utilisation du carbonate de sodium durant la phase d'extraction alcaline puis durant la phase de neutralisation. (19).....	50
Illustration 37 : Représentation schématique de la réaction entre l'alginate et le carbonate de sodium (Schéma de l'auteur).....	52

**L'adhésion de deux couches d'alginate par le carbonate de sodium**

**DENNEULIN Thomas.**- p. (58) : ill. (37) ; réf. (24).

**Domaines** : Prothèse - Biomatériaux

**Mots clés Rameau** : Prothèses dentaires complètes, Alginates, Empreintes dentaires, Matériaux

**Mots clés FmeSH:** Prothèse dentaire complète, Alginates, Technique de prise d'empreinte

**Mots clés libres** : Carbonate de sodium, Test de traction

Pour la réalisation d'une empreinte primaire à l'alginate en prothèse amovible complète, il est d'usage de réaliser une technique en 2 temps / 2 viscosités.

Le principal défaut de cette technique est le décolllement de l'alginate.

Dans cette thèse, une solution de carbonate de sodium est appliquée sur l'alginate pour améliorer l'adhésion des 2 couches d'alginate.

Un protocole expérimental est mis au point pour tester l'adhésion des 2 couches d'alginate.

Plusieurs expérimentations ont été menées et ont abouti à des résultats et une discussion.

Pour conclure un protocole est proposé pour l'utilisation d'une solution de carbonate de sodium à 0,7 % lors de l'empreinte primaire à l'alginate en prothèse amovible complète.

**JURY** :

**Président :**       **Professeur BEHIN Pascal**

**Assesseurs :**    **Docteur DELCAMBRE Thierry**

**Docteur LEFEVRE Claude**

**Docteur MAYER Grégoire**

**Membre invité :** **Professeur SIEPMANN Florence**