

**UNIVERSITE DE LILLE**

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année de soutenance : 2019

N°:

THESE POUR LE

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

Présentée et soutenue publiquement le 20 mai 2019

Par Alexandre TADJINE

Né le 16 octobre 1989 à Livry-Gargan - France

Influence du type de bière sur le vieillissement de l'interface  
adhésive émail – composite.

**JURY**

Président :	Monsieur le Professeur Pascal BEHIN
Assesseurs :	Monsieur le Docteur Thibault BÉCAVIN <u>Monsieur le Docteur Lieven ROBBERECHT</u>
	Monsieur le Docteur Maxime BEAURAIN
Membre invité :	Monsieur le Docteur J-C HORNEZ

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	P-M. ROBERT
Doyen	:	Pr. E. DEVEAUX
Vice-Doyens	:	Dr. E. BOCQUET, Dr. L. NAWROCKI et Pr. G. PENEL
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

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

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES :**

<b>P. BEHIN</b>	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
<b>E. DEVEAUX</b>	Dentisterie Restauratrice Endodontie <b>Doyen de la Faculté</b>
<b>G. PENEL</b>	Responsable du Département de <b>Biologie Orale</b>

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BÉCAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
<b>F. BOSCHIN</b>	Responsable du Département de <b>Parodontologie</b>
<b>E. BOCQUET</b>	Responsable du Département d' <b>Orthopédie Dento-Faciale</b>
<b>C. CATTEAU</b>	Responsable du Département de <b>Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.</b>
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
<b>C. DELFOSSE</b>	Responsable du Département d' <b>Odontologie Pédiatrique</b>
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
<b>P. HILDELBERT</b>	Responsable du Département de <b>Dentisterie Restauratrice Endodontie</b>
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
G. MAYER	Prothèses
<b>L. NAWROCKI</b>	Responsable du Département de <b>Chirurgie Orale</b> Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
<b>M. SAVIGNAT</b>	Responsable du Département des <b>Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux</b>
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
<b>J. VANDOMME</b>	Responsable du Département de <b>Prothèses</b>

### ***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.

*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)

Responsable Unité Fonctionnelle de Prothèses

*Vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse malgré votre emploi du  
temps chargé, et je vous en remercie.*

*Durant ces 3 années d'enseignement et de clinique, votre savoir et votre  
exigence m'ont beaucoup appris.*

*J'espère que vous trouverez dans ce travail l'expression de mon profond  
respect et de ma sincère reconnaissance.*

**Monsieur le Docteur Thibault BÉCAVIN**

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

*Section Réhabilitation Orale*

*Département Dentisterie Restauratrice Endodontie*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Master II Biologie et Santé – Lille2

Docteur de l'Université de Lille

*C'est un véritable plaisir de vous avoir en tant que membre de ce jury.  
Votre expérience clinique et vos conseils avisés m'ont énormément apporté  
durant ces années d'études, que ce soit en cours, en TP ou en clinique.  
Voyez dans ce travail l'expression de ma reconnaissance et de mon admiration.*

**Monsieur le Docteur Lieven ROBBERECHT**

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

*Section Réhabilitation Orale*

*Département Dentisterie Restauratrice Endodontie*

Docteur en Chirurgie Dentaire

*Je te remercie de m'avoir proposé cette thèse originale et d'avoir dirigé ce travail. Tu as été d'une disponibilité et d'une réactivité impressionnante, toujours présent pour répondre aux questions ou pour m'aider lorsque j'en avais besoin. Quand je pense au temps passé ensemble sur ce travail, je ne saurai imaginer meilleur directeur.*

*Je te remercie également pour tes conseils en cours et en clinique qui ont su parfaire ma formation.*

*J'espère que ce travail est à la hauteur de tes espérances.*



**Monsieur le Docteur Maxime BEURAIN**

**Assistant Hospitalo-Universitaire des CSERD**

*Section Réhabilitation Orale*

*Département Dentisterie Restauratrice Endodontie*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Certificat d'Etude Supérieures d'Odontologie Conservatrice et Endodontie –  
Lille2

Certificat d'Etudes Supérieures d'Odontologie Chirurgicale mention Médecine  
Buccale – Lille2

*Vous avez spontanément accepté de siéger au sein de ce jury de thèse et je  
vous en remercie.*

*C'est avec plaisir que j'ai pu partager une partie de mes études à vos côtés  
notamment en clinique. La qualité de vos enseignements, votre rigueur et votre  
implication sont un exemple pour moi.*

*Soyez assuré de ma sincère reconnaissance et de tout mon respect.*

**Monsieur le Docteur Jean-Christophe HORNEZ**

**Maître de Conférence des Universités**

Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle spécialité : spectroscopie et réactivité des systèmes chimiques

Docteur en Chimie

Habilité à diriger des recherches

*Je vous remercie pour votre accueil et de m'avoir donné la possibilité d'utiliser  
le laboratoire du LMCPA.*

*Merci pour votre gentillesse, votre temps et pour tous les conseils que vous  
avez pu me donner afin de réaliser ce travail.*

*C'est un honneur pour moi de vous avoir au sein de ce jury.*

# Remerciements

# Tables des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>14</b>
<b>1 Etat de l'art .....</b>	<b>15</b>
1.1 Généralités .....	15
1.1.1 Historique.....	15
1.1.2 Processus de fabrication.....	16
1.1.3 Classification des bières .....	19
1.1.3.1 Fermentation basse.....	19
1.1.3.2 Fermentation haute .....	19
1.1.3.3 Fermentation spontanée .....	19
1.1.3.4 Fermentation mixte.....	20
1.2 Propriétés physico-chimiques de la bière .....	21
1.2.1 Propriété physique .....	21
1.2.1.1 Couleur.....	21
1.2.2 Propriétés chimiques.....	22
1.2.2.1 Composition chimique .....	22
1.2.2.2 pH.....	24
1.2.2.3 Alcool .....	26
1.2.2.4 Teneur en sucre.....	26
1.3 Impact de la bière sur l'environnement intrabuccal.....	27
1.3.1 Tissus mous .....	27
1.3.2 Tissus durs.....	30
1.3.2.1 Attaque acide .....	30
1.3.2.2 Effet érosif .....	31
1.3.2.3 Coloration dentaire .....	31
1.3.3 Impact de la bière sur les composites dentaires .....	31
1.3.4 Résumé de l'impact de la bière sur l'environnement buccal .....	32
1.4 Problématique et objectif .....	32
<b>2 Partie expérimentale.....</b>	<b>34</b>
2.1 Matériels et méthodes .....	34
2.1.1 Préparations des échantillons .....	34
2.1.2 Paramètres étudiés .....	36
2.1.2.1 Caractérisation des bières.....	36

2.1.2.2	Caractérisation de l'interface adhésive émail – composite.....	36
2.1.3	Analyse statistique .....	40
2.2	Résultats .....	42
2.3	Discussion.....	54
<b>3</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>59</b>
	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>60</b>
	<b>Table des figures.....</b>	<b>68</b>
	<b>Tables des tableaux .....</b>	<b>70</b>

## Introduction

La bière est l'une des boissons la plus consommée au monde. En effet, son ancienneté et sa popularité en ont fait une boisson répandue avec plusieurs milliers de marques différentes. A côté de ce constat, la maladie carieuse est considérée comme le troisième fléau mondial touchant entre 60 et 90% des enfants scolarisés dans le monde et près de 100% des adultes. Une des facettes de la prise en charge de cette maladie consiste à restaurer de manière adhésive les pertes de substance (plus de 24 millions de restaurations sans ancrage radiculaire ont été collés en France en 2017).

Il a été montré que la bière entraîne des effets délétères sur les composites, les dents et les tissus mous de la cavité buccale. Mais il n'existe actuellement aucune donnée dans la littérature quant aux conséquences d'une consommation régulière de bière sur l'interface adhésive émail – composite. Celle-ci est pourtant d'importance majeure pour la longévité de la restauration.

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'impact de plusieurs types de bières sur le vieillissement de surface de l'interface adhésive émail – composite au cours du temps.

# 1 Etat de l'art

## 1.1 Généralités

### 1.1.1 Historique

La bière était déjà fabriquée dans l'Egypte prédynastique en 6000 avant JC. En effet des fouilles archéologiques ont permis de mettre en évidence des sédiments de bières dans des bœux à Abadiyeh et à Naqada et ont montré que celles-ci avaient une fonction importante pendant la période prédynastique (entre 5500 et 3100 avant JC). La bière était fabriquée dans des volumes tellement importants que les égyptiens pouvaient l'exporter dans tout le pays mais également à l'étranger notamment vers la Palestine et Rome. Il existe plusieurs versions pour expliquer la fabrication de la bière à cette époque. Suivant la traduction des textes, les auteurs ne donnent pas exactement les mêmes éléments [1].

La fabrication de la bière a ensuite été exportée dans tous le bassin méditerranéen et au proche orient (Rome antique, Mésopotamie, Grèce antique, Turquie, Syrie, Liban...), puis dans le nord de l'Europe par les celtes. Les peuples des îles britanniques et des régions du nord de l'Europe buvaient de la bière, appelée « Cervesia », avant les invasions romaines. Ce sont d'ailleurs les Gaulois qui inventèrent le tonneau, ce qui permit une meilleure fermentation et un stockage amélioré [2]. Pendant l'occupation romaine, le vin était plus consommé mais les populations barbares ont continué à consommer de la bière.

Après le départ des romains au début du moyen-âge, à la fin du Ve siècle après JC, les populations ont continué à brasser la bière mais cela restait une pratique familiale. C'est au moyen âge avec le Saint Empire de Charlemagne et la construction de nombreuses abbayes et de monastères que la production de la bière est devenue plus subtile et à grande échelle, pour s'épanouir chez les peuples anglo-saxons. A cette époque, les fabricants utilisaient un mélange de plantes appelé « gruit » pour aromatiser les bières. Ils ont utilisé par la suite du houblon ce qui permit d'améliorer la conservation, la tenue et la qualité de la bière par rapport à celles fabriquées à base de gruit. C'est à cette période que la fermentation basse fit son apparition grâce au houblon. L'utilisation du houblon dans la fabrication a favorisé la séparation de deux tâches qui sont le

brassage et l'ébullition. Il aura fallu plusieurs décennies pour que la technique se perfectionne et pour que les brasseurs trouvent le temps et les matériaux adéquats pour le développement des saveurs désirées et la formation de l'effet conservateur. C'est au moyen-âge que les germains ont donné le nom actuel « Bier » qui deviendra « bière » en français au XVe siècle.

A la renaissance, la fabrication de la bière est devenue plus réglementée notamment en France. Ainsi plusieurs législations sont mises en place et la bière ne peut être produite que par des maîtres brasseurs avec comme ingrédients de l'eau, des grains d'orge et du houblon. Jusqu'au milieu du XIXe siècle plusieurs chimistes ou biologistes ont tenté d'expliquer le phénomène de fermentation de la bière jusqu'à ce que Louis Pasteur conclue que ce phénomène était dû à l'action des levures (identifiées par Emil Hansen) sur le sucre [3].

Grâce aux avancées technologiques des révolutions industrielles comme la pasteurisation, la machine à vapeur, la mécanisation, l'électricité, le froid industriel ou encore le thermomètre, la production de bière est devenue plus précise, plus propre et de qualité égale suivant les saisons. Enfin le développement du chemin de fer a permis d'exporter sur de plus grandes distances cette boisson dans de bonnes conditions. Aujourd'hui la production de bière est principalement automatisée et gérée par de grands groupes internationaux tels que SABMiller, Heineken, Carlsberg ou encore Guinness.

### **1.1.2 Processus de fabrication**

Pour fabriquer de la bière il faut 4 ingrédients principaux qui sont l'eau, le malt (orge germé), le houblon et la levure. D'autres ingrédients accessoires peuvent être ajoutés tels que des grains crus (maïs, riz, avoine...), du caramel, des sucres (saccharose, glucose...), des épices ou des additifs. Le processus de fabrication nécessite 3 grandes étapes (figure 1).

- La première étape est le maltage qui se fait en malterie. Celui-ci a pour but de rendre l'orge fermentable afin de créer des enzymes alpha et des enzymes bêta-amylases nécessaires à la transformation de l'amidon en sucres. Le maltage se divise en plusieurs phases :
  - une oxygénation du grain pour le faire mûrir,



- le trempage pour hydrater le grain pendant environ 3 jours,
  - la germination, qui permet au grain de germer, se fait entre 4 et 8 jours à température et hygrométrie contrôlées. A la fin de cette étape on obtient le malt vert,
  - le touraillage permet ensuite d'assécher et de stopper la germination du malt vert dans un grand four. Pendant cette étape, le malteur va faire le « coup de chaud » qui va déterminer la future couleur de la bière,
  - enfin le dégermage permet d'enlever les grains non germés et les radicelles.
- La deuxième étape est le concassage, ici le malt est broyé pour permettre une meilleure extraction des sucres et des enzymes.
- La troisième étape est le brassage en lui-même (ou saccharification), plusieurs phases sont également nécessaires :
- l'empâtage où les grains concassés sont mélangés à de l'eau chaude dans de grandes cuves rondes pour former la maische,
  - la filtration permet d'obtenir le moût primitif auquel on ajoute le houblon. Ce mélange moût-houblon sera ensuite porté à ébullition et cuit pendant 1 à 2 heures. Pendant la cuisson, d'autres produits aromatiques peuvent y être ajoutés.
- Une fois le moût refroidit, on passe à l'étape de la fermentation où la levure est ajoutée à la bière pour produire l'alcool. Ici il existe 4 types de fermentation. Les 2 fermentations principales sont la fermentation basse qui permet d'obtenir les bières blondes types pils ou lagers et la fermentation haute pour avoir les bières dites « ales ». Un 3<sup>e</sup> type de fermentation est la fermentation spontanée qui consiste à utiliser des levures sauvages par ensemencement naturel, c'est-à-dire sans ajout de levure dans le moût. Celle-ci n'est utilisée que pour les bières type lambic. Enfin, il y a la fermentation mixte qui associe une fermentation basse et une spontanée. Ces 2 derniers types de fermentation sont beaucoup moins pratiqués.

- Après la fermentation, la bière mature. Les impuretés sont supprimées et la bière est conditionnée puis étiquetée [4][5][6][7].

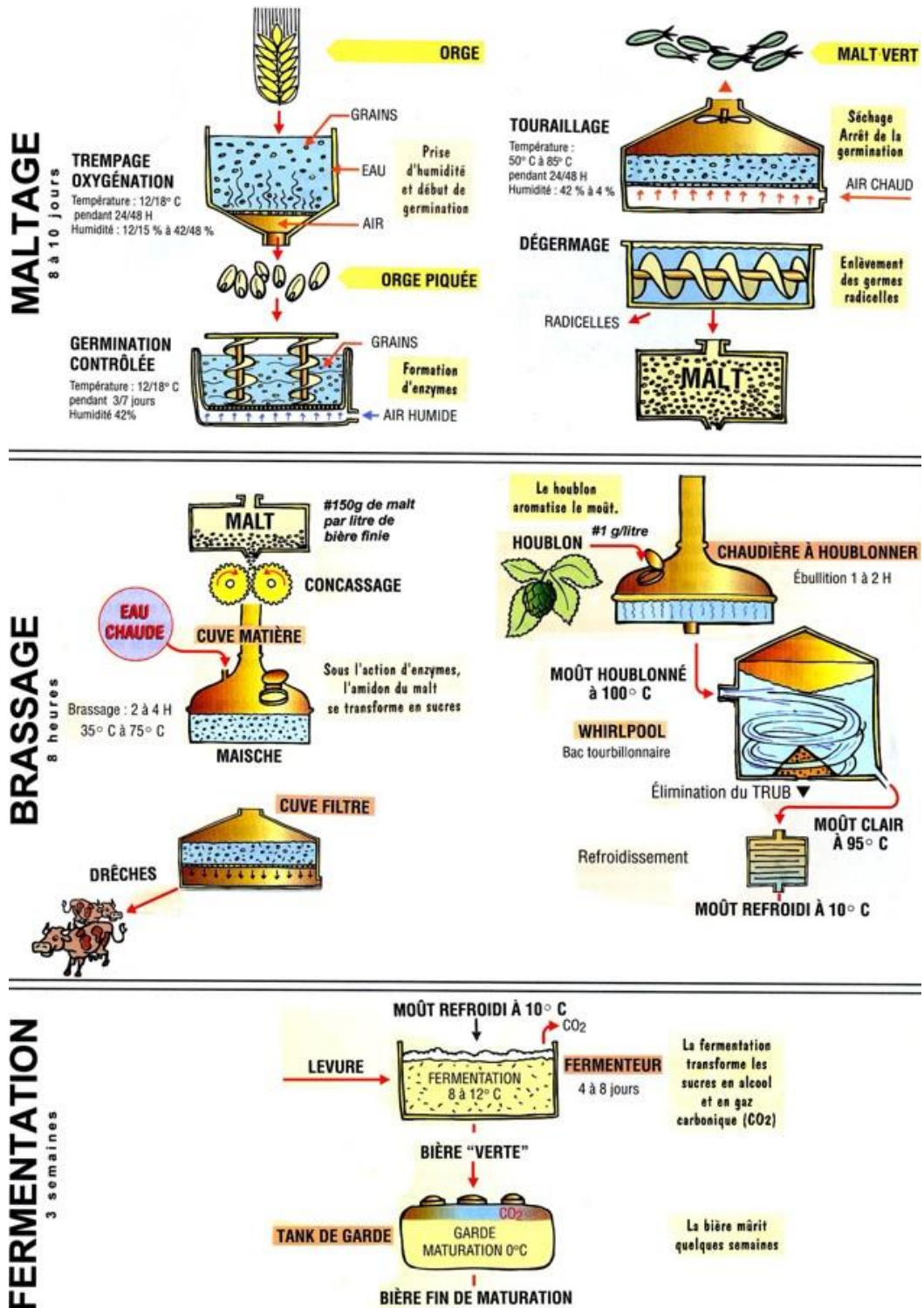


Figure 1 : Processus de fabrication d'une bière (Musée français de la brasserie à St Nicolas de Port) [8].

## **1.1.3 Classification des bières**

### **1.1.3.1 Fermentation basse**

La différence des bières est due en grande partie à la fermentation au moment du processus de fabrication. En effet, pour les bières à fermentation basse, c'est la levure *Saccharomyces carlsbergensis* qui est utilisée. Son activité optimale se situe à des températures basses aux alentours de 10 à 15 °C. On parle de fermentation basse car les levures décantent au fond des cuves. Ces bières sont souvent blondes, elles sont moins fruitées et alcoolisées que les bières à fermentation haute, de plus elles ont un goût plus prononcé en houblon et en malt. L'avantage de fermenter à basse température est de limiter l'apparition de champignons et de bactéries. Ainsi elles peuvent se conserver plus longtemps que les bières à fermentation haute. Enfin les bières à fermentation basse ont une teneur en alcool plus faible. Elles sont fabriquées plus fréquemment dans les pays de l'Est (Allemagne, république-Tchèque) [7],[9].

### **1.1.3.2 Fermentation haute**

La levure *Saccharomyces cerevisiae* est utilisée dans les bières à fermentation haute. Son activité optimale se trouve entre 18 et 25°C et ici on parle de fermentation haute car les levures tendent à se précipiter à la surface du moût. Ce type de fermentation permet d'obtenir une bière aux arômes complexes, plus sucrées, avec une teneur en alcool plus élevée que pour les bières à fermentation basse. Ces bières sont traditionnellement retrouvées dans les pays anglo-saxons et en Belgique [7][10].

### **1.1.3.3 Fermentation spontanée**

Pour obtenir une bière à fermentation spontanée, il n'y a pas de levure ajoutée au moût. Ce sont des levures sauvages tels que *Brettanomyces bruxellensis* ou *Brettanomyces lambicus* qui fermentent la bière car celle-ci est exposée à l'air libre. Ce type de fermentation permet à la bière d'avoir un goût plus acide comparé aux autres ainsi qu'une faible teneur en alcool. Ce type de bière n'est retrouvé aujourd'hui que dans les Lambics, produit en Belgique [11].

### 1.1.3.4 Fermentation mixte

Enfin les bières à fermentation mixtes associent une fermentation haute avec l'ajout de levures et une fermentation spontanée mais qui reste contrôlée (à l'inverse d'une fermentation spontanée classique). Ces bières présentent une acidité marquée mais qui reste plus modérée que pour les Lambics [12].

Des variantes interviennent également de par les ingrédients utilisés ou les durées de fabrication ou de conservation. Ainsi, 2 bières à fermentation haute ne seront pas identiques, ce qui augmente considérablement les différents types de bières.

Voici dans le tableau ci-dessous, une classification de différentes bières du commerce en fonction de leur fermentation :

Tableau 1 : Exemples de bières en fonction de leur fermentation.

Type de fermentation	Basse (10 – 15°C)	Haute (18 – 25°C)	Spontanée	Mixte
Bières	Lager	Ales	Lambics	Bières rouge du
	Pilsner	Stout	Gueuze	sud de la
	Dunkles	Weizen	Faro	Flandre
	Helles	IPA	Kriek	
	Schwarzbier	Porter	Framboise	
	Bock	Scottish ale	Bitter	

## **1.2 Propriétés physico-chimiques de la bière**

### **1.2.1 Propriété physique**

#### **1.2.1.1 Couleur**

La couleur de la bière dépend de ses ingrédients et notamment du malt utilisé. D'autres facteurs peuvent modifier la couleur comme le sucre et les autres grains utilisés ou la réaction de Maillard qui intervient pendant l'étape de l'ébullition du brassage qui peut faire brunir le moût. En effet la réaction de Maillard est une réaction chimique entre le groupe carbonyle d'un sucre et le groupe NH<sub>2</sub> réactif libre d'un acide aminé entraînant la formation de polymères bruns appelés mélanoïdines [13][14].

Plusieurs échelles existent pour évaluer la couleur d'une bière. La première unité utilisée date du XIX<sup>e</sup> siècle, c'est le degré Lovibond, noté °L. Cette échelle comprend 25 valeurs où plus la valeur est élevée, plus la couleur est brune voire noire. Pour déterminer la couleur on se base sur une méthode comparative visuelle. Aujourd'hui d'autres échelles ont remplacé le degré Lovibond comme l'European Brewery Convention (EBC) qui est utilisée en Europe, alors qu'aux Etats-Unis c'est le SRM ou Standard Reference Method qui fait référence. Ces 2 méthodes (EBC et SRM) sont plus précises que le degré Lovibond, ce sont des méthodes spectrophotométriques. Elles se basent sur l'atténuation de la lumière passant dans 1 cm de bière. Pour obtenir une valeur avec l'EBC ou le SRM on utilise une lumière de longueur d'onde de 430 nm au départ, puis une fois passée à travers la bière testée, qui est contenue dans une cuvette rectangulaire de 10 mm d'épaisseur, on récupère une nouvelle longueur d'onde qui sera multipliée par un coefficient multiplicateur de 12.7 pour l'échelle SRM et de 25 pour l'échelle EBC. L'EBC est donc environ égale à 2 fois la valeur du SRM. L'échelle EBC va de 4 à 79 et l'échelle SRM de 2 à 40, ces 2 échelles sont sans unité. Pour les 2 échelles, plus la valeur est faible plus la couleur est claire et plus la valeur est élevée plus la bière est de couleur brune voire noire (figure 2).

Les fabricants de bière peuvent estimer approximativement la couleur future de leur production. Pour cela, il faut calculer le MCU (Malt Color Unit), c'est-à-dire la couleur EBC du malt utilisé multiplié par son poids en livres, le tout divisé par le volume total en gallons (des coefficients multiplicateurs sont à appliquer

si l'on souhaite faire le calcul en kilogramme et en litre). Si le brasseur utilise différents types de grains, il faudra additionner les MCU de chaque grain. On utilise ensuite l'équation de Morey qui est :  $EBC = 2.939 \times MCU^{0,6859}$ . Cette valeur EBC est différente de la valeur EBC finale car comme vu précédemment, la couleur dépend de la couleur des grains utilisés mais aussi des autres ingrédients et de la réaction de Maillard [15][16][17][18][19].



Figure 2 : Echelle colorimétrique en SRM, EBC et Lovibond [20].

## 1.2.2 Propriétés chimiques

### 1.2.2.1 Composition chimique

Comme vu précédemment, la bière est constituée de 4 matières premières (eau, malt, houblon et levure). Une fois transformée, la bière est un mélange complexe de plus de 400 composés. Des composés énergétiques tels que les glucides, les protéines, les lipides ou les acides nucléiques sont retrouvés ainsi que des composés non énergétiques comme les vitamines et les minéraux. Certains de ses composants sont issus directement des matières premières, d'autres sont issus des transformations chimiques qui se déroulent aux

différentes étapes de production de la bière. Généralement la composition chimique de plusieurs bières est similaire, mais dans des proportions différentes [21].

L'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail a fait une moyenne de la composition chimique d'une bière entre 4 et 5° d'alcool et d'une bière forte supérieure à 8° (tableau 2) [22][23] :

**Tableau 2** : Moyenne des compositions chimiques d'une bière légère et d'une bière forte (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail).

	Teneur moyenne pour une bière de 4 à 5°	Teneur moyenne pour une bière forte (sup à 8°)
Energie (kj/100 g)	156	261
Energie (kcal/100 g)	37,3	62,5
Eau (g/100 g)	92,7	88,8
Protéines (g/100 g)	0,39	0,51
Glucides (g/100 g)	2,7	4,6
Alcool (g/100 g)	3,57	6
Sel chlorure de sodium (g/100 g)	0,0047	0,017
Calcium (mg/100 g)	6,05	4,3
Chlorure (mg/100 g)	22,8	
Cuivre (mg/100 g)	0,003	0,009
Fer (mg/100 g)	0,01	0,02
Iode (µg/100 g)	4,1	15
Magnésium (mg/100 g)	7,2	9
Manganèse (mg/100 g)	0,0057	0,018
Phosphore (mg/100 g)	11,5	18,4
Potassium (mg/100 g)	36,6	64,2
Sélénium (µg/100 g)	<2,2	0,11
Sodium (mg/100 g)	1,88	6,8
Zinc (mg/100 g)	0	0,013
Vitamine B1 (mg/100 g)	0,005	0,007
Vitamine B2 (mg/100 g)	0,028	0,03
Vitamine B3 (mg/100 g)	0,74	0,47
Vitamine B5 (mg/100 g)	0,053	0,085
Vitamine B6 (mg/100 g)	0,05	0,045
Vitamine B9 (mg/100 g)	5,64	2,6

### 1.2.2.2 pH

D'après la définition du dictionnaire de chimie : « une approche étymologique et historique, le pH (potentiel hydrogène) est une grandeur caractérisant, en une même échelle logarithmique, le degré d'acidité ou de basicité d'une solution avec  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$  ou  $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$  ». Le pH reflète la proportion d'ions oxonium (ou hydronium)  $\text{H}_3\text{O}^+$  présent dans une solution aqueuse. Plus la concentration d'ions oxonium est importante, plus la solution est acide et donc plus la concentration d'ions oxonium est faible, plus la solution est basique. L'échelle de pH va de 0 à 14, les solutions avec un pH inférieur à 7 sont dites acides et les solutions avec un pH supérieur à 7 sont dites basiques [24][25].

Il existe 2 méthodes pour mesurer le pH d'une solution :

- La première méthode consiste à utiliser du papier pH (figure 3). C'est une méthode facile à mettre en œuvre mais celle-ci donne simplement une approximation du pH de la solution. Ici le papier est trempé dans la solution à mesurer, celui-ci change de couleur et il suffit ensuite de comparer la couleur du papier pH à une échelle de couleurs fournie avec le papier pour déterminer la valeur [25].



Figure 3 : Papier pH (LabOnline).

- La deuxième méthode consiste à utiliser un pH-mètre (figure 4). Cette



méthode permet d'obtenir une valeur précise de la solution testée avec une précision de l'ordre de 0,2 à 0,002 unité pH en fonction de la qualité de l'étalonnage et de la qualité du pH-mètre. Pour mesurer la solution, il faut dans un premier temps étalonner le pH-mètre avec 2 ou 3 solutions « tampons » dont le pH est connu, puis dans un deuxième temps on met en contact la sonde du pH-mètre avec la solution testée pour obtenir la valeur [25].



Figure 4 : pH-mètre de paillasse (Five easy ; METTLER TOLEDO).

Le pH final d'une bière est régulé par l'action des levures au cours de la fermentation. Ainsi même si le pH peut être très différent au départ de la fermentation, on obtient après celle-ci un pH aux alentours de 4 à 4,5. Les matières premières de la bière sont également importantes car en fonction du type de grain utilisé, on obtient un pH différent. En effet, une bière fabriquée avec majoritairement des grains d'orge a un pH de 4,5 alors qu'une bière faite à partir de blé a un pH d'environ 4,0.

Le pH d'une bière a une influence sur le goût de celle-ci. En effet quand on descend en dessous de 4,0 l'acidité de la bière se fait grandement ressentir. De plus, une bière avec un pH de 4,0 sera plus « rafraichissante » qu'une bière à 4,5 [26].

### 1.2.2.3 Alcool

La très grande majorité de l'alcool contenu dans les boissons alcoolisées et donc dans la bière est de l'éthanol ou alcool éthylique de formule  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ . Cet éthanol provient de la fermentation du glucose. Les autres types d'alcools retrouvés sont l'alcool méthylique et des alcools de poids moléculaire élevé dits « alcools supérieurs » tels que le propanol, l'isopropanol, l'isobutanol ou encore l'alcool isoamylique. L'alcool méthylique et les alcools supérieurs sont beaucoup plus toxiques que l'éthanol.

La bière contient en moyenne 20 à 40 g/L d'éthanol. Pour quantifier la quantité d'alcool dans la bière, on utilise le degré alcoolique. C'est un rapport de quantités, il s'exprime en grammes d'alcool pour 100 g de solution. En France, chaque verre standard de boisson alcoolisée contient 10 g d'alcool pur. Ainsi un verre de 25 cl de bière à 5° contient 10 g d'alcool pur [27][28].

### 1.2.2.4 Teneur en sucre

Toutes les bières contiennent du sucre. En effet, la réaction chimique à la base de la fermentation alcoolique (permettant d'obtenir l'alcool éthylique et le dioxyde de carbone) a besoin de sucre comme réactif. De plus la présence de sucre est également une question de goût car une bière sans sucre serait imbuvable.

Le sucre de la bière provient des grains de céréales utilisés. L'amidon contenu dans ces grains est un mélange de 2 polysaccharides : l'amylose (figure 5) et l'amylopectine (figure 6).

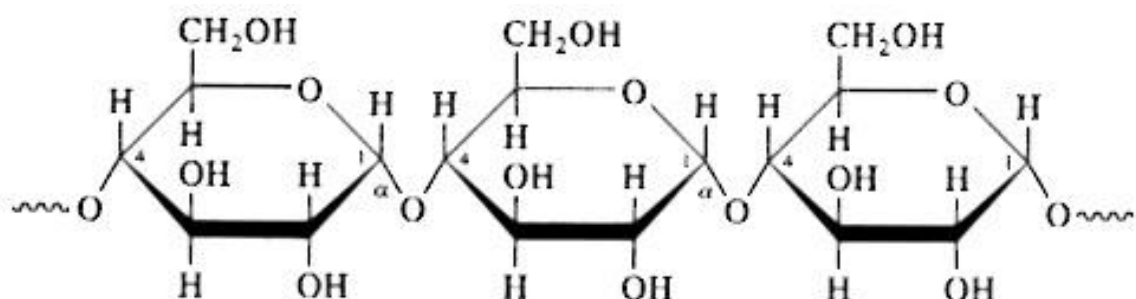


Figure 5 : Structure moléculaire d'amylose (« principe de biochimie » Horton et al (1994) Ed. DeBoeck universités) [29].

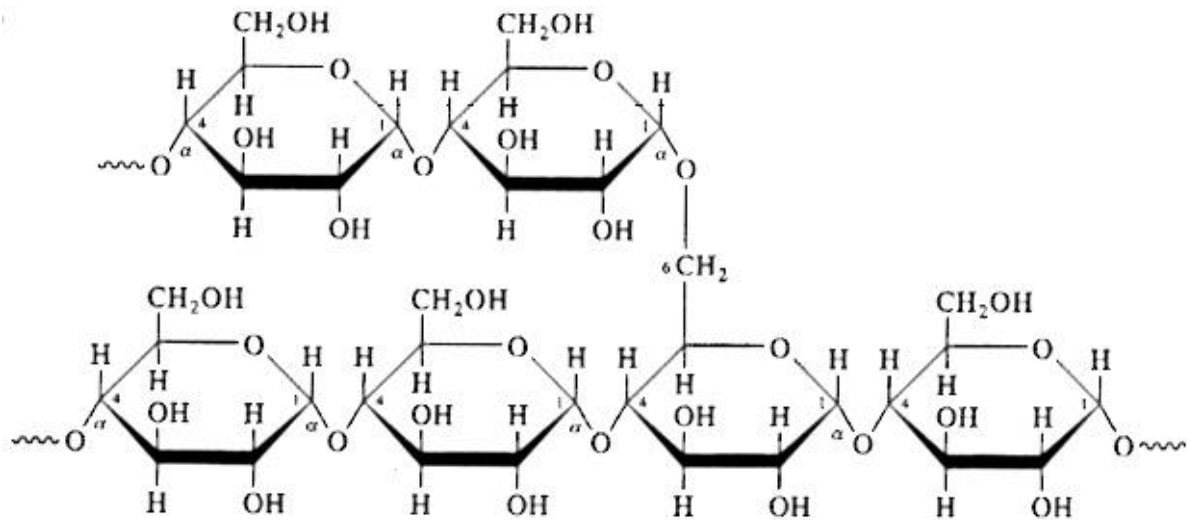


Figure 6 : Structure moléculaire d'amylopectine (« principe de biochimie » Horton et al (1994) Ed. DeBoeck universités) [29].

L'amylose est un polymère linéaire de 2000 à 3000 résidus de glucose alors que l'amylopectine est un polymère ramifié de glucose. C'est au cours du brassage que l'amidon est transformé en glucose et en dextrine par les acides et en maltose ou en maltotriose par l'action des enzymes amylases alpha et béta. Seuls les mono-, di- ou trisaccharides peuvent être fermentés, or les dextrines sont des tétrasaccharides, elles ne peuvent donc pas être fermentées par les levures de bières et elles sont retrouvées dans le produit final. A la fin de la fabrication, la bière contient donc des résidus de sucres simples (glucose, fructose, maltose, maltotriose) qui n'ont pas fermentés ainsi que des sucres non fermentescibles (dextrines) [30].

### **1.3 Impact de la bière sur l'environnement intrabuccal**

#### **1.3.1 Tissus mous**

La bière a un effet négatif sur les muqueuses buccales. En effet, lors de la consommation d'alcool, les muqueuses sont exposées à l'éthanol qui peut entraîner des conséquences nocives sur celles-ci. L'éthanol est principalement métabolisé dans le foie par différentes enzymes tels que l'alcool déshydrogénase (ADH), le cytochrome P450 2E1 (CYP2E1) ou l'aldéhyde déshydrogénase (ALDH). Les produits issus de ce métabolisme comme

l'acétaldéhyde ou les dérivés réactifs de l'oxygène peuvent induire des altérations de l'ADN, points de départ de lésions cancéreuses (figure 7) [31].

Lors de son ingestion, l'éthanol pénètre dans les tissus mous buccaux et notamment les glandes salivaires où il modifie leurs fonctions et leurs morphologies. Cela a pour conséquence d'entraîner une sialadénite responsable par la suite d'une hyposialie. Cette baisse du débit salivaire a pour conséquence une augmentation de bactéries buccales, hors certaines bactéries métabolisent directement l'éthanol en acétaldéhyde en bouche, ce qui provoque une aggravation de la concentration en acétaldéhyde, augmentant le risque d'apparition de lésions cancéreuses. D'autres recherches supposent que la baisse du flux salivaire ralentie le drainage des impuretés déposées sur les muqueuses, favorisant de ce fait l'exposition aux substances cancérogènes [31][32].

Une consommation exclusive d'alcool, c'est-à-dire sans être associée à une consommation de tabac augmente le risque de cancer du pharynx et du larynx dès que la consommation dépasse 3 verres par jour. D'autre part, plus la consommation journalière est importante, plus le risque de développer un cancer des voies aérodigestives supérieures augmente [33][34].



Figure 7 : Carcinome épidermoïde de la gencive (Dr. H. Raybaud) [32].

L'alcool altère les fonctions du système immunitaire notamment les fonctions des macrophages, des neutrophiles et des cellules T, augmentant ainsi les risques d'apparition de maladies infectieuses [35]. Ainsi il a été démontré qu'une consommation d'alcool augmente le risque de parodontite de 18 à 27 % [36]. L'alcool aggrave également une parodontite puisqu'il existe une relation positive entre consommation d'alcool et pertes d'attaches plus graves ainsi que des saignements gingivaux plus importants [37].

L'alcool agit également sur la cicatrisation. En effet l'alcool ralentit l'accumulation de collagène et de protéines dans l'alvéole suite à une extraction, l'activité des lymphocytes T est ralentie, enfin la mobilisation et la phagocytose des cellules macrophages diminue. Tout cela entraîne donc des retards de cicatrisation au niveau des tissus mous. Une autre conséquence de la consommation d'alcool est l'apparition de candidoses (figure 8) du fait de la diminution de la réponse immunitaire, d'une augmentation de l'acidité buccale et du déséquilibre de la flore bactérienne. Les patients porteurs de prothèse amovible sont encore plus à risque car l'éthanol entraîne un vieillissement prématuré de la prothèse en agissant sur les propriétés physique de la résine acrylique [33][38].



Figure 8 : Candidose buccale (« Pocket atlas of oral diseases » Laskaris, 2006 Thieme) [39].

## 1.3.2 Tissus durs

### 1.3.2.1 Attaque acide

Comme vu précédemment, la bière contient des sucres fermentescibles (glucose, fructose) responsables de maladies carieuses. En effet, pendant l'ingestion de sucres fermentescibles, les bactéries contenues dans le biofilm dentaire utilisent et transforment ces sucres en acides organiques. Ces acides diminuent le pH intrabuccal ce qui engendre des phénomènes de déminéralisation de l'émail et de la dentine une fois le pH critique franchi qui est compris entre 5,3 et 5,7 (figure 9). Ce pH critique ne dure pas dans le temps grâce au pouvoir tampon de la salive. Le pH remonte et la déminéralisation est stoppée. De plus des phénomènes de reminéralisation se mettent en marche grâce aux ions calcium et phosphate compris dans la salive [32][40].

Cependant l'alcool entraîne une hyposialie ce qui a pour effet une diminution de l'action des systèmes tampons et de reminéralisation et donc un risque carieux majoré.

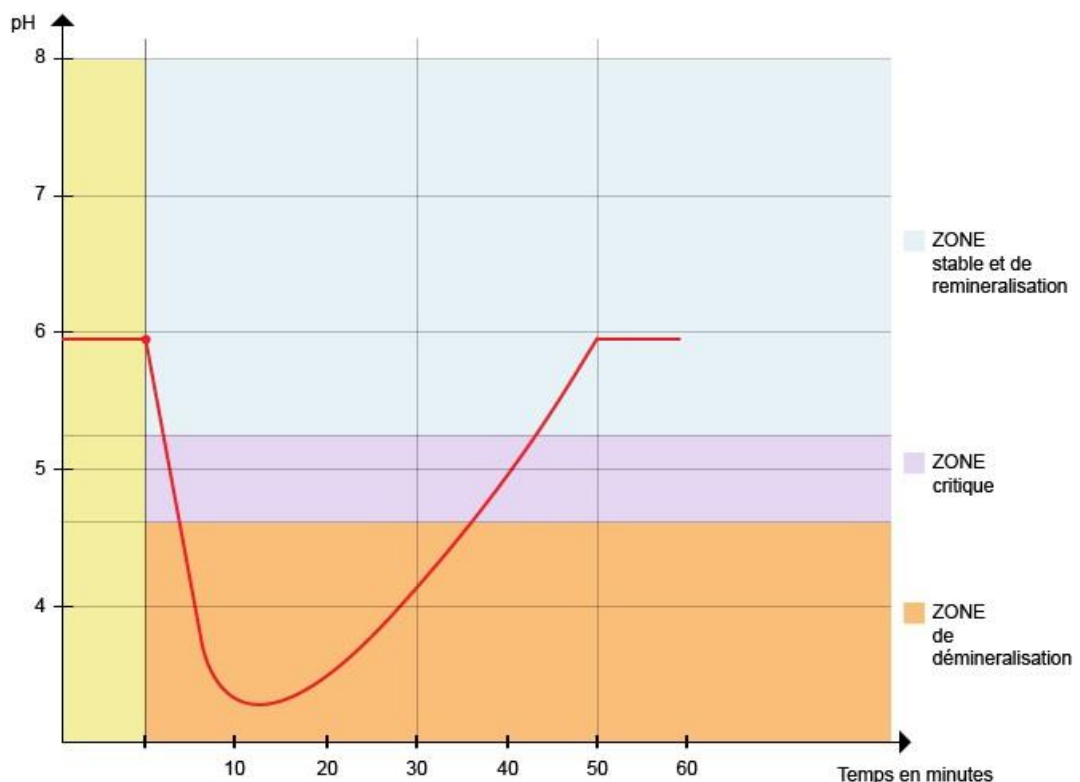


Figure 9 : Courbe de Stephan (Université numérique en sciences odontologiques francophone) [41].

### **1.3.2.2 Effet érosif**

Suivant les études, l'effet érosif de la bière sur les dents est contradictoire. En effet, considérant que toute solution avec un pH inférieur à 5,5 peut provoquer une érosion dentaire [42], on peut en conclure que la bière est capable de déminéraliser les surfaces dentaires. Cependant, une étude [43] montre qu'une bière dont le pH est de 4,18 n'a eu aucun effet érosif et seules les boissons dont le pH est inférieur à 4,0 ont provoqué une érosion. Malgré cela, une autre étude a montré que toutes les bières, qu'elles aient un pH inférieur ou supérieur à 4,0, sont capables de réagir chimiquement avec les composants dentaires [44].

### **1.3.2.3 Coloration dentaire**

La bière peut également entraîner des dyschromies extrinsèques. En effet, une bière contient environ 23 mg/L de tanins. C'est tanins sont des substances chromatogènes et viennent s'accumuler sur les surfaces dentaires. Ces colorants n'affectent principalement que l'émail mais peuvent aussi dans certains cas colorer en profondeur jusqu'à la dentine par infiltration [45].

## **1.3.3 Impact de la bière sur les composites dentaires**

Les boissons alcoolisées contenant au moins 9% d'éthanol augmentent l'usure des composites dentaires. Le degré d'alcool d'une bière variant de 1 à 15%, certaines bières sont donc capable d'user un composite [46]. La bière agit également sur la microdureté et la rugosité des composites. Après 30 jours d'immersion dans une bière, la microdureté a diminué et la rugosité a augmenté. Les effets de cette boisson sur les composites varient en fonction de la composition chimique du composite, du temps d'immersion, de la teneur en alcool et du pH de la solution [47].

Les bières brunes comme les bières blondes modifient les propriétés optiques d'un composite même après une immersion d'un jour. Ce changement de teinte est d'autant plus grand que le temps d'immersion augmente. De plus les bières foncées colorent plus intensément que les bières claires. Cette

modification de teinte est due à un changement de saturation et de fluorescence alors que la luminosité n'est pas modifiée. Les composites apparaissent jaunâtres car la composante bleue de la couleur est réduite [48].

### 1.3.4 Résumé de l'impact de la bière sur l'environnement buccal

Tableau 3 : Impact de la bière sur l'environnement buccal.

	Effet de la bière
Tissus mous	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altération de l'ADN, lésions cancéreuses</li> <li>- Sialadénite, hyposialie.</li> <li>- Risque accru de cancer des voies aérodigestives supérieures.</li> <li>- Risque accru d'apparition de maladies infectieuses (parodontites, candidoses).</li> <li>- Retard de cicatrisation.</li> </ul>
Tissus durs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Attaques acides, phénomènes de déminéralisation de l'émail et de la dentine.</li> <li>- Risque carieux augmenté.</li> <li>- Erosion dentaire.</li> <li>- Dyschromie extrinsèque.</li> </ul>
Composites dentaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation de l'usure des composites.</li> <li>- Augmentation de la rugosité.</li> <li>- Diminution de la microdureté.</li> <li>- Modification de la teinte du composite.</li> </ul>

## 1.4 Problématique et objectif

En France, la consommation moyenne de bière est conséquente (38 litres par an et par habitant) [49]. Nous savons que celle-ci présente des effets nocifs sur les tissus mous de la cavité buccale (cf partie 1.3.1), sur les dents (cf partie 1.3.2) ainsi que sur les composites dentaires (cf partie 1.3.3). Par ailleurs, le nombre de dents restaurées par des composites dans le cadre du traitement de la maladie carieuse a tendance à augmenter [50]. Mais il n'existe pas actuellement de données dans la littérature quant à l'impact d'une



consommation régulière de bière sur le vieillissement d'un joint collé sur une dent. C'est pourquoi l'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'influence de plusieurs types de bières sur le vieillissement de surface de l'interface adhésive émail – composite (perte d'étanchéité, apparition de défauts, hiatus, rugosité, teinte).

## 2 Partie expérimentale

### 2.1 Matériels et méthodes

#### 2.1.1 Préparations des échantillons

Soixante-dix-huit prémolaires matures fraîchement extraites pour des raisons orthodontiques de patients âgés de 15 à 35 ans ont été sélectionnées, décontaminées, numérotées et préservées dans de l'eau distillée (protocole conduit avec l'approbation du comité éthique local numéro DC-2008-642). Ces dents étaient saines et exemptes de lésions carieuses, de restaurations, de signes d'usure ou de résorptions (tableau 4).

Tableau 4 : Répartition du nombre d'échantillons entre les groupes expérimentaux (blonde légère, blonde forte, brune légère, brune forte).

Paramètres étudiés	Nombre d'échantillons par groupe
Étanchéité	18
Fissures	6
Hiatus	12
Rugosité	12
Teinte	3

Une cavité de 4×2×1,5 mm a été réalisée verticalement sur la face vestibulaire de chaque dent selon le protocole décrit par Pragasam *et al* [51] à l'aide d'une fraise cylindrique diamantée (801-314-012 ; Komet®) utilisée sous spray. Une restauration par composite micro-hybride (Point 4 ; Kerr®) de teinte 2B a été mise en place à l'aide d'un système adhésif de type MR2 (Optibond solo plus ; Kerr®) selon les recommandations du fabricant : rinçage et séchage ; mordançage (Dentoetch 37% ; Itena®) ; rinçage et séchage ; mise en place du primaire et adhésif ; spray à l'air, photopolymérisation (lampe Bluephase ; Ivoclar Vivadent®) ; mise en place du composite ; photopolymérisation ; finitions. Les dents restaurées ont ensuite été polies aux grains 1200 puis 2400, suivi de l'utilisation d'un disque de polissage diamanté à 3 puis 1 micron sous irrigation (Labopol 5 ; Struers®). Les échantillons ont ensuite été rincés avec de l'eau distillée puis stockés dans des pots ECBU contenant de l'eau distillée (figure 10). Six échantillons parmi les 78 prémolaires

ont été préparés selon les mêmes caractéristiques puis plongés dans du PBS (tampon phosphate salin) à 4°C servant de témoins pour chaque paramètre étudié.



Figure 10 : Echantillon test à J0.

Quatre bières de composition similaire (eau, malt d'orge, houblon, levure) ont été sélectionnées dans cette étude selon leur couleur (blonde, brune) et leur taux d'alcool (5 et 10°) (tableau 5) (figure 11). Les échantillons ont ensuite été répartis de manière aléatoire entre les 4 bières pour former 4 groupes expérimentaux : blonde légère, blonde forte, brune légère, brune forte. Les échantillons ont ensuite été plongés dans des flacons à bouchon vissé fermés hermétiquement (SCNP-030-1K0 ; Labbox) et stockés à 4°C. Le vieillissement des interfaces a été étudié à J0, J+3 jours, J+7 jours, J+14 jours et J+21 jours. La bière et le PBS ont été renouvelés dans les flacons à chaque ouverture.

Tableau 5 : Bières sélectionnées pour l'étude (données du fabricant).

	Blonde légère	Blonde forte	Brune légère	Brune forte
Ingrédients	Eau, malt d'orge houblon, levure	Eau, malt d'orge houblon, levure, sucre	Eau, malt d'orge houblon, levure	Eau, malt d'orge houblon, levure, sucre
Degré d'alcool	5°	10°	5°	10°
Couleur (Echelle EBC)	Blonde (EBC : 7)	Blonde (EBC : 31)	Brune (EBC : 60)	Brune (EBC : 57,5)
pH (moyenne ±)	4,4 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,4 ± 0,2

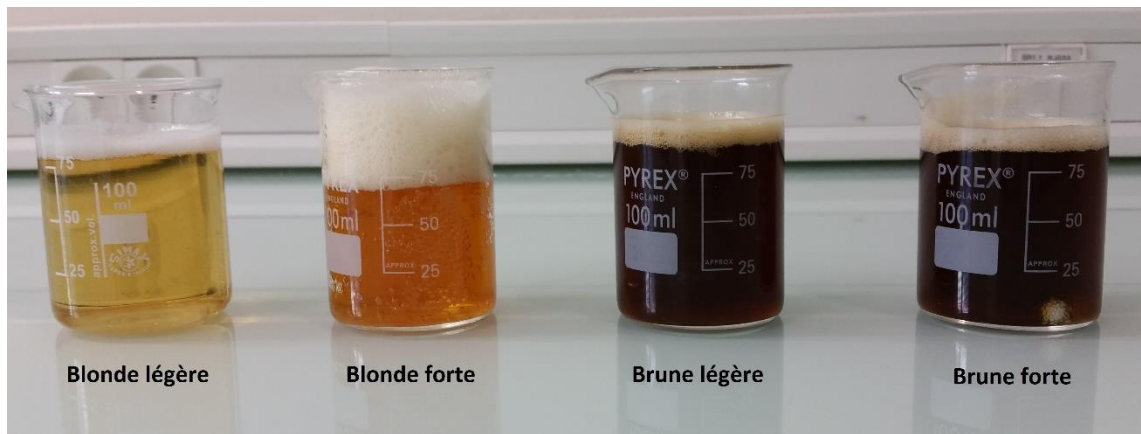


Figure 11 : Bières sélectionnées pour l'étude.

## 2.1.2 Paramètres étudiés

### 2.1.2.1 Caractérisation des bières

Le pH des bières étudiées a été mesuré en utilisant un pH-mètre (pH-mètre five easy ; METTLER TOLEDO) calibré à l'aide de trois solutions standards du calibrage du pH : une solution à pH 4,01 de 20 mL (Hi 70004 ; HANNA instruments), une solution à pH 7,01 de 20 mL (Hi 70007 ; HANNA instruments) et une solution à pH 10,01 de 20 mL (Hi 70010 ; HANNA instruments). Une fois le calibrage du pH-mètre effectué, le pH des bières a été mesuré immédiatement après l'ouverture des bouteilles dans 75 mL de boisson à une température de 20,4°C sous agitation constante.

### 2.1.2.2 Caractérisation de l'interface adhésive émail – composite

- Perte d'étanchéité

Soixante-douze échantillons préparés (cf. 2.1) puis exposés aux différentes bières pendant 21 jours (n=18/groupe) ont été totalement recouverts d'un vernis à ongle (Adopt') à l'exception de 1 à 1,5 mm des marges autour de la restauration (figure 12).



Figure 12 : Echantillon préparé avec du vernis.

Les échantillons ont été séchés à l'étuve à 20°C pendant 24h. Ils ont ensuite été immergés dans une solution de bleu de méthylène à 1% à 20°C pendant 24h. Les échantillons ont ensuite été rincés à l'eau distillée, séchés et inclus dans de la résine acrylique pour faciliter leur manipulation. Chaque dent a par la suite été sectionnée transversalement à hauteur du centre de la cavité à l'aide d'une tronçonneuse (Secotom-15 ; Struers) et d'un disque diamanté. Les 2 faces de la section de coupe ont été observées à l'aide d'un microscope optique par un grossissement  $\times 50$  par 2 investigateurs sans connaissance des groupes assignés. Si les 2 investigateurs étaient en désaccord concernant un score d'une coupe, ils ont réévalué et obtenu un consensus. L'étendue de la pénétration de colorant a été évaluée en utilisant l'échelle de score suivante : 0 : pas de pénétration de colorant (figure 13) ; 1 : pénétration de colorant jusqu'au 1<sup>er</sup> tiers de la profondeur cavitaire ; 2 : pénétration de colorant jusqu'aux 2/3 de la profondeur cavitaire ; 3 : pénétration de colorant jusqu'au fond de la cavité (figure 14). Seule la face avec le plus haut score a été considérée pour l'analyse statistique.



Figure 13 : Absence d'infiltration de bleu de méthylène (score de 0).

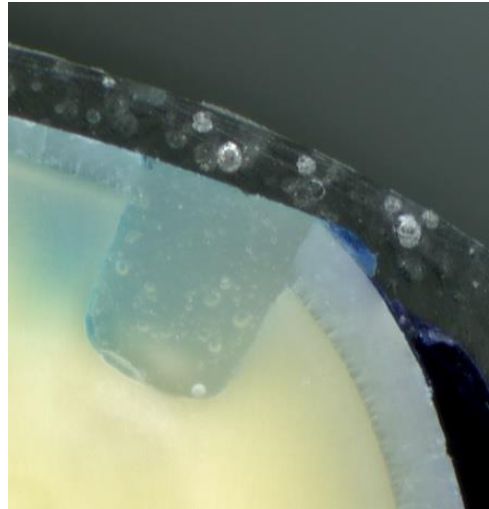


Figure 14 : Infiltration complète du bleu de méthylène (score de 3).

- Fissures

Six échantillons ont été tirés au sort pour chaque groupe expérimental afin d'observer les défauts de l'interface adhésive émail – composite, à l'aide d'un microscope électronique à balayage (JCM-6000 ; JEOL) au grossissement  $\times 100$  et  $\times 500$  (vide poussé, électrons rétro-diffusés, 15 kV). Le nombre de fissures apparaissant sur l'interface et l'évolution de leur taille ont ensuite été notés par 2 investigateurs calibrés en aveugle et la valeur de consensus a été sélectionnée.

- Hiatus

Les échantillons ont été rincés à l'eau distillée puis séchés à l'aide d'un spray d'air appliqué doucement et avec précaution afin d'éviter tout contact avec leur surface.

L'apparition et l'évolution d'un éventuel hiatus de l'interface adhésive émail - composite a été mesuré par microscopie confocale (DCM 3D ; Leica) à grossissement  $\times 10$  sur une même zone centrale qui ne présentait pas de défauts à J0 (bulles ou fissures) ( $n=12/\text{groupe}$ ) (figure 15). Les hiatus ont été définis comme étant la valeur moyenne de la profondeur des défauts qui se forment sur l'interface adhésive.

Trois plans de coupe ont été tracés perpendiculairement à l'interface adhésive émail – composite à l'aide du logiciel Leica map DCD 3D version 6.2

(Leica). Le hiatus de l'interface adhésive émail – composite ( $\mu\text{m}$ ) correspond à la distance séparant les extrêmes sur les courbes de profil du plan de coupe correspondants (figure 16).

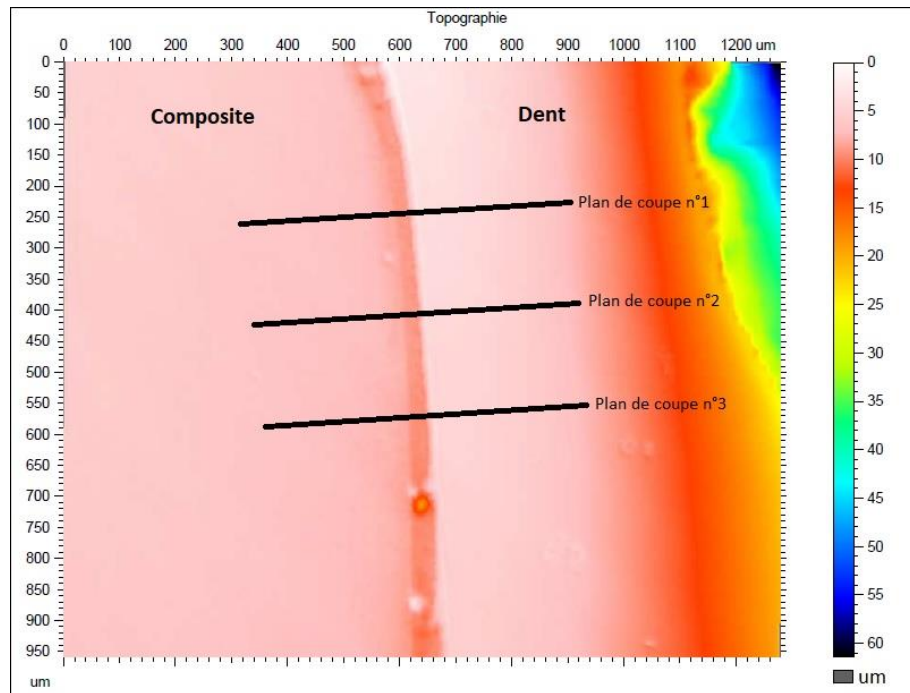


Figure 15 : Plans de coupe au microscope confocal pour la mesure du hiatus.

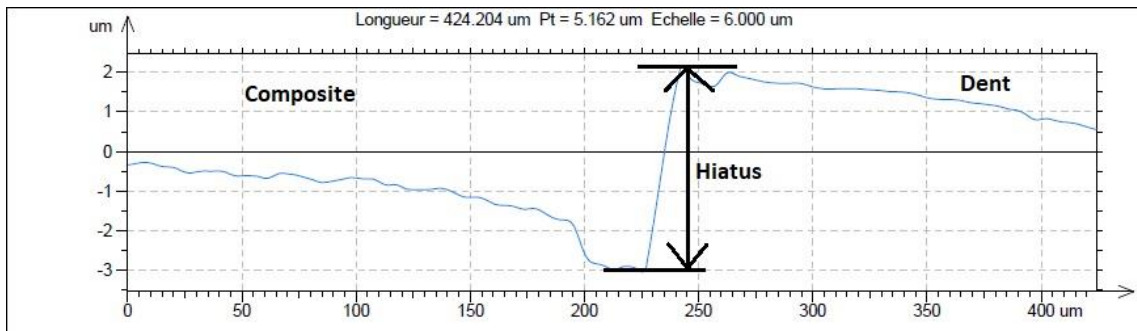


Figure 16 : Courbe de profil du plan de coupe n°1.

- Rugosité

La rugosité de l'interface adhésive émail – composite a été mesurée sur les mêmes échantillons (n=12/groupe) par microscopie confocale. La rugosité d'un échantillon a été mesurée sur le composite, la dent et l'adhésif (n=3

mesures/échantillons) à l'aide de l'outil de mesure de la rugosité du logiciel Leica map (Leica) (figure 17).

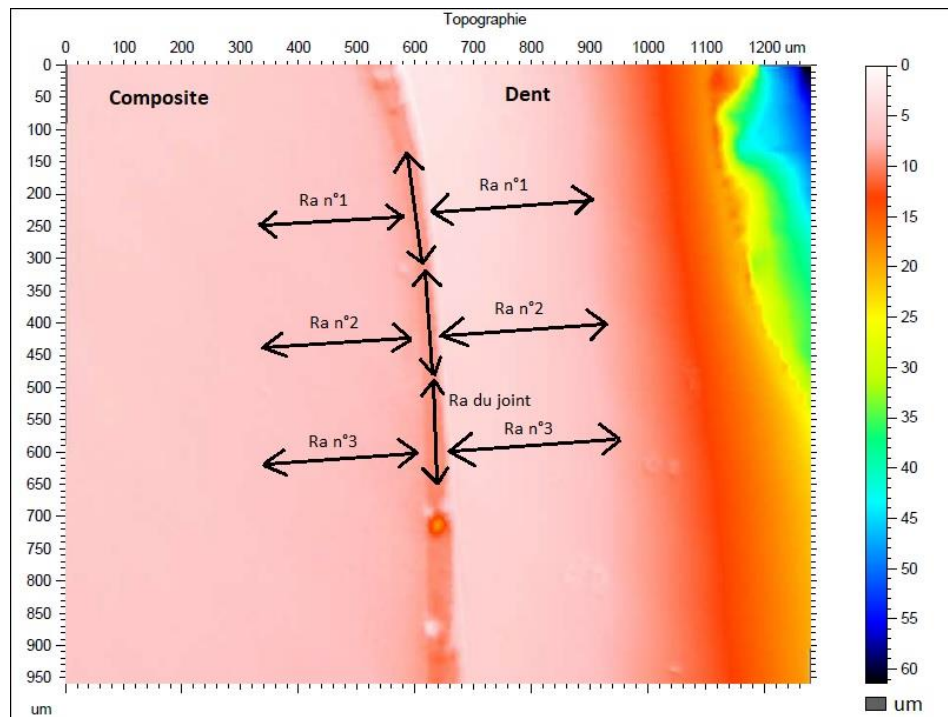


Figure 17 : Mesure de la rugosité de la dent, du composite et de l'interface.

- Teinte

Trois dents par groupe ont été tirés au sort et des cubes de composite micro-hybride (Point 4 ; Kerr) de 5 mm de côté ont été préparés et photopolymérisés sur chaque face pendant 40 secondes. La teinte de l'ensemble des échantillons a été mesurée visuellement à J0, J+3 jours, J+7 jours, J+14 jours et J+21 jours à l'aide d'un teintier Toothguide 3D-MASTER (Vita). La prise de teinte de la dent et du composite a été mesurée selon la formule suivante :

$$\text{Prise de teinte (nombre de teintes)} = \text{teinte (à l'instant t)} - \text{teinte de référence (J0)}$$

### 2.1.3 Analyse statistique

L'analyse statistique de la profondeur du hiatus, de la rugosité de l'émail, du composite et de l'interface adhésive émail – composite, de l'étanchéité, des



fissures et de la teinte a débuté par un test de normalité de Kolmogorov-smirnov. Les différentes variables ont ensuite fait l'objet d'une analyse de la variance non paramétrique à un facteur, suivi d'une comparaison multiple de Dunn ( $\alpha=0,05$ ) (Prism 5 ; GraphPad).

## 2.2 Résultats

- Caractérisation des bières

La bière blonde forte a montré le plus faible pH (3,84) tandis que les bières brune légère, brune forte et blonde légère avaient des pH similaires (4,38 ; 4,41 ; 4,42 respectivement) (tableau 6).

Tableau 6 : Tableau récapitulatif du pH des bières étudiées.

	pH
Blonde légère	4,42
Blonde forte	3,84
Brune légère	4,38
Brune forte	4,41

- Perte d'étanchéité

Les scores d'étanchéité de l'interface adhésive email-composite étaient similaires ( $p > 0,05$ ) après 21 jours de contact dans la bière blonde légère ( $1,167 \pm 0,924$ ), la bière blonde forte ( $1,222 \pm 1,003$ ), la bière brune légère ( $1,111 \pm 0,583$ ) et la bière brune forte ( $1,333 \pm 0,970$ ) (Figure 18). L'ensemble des groupes expérimentaux a montré une perte d'étanchéité supérieure à celle du témoin ( $p < 0,05$ ).

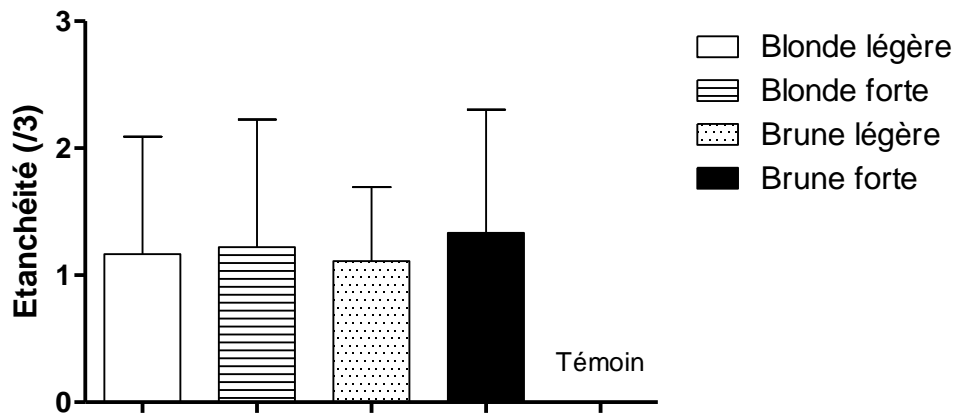
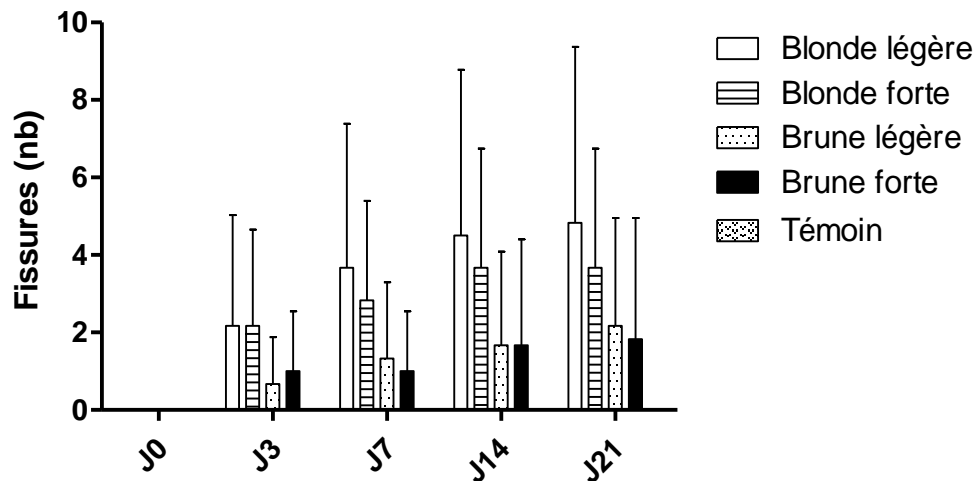


Figure 18 : Scores d'étanchéité de l'interface adhésive email – composite (moyenne, écart type) après 21 jours de contact avec les bières étudiées.

- Nombre de fissures

Le nombre de fissures de l'interface adhésive émail – composite a augmenté au cours du temps (Figure 20, 21), mais cette augmentation était uniquement significative dans le groupe bière blonde forte ( $p < 0,05$ ). Par contre, aucune différence concernant ce paramètre n'a été montrée entre les bières étudiées ( $p > 0,05$ ) (Figure 19) (Tableau 7).

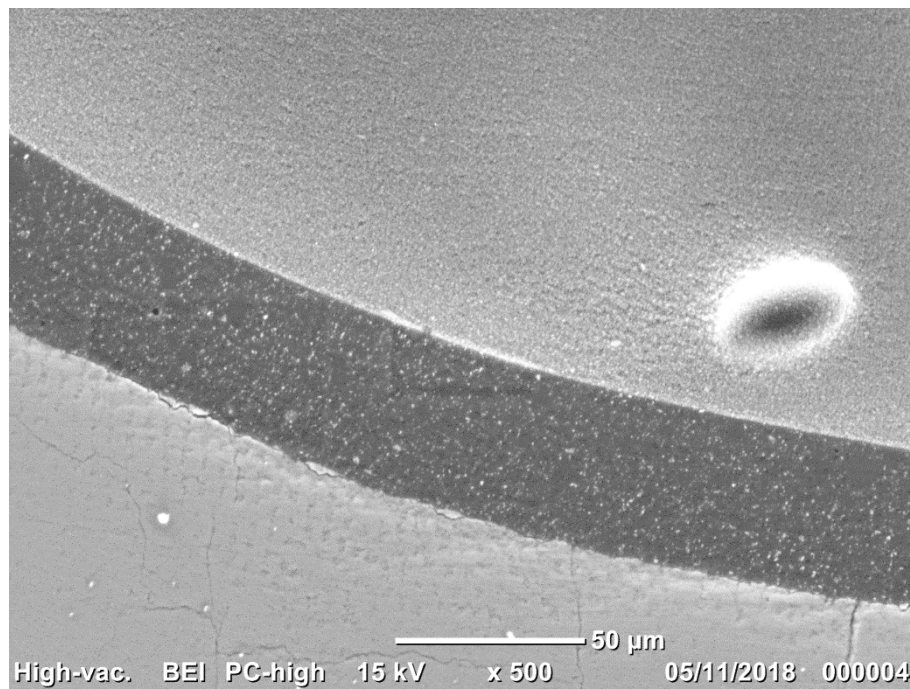


**Figure 19** : Nombre de fissures sur l'interface adhésive émail – composite (moyenne, écart type) à J3, J7, J14, J21.

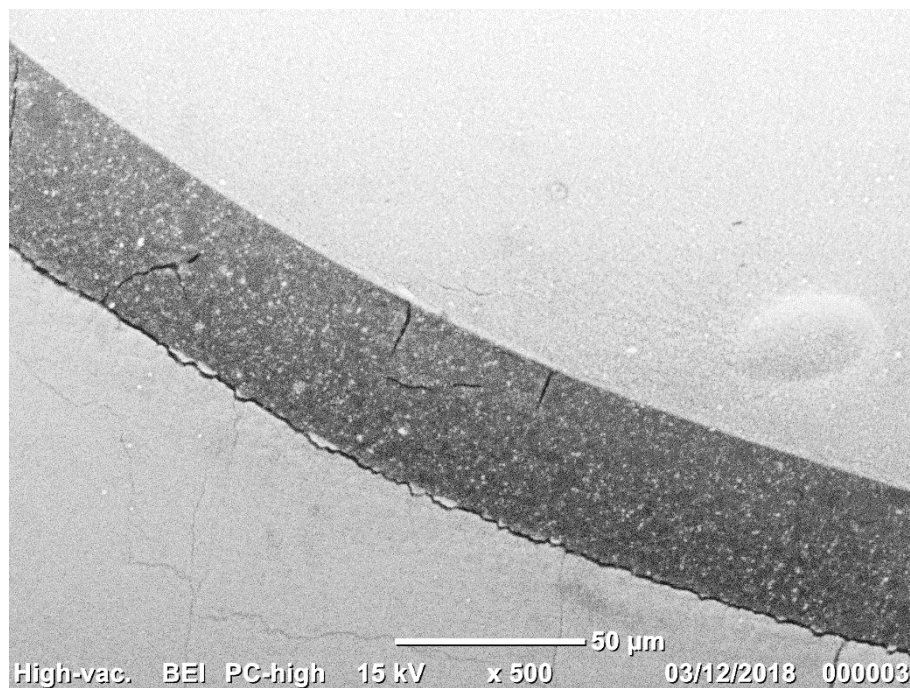
**Tableau 7** : Nombre de fissures sur l'interface adhésive émail – composite (moyenne, écart type) à J3, J7, J14, J21.

	Blonde légère	Blonde forte	Brune légère	Brune forte	P value
J0	0.000 (0.000)	0.000 (0.000) <sup>ab</sup>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.0000
J3	2.167 (2.858)	2.167 (2.483)	0.667 (1.211)	1.000 (1.549)	0.4401
J7	3.667 (3.724)	2.833 (2.563)	1.333 (1.966)	1.000 (1.549)	0.2557
J14	4.500 (4.278)	3.667 (3.077) <sup>a</sup>	1.667 (2.422)	1.667 (2.733)	0.2954
J21	4.833 (4.535)	3.667 (3.077) <sup>b</sup>	2.167 (2.787)	1.833 (3.125)	0.3498
P value	0.1046	<b>0.0059</b>	0.2980	0.3321	

Les groupes avec la même lettre en exposant montrent une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ).



**Figure 20** : Image microscopique de l'interface adhésive émail – composite au microscope électronique à balayage à J0.



**Figure 21** : Image microscopique de l'interface adhésive émail – composite au microscope électronique à balayage à J21.

- Longueur des fissures

Tout comme pour le nombre de fissures de l'interface adhésive émail - composite, leur longueur a augmenté au fil du temps. Mais cette augmentation était uniquement significative dans le groupe bière blonde forte ( $p < 0,05$ ). Là encore, aucune différence de longueur de fissure n'a été observée entre les bières ( $p > 0,05$ ) (Figure 22) (Tableau 8).

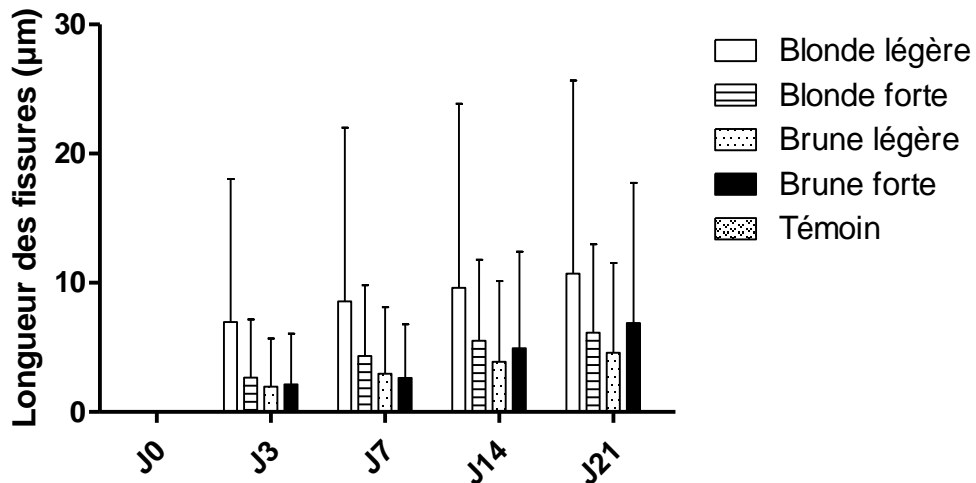


Figure 22 : Longueur de fissures sur l'interface adhésive émail – composite (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14 et J21.

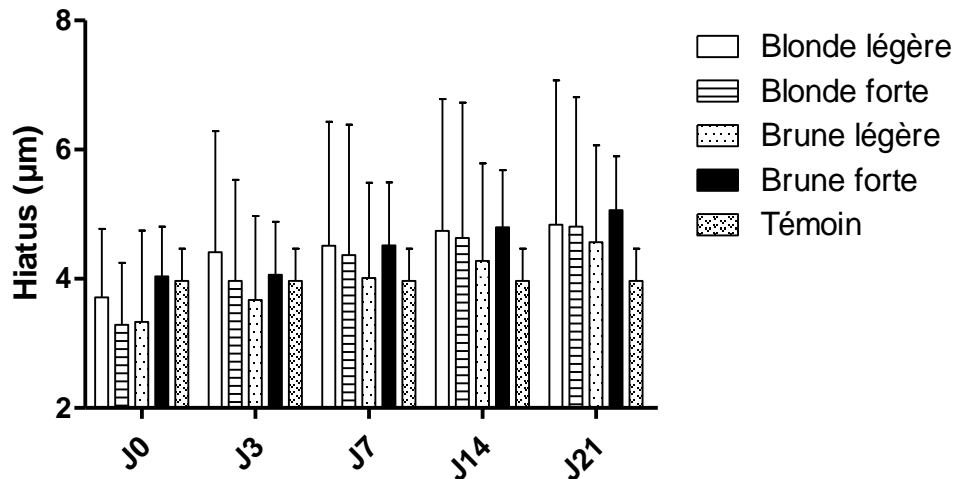
Tableau 8 : Longueur de fissures sur l'interface adhésive émail – composite (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14 et J21.

	Blonde légère	Blonde forte	Brune légère	Brune forte	P value
J0	0.000 (0.000)	0.000 (0.000) <sup>ab</sup>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	<0.0001
J3	6.967 (11.060)	2.667 (4.487)	1.967 (3.729)	2.133 (3.927)	0.6504
J7	8.550 (13.450)	4.333 (5.475)	2.967 (5.139)	2.633 (4.167)	0.5871
J14	9.617 (14.250)	5.500 (6.287) <sup>a</sup>	3.883 (6.243)	4.933 (7.490)	0.7161
J21	10.720 (14.950)	6.133 (6.851) <sup>b</sup>	4.583 (6.944)	6.883 (10.860)	0.7832
P value	0.1348	<b>0.0048</b>	0.3344	0.3159	

Les groupes avec la même lettre en exposant montrent une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ).

- Hiatus

Le hiatus de l'interface adhésive émail - composite a augmenté pour toutes les bières étudiées au cours du temps, mais cette augmentation était significative uniquement dans le groupe bière brune forte ( $p < 0,05$ ). Ce hiatus était similaire entre les différentes bières étudiées ( $p > 0,05$ ) (Figure 23), (Tableau 9).



**Figure 23** : Evolution des hiatus ( $\mu\text{m}$ ) de l'interface adhésive émail - composite au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.

**Tableau 9** : Evolution des hiatus ( $\mu\text{m}$ ) de l'interface adhésive émail - composite au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.

	Blonde légère	Blonde forte	Brune légère	Brune forte	P value
J0	3.715 (1.058)	3.285 (0.962)	3.333 (1.415)	4.037 (0.772)	0.2957
J3	4.415 (1.874)	3.967 (1.565)	3.670 (1.305)	4.063 (0.818)	0.6960
J7	4.511 (1.921)	4.367 (2.022)	4.011 (1.476)	4.519 (0.973)	0.7525
J14	4.741 (2.039)	4.633 (2.096)	4.278 (1.510)	4.793 (0.889)	0.7389
J21	4.837 (2.235)	4.807 (2.005)	4.567 (1.499)	5.063 (0.832)	0.7538
P value	0.8574	0.2098	0.1734	<b>0.0389</b>	

- Rugosité

La rugosité de l'adhésif à 21 jours ( $7,257 \pm 2,019$ ) pour toutes les bières étaient plus importante que celle de l'émail ( $4,954 \pm 1,617$ ) et du composite ( $4,354 \pm 1,248$ ) ( $p < 0,05$ ). La rugosité du composite, de l'émail et de l'adhésif a augmenté pour toutes les bières étudiées au cours du temps ( $p < 0,05$ ). L'augmentation de la rugosité des surfaces dans les groupes blonde forte et brune légère était généralement plus importante que pour les groupes blonde légère et brune forte. A J3, J7, J14 et J21, la rugosité de la surface du composite dans le groupe bière brune légère était plus importante que dans le groupe bière blonde légère ( $p < 0,05$ ). A J14, la rugosité de surface du composite était plus importante entre les groupes blonde forte et blonde légère (Figures 24, 25, 26, 27) (Tableaux 10, 11, 12).

Au niveau de la rugosité de l'émail, une différence significative entre les groupes est observée à J0.

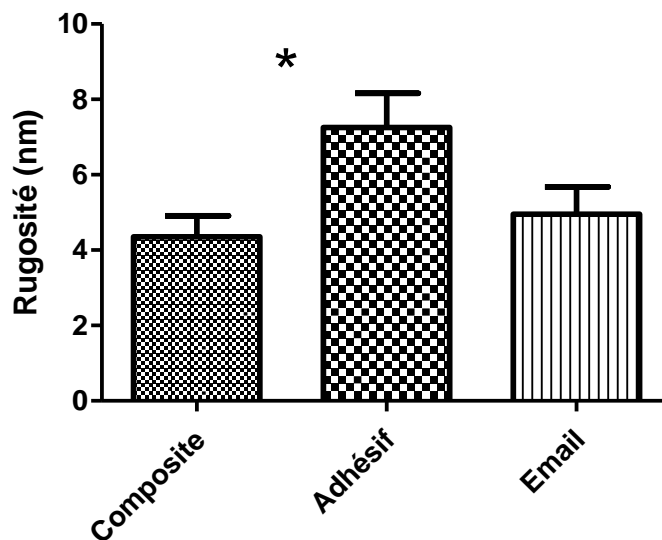


Figure 24 : Rugosité moyenne (nm) du composite, de l'adhésif et de l'émail après 21 jours au contact des bières étudiées.

\*signifie différence significative ( $p < 0,05$ )



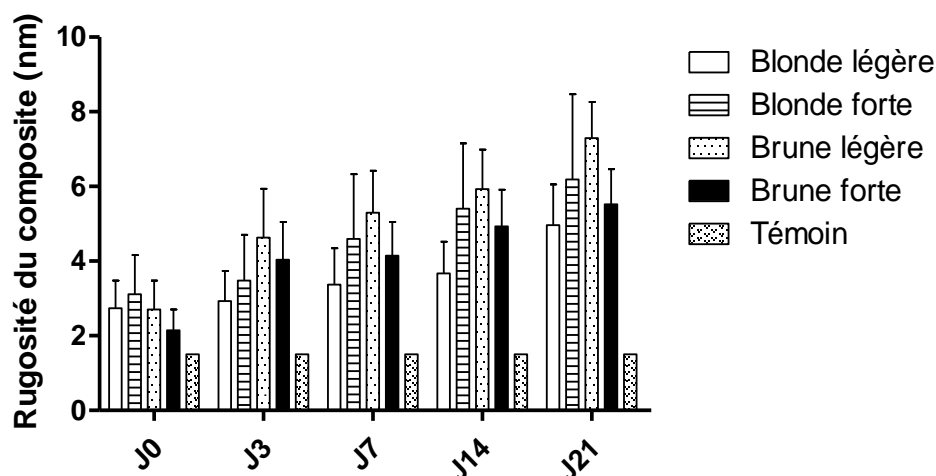


Figure 25 : Evolution de la rugosité du composite (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.

Tableau 10 : Evolution de la rugosité du composite (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.

	Blonde légère	Blonde forte	Brune légère	Brune forte	P value
J0	2.741 (0.741) <sup>a</sup>	3.111 (1.054) <sup>ef</sup>	2.704 (0.772) <sup>hijk</sup>	2.148 (0.556) <sup>nopq</sup>	0.1058
J3	2.926 (0.813) <sup>bA</sup>	3.481 (1.226) <sup>g</sup>	4.630 (1.306) <sup>hIA</sup>	4.037 (1.006) <sup>nr</sup>	<b>0.0167</b>
J7	3.370 (0.978) <sup>cB</sup>	4.593 (1.738)	5.296 (1.124) <sup>imB</sup>	4.148 (0.899) <sup>os</sup>	<b>0.0180</b>
J14	3.667 (0.850) <sup>dCD</sup>	5.407 (1.746) <sup>eD</sup>	5.926 (1.064) <sup>jC</sup>	4.926 (0.983) <sup>p</sup>	<b>0.0029</b>
J21	4.963 (1.089) <sup>abcdE</sup>	6.185 (2.286) <sup>g</sup>	7.296 (0.964) <sup>klmE</sup>	5.519 (0.944) <sup>qrs</sup>	<b>0.0105</b>
P value	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0.0015</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	

Les groupes avec la même lettre en exposant montrent une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ).

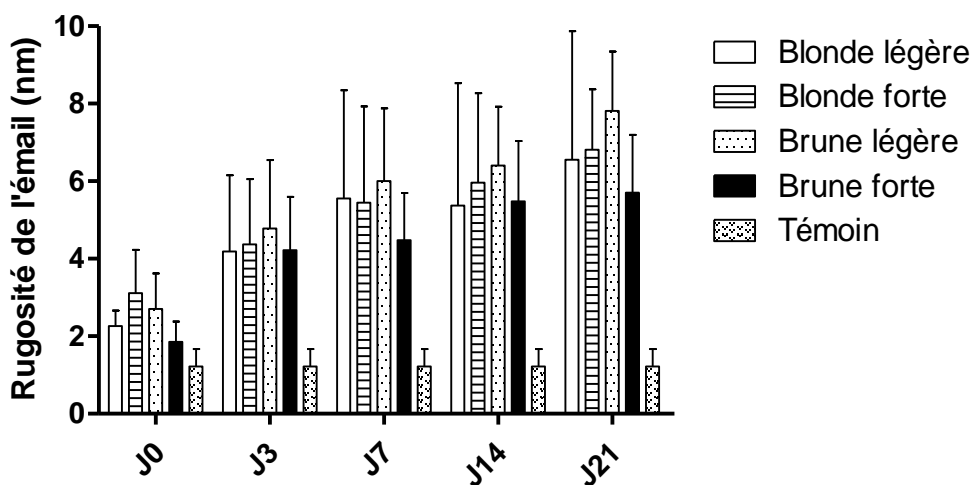
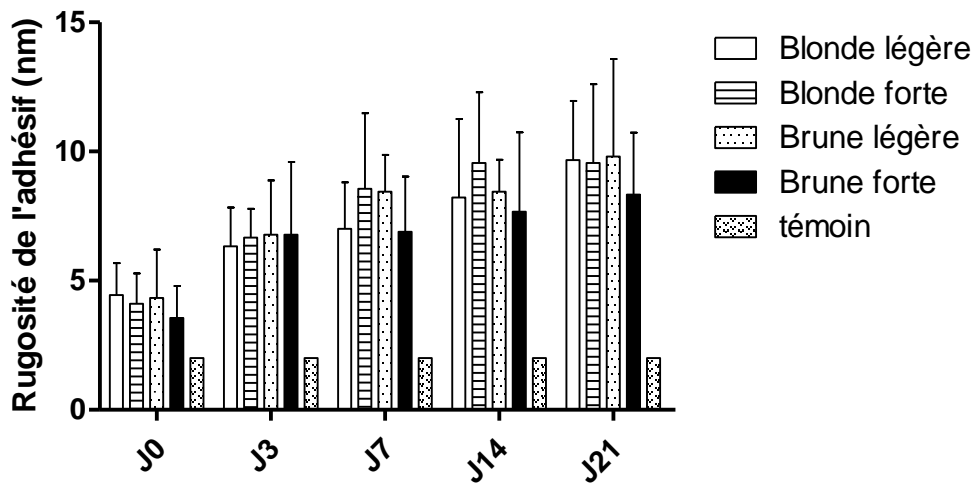


Figure 26 : Evolution de la rugosité de l'émail (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.

**Tableau 11** : Evolution de la rugosité de l'émail (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.

	Blonde légère	Blonde forte	Brune légère	Brune forte	P value
J0	2.259 (0.401) <sup>abc</sup>	3.111 (1.118) <sup>deA</sup>	2.704 (0.919) <sup>fg<sup>h</sup></sup>	1.852 (0.530) <sup>klA</sup>	<b>0.0213</b>
J3	4.185 (1.973)	4.370 (1.687)	4.778 (1.772) <sup>i</sup>	4.222 (1.443)	0.8085
J7	5.556 (2.789) <sup>a</sup>	5.444 (2.483)	6.000 (1.878) <sup>f</sup>	4.481 (1.215) <sup>j</sup>	0.4738
J14	5.370 (3.160) <sup>b</sup>	5.963 (2.312) <sup>d</sup>	6.407 (1.516) <sup>g</sup>	5.481 (1.556) <sup>k</sup>	0.3553
J21	6.556 (3.312) <sup>c</sup>	6.815 (1.556) <sup>e</sup>	7.815 (1.529) <sup>hi</sup>	5.704 (1.495) <sup>l</sup>	0.0939
P value	<b>0.0006</b>	<b>0.0020</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>&lt;0.0001</b>	

Les groupes avec la même lettre en exposant montrent une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ).



**Figure 27** : Evolution de la rugosité de l'adhésif (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.

**Tableau 12** : Evolution de la rugosité de l'adhésif (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.

	Blonde légère	Blonde forte	Brune légère	Brune forte	P value
J0	4.444 (1.236) <sup>ab</sup>	4.111 (1.167) <sup>cde</sup>	4.333 (1.871) <sup>fg<sup>h</sup></sup>	3.556 (1.236) <sup>ijk</sup>	0.5206
J3	6.333 (1.500)	6.667 (1.118)	6.778 (2.108)	6.778 (2.819)	0.9746
J7	7.000 (1.803)	8.556 (2.920) <sup>c</sup>	8.444 (1.424) <sup>f</sup>	6.889 (2.147) <sup>i</sup>	0.2150
J14	8.222 (3.032) <sup>a</sup>	9.556 (2.744) <sup>d</sup>	8.444 (1.236) <sup>g</sup>	7.667 (3.082) <sup>j</sup>	0.4454
J21	9.667 (2.291) <sup>b</sup>	9.556 (3.046) <sup>e</sup>	9.800 (3.776) <sup>h</sup>	8.333 (2.398) <sup>k</sup>	0.4620
P value	<b>0.0005</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0.0004</b>	<b>0.0012</b>	

Les groupes avec la même lettre en exposant montrent une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ).

- Prise de teinte des dents

On note une augmentation de la prise de teinte (3D MASTER ; VITA) des dents des groupes bières blonde forte ( $p>0,05$ ), brune légère ( $p>0,05$ ) et brune forte ( $p<0,05$ ). Tandis que les dents plongées dans la bière blonde légère n'ont pas montrées de modification de leur teinte (Figure 28, 29, 30). A J14 et J21, la prise de teinte des dents était la plus élevée dans les groupes bière brune forte, brune légère, blonde forte et blonde légère, respectivement ( $p<0,05$ ) (Figure 28) (Tableau 13).

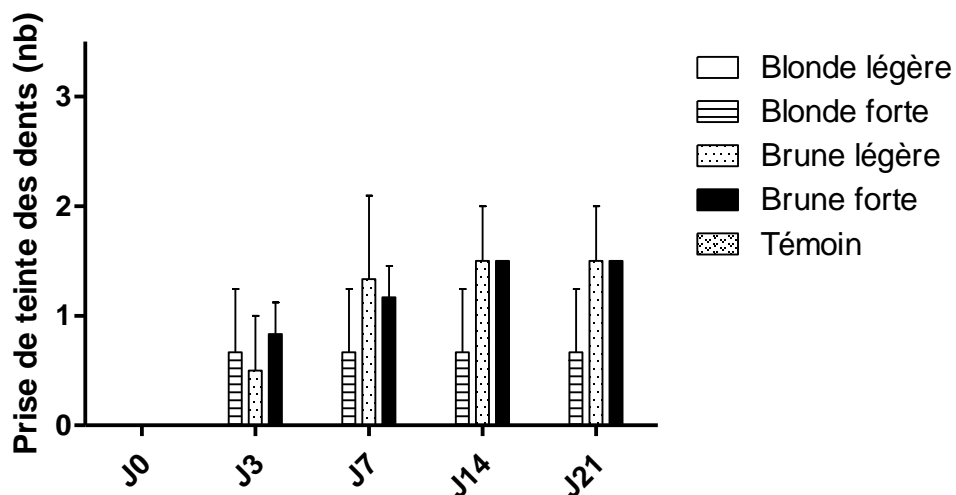


Figure 28 : Evolution de la teinte des dents (moyenne, écart type) au contact des bières étudiées à J0, J3, J7, J14 et J21.

Tableau 13 : Evolution de la teinte des dents (moyenne, écart type) au contact des bières étudiées à J0, J3, J7, J14 et J21.

	Blonde légère	Blonde forte	Brune légère	Brune forte	P value
J0	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)ab	na
J3	0.000 (0.000)	0.667 (0.577)	0.500 (0.500)	0.833 (0.288)	0.1623
J7	0.000 (0.000)	0.667 (0.577)	1.333 (0.764)	1.167 (0.288)	0.0764
J14	0.000 (0.000)	0.667 (0.577)	1.500 (0.500)	1.500 (0.000)a	<b>0.0322</b>
J21	0.000 (0.000)	0.667 (0.577)	1.500 (0.500)	1.500 (0.000)b	<b>0.0322</b>
P value	Na	0.4060	0.0520	<b>0.0134</b>	

na : non applicable ; les groupes avec la même lettre en exposant montrent une différence statistiquement significative ( $p<0,05$ ).

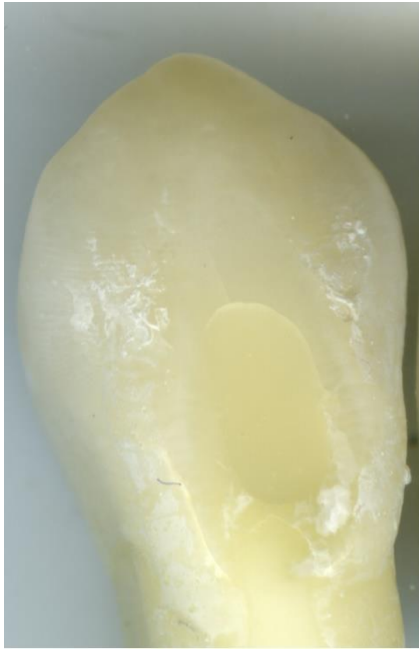


Figure 30 : Couronne et composite d'un échantillon à J0.



Figure 29 : Couronne et composite d'un échantillon à J21.

- Prise de teinte des composites

Les groupes de bières brunes (légère et forte) ont montré la plus forte augmentation de prise de teinte des blocs de composite comparé aux groupes de bières blondes (légère et forte) ( $p < 0,05$ ) (Figure 31) (Tableau 14).

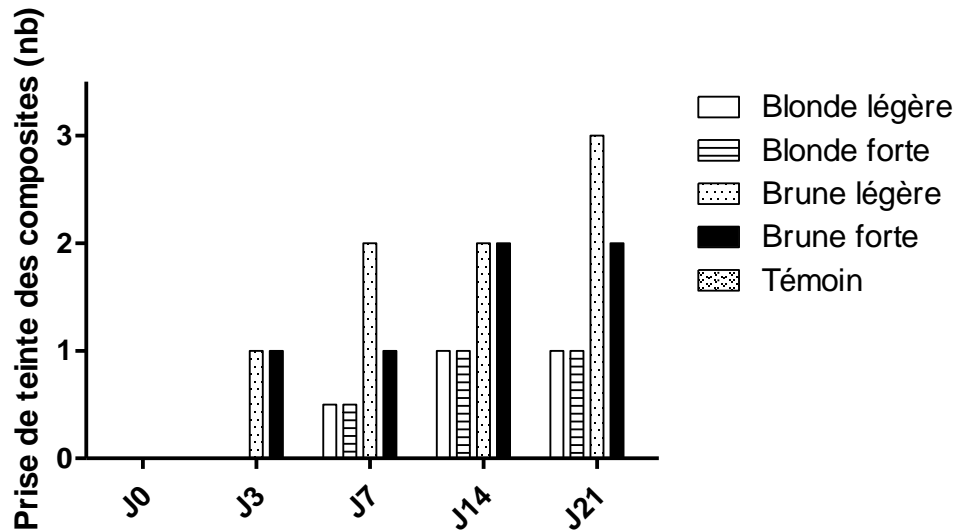


Figure 31 : Evolution de la teinte des composites (moyenne, écart type) au contact des bières étudiées à J0, J3, J7, J14 et J21.

Tableau 14 : Evolution de la teinte des composites (moyenne, écart type) au contact des bières étudiées à J0, J3, J7, J14 et J21.

	Blonde légère	Blonde forte	Brune légère	Brune forte	P value
J0	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000) <sup>a</sup>	0.000 (0.000) <sup>bc</sup>	Na
J3	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	1.000 (0.000)	1.000 (0.000)	<b>0.0117</b>
J7	0.500 (0.000) <sup>A</sup>	0.500 (0.000) <sup>B</sup>	2.000 (0.000) <sup>AB</sup>	1.000 (0.000)	<b>0.0117</b>
J14	1.000 (0.000)	1.000 (0.000)	2.000 (0.000)	2.000 (0.000) <sup>b</sup>	<b>0.0117</b>
J21	1.000 (0.000) <sup>C</sup>	1.000 (0.000) <sup>D</sup>	3.000 (0.000) <sup>aCD</sup>	2.000 (0.000) <sup>c</sup>	<b>0.0117</b>
P value	<b>0.0073</b>	<b>0.0073</b>	<b>0.0073</b>	<b>0.0073</b>	

na : non applicable ; les groupes avec la même lettre en exposant montrent une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ).

## **2.3 Discussion**

La consommation moyenne de bière en France est importante (38 litres par an et par habitant) [49] et ses effets délétères sur les tissus durs et mous de la cavité buccale sont connus : mutagène [31], cancérigène [33][34], altération du débit salivaire [32], risque de maladies infectieuses [35][36][37], retard de cicatrisation [34], attaques acides, phénomènes de déminéralisation, d'érosion dentaires et risque carieux aggravé [40][42], dyschromie extrinsèque [45], usure des composites [46], augmentation de la rugosité, diminution de la microdureté et modification de la teinte des composites [47][48]. Plus de 24 millions de restaurations sans ancrage radiculaire ont été collées en France en 2017 [52]. Cependant, aucune donnée concernant d'éventuelles modifications de l'interface adhésive émail – composite exposée à différents types de bières n'existe dans la littérature. Hors, une dégradation de cette interface peut entraîner des caries secondaires, des fractures de restaurations, la perte de la forme anatomique, la dégradation marginale voire la perte de la dent [53]. Par conséquent, il est important d'évaluer l'impact de plusieurs types de bières sur le vieillissement de surface de l'interface adhésive émail – composite (étanchéité, fissures, hiatus, rugosité, teinte).

Dans cette étude, plusieurs paramètres ont été standardisés afin de réduire les biais de protocole. En effet, l'âge des patients a été borné entre 15 et 35 ans, un seul type de dent a été sélectionné (prémolaires) et les dents extraites l'ont été uniquement pour des raisons orthodontiques. Ceci a permis d'inclure des dents saines, les plus homogènes possibles. Par ailleurs, les dents ont été réparties de manière aléatoire dans chaque groupe afin de réduire l'effet dent sur les résultats, même s'il est impossible de le supprimer totalement en raison de la variabilité liée à l'utilisation de dents naturelles [54]. Cependant, il faut rappeler que cette étude doit être considérée comme préliminaire en raison du faible échantillon inclus. Notons que l'objectif est d'explorer plusieurs paramètres non décrits actuellement qui pourront être étudiés de manière plus approfondie dans le futur.

Les dents ont été préparées avec une cavité se trouvant sur la même face et avec des dimensions similaires aux études traitant de l'étanchéité d'un

matériau collé [55][56][51]. La conservation des dents, après désinfection, dans de l'eau distillée a permis d'éviter la déshydratation des tissus. Ceci permet d'effectuer des collages dans des conditions les plus proches possibles de la réalité clinique [51][57][58]. Le système adhésif de type MR2 Optibond solo plus (Kerr®) et le composite micro – hybride Point 4 ont été sélectionnés en raison de leur bonne étanchéité avec les tissus dentaires [59], ce qui les rend largement étudiés [60][61][62][63].

Le biais de protocole a été réduit en étudiant des bières avec des ingrédients et des degrés d'alcool similaires. Malgré cela, des variations de la composition chimique et de pH peuvent persister entre les bières. Une caractérisation du pH a donc été réalisée de manière préliminaire. A l'avenir, il serait judicieux de contrôler totalement la composition chimique des bières en les brassant spécifiquement pour ce travail. Par ailleurs, le pH étant directement corrélé à la quantité de CO<sub>2</sub>, les bières ont été renouvelées à chaque ouverture de flacons hermétiques ce qui a permis d'éviter un éventuel dégazage et une modification de l'acidité.

Dans cette étude, un modèle expérimental *in vitro* a été créé pour simuler le contact de la bière avec les restaurations adhésives. Pour ce faire, la température des bières et la durée de contact ont été standardisées avec des durées croissantes. Si l'on considère que la consommation d'une bière se fait en 30 minutes, un contact de 3 jours pleins représente la consommation de 144 bières et un contact de 21 jours pleins représente 1008 bières soit environ 1,3 bières par jour pendant deux ans. Cependant, ce modèle reste purement théorique et ne prend pas en compte le contact réel intermittent d'une bière consommée sur la surface des dents en raison du pouvoir tampon de la salive, des capacités de reminéralisation, et des variations thermiques physiologiques présentes en bouche [32][40]. Il est donc difficile de recréer un modèle expérimental parfait. En effet, la température de la bière sortant du réfrigérateur à 4°C augmente naturellement au fil du temps et également lorsqu'elle est en bouche au contact de la salive, des fluides gingivaux et de l'air expiré (température moyenne : 36,4°C) [64]. Cependant la durée de contact en bouche reste faible c'est pourquoi la température de 4°C a été choisie. Toutefois, les variables quantitatives étudiées dans ce travail pourraient être

sous-estimées en raison d'une catalyse des réactions chimiques qui se produit lorsque la température augmente [65]. Ces considérations pourront être réduites dans un travail ultérieur en utilisant un modèle de bouche artificielle en contrôlant la température, la mastication, la salive artificielle et la durée de contact des bières avec l'interface adhésive.

Le test d'étanchéité a été réalisé par la technique de pénétration passive de bleu de méthylène, largement décrite [66]. Le caractère destructif de cette méthode a permis d'effectuer une unique mesure à 21 jours. Les cavités ont été réalisées à l'aide d'une forme de classe V afin d'obtenir un facteur C élevé, ce qui permet de mettre plus facilement en évidence des différences entre les groupes [67][68]. Il est intéressant de noter que la dimension d'une molécule de bleu de méthylène est inférieure à la taille moyenne d'une bactérie [69][70], ce qui peut entraîner l'apparition de faux positifs.

L'analyse de l'étanchéité a été complétée par une observation de l'interface adhésive au microscope électronique à balayage afin de visualiser l'apparition d'éventuels défauts [71][72], comme des fissures qui ont été caractérisées en nombre et en longueur.

En complément, la recherche d'un hiatus par microscopie confocale permet de quantifier la dégradation marginale du joint. En effet, cette méthode permet d'analyser une surface sur plusieurs plans de l'axe z et peut donc reconstituer une image en volume de la surface [73]. La microscopie confocale est déjà utilisée pour mesurer la profondeur d'éléments histologiques comme la peau ou les muqueuses orales avec une précision importante de 3 à 5  $\mu\text{m}$ . Elle peut donc être facilement transposée pour la mesure de la profondeur d'un hiatus entre 2 éléments collés qui serait en cours de formation [74][75]. Cette méthode est d'autant plus intéressante qu'elle permet de mesurer simultanément la rugosité, et ce de manière plus précise qu'avec un profilomètre à stylet [76]. Cependant, cette méthode ne permet pas de quantifier le volume réel qui aurait été dégradé par les bières. En effet, des volumes dégradés se trouvant sous des zones de contres dépouilles ne sont pas visibles.

La mesure de l'évolution de la teinte est importante car celle-ci intervient notamment dans l'esthétique, qui est une demande des patients. La teinte a été



prise à l'aide des moyens classiquement utilisés en cabinet dentaire. Cependant, dans un travail ultérieur, il serait intéressant d'utiliser un spectrophotomètre afin d'obtenir des valeurs plus précises du changement de teinte [48][77].

Les bières analysées dans cette études ont toutes montrées un pH (4,42) inférieur au seuil critique de dissolution acide de l'hydroxyapatite de l'émail (4,5) [78]. Les bières sont donc toutes susceptible de détruire les tissus minéralisés de la dent comme ce qui a été constaté dans les résultats de ce travail.

L'étanchéité de l'ensemble des interfaces adhésives émail – composite au contact des différentes bières a diminuée au fil du temps ( $p < 0,05$ ). Ces résultats pourraient être liés au pH acide des bières. En effet, un pH acide entraîne une érosion de l'émail et des composites dentaires [42][44][46][47] qui peut donc provoquer la formation d'un défaut de l'interface et donc de l'étanchéité. De plus, les faibles différences de pH observées entre les bières peuvent expliquer l'étanchéité similaire entre les groupes.

Afin d'aller plus loin dans la compréhension de ces résultats, les défauts apparaissant dans l'émail, à la jonction adhésif – émail, adhésif – composite ou dans l'adhésif ont été caractérisés en nombre (nombre de fissures), en longueur (longueur des fissures) et en profondeur (hiatus). Les défauts observés sont probablement liés au facteur C élevé et à l'acidité des bières [42][68][46]. L'augmentation du nombre et de la longueur des fissures était plus importante au contact de la bière blonde forte que pour les autres bières ( $p < 0,05$ ). Cela peut s'expliquer par un pH inférieur de cette bière (3,84).

La profondeur du hiatus de l'interface adhésive a augmenté pour tous les groupes au fil du temps ( $p > 0,05$ ). Ces résultats montrent une dégradation de l'interface adhésive qui s'aggrave au cours du temps et qui se traduit par une augmentation du nombre, de la longueur et de la profondeur des fissures. Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les bières étudiées, même si le groupe bière brune forte a montré une augmentation significative du hiatus au cours du temps.

De manière intéressante, une augmentation de la rugosité de l'émail, du

composite et de l'adhésif à l'échelle nanométrique a pu être observée pour l'ensemble des bières étudiées au fil du temps ( $p < 0,05$ ). Ces résultats sont en adéquation avec l'augmentation de nombre de défauts micrométriques décrits précédemment. De plus, la rugosité de l'adhésif était supérieure à celle du composite ( $p < 0,05$ ). Nous savons que l'augmentation de la rugosité de l'émail dans un milieu acide est due à l'érosion de surface [79] et à la perte de minéraux [80]. De même, Silva *et al.* ont montré que l'augmentation de la rugosité d'un composite provient de l'hydrolyse de la matrice organique, ce qui entraîne une perte des liaisons chimiques entre les particules chargées et la matrice de résine [47]. C'est pourquoi il est possible de suggérer que l'adhésif (faiblement chargé) a subi une plus forte dégradation que le composite (fortement chargé). Cette théorie semble confirmée par l'observation de défauts cohésifs dans l'adhésif ou des ruptures adhésives au niveau de l'interface adhésif – émail. Mais aucun défaut n'a été observé dans le composite ou dans l'émail.

Des différences significatives de rugosité du composite ont été observées entre les bières ce qui pourrait être dû à des différences dans la composition chimique des bières montrant ici que la standardisation des bières est indispensable pour un travail futur. Concernant la rugosité de l'émail et de l'adhésif, elle était similaire entre les bières étudiées sauf à J0, mais ce résultat peut s'expliquer par le manque d'homogénéité de surface des échantillons à J0. Concernant l'analyse entre les différentes bières, seule la bière brune légère a montré des valeurs de rugosité du composite supérieures à celle de la bière blonde légère entre J3 et J21. Ces résultats sont à modérer quant au faible échantillon et au caractère préliminaire de cette étude.

Finalement, les résultats de la prise de teinte sont à prendre avec précaution, notamment en raison de biais liés à la technique de prise de teinte. De manière non surprenante, une coloration des dents et des blocs de composite vers le jaune a été observée dès le 3<sup>ème</sup> jour de contact avec la bière blonde forte et les 2 bières brunes et cette coloration était plus importante pour les 2 bières brunes. Ceci s'explique par une absorption et une adsorption de molécules colorées à la surface des restaurations qui réduisent la composante bleue de la couleur transmise comme l'ont montré Antonov *et al.* [48].

### 3 Conclusion

L'objectif de l'étude a été d'évaluer l'influence de plusieurs types de bières sur le vieillissement de surface de l'interface adhésive émail – composite. Les résultats ont montré une perte d'étanchéité de l'interface au fil du temps pour toutes les bières étudiées liée à leur pH acide inférieur au seuil critique de dissolution acide de l'hydroxyapatite de l'émail. Le nombre de fissures, leur longueur et la profondeur d'un hiatus sur l'interface ont augmenté pour toutes les bières étudiées, sans être impactés par le type de bière. La rugosité de l'émail, de l'adhésif et du composite a augmenté et cette augmentation était plus importante pour l'adhésif traduisant une dégradation plus importante de la matrice organique. C'est donc principalement l'adhésif qui est dégradé par les bières et qui constitue la zone de faiblesse du collage d'un composite chez un patient amateur de bière. Enfin, toutes les bières ont provoqué une dyschromie des dents et des restaurations liée à l'absorption et à l'adsorption de molécules colorées en quantité plus importante pour les bières brunes que pour les bières blondes.

Ces résultats sont à modérer quant au caractère préliminaire de ce travail, c'est pourquoi d'autres études sont nécessaires en incluant un nombre plus important d'échantillons, en contrôlant totalement la composition chimique des bières, en utilisant un modèle de bouche artificielle avec de la salive artificielle pour contrôler la température, la mastication et la durée de contact entre les bières et les échantillons dans des conditions plus proches de la physiologie. Finalement, ce travail ouvre la porte à d'autres recherches qui semblent intéressantes comme l'étude de l'impact de la composition des adhésifs et des résines composites ainsi que leur taux de conversion sur leur vieillissement au contact de la bière.

## Références bibliographiques

- [1] Hornsey IS. A history of beer and brewing. 1e éd. Cambridge (GB): The Royal Society of Chemistry; 2003.
- [2] Historique de la bière. Wwwunivers-Bierenet n.d. <http://univers-biere.net/historique.php> (accessed May 22, 2018).
- [3] Hornsey IS. A history of beer and brewing. 1e éd. Cambridge (GB): The Royal Society of Chemistry; 2003.
- [4] Fabrication du malt en malterie. Wwwunivers-Bierenet n.d. <http://univers-biere.net/malterie.php> (accessed March 12, 2018).
- [5] Fabrication de la bière en brasserie. Wwwunivers-Bierenet n.d. <http://univers-biere.net/brasserie.php> (accessed March 12, 2018).
- [6] Biotechnologie & Biologie et Physiopathologie humaine - Académie de Rouen - Processus de fabrication de la bière. Wwwbiotechspipac-Rouenfr n.d. <http://biotech.spip.ac-rouen.fr/spip.php?article149> (accessed March 12, 2018).
- [7] Adrian J, Potus J, Frangne R. La Science alimentaire de A à Z. 3e édition. Paris: Tec & Doc Lavoisier; 2002.
- [8] Dessin de principe du maltage à la fermentation. n.d. <https://sites.google.com/site/brasseurfab/fabrication-de-la-biere> (accessed February 25, 2019).
- [9] La fermentation basse. Univers-Bièresnet n.d. [http://univers-biere.net/ferment\\_basse.php](http://univers-biere.net/ferment_basse.php) (accessed August 21, 2018).
- [10] La fermentation haute. Wwwunivers-Bierenet n.d. [http://univers-biere.net/ferment\\_haute.php](http://univers-biere.net/ferment_haute.php) (accessed August 21, 2018).
- [11] Styles de bières de fermentation spontanée. Wwwunivers-Bierenet n.d. [http://univers-biere.net/ferment\\_spont.php](http://univers-biere.net/ferment_spont.php) (accessed August 21, 2018).
- [12] Haute ou basse, la fermentation à votre goût! Brass John Martin SA Anthony Martin 2016. <http://anthonymartin.be/fr/news-events/news/31-haute-ou-basse-la-fermentation-a-votre-gout/> (accessed August 21, 2018).
- [13] Salazar-Villanea S, Butré CI, Wierenga PA, Bruininx EMAM, Gruppen H,

Hendriks WH, et al. Apparent ileal digestibility of Maillard reaction products in growing pigs. PLoS ONE 2018;13. doi:10.1371/journal.pone.0199499.

- [14] Brassage : Ingrédients : la couleur. n.d. <http://www.brassage.domainepublic.net/spip.php?article36> (accessed August 25, 2018).
- [15] Olivier. Une des formules (presque) secrètes pour prédire quelle sera la couleur de la bière... Comment Faire Sa Bière Blog Un Brass Amat 2014. <http://commentfaresabiere.com/evaluer-couleur-biere/> (accessed May 24, 2018).
- [16] Unité de couleur (EBC, °L, SRM) — Le wiki du brassage amateur. WwWBrassageamateurCom n.d. [https://www.brassageamateur.com/wiki/index.php/Unit%C3%A9\\_de\\_couleur\\_\(EBC,\\_%C2%B0L,\\_SRM\)](https://www.brassageamateur.com/wiki/index.php/Unit%C3%A9_de_couleur_(EBC,_%C2%B0L,_SRM)) (accessed May 24, 2018).
- [17] Les calculs du brassage de bière: l'EBC. Happy Beer Time 2014. <https://www.happybeertime.com/blog/2014/11/13/les-calculs-du-brassage-biere-lebc/> (accessed May 24, 2018).
- [18] Merck. Manuel, méthodes d'analyse pour l'industrie brassicole EBC / MEBAK. Spectroquant® Prove 2017.
- [19] Smith B. Beer Color: Understanding SRM, Lovibond and EBC. BeerSmith™ Home Brew Blog 2008. <http://beersmith.com/blog/2008/04/29/beer-color-understanding-srm-lovibond-and-ebc/> (accessed August 25, 2018).
- [20] Color – Cliffs Notes Beer Guide. n.d. <http://www.cliffsnotesbeerguide.com/color/> (accessed February 25, 2019).
- [21] Hough JS, Briggs DE, Stevens R, Young TW. Chemical and physical properties of beer. In: Hough JS, Briggs DE, Stevens R, Young TW, editors. Malt. Brew. Sci. Vol. II Hopped Wort Beer, Boston, MA: Springer US; 1982, p. 776–8. doi:10.1007/978-1-4615-1799-3\_11.
- [22] Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Ciqual Table de composition nutritionnelle des aliments (bière 4-5°) n.d. [https://ciqual.anses.fr/#/aliments/5001/biere-%22coeur-de-marche%22-\(4-5%C2%B0-alcool\)](https://ciqual.anses.fr/#/aliments/5001/biere-%22coeur-de-marche%22-(4-5%C2%B0-alcool)) (accessed August 27, 2018).
- [23] Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Ciqual Table de composition nutritionnelle des aliments (bière forte) n.d. <https://ciqual.anses.fr/#/aliments/5002/biere->

forte-(8%C2%B0-alcool) (accessed August 27, 2018).

- [24] Horne P de M de. Dictionnaire de chimie: Une approche étymologique et historique. De Boeck Superieur; 2013.
- [25] Le pH. Superprof Ressour 2017. <https://www.superprof.fr/ressources/physique-chimie/terminale-s/acides-et-bases/ph.html> (accessed June 25, 2018).
- [26] Richer F. Petites bières pour grandes soifs. Bières Plaisirs - Qué 2014. <http://www.bieresetplaisirs.com/2014/04/05/petites-bieres-grandes-soifs/> (accessed March 12, 2018).
- [27] Apfelbaum M, Romon-Rousseaux M, Dubus M, Ravenel-Mercier M-H, Reboulet I, Bresson J-L, et al. Diététique et nutrition. 7th ed. Elsevier Masson; 2012.
- [28] Schlienger J-L. Nutrition clinique pratique: Chez l'adulte et l'enfant. 2e édition. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2014.
- [29] Horton HR, Moran LA, Ochs RS, Rawn JD, Scrimgeour KG. Principes de biochimie. Bruxelles: De Boeck; 1994.
- [30] Cliff SD, Ndayiragije E. Analyse des teneurs en sucres dans dix-huit bières de fabrication industrielle: une bière sans sucre, mythe ou réalité? Rev Univ Burundi - Sér Sci Exactes N° 28 2013:15 p.
- [31] Institut national du cancer. Alcool et risque de cancers. Etats des lieux des données scientifiques et recommandations de santé publique. 2007:15.
- [32] Pesci-Bardon C, Prêcheur I. L'alcool : une drogue licite aux conséquences bucco-dentaires non négligeables. Actual Odonto-Stomatol 2013:24–32. doi:10.1051/aos/2013205.
- [33] Hashibe M, Brennan P, Benhamou S, Castellsague X, Chen C, Curado MP, et al. Alcohol drinking in never users of tobacco, cigarette smoking in never drinkers, and the risk of head and neck cancer: pooled analysis in the international head and neck cancer epidemiology consortium. JNCI J Natl Cancer Inst 2007;99:777–89. doi:10.1093/jnci/djk179.
- [34] Moreno-López L., Esparza-Gómez G., González-Navarro A, Cerero-Lapiedra R, González-Hernández M., Domínguez-Rojas V. Risk of oral cancer associated with tobacco smoking, alcohol consumption and oral hygiene: a case-control study in Madrid, Spain. Oral Oncol 2000;36:170–4. doi:10.1016/S1368-8375(99)00084-6.

- [35] Szabo G. Consequences of alcohol consumption on host defence. *Alcohol Alcohol* 1999;34:830–41. doi:10.1093/alcalc/34.6.830.
- [36] Pitiphat W, Merchant AT, Rimm EB, Joshipura KJ. Alcohol Consumption Increases Periodontitis Risk. *J Dent Res* 2003;82:509–13. doi:10.1177/154405910308200704.
- [37] Tezal M, Grossi SG, Ho AW, Genco RJ. The Effect of Alcohol Consumption on Periodontal Disease. *J Periodontol* 2001;72:183–9. doi:10.1902/jop.2001.72.2.183.
- [38] Regis RR, Soriani NC, Azevedo AM, Silva-Lovato CH, Paranhos HFO, Souza RFD. Effects of ethanol on the surface and bulk properties of a microwave-processed PMMA denture base resin. *J Prosthodont* 2009;18:489–95. doi:10.1111/j.1532-849X.2009.00475.x.
- [39] Laskaris G. Pocket atlas of oral diseases. Second edition. Stuttgart: Thieme; 2006.
- [40] Fioretti F, Haïkel Y. Carie et sucres. *Médecine Mal Métaboliques* 2010;4:543–9. doi:10.1016/S1957-2557(10)70120-6.
- [41] Mouton C, Robert JC. Module - Bactériologie - Cours n.d. <http://www.unsof.org/media/bacterio/html/cours-N111C8-2.html>.
- [42] Meurman JH, Gate JM. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci* 1996;104:199–206. doi:10.1111/j.1600-0722.1996.tb00068.x.
- [43] Rytömaa I, Meurman JH, Koskinen J, Laakso T, Gharazi L, Turunen R. In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs. *Scand J Dent Res* 1988;96:324–33.
- [44] Nogueira FN, Souza DN, Nicolau J. In vitro approach to evaluate potential harmful effects of beer on teeth. *J Dent* 2000;28:271–6. doi:10.1016/S0300-5712(99)00072-X.
- [45] Gu L, Kelm MA, Hammerstone JF, Beecher G, Holden J, Haytowitz D, et al. Concentrations of Proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. *J Nutr* 2004;134:613–7. doi:10.1093/jn/134.3.613.
- [46] Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dent Mater* 2000;16:62–7. doi:10.1016/S0109-5641(99)00088-3.

- [47] Silva MABD, Vitti RP, Sinhoreti MAC, Consani RLX, Silva-Júnior JG da, Tonholo J. Effect of alcoholic beverages on surface roughness and microhardness of dental composites. *Dent Mater J* 2016;35:621–6. doi:10.4012/dmj.2015-383.
- [48] Antonov M, Lenhardt L, Manojlović D, Milićević B, Zeković I, Dramićanin MD. Changes of color and fluorescence of resin composites immersed in beer. *J Esthet Restor Dent* 2016;28:330–8. doi:10.1111/jerd.12232.
- [49] World Health Organization, Management of Substance Abuse Team, World Health Organization. Global status report on alcohol and health 2018. 2018.
- [50] Piette E, Goldberg M. *La dent normale et pathologique*. Bruxelles: De Boeck - Wesmael; 2015.
- [51] Pragasam AX, Duraisamy V, Nayak UA, Reddy V, Rao AP. Evaluation of sealing ability two self-etching adhesive systems and a glass ionomer lining LC under composite restoration in primary tooth: An in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci* 2015;7:S518–23. doi:10.4103/0975-7406.163525.
- [52] Actes techniques de la CCAM. AmeliFr n.d. <https://www.ameli.fr/l-assurance-maladie/statistiques-et-publications/donnees-statistiques/actes-techniques-de-la-ccam.php> (accessed March 7, 2019).
- [53] Colon P, Lasfargues J-J. *Odontologie conservatrice et restauratrice: Tome 1: Une approche médicale globale*. Rueil-Malmaison France: CDP; 2009.
- [54] Robberecht L, Chai F, Dehurtevent M, Marchandise P, Bécavin T, Hornez J-C, et al. A novel anatomical ceramic root canal simulator for endodontic training. *Eur J Dent Educ* 2017;21:1-6 p. doi:10.1111/eje.12207.
- [55] Shadman N, Farzin Ebrahimi S, Mollaie N. Sealing of adhesive systems in ferric sulfate-contaminated dentinal margins in class V composite resin restorations. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2016;10:17–22. doi:10.15171/joddd.2016.003.
- [56] Saffarpour A, Saffarpour A, Kharazifard MJ, Golmohamadi N. Effect of a desensitizing varnish on microleakage of two self-etch adhesives. *J Dent Tehran Iran* 2015;12:807–14.
- [57] Brigagão VC, Barreto LF, Gonçalves KA, Amaral M, Vitti RP, Neves AC, et al. Effect of interim cement application on bond strength between resin cements and dentin: Immediate and delayed dentin sealing. *J Prosthet Dent* 2017;117:792–8. doi:10.1016/j.prosdent.2016.09.015.



- [58] Van den Breemer CRG, Özcan M, Cune MS, van der Giezen R, Kerdijk W, Gresnigt MMM. Effect of immediate dentine sealing on the fracture strength of lithium disilicate and multiphase resin composite inlay restorations. *J Mech Behav Biomed Mater* 2017;72:102–9. doi:10.1016/j.jmbbm.2017.04.002.
- [59] Sakkas C, Khomenko L, Trachuk I. A comparative study of clinical effectiveness of fissure sealing with and without bonding systems: 3-year results. *Eur Arch Paediatr Dent* 2013;14:73–81. doi:10.1007/s40368-013-0022-y.
- [60] Kasraie S, Azarsina M, Khamverdi Z, Shokrane F. Microleakage of dual-cured adhesive systems in class V composite resin restorations. *J Dent Tehran Iran* 2012;9:99–106.
- [61] Schmitt DC, Lee J. Microleakage of adhesive resin systems in the primary and permanent dentitions. *Pediatr Dent* 2002;24:587–93.
- [62] Sadeghi M, Davari A, Lynch CD. The effect of re-bonding using surface sealant or adhesive system on microleakage of class V resin composite restorations. *Dent Res J* 2013;10:596–601.
- [63] Arbabzadeh Zavareh F, Samimi P, Birang R, Eskini M, Bouraima SA. Assessment of microleakage of class V composite resin restoration following erbium-doped yttrium aluminum garnet (Er:YAG) laser conditioning and acid etching with two different bonding systems. *J Lasers Med Sci* 2013;4:39–47.
- [64] Sund-Levander M, Forsberg C, Wahren LK. Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review. *Scand J Caring Sci* 2002;16:122–8. doi:10.1046/j.1471-6712.2002.00069.x.
- [65] Cinétique chimique - Influence de la température. Passeportuniv-Lille1fr n.d. [http://passeport.univ-lille1.fr/site/chimie/scc1034/cinetique%20chimique/cinetique%20chimique\\_web.publi/web/co/Contenu\\_09.html](http://passeport.univ-lille1.fr/site/chimie/scc1034/cinetique%20chimique/cinetique%20chimique_web.publi/web/co/Contenu_09.html) (accessed March 10, 2019).
- [66] Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K, Hickel R. Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. *J Dent* 2001;29:123–30. doi:10.1016/S0300-5712(00)00066-X.
- [67] Les résines composites en technique directe : étapes clés. *Inf Dent* n.d. [http://\\_65430983298\\_1\\_1430251200.id.elteg.net/011025-22713-Les-resines-composite-en-technique-directe-etapes-cles.html\\_3](http://_65430983298_1_1430251200.id.elteg.net/011025-22713-Les-resines-composite-en-technique-directe-etapes-cles.html_3) (accessed March 14, 2019).

- [68] Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987;66:1636–9. doi:10.1177/00220345870660110601.
- [69] Yukselen Y, Kaya A. Comparison of Methods for Determining Specific Surface Area of Soils. *J Geotech Geoenvironmental Eng* 2006;132:931–6. doi:10.1061/(ASCE)1090-0241(2006)132:7(931).
- [70] Prescott LM, Willey JM, Sherwood LM, Woolverton CJ. *Microbiologie*. 5ème ed. De Boeck Supérieur; 2018.
- [71] Dumbryte I, Linkeviciene L, Linkevicius T, Malinauskas M. Enamel microcracks in terms of orthodontic treatment: A novel method for their detection and evaluation. *Dent Mater J* 2017;36:438–46. doi:10.4012/dmj.2016-264.
- [72] Dumbryte I, Jonavicius T, Linkeviciene L, Linkevicius T, Peciuliene V, Malinauskas M. Enamel cracks evaluation - A method to predict tooth surface damage during the debonding. *Dent Mater J* 2015;34:828–34. doi:10.4012/dmj.2015-085.
- [73] Fu S, Cheng F, Tjahjowidodo T, Zhou Y, Butler D. A non-contact measuring system for in-situ surface characterization based on laser confocal microscopy. *Sensors* 2018;18:2657. doi:10.3390/s18082657.
- [74] Rajadhyaksha M, González S, Zavislan JM, Rox Anderson R, Webb RH. In vivo confocal scanning laser microscopy of human skin II: advances in instrumentation and comparison with histology. *J Invest Dermatol* 1999;113:293–303. doi:10.1046/j.1523-1747.1999.00690.x.
- [75] Variation in epidermal morphology in human skin at different body sites as measured by reflectance confocal microscopy. n.d. doi:10.2340/00015555-0875.
- [76] Caja García J, Sanz Lobera A, Maresca P, Fernández Pareja T, Wang C. Some considerations about the use of contact and confocal microscopy methods in surface texture measurement. *Materials* 2018;11. doi:10.3390/ma11081484.
- [77] Bansal K, Acharya SR, Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent JCD* 2012;15:283–8. doi:10.4103/0972-0707.97961.
- [78] Benjakul P, Chuenarrom C. Association of dental enamel loss with the pH and titratable acidity of beverages. *J Dent Sci* 2011;6:129–33.

doi:10.1016/j.jds.2011.05.001.

- [79] Ren Y-F, Amin A, Malmstrom H. Effects of tooth whitening and orange juice on surface properties of dental enamel. *J Dent* 2009;37:424–31. doi:10.1016/j.jdent.2009.01.011.
- [80] Willershausen B, Callaway A, Azrak B, Duschner H. Influence of apple juice on human enamel surfaces of the first and second dentition - An in vitro study. *Eur J Med Res* 2008;13:349–54.

## Table des figures

<u>Figure 1</u> : Processus de fabrication d'une bière (Musée français de la brasserie à St Nicolas de Port) [8].	18
<u>Figure 2</u> : Echelle colorimétrique en SRM, EBC et Lovibond [20].	22
<u>Figure 3</u> : Papier pH (LabOnline).	24
<u>Figure 4</u> : pH-mètre de paillasse (Five easy ; METTLER TOLEDO).	25
<u>Figure 5</u> : Structure moléculaire d'amylose (« principe de biochimie » Horton et al (1994) Ed. DeBoeck universités) [29].	26
<u>Figure 6</u> : Structure moléculaire d'amylopectine (« principe de biochimie » Horton et al (1994) Ed. DeBoeck universités) [29].	27
<u>Figure 7</u> : Carcinome épidermoïde de la gencive (Dr. H. Raybaud – MCU-PH – Nice) [32].	28
<u>Figure 8</u> : Candidose buccale (« Pocket atlas of oral diseases » Laskaris, 2006 Thieme) [39].	29
<u>Figure 9</u> : Courbe de Stephan (Université numérique en sciences odontologiques francophone) [41].	30
<u>Figure 10</u> : Echantillon test à J0.	35
<u>Figure 11</u> : Bières sélectionnées pour l'étude.	36
<u>Figure 12</u> : Echantillon préparé avec du vernis.	37
<u>Figure 13</u> : Absence d'infiltration de bleu de méthylène (score de 0).	38
<u>Figure 14</u> : Infiltration complète du bleu de méthylène (score de 3).	38
<u>Figure 15</u> : Plans de coupe au microscope confocal pour la mesure du hiatus.	39
<u>Figure 16</u> : Courbe de profil du plan de coupe n°1.	39
<u>Figure 17</u> : Mesure de la rugosité de la dent, du composite et de l'interface. ..	40
<u>Figure 18</u> : Scores d'étanchéité de l'interface adhésive email – composite (moyenne, écart type) après 21 jours de contact avec les bières étudiées. ....	43
<u>Figure 19</u> : Nombre de fissures sur l'interface adhésive email – composite (moyenne, écart type) à J3, J7, J14, J21. ....	44
<u>Figure 20</u> : Image microscopique de l'interface adhésive email – composite au microscope électronique à balayage à J0. ....	45
<u>Figure 21</u> : Image microscopique de l'interface adhésive email – composite au microscope électronique à balayage à J21. ....	45

<u>Figure 22</u> : Longueur de fissures sur l'interface adhésive émail – composite (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14 et J21.....	46
<u>Figure 23</u> : Evolution des hiatus ( $\mu\text{m}$ ) de l'interface adhésive émail - composite au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21..	47
<u>Figure 24</u> : Rugosité moyenne (nm) du composite, de l'adhésif et de l'émail après 21 jours au contact des bières étudiées.....	48
<u>Figure 25</u> : Evolution de la rugosité du composite (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.....	49
<u>Figure 26</u> : Evolution de la rugosité de l'émail (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.....	49
<u>Figure 27</u> : Evolution de la rugosité de l'adhésif (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21.....	50
<u>Figure 28</u> : Evolution de la teinte des dents (moyenne, écart type) au contact des bières étudiées à J0, J3, J7, J14 et J21. ....	51
<u>Figure 30</u> : Couronne et composite d'un échantillon à J21. ....	52
<u>Figure 29</u> : Couronne et composite d'un échantillon à J0. ....	52
<u>Figure 31</u> : Evolution de la teinte des composites (moyenne, écart type) au contact des bières étudiées à J0, J3, J7, J14 et J21.....	53

## Tables des tableaux

<u>Tableau 1</u> : Exemples de bières en fonction de leur fermentation. ....	20
<u>Tableau 2</u> : Moyenne des compositions chimiques d'une bière légère et d'une bière forte (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). ....	23
<u>Tableau 3</u> : Impact de la bière sur l'environnement buccal.....	32
<u>Tableau 4</u> : Répartition du nombre d'échantillons entre les groupes expérimentaux (blonde légère, blonde forte, brune légère, brune forte). ....	34
<u>Tableau 5</u> : Bières sélectionnées pour l'étude (données du fabricant). ....	35
<u>Tableau 6</u> : Tableau récapitulatif du pH des bières étudiées. ....	42
<u>Tableau 7</u> : Nombre de fissures sur l'interface adhésive émail – composite (moyenne, écart type) à J3, J7, J14, J21. ....	44
<u>Tableau 8</u> : Longueur de fissures sur l'interface adhésive émail – composite (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14 et J21.....	46
<u>Tableau 9</u> : Evolution des hiatus ( $\mu\text{m}$ ) de l'interface adhésive émail - composite au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21..	47
<u>Tableau 10</u> : Evolution de la rugosité du composite (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21. ....	49
<u>Tableau 11</u> : Evolution de la rugosité de l'émail (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21. ....	50
<u>Tableau 12</u> : Evolution de la rugosité de l'adhésif (nm) au contact des bières étudiées (moyenne, écart type) à J0, J3, J7, J14, J21. ....	50
<u>Tableau 13</u> : Evolution de la teinte des dents (moyenne, écart type) au contact des bières étudiées à J0, J3, J7, J14 et J21. ....	51
<u>Tableau 14</u> : Evolution de la teinte des composites (moyenne, écart type) au contact des bières étudiées à J0, J3, J7, J14 et J21.....	53

Influence du type de bière sur le vieillissement de l'interface adhésive émail - composite / **TADJINE Alexandre**.- p. (70) : ill. (31) ; réf. (80).

**Domaines** : Dentisterie restauratrice endodontie

**Mots clés Rameau** : Dentisterie restauratrice endodontie, composite en odontostomatologie, collage en odontostomatologie, adhésifs dentaires

**Mots clés FMeSH** : Dentisterie restauratrice endodontie, composite en odontostomatologie, collage en odontostomatologie, adhésifs dentaires, résine composite

*Résumé de la thèse*

**Objectif** : l'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'influence de plusieurs types de bières sur le vieillissement de surface de l'interface adhésive émail – composite.

**Matériels et méthodes** : 78 prémolaires saines et 4 bières différentes ont été utilisées afin d'évaluer le vieillissement de l'interface adhésive émail – composite. La perte d'étanchéité a été évaluée par pénétration passive de bleu de méthylène à J21. Les autres variables ont été évaluées à J0, J3, J7, J14 et J21. Des éventuels défauts ont été recherchés et mesurés par microscope électronique à balayage (nombre et longueur). La profondeur d'un hiatus et la rugosité de l'émail, de l'interface et du composite ont été mesurés par microscopie confocale. La teinte a été mesurée visuellement à l'aide d'un teintier.

Après recherche de la normalité, une analyse non paramétrique de la variance à un facteur, suivi d'une comparaison multiple de Dunn ( $\alpha=0,05$ ) ont été réalisées.

**Résultats** : les résultats ont montré une perte d'étanchéité avec l'apparition de fissures au niveau de l'interface adhésive pour toutes les bières étudiées ( $p<0,05$ ). Une augmentation de la profondeur d'un hiatus ( $p<0,05$ ), de la rugosité de surface ( $p<0,05$ ) et de la teinte a été observée ( $p>0,05$ ).

**Conclusion** : toutes les bières ont dégradé l'interface adhésive émail – composite et cette dégradation était plus importante au niveau de l'adhésif en raison de sa matrice organique plus importante que dans le composite.

**JURY** :

**Président** : M. le Professeur Pascal BEHIN

**Assesseurs** : M. le Docteur Thibault BÉCAVIN  
**M. le Docteur Lieven ROBBERECHT**  
M. le Docteur Maxime BEAURAIN

**Membre invité** : M. le Docteur Jean-Christophe HORNEZ

**Adresse de l'auteur** :