



**HAL**  
open science

# Rôle de l'alimentation sur les colorations dentaires noires exogènes chez l'enfant : revue systématique de la littérature

Ombeline Charlotte Marie Roturier

► **To cite this version:**

Ombeline Charlotte Marie Roturier. Rôle de l'alimentation sur les colorations dentaires noires exogènes chez l'enfant : revue systématique de la littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02107184

**HAL Id: dumas-02107184**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02107184>**

Submitted on 3 Jun 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**U.F.R. D'ODONTOLOGIE**

Année 2019

Thèse n°21

THESE POUR L'OBTENTION DU

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

Présentée et soutenue publiquement

Par ROTURIER Ombeline Charlotte Marie

Née le 6 Mai 1991 à Pessac

Le 9 Avril 2019

**ROLE DE L'ALIMENTATION SUR LES COLORATIONS DENTAIRES NOIRES  
EXOGENES CHEZ L'ENFANT – REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE**

Sous la direction de : Audrey AUSSEL

Membres du jury :

Mme BERTRAND, Caroline  
Mme AUSSEL, Audrey  
Mme GAROT, Elsa  
Mme THEBAUD, Noélie  
Mr BOU, Christophe

Président  
Directeur  
Rapporteur  
Examineur  
Examineur

# UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ 19/12/2018

**Président** M. TUNON DE LARA Manuel

**Directeur de Collège des Sciences de la Santé** M. PELLEGRIN Jean-Luc

## **COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES**

<b>Directrice</b>	Mme BERTRAND Caroline	58-01
<b>Directeur Adjoint à la Pédagogie</b>	Mr DELBOS Yves	56-01
<b>Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche</b>	M. FRICAIN Jean-Christophe	57-01
<b>Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales</b>	M. LASSERRE Jean-François	58-01

### **ENSEIGNANTS DE L'UFR**

#### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES**

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
M	Raphaël	DEVILLARD	Odontologie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01

#### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Cécile	BADET	Sciences biologiques	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M,	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Dominique	GILLET	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme	Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-Marie	MARTEAU	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
Mme	Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Jean-François	PELLI	Odontologie restauratrice – Endodontie	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02

M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Sciences biologiques	57-01
M.	Eric	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

### **AUTRES ENSEIGNANTS**

Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01

### **ASSISTANTS**

Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M.	Wallid	BOUJEMAA AZZI	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Melle	Camille	BOULÉ-MONTPEZAT	Odontologie pédiatrique	56-01
Mlle	Anais	CAVARE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Hubert	CHAUVEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M,	Jean-Baptiste	CULOT	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomatériaux	58-01
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomatériaux	58-01
Mme	Severine	DESCAZEUX	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Pédo	56-01
M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Agathe	GREMARE	Biologie orale	57-01
M	Mickaël	HYVERNAUD	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mr	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Adrien	LASTRADE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Emmanuel	MASSON REGNAULT	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Marie	MÉDIO	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèse dentaire	58-01
M	Antoine	PEPELUT	Parodontologie	57-01
M	Florian	PITEU	Prothèse dentaire	58-01
Mr	Thibaut	ROULLAND	Prothèse dentaire	58-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Sophia	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01



# Remerciements

## A notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Caroline BERTRAND  
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques  
Sous-section Prothèse 58-01

*Je vous remercie pour l'honneur que vous me faites en acceptant de présider le jury de cette thèse. Veuillez trouver dans ce travail l'assurance de mon profond respect pour votre dévouement à la direction de cette Université. Je vous prie de recevoir l'expression de ma gratitude et de ma sincère admiration.*

## A notre Directeur de thèse

Madame le Docteur Audrey AUSSEL  
Assistant Hospitalo-Universitaire – Praticien Hospitalier  
Sous-section Sciences Anatomiques et Physiologiques – 58-01

*Au cours de nos vacances hospitalières à l'Hôpital Saint André, vous m'avez transmis votre passion pour le métier de chirurgien-dentiste, et plus particulièrement, pour l'Odontologie Pédiatrique. Je vous remercie de m'avoir fait découvrir cette voie qui me passionne. Je tiens à vous remercier pour la confiance et la bienveillance dont vous avez toujours fait preuve à mon égard. Je vous remercie infiniment d'avoir accepté la direction de cette thèse, ainsi que pour votre implication, votre disponibilité, et votre réactivité durant la rédaction de ce travail. Soyez assurée de mes remerciements les plus sincères et de mon toute mon estime.*

## A notre Rapporteur de thèse

Madame le Docteur Elsa GAROT  
Assistant Hospitalo-Universitaire – Praticien Hospitalier  
Sous-section Odontologie Pédiatrique 56-01

*Je vous remercie chaleureusement d'avoir accepté de rapporter ce travail. Je tiens à vous remercier du temps que vous avez accordé à la lecture et à la correction de cette thèse. Soyez assurée de ma profonde gratitude.*

## A notre Assesseur

Madame le Docteur Noélie THEBAUD  
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier  
Sous-section Sciences Biologiques 57-01

*Au cours de nos vacations hospitalières à l'Hôpital Saint André, vous avez toujours fait preuve d'une humanité, d'une gentillesse et d'une patience à toute épreuve à l'égard des enfants, qui m'ont grandement inspirées. Vous faites partie des personnes qui m'ont fait découvrir ma vocation. Je tiens à vous remercier chaleureusement pour votre bienveillance et votre confiance à mon égard lors de ces années d'Hôpital. Soyez assurée de mes remerciements les plus sincères et de mon profond respect.*

## A notre Assesseur

Monsieur le Docteur Christophe BOU  
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier  
Sous-section Prévention épidémiologie – Économie de la santé – Odontologie légale 56-02

*Au cours de nos vacations hospitalières à l'Hôpital Saint André, vous avez toujours témoigné d'un enthousiasme et d'une bienveillance à l'égard des patients qui m'ont beaucoup touchés. Je tiens à vous remercier pour votre confiance et vos conseils qui m'ont permis de progresser au cours de ces années hospitalières, aussi bien humainement que professionnellement. Soyez assuré de mes remerciements les plus sincères et de mon toute mon estime.*

# Remerciements personnels

## **A ma famille,**

Merci pour votre amour, votre soutien, et pour avoir toujours cru en moi. C'est grâce à vous que j'en suis là aujourd'hui. Je vous en remercie du fond du cœur.

## **A Alexandre,**

Merci pour tout le bonheur que tu m'apportes chaque jour, ta joie de vivre et ton amour. A tous les moments que l'on a vécu et ceux à venir. A cette belle vie ensemble qui ne fait que commencer...

## **A mes amis,**

Merci pour tous ces moments passés ensemble, ces fabuleux voyages et tous ces fou-rires. Votre amitié m'est très précieuse et compte beaucoup pour moi.

## **A Rodolphe Acker, à mes confrères et consœurs, à mes collègues,**

### **Au cabinet de Biscarrosse-Plage,**

Vous m'avez accueillis à bras ouverts au cabinet et je vous en suis sincèrement reconnaissante. Rodolphe, je te remercie particulièrement pour ta bienveillance et la confiance que tu m'as accordée tout au long de ces années. Encore une fois, merci de partager tout ton savoir avec moi.

## **A Jean-Pierre Attal,**

Je vous remercie sincèrement d'avoir partagé vos connaissances et votre expérience, et de m'avoir guidée dans l'élaboration de cette thèse. « Khop Khoun Kha »

# Liste des abréviations utilisées

**CAOD** : Dent Cariée Obturée Absente

**CRT** : Caries Risk Test

**DAPI** : 4',6-diamidino-2-phénylindole

**ELISA** : Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

**FISH** : Fluorescence *In Situ* Hybridization

**ICP-MS** : Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif)

**KEGG** : Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes

**LF** : Lactoferrine

**NCBI** : National Center for Biotechnology Information

**PCR** : Polymerase Chained Reaction

**PICRUSt** : Phylogenetic Investigation of Communities by Reconstruction of Unobserved States

# SOMMAIRE

<b>Introduction.....</b>	<b>10</b>
<b>Première partie : Qu'est-ce que les black-stains ? .....</b>	<b>11</b>
<b>I. Manifestations cliniques.....</b>	<b>11</b>
A. Les colorations dentaires.....	11
B. Définition : les colorations dentaires noires exogènes.....	12
C. Prise en charge thérapeutique.....	13
<b>II. Épidémiologie .....</b>	<b>14</b>
A. Caractéristiques associées aux black-stains.....	14
B. Répartition mondiale .....	15
<b>III. Composition des black-stains.....</b>	<b>16</b>
A. Analyse microscopique.....	16
B. Mécanisme de formation .....	17
C. Composition biochimique.....	17
<b>Deuxième partie : Nutrition et black-stains .....</b>	<b>19</b>
<b>I. L'alimentation.....</b>	<b>19</b>
A. Rôle de l'alimentation .....	19
B. Impact de l'alimentation sur la salive.....	19
<b>II. Le fer dans l'alimentation .....</b>	<b>20</b>
A. Homéostasie du fer .....	20
B. Fer et nutrition.....	20
<b>III. Alimentation et lactoferrines.....</b>	<b>21</b>
A. Structure et fonction des lactoferrines .....	21
a) Structure des lactoferrines .....	21
b) Rôle des lactoferrines.....	22
B. Lactoferrines humaines et bovines .....	22
a) Comparaison des lactoferrines humaines et bovines .....	22
b) Les lactoferrines dans l'alimentation .....	23
C. Lactoferrines dans la cavité orale .....	23
<b>Troisième partie : Revue systématique de la littérature .....</b>	<b>24</b>
<b>I. Méthodologie de la revue systématique .....</b>	<b>24</b>
A. Stratégie de recherche .....	24
B. Sélection des articles.....	24
a) Critères d'inclusion.....	24
b) Critères d'exclusion.....	24
c) Stratégie de sélection des articles.....	24
C. Extraction des données.....	25
<b>II. Résultats .....</b>	<b>25</b>
D. Analyse qualitative des articles.....	25
a) Études sur le rôle de l'alimentation dans les colorations extrinsèques .....	26
b) Études sur le rôle de la salive dans les colorations dentaires .....	34
c) Études sur le rôle du métabolisme du fer dans les black-stains .....	37
<b>III. Discussion .....</b>	<b>39</b>
A. Analyse de la pertinence des articles sélectionnés .....	39
a) Biais de l'étude .....	39
b) Pertinence des articles retenus .....	39
c) Qualité des articles retenus.....	39

B.	Analyse critique des articles .....	41
a)	Rôle de l'alimentation dans les black-stains .....	41
b)	Rôle de la salive dans les black-stains .....	43
c)	Rôle des bactéries dans les black-stains.....	44
d)	Rôle de l'eau dans les black-stains.....	45
e)	Rôle du fer dans les black-stains .....	45
f)	Rôle des lactoferrines dans les black-stains.....	46
<b>Conclusion .....</b>		<b>48</b>
<b>Bibliographie .....</b>		<b>49</b>

## Table des illustrations

Figure 1: Black-stains sur les dents temporaires (5)	12
Figure 2: Black-stains vestibulaires sur les incisives permanentes mandibulaires (5)	12
Figure 3: Black-stains palatins sur les dents permanentes maxillaires (5)	12
Figure 4: Classification des taches noires exogènes. (A)-(C) : critères selon Shourie, (D)-(F) : critères selon Koch et al., (G)-(I) : critères selon Gasparetto et al.(6)	13
Figure 5: Application de thérapie photodynamique avec un laser InGaAlP, 660nm, 100mW, 70 J/cm <sup>2</sup> , 23 s/surface dentaire, sur des dents enduites de solution à base de bleu de Toluidine (11)	14
Figure 6 : Résumé des études épidémiologiques sur les black-stains selon ZYLA et al. (6)	15
Figure 7: Coupe en demi-épaisseur de black-stains montrant une agglomération d'espèces bactériennes et l'émail (E) X300 (10)	16
Figure 8: Coupe de black-stains: Bactéries Gram+ (cocci et bâtonnets) et la matrice interbactérienne dans laquelle on voit des dépôts minéraux X20 000 (10)	16
Figure 9: Image microscopique de black-stains apposés sur une pointe papier endodontique (17)	17
Figure 10: Schématisation du mécanisme de formation des black-stains selon REID et al. (1)	17
Figure 11: Schématisation hypothétique de la composition des black-stains selon les différentes échelles d'analyse	18
Figure 12: Besoins recommandés en fer absorbé (39)	20
Figure 13: Diagramme Prisma schématisant l'inclusion dans la revue systématique	25
Figure 14: Tableau résumant les éléments en lien potentiel avec les black-stains	40
Figure 15: Tableau résumant certaines valeurs nutritionnelles des aliments corrélés aux black-stains (39,72–74)	42
Figure 16: Schématisation hypothétique des éléments en lien avec les black-stains	47

## Tables des annexes

<b>Annexe 1 : Résultats de la revue systématique sur Pubmed.....</b>	<b>54</b>
<b>Annexe 2 : Résultats de la revue systématique sur Scopus .....</b>	<b>59</b>
<b>Annexe 3 : Tableau résumant les études sur l'alimentation dans les black-stains .....</b>	<b>60</b>

# Introduction

Les colorations dentaires noires exogènes, également appelées black-stains, sont des pigmentations noires localisées au tiers cervical des dents temporaires et définitives. Elles sont fréquemment rencontrées en odontologie pédiatrique. Ces colorations posent avant tout un problème esthétique aux enfants concernés, un inconfort quotidien, voire un handicap social. Pour lever cet inconfort, le traitement actuel est le détartrage et polissage des dents, renouvelé tous les deux mois. Cependant, pour qu'une prise en charge soit durable, il ne faut pas traiter la conséquence, mais la cause des problèmes bucco-dentaires. Pour cela, il faut appréhender pleinement l'étiologie des black-stains, qui jusque-là n'a pas été clairement définie.

Actuellement, on pense que les black-stains seraient l'aboutissement d'un métabolisme bactérien, interagissant avec du fer environnemental, produisant ainsi un sulfure de fer (1). Nous nous sommes interrogés sur la provenance du fer, à l'origine de ce dépôt ferrugineux. Le fer est un oligo-élément largement répandu dans les aliments et laisse inévitablement des traces résiduelles sur les dents. Récemment, plusieurs études ont recherché l'existence d'un lien entre l'alimentation et les black-stains. Pourrait-il être à l'origine des black-stains ? Quel serait le rôle de l'alimentation dans les black-stains ?

Après des rappels concernant les black-stains et la nutrition, cette thèse se propose de réaliser une revue systématique de la littérature afin de répondre à ces interrogations. Au travers d'une analyse systématique de la littérature, le rôle de l'alimentation dans les black-stains, ainsi que les différents éléments interconnectés en lien avec ceux-ci seront mis en évidence.

# Première partie :

## Qu'est-ce que les black-stains ?

### I. Manifestations cliniques

#### A. Les colorations dentaires

On appelle coloration dentaire toute modification de la teinte physiologique d'une dent. Les colorations dentaires peuvent être rangées en deux grandes classifications : les colorations dentaires intrinsèques et extrinsèques.

##### Les colorations intrinsèques

Les colorations intrinsèques correspondent à des changements de la composition de la structure dentaire en elle-même, ou bien à une modification de l'épaisseur des tissus durs (2). Elles sont plus ou moins profondément incluses dans l'épaisseur de l'émail et de la dentine. Elles peuvent être d'origines variées : maladies génétiques (amélogénèse et dentinogénèse imparfaites), maladies congénitales, médications antibiotiques pré-, néo-, post-natales (tétracyclines), fluorose, atteinte carieuse et nécrose pulpaire etc.

##### Les colorations extrinsèques

Les colorations extrinsèques se situent à l'extérieur de la dent et se situent soit sur la surface de la dent, soit dans la pellicule acquise. Elles atteignent donc la superficie de l'émail et sont causées par des agents externes. Ces agents externes sont d'origines variées. Ils sont pour quasiment tous d'origine environnementale.

On peut les regrouper par la couleur qu'ils entraînent (3) :

- Jaune au gris jaunâtre pour la plaque bactérienne
- Blanc à brun voire noir pour le tartre
- Brun pour les tanins alimentaires et pour les antiseptiques (Chlorhexidine)
- Brun foncé pour le tabac
- Orange à vert pour les colorations d'origine bactérienne
- Rouge-brun, couleur due à la chique de Bétel
- Grises à noires pour les colorations d'origine métalliques
- Vernis noir, coloration due au laquage ou habitude culturelle
- Et enfin, noires pour les colorations dentaires exogènes alias black-stains

Une autre classification a été établie par NATHOO, basée sur le mécanisme chimique qui lie l'agent colorant à la surface amélaire et au biofilm (4).

- Type 1 : le colorant se lie à la surface de la dent (thé, café, vin, métaux, colorants d'origine bactérienne)
- Type 2 : la coloration se modifie de manière significative avec le temps après l'attache du colorant à la dent (il s'agit de colorations de type 1 qui s'obscurcissent avec le temps)
- Type 3 : des agents riches en hydrates de carbone se lient à la dent et subissent ensuite une réaction chimique qui engendre la coloration (aliments, fluorures, chlorhexidine)

Ces multiples classifications tendent à montrer qu'on essaie d'appréhender les taches sur les dents de plusieurs façons. Tout d'abord d'un point de vue clinique : si des colorations dentaires sont observées chez un patient, on recherche l'étiologie dans un premier temps. Mais il est également



important de les étudier d'un point de vue chimique et biochimique : en appréhendant le mécanisme aboutissant à leur formation.

Il peut cependant sembler inapproprié de catégoriser les colorations dentaires selon leur mécanisme de formation, tant que ceux-ci ne sont pas totalement objectivés. Nous retiendrons donc ici la première classification : si des taches noires sur les dents de notre patient sont détectées, quelle est leur étiologie ? Comment les traiter et prévenir les récives ?

## B. Définition : les colorations dentaires noires exogènes

Les colorations dentaires noires exogènes, appelées black-stains dans la littérature anglophone, sont décrites comme des liserés ou lignes inachevées, formées par une substance exogène foncée, suivant le feston gingival des parties coronaires des dents temporaires et permanentes. Elles peuvent également se présenter sous forme de points ou taches sombres sur les faces linguales, palatines et proximales ainsi que sur les sillons occlusaux (5). Les photos ci-dessous (Figure 1, Figure 2, Figure 3) illustrent les black-stains chez les enfants en denture lactéale, mixte et définitive.



*Figure 1: Black-stains sur les dents temporaires (5)*



*Figure 2: Black-stains vestibulaires sur les incisives permanentes mandibulaires (5)*



*Figure 3: Black-stains palatins sur les dents permanentes maxillaires (5)*

De nombreux auteurs se sont penchés sur la classification de ces taches noires exogènes, mais les critères de diagnostic ne sont pas encore clairement établis (6).

SHOURIE a classé les colorations noires exogènes selon les trois catégories suivantes (7) :

- A. Absence de ligne
- B. Coalescence incomplète des taches pigmentées
- C. Présence d'une ligne continue formée par les taches pigmentées

KOCH *et al.* ont introduit un nouveau critère diagnostic. Les black stains ont été définis comme des taches noires de diamètre de moins de 0,5mm formant une ligne parallèle au feston gingival, sur les surfaces dentaires lisses d'au moins deux dents différentes (E et F), sans cavitation de l'émail (8).

D'autres critères basés sur l'extension de la surface dentaire affectée ont été ajoutés par GASPARETTO *et al.* (9):

- G. Présence de points pigmentés sous forme d'une fine ligne continue ou non, parallèle à la gencive marginale
- H. Présence de lignes continues facilement observées et limitées à la moitié du tiers cervical de la couronne dentaire
- I. Présence de taches pigmentées s'étendant au-delà de la moitié du tiers cervical de la dent

La classification de GASPARETTO *et al.* est la plus utilisée à l'heure actuelle. Ces trois classifications sont schématisées dans la Figure 4 (6).

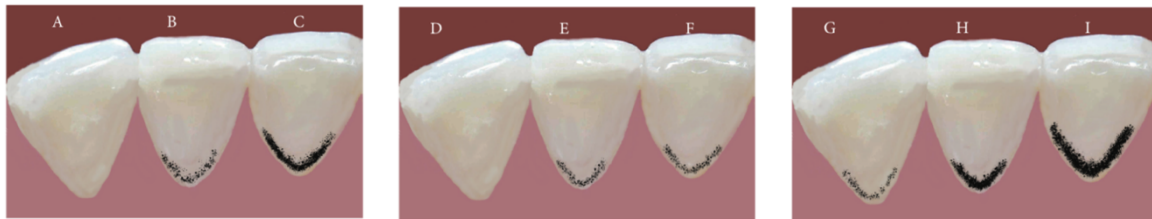


Figure 4: Classification des taches noires exogènes. (A)-(C) : critères selon Shourie, (D)-(F) : critères selon Koch et al., (G)-(I) : critères selon Gasparetto et al.(6)

L'intensité de la coloration ainsi que le nombre de dents affectées est très variable selon les individus.

## C. Prise en charge thérapeutique

Contrairement à la plaque dentaire, les taches noires exogènes n'engendrent pas de pathologie au niveau de la cavité orale. Elles posent surtout un problème esthétique (10).

D'un point de vue clinique, le traitement des taches noires exogènes relève du détartrage et polissage à l'aide d'une pâte micro-abrasive. Ces taches étant récidivantes malgré une bonne hygiène bucco-dentaire, il est conseillé d'effectuer des détartrages tous les deux mois. Pour cela, l'utilisation d'un polissoir et d'une pâte prophylactique faiblement abrasive sera recommandée et complétée d'un nettoyage ultra-sonique précautionneux. L'utilisation prolongée des ultrasons peut créer des abrasions de l'émail (5).

De nouvelles approches thérapeutiques sont actuellement à l'essai. Un premier cas de traitement des récidives par thérapeutique photodynamique a été reporté par PESSOA *et al.* (11). Les auteurs ont affirmé ne pas avoir eu de récidive pendant 7 mois. Cette thérapie, illustrée dans la Figure 5, consiste en l'utilisation d'un laser, visant à cibler les bactéries en lien avec les black-stains. Un laser diode Indium Gallium Aluminium Phosphate a été utilisé lors de 5 sessions, à une semaine d'intervalle,

sur des dents badigeonnées d'une solution photosensibilisante à base de 1% de bleu de toluidine. Cependant, le jeune patient a présenté des zones de déminéralisation et une hypersensibilité post-opératoire, qui ont été traitées par application topique de fluor. C'est donc une thérapie récente mais prometteuse, qui reste encore à développer pour traiter de façon efficace les patients.



Figure 5: Application de thérapie photodynamique avec un laser InGaAlP, 660nm, 100mW, 70 J/cm<sup>2</sup>, 23 s/surface dentaire, sur des dents enduites de solution à base de bleu de Toluidine (11)

## II. Épidémiologie

### A. Caractéristiques associées aux black-stains

De nombreuses caractéristiques ont été associées - ou non - aux black-stains au travers de multiples études. Ces études convergent souvent, mais parfois, pour certaines caractéristiques, il n'y a pas de consensus établi.

#### Sexe

De nombreux auteurs ont montré que la répartition des taches noires exogènes touche de façon équivalente les enfants selon leur genre (12).

#### Age

Concernant l'âge des jeunes patients touchés par les black-stains, CHEN *et al.* ont montré que la sévérité des taches noires exogènes augmente avec l'âge. Dans leur étude, les enfants de plus de 5 ans avaient presque trois fois plus de taches noires exogènes que ceux de moins de 4 ans (12). Alors que pour KOCH *et al.*, il n'y aurait pas de corrélation entre l'apparition des black-stains et l'âge des enfants (8).

#### Dents

Les black-stains touchent aussi bien les dents lactéales que les dents définitives. La plupart des études réalisées ont été faites chez des enfants en denture mixte (13). Concernant la localisation des black-stains, il n'y a pas de consensus entre les auteurs.

Pour certains, le site préférentiel de localisation des taches noires exogènes est sur la face linguale des incisives mandibulaires, où la salive est sécrétée de façon importante par les glandes submandibulaires (12).

Pour d'autres auteurs, comme PAREDES GALLARDO *et al.*, il n'y a pas de différence de localisation entre les dents antérieurs et postérieurs (14).

### Caries

En revanche, la plupart des auteurs ont corrélé les taches noires exogènes à un indice carieux plus faible (6,13). Pour certains auteurs, il n’y a pas de différence de prévalence de caries entre les enfants atteints de black-stains et les enfants non atteints (8). Mais il y aurait une corrélation entre la sévérité de l’atteinte carieuse et l’absence de black-stains (9). Les black-stains seraient donc plutôt associées à une plus faible activité carieuse, plutôt qu’un réel facteur protecteur (13)

### Hygiène bucco-dentaire

Pour CHEN *et al.* il y aurait une corrélation positive entre l’hygiène bucco-dentaire et les black-stains : plus l’hygiène est bonne, plus les enfants ont de risque d’avoir des black-stains (12). Alors que pour d’autres auteurs il n’y a pas de lien entre l’hygiène bucco-dentaire et les black-stains (15). PRATHAP *et al.* ont montré que les enfants sujets aux black-stains avaient une meilleure hygiène dentaire et un meilleur contrôle de plaque (16).

### Milieu social

HEINRICH WELTZIEN *et al.* ont cherché un lien entre les black-stains et le milieu social. Ils ont montré dans leur étude que les black-stains étaient retrouvées de façon équivalente entre les enfants qui avaient suivi un programme d’éducation à la santé à l’école et ceux que ne l’avaient pas suivi. Par contre, ils ont montré que la prévalence des black-stains était supérieure dans les écoles rurales que dans les écoles plus accessibles des Philippines (17). CHEN *et al.* ont conduit une étude à Shanghai et ont montré le lien de corrélation entre les black-stains et le niveau d’éducation des parents ainsi que leur milieu socio-professionnel : plus ceux-ci étaient élevés, plus les enfants avaient des black-stains (12). Il semblerait que le milieu social influe donc la prévalence de black-stains.

## B. Répartition mondiale

La prévalence des taches noires exogènes varie de 1 à 20% selon RONAY et ATTIN (13). La Figure 6 regroupe les données épidémiologiques recueillies par ZYLA *et al.* (6). Il est difficile d’établir une moyenne car la prévalence semble liée au pays, ainsi qu’à l’âge des enfants étudiés et au milieu (urbain ou rural) où les données ont été collectées.

Étude	Groupe	Age (ans)	Prévalence black-stains	Zone	Pays
Koch <i>et al.</i> (2001) (8)	1086	6 – 12	6,3 %	Urbaine	Italie
Gasparetto <i>et al.</i> (2003) (9)	263	6 – 12	14,8 %	Rurale	Brésil
Heinrich-Weltzien <i>et al.</i> (2009) (17)	1748	11,7 ± 1,1	16 %	Rurale	Philippines
Bhat (2010)	1472	9,3 ± 1,9	18 %	Urbaine	Inde
Pangadidis et Schulte (2012)	951	11,6	6 %	Rurale / Urbaine	Chypre
França-Pinto <i>et al.</i> (2012) (18)	1120	5	3,5 %	Urbaine	Brésil
Garcia-Martin <i>et al.</i> (2013) (15)	3272	6	3,1 %	Urbaine	Espagne
Boka <i>et al.</i> (2013) (19)	804	3,6 ± 1,3	2,4 %	Urbaine	Grèce
Chen <i>et al.</i> (2014) (12)	1397	4,55	9,9 %	Urbaine	Chine

Figure 6 : Résumé des études épidémiologiques sur les black-stains selon ZYLA *et al.* (6)

### III. Composition des black-stains

#### A. Analyse microscopique

Des études microscopiques ont été menées par THEILADE *et al.* sur des dents lactéales extraites ou après rhizalyse complète (10). Le dépôt noir était constitué de micro-organismes agglomérés dans une substance inter-microbienne. Ce dépôt était différent de la plaque dentaire avec majoritairement des bactéries Gram+ retrouvées. Des petits groupements de Gram- ont également été retrouvés chez certains enfants, dans de moindres proportions. Pour THEILADE *et al.*, les taches noires exogènes seraient un type de plaque dentaire spécifique. De plus, les taches noires exogènes auraient tendance à se calcifier de la même façon que la plaque dentaire. Cependant, THEILADE *et al.* n'arrivaient pas à expliquer la couleur noire des black-stains d'après l'analyse de l'ultrastructure microscopique. La Figure 7 et la Figure 8 illustrent les premières analyses microscopiques des black-stains conduites par THEILADE *et al.* (10).

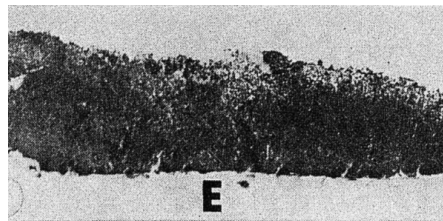


Figure 7: Coupe en demi-épaisseur de black-stains montrant une agglomération d'espèces bactériennes et l'émail (E) X300 (10)

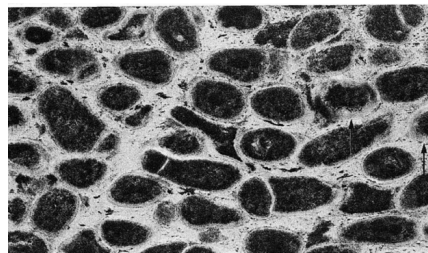


Figure 8: Coupe de black-stains: Bactéries Gram+ (cocci et bâtonnets) et la matrice interbactérienne dans laquelle on voit des dépôts minéraux X20 000 (10)

SLOTS a également montré que la flore bactérienne était très différente de celle de la plaque dentaire, avec 90% de Gram+, alors que dans la plaque dentaire il y en avait 35-42%. De plus, contrairement à la plaque dentaire, il a remarqué que les sujets porteurs de taches noires exogènes avaient une microflore relativement stable, composée essentiellement d'*Actinomyces* (20). Puis, avec l'arrivée de la PCR, des chercheurs ont commencé à décrire de façon plus précise la composition des taches noires exogènes. SABA *et al.* ont montré que les bactéries de type *Actinomyces* étaient effectivement impliquées dans les colorations noires exogènes et notamment *Actinobacillus actinomycetemcomitans* (présent chez 70% des enfants ayant des black-stains, alors que seulement présent chez 20% des enfants non atteints). Ils ont également montré que *Porphyromonas gingivalis* et *Prevotella melaninogenica* n'étaient pas corrélés aux taches noires exogènes, alors que ce sont des bactéries chromogènes qui fixent le fer (21).

La Figure 9 illustre les black-stains qui ont été prélevés pour une analyse microscopique.



Figure 9: Image microscopique de black-stains apposés sur une pointe papier endodontique (17)

Dans les black-stains, les bactéries de type *Actinomyces* sont retrouvées dans de grandes proportions de façon consensuelle, elles auraient donc un rôle à jouer dans leur mécanisme de formation (21,22,23).

## B. Mécanisme de formation

Le mécanisme de formation des black-stains n'est pas encore clairement établi. Il a été montré que les black-stains étaient corrélées avec des groupements bactériens multiples, dont la plupart sont de la famille des *Actinomyces*. Ces bactéries ont tendance à produire du sulfure d'hydrogène ( $H_2S$ ) et selon REID *et al.*, elles seraient à l'origine des black-stains (1). En effet, le sulfure d'hydrogène interagirait avec l'environnement contenant du fer d'origine salivaire ou de débris gingivaux et produirait un composé ferrique insoluble : les black-stains (1). Ce mécanisme est schématisé dans la Figure 10.

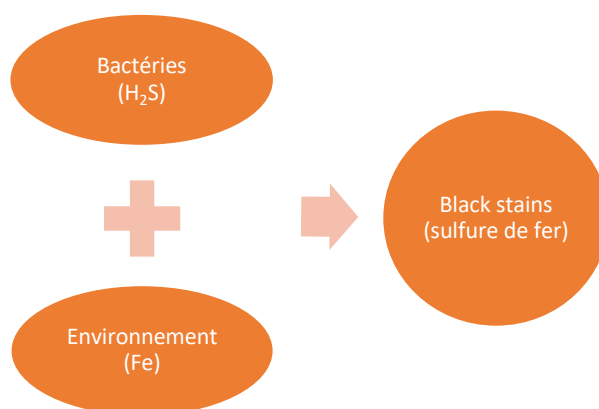


Figure 10: Schématisation du mécanisme de formation des black-stains selon REID *et al.* (1)

Cependant le sujet fait controverse et pour d'autres auteurs, les black-stains seraient dues à des bactéries chromogènes. Il s'agirait des bactéries bien connues en tant que pathogènes parodontaux telles que *P. ginigvalis*, *P. intermedia*, *P. melaninogenica* et *P.nigrescens*. Ces bactéries ont besoin de fer. Elles utilisent des hèmes extérieurs comme source de fer pour leur croissance et pour produire un pigment noir (22). Mais certaines bactéries, notamment les *Prevotella melaninogenica*, n'ont pas été retrouvées dans les black-stains, ou en de très faibles proportions (<1%). Cette hypothèse reste donc controversée (21).

## C. Composition biochimique

### Salivaire

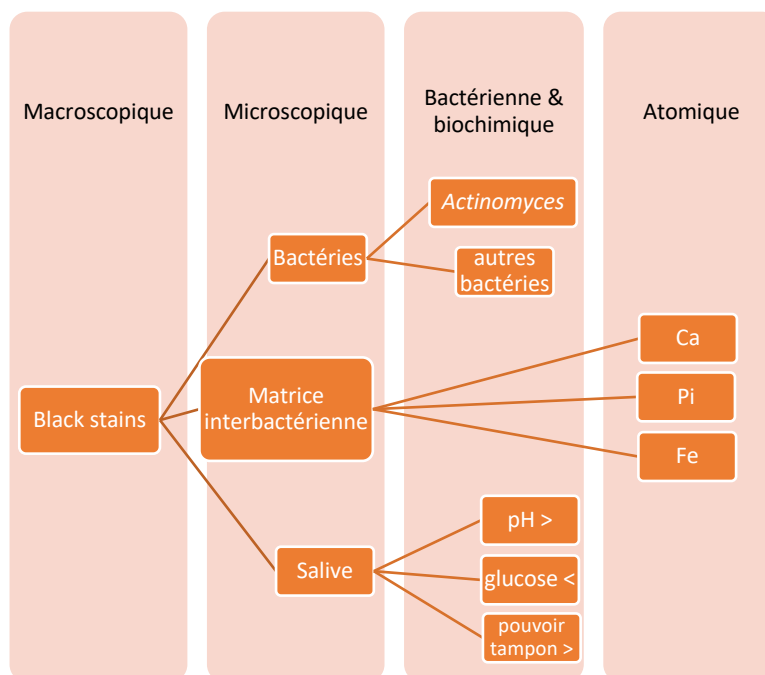
SURDACKA a montré que la composition salivaire des enfants ayant des black-stains était différente de celle des enfants non atteints. En effet, il a observé une augmentation de la concentration en calcium, en phosphate inorganique, en cuivre, en sodium et en protéines chez les enfants ayant des black-stains, ainsi qu'une diminution de la concentration en glucose (23). De plus, il a observé une augmentation du pH salivaire chez les enfants ayant des black-stains et une même quantité de salive pour les enfants atteints de black-stains et témoins (24).

Par contre, GARAN *et al.* ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative entre les enfants atteints et non atteints de black-stains, sur l'augmentation de pH. Le débit salivaire était réduit chez les enfants atteints. De plus, ils ont observé un pouvoir tampon salivaire supérieur chez les enfants atteints de black-stains, ce qu'ils ont corrélé à la faible prévalence carieuse de ces enfants. Dans leur étude, ils n'ont pas observé de différence significative de phosphate mais ont observé un taux de calcium augmenté chez les enfants porteurs de black-stains. Le calcium régule indirectement l'agrégation des microorganismes dans la salive et aide à maintenir la structure globale des micelles salivaires, qui sont une agglomération de protéines du système immunitaire de la salive, telles que les mucines de bas poids moléculaire, les immunoglobulines A salivaires, les lactoferrines, les amylases, les protéines glycosylées et les lysozymes. Le calcium peut ainsi faciliter la formation de ces micelles et d'un réservoir à reminéralisation (25).

### Tâches noires exogènes

PARNAS *et al.* n'ont pas trouvé de traces d'ions métalliques. D'autre part, le calcium et le phosphate retrouvés dans les prélèvements pourraient avoir été prélevés sur l'émail en grattant sur sa surface de l'hydroxyapatite (26).

Avec les avancées technologiques, des méthodes plus précises peuvent être utilisées pour essayer d'appréhender la composition biochimique des black-stains. ZHANG *et al.* ont été les premiers chercheurs à utiliser l'ICP-MS (spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif). Ils ont confirmé la présence de fer dans les black-stains, à une concentration supérieure que dans la plaque dentaire chez les enfants non atteints. Par contre, concernant le taux de cuivre, ils ont montré qu'il n'y avait pas de différence entre les enfants avec et sans black-stains.



*Figure 11: Schématisation hypothétique de la composition des black-stains selon les différentes échelles d'analyse*



# Deuxième partie :

## Nutrition et black-stains

### I. L'alimentation

#### A. Rôle de l'alimentation

L'alimentation d'un enfant impacte directement sa croissance, son développement et sa santé à l'âge adulte. La qualité et la quantité des nutriments sont primordiales pour assurer une croissance optimale. Une alimentation adéquate permet de réduire le risque de nombreuses pathologies fréquentes chez les enfants comme l'anémie déficitaire en fer, les déficits en vitamine D, l'obésité, les caries dentaires, ou encore des problèmes de croissance (27).

Depuis longtemps, l'on sait que la consommation excessive de glucides affecte à son détriment la cavité orale, en étant majoritairement à l'origine de caries dentaires. Cependant, d'autres constituants de l'alimentation peuvent affecter la cavité orale, en ayant un effet bénéfique ou néfaste sur celle-ci.

En effet, une alimentation inappropriée peut affecter la santé bucco-dentaire et être à la source de caries dentaires, de pathologies parodontales, d'érosion dentaire, de pathologies de la muqueuse orale, de cancers oraux et de pathologies infectieuses (28).

A l'inverse, certains aliments jouent un rôle protecteur face aux caries dentaires et aux pathologies parodontales. Par exemple, des minéraux peuvent prévenir ces pathologies orales comme le fluor et le calcium. Des produits d'origine animale comme les produits laitiers, ou des produits d'origine végétale comme les aliments contenant des polyphénols, des phosphates, des fibres, ou encore le cacao et le thé peuvent prévenir de nombreuses pathologies de la cavité orale. On parle alors d'aliments fonctionnels. En effet, les aliments fonctionnels sont des aliments ayant un effet bénéfique sur une ou plusieurs fonctions cibles du corps humain autre que la nutrition (29).

#### B. Impact de l'alimentation sur la salive

L'alimentation joue un double rôle sur la salive. D'une part, elle joue un effet de réflexe local lors de la prise alimentaire, qui suite à la mastication, augmente le flux salivaire, ce qui affecte la composition salivaire et augmente ainsi le pouvoir tampon. D'autre part, elle joue un effet systémique sur la composition et le flux salivaire (30).

L'alimentation et plus particulièrement la composition nutritionnelle, semblent également influencer l'activité enzymatique salivaire chez les chenilles et les éléphants (31,32).

Chez l'homme, MORZEL *et al.* ont récemment montré que la composition salivaire globale pourrait être liée à la qualité de l'alimentation. Dans cette étude, deux groupes d'enfants ont été étudiés : des enfants ayant de troubles de l'alimentation et des enfants sains. Selon les aliments consommés, la composition salivaire différait entre les deux groupes (33).

BRANDAO *et al.* ont montré que les protéines salivaires présentaient un pic à 14h et que la consommation d'aliments jouait un rôle important dans cette augmentation. Ainsi, outre l'influence de la prise alimentaire, la composition en protéines salivaires serait également influencée par le rythme circadien (34).



## II. Le fer dans l'alimentation

Dans la formation des black-stains, le fer semble jouer un rôle majeur. Il est donc important d'étudier son métabolisme pour mieux comprendre la formation des black-stains.

### A. Homéostasie du fer

Le fer est un co-facteur jouant un rôle critique dans de nombreux processus biologiques, tels que le transport d'oxygène, le transport d'électrons, ou la synthèse d'ADN. Dans le corps humain, le fer est présent sous deux formes principales: à 65% sous forme héminique, il se trouve alors dans l'hémoglobine, la myoglobine et les enzymes respiratoires et à 35% sous forme non héminique : c'est alors le fer des réserves, qui sera totalement capturé par la ferritine, la protéine majeure de stockage intracellulaire. Une faible fraction du fer est présente dans plasma, associée à une protéine plasmatique le transportant vers les cellules : la transferrine (35). Le fer est absorbé au niveau des cellules épithéliales du duodénum. Le fer est très peu éliminé par les voies urinaires, c'est pourquoi l'organisme en limite les apports en maintenant son absorption intestinale très basse et en favorisant son stockage dans le foie et les macrophages de la rate par un mécanisme hautement contrôlé (35). L'hépcidine est l'hormone permettant un dialogue entre les différents organes consommateurs de fer, afin de maintenir l'homéostasie du fer. Elle est synthétisée par le foie, sécrétée dans le plasma et rapidement éliminée dans les urines (36).

Lors de la petite enfance, l'homéostasie du fer est absente ou limitée par manque de régulation des transporteurs du fer : DMT1 et ferroportine. Cette haute absorption du fer non régulée chez les jeunes enfants peut être bénéfique pour le développement de l'enfant, mais peut également conduire à des surcharges en fer (37).

### B. Fer et nutrition

Les besoins en fer varient selon l'âge et le sexe : ils sont particulièrement importants lors de l'enfance pour permettre la croissance. Les besoins recommandés en fer absorbé sont référencés selon l'âge et le sexe dans la Figure 12.

Besoins recommandés en fer absorbé.							
	0 – 6 mois	7 – 11 mois	1 – 3 ans	4 – 6 ans	7 – 11 ans	12 – 17 ans	
						Garçons	Filles
Besoins recommandés en fer absorbé (mg/j)	0,20	1,1	0,7	0,7	1,1	1,8	2,4

*Figure 12: Besoins recommandés en fer absorbé (38)*

Le fer, oligo-élément trouvé dans de nombreux nutriments existe en fait sous deux formes : le fer héminique et le fer non héminique.

#### Fer héminique

Le fer héminique est constitué d'un atome de fer complexé à une porphyrine. L'hème se retrouve dans un grand nombre d'enzymes, les cytochromes, l'hémoglobine et la myoglobine (39). Le fer héminique provient de l'hémoglobine et de la myoglobine animale : il se trouve donc dans les viandes, les poissons, les volailles et les abats. Il présente une absorption intestinale de 20 à 30%, peu influencée par les autres aliments, le pH ou les sécrétions digestives. Cependant le calcium, contenu notamment dans les produits laitiers, peut diminuer son absorption (38).

Le fer héminique représente environ 10 à 15% des apports en fer globaux dans les populations carnivores, mais du fait de son absorption assez homogène, il pourrait contribuer à plus de 40% du fer global absorbé (40).

#### Fer non héminique

Le fer non héminique est présent dans de nombreux aliments, comme les légumes secs (graines de sésame, soja, quinoa, haricots blancs, lentilles, *etc.*), le lait, les œufs. Il présente une absorption intestinale bien moindre : de 2 à 5% seulement. De plus, celle-ci est influencée par les constituants du bol alimentaire (38) :

- Les phytates inhibent l'absorption du fer non héminique : ceux-ci proviennent de céréales ou de légumineuses comme le blé, le seigle, le riz, l'avoine, l'orge, le quinoa, le millet, le soja, les pois chiches, les lentilles, les haricots, *etc.*
- Les polyphénols inhibent également l'absorption du fer non héminique. Ils font partie des antioxydants contenus dans de nombreux fruits et légumes, mais également dans le thé, café et dans le vin.
- Le calcium, contenu notamment dans les produits laitiers inhibe aussi bien l'absorption du fer héminique que du fer non héminique.
- Alors que les tissus animaux ont un effet amplificateur sur l'absorption du fer non héminique, d'autres protéines animales comme les protéines du lait, des œufs et l'albumine ont un effet inhibiteur sur l'absorption du fer. Les protéines des graines de soja ont également montré une diminution de l'absorption du fer.
- L'acide ascorbique quant à lui présente l'effet inverse et amplifie l'absorption du fer. Il dépasse l'effet négatif de tous les inhibiteurs de l'absorption du fer non héminique précédemment cités. L'acide ascorbique est présent sous forme de vitamine C dans les fruits et légumes frais (40).

L'ensemble de ces interactions différenciant l'ingestion d'une somme de nutriments et celle d'un aliment est appelé l'effet matrice. C'est un concept majeur émergeant en nutrition (41).

Cela montre donc la complexité de l'absorption des aliments « riches en fer », car elle dépend certes de la teneur en fer des aliments consommés, mais également du type de fer consommé, de l'ensemble du bol alimentaire et des interactions entre tous ces éléments.

### III. Alimentation et lactoferrines

Dans le métabolisme du fer, la lactoferrine semble jouer un rôle important. Plusieurs études ont suggéré une potentielle association avec les black-stains.

#### A. Structure et fonction des lactoferrines

##### a) Structure des lactoferrines

La lactoferrine est une glycoprotéine de 80kDa, appartenant à la famille des transferrines. Elle est composée de deux lobes, reliés par une hélice  $\alpha$  (42).

La lactoferrine et la transferrine fixent de façon irréversible deux ions ferriques : ces deux protéines possèdent une structure primaire mais également une conformation spatiale très proche avec des sites de liaison du fer identiques. Cependant, la lactoferrine fixe le fer de façon plus stable : il faut un pH < 2 pour que la lactoferrine humaine relargue le fer, alors que pour la transferrine, un pH < 6 suffit à les dissocier. La lactoferrine a une affinité 260 fois plus forte que la transferrine pour le fer. Ainsi, la lactoferrine a un rôle de chélateur du fer (43,44).

La lactoferrine peut se trouver sous plusieurs formes : l'holo-lactoferrine saturée de fer dans les 2 sites, l'apo-lactoferrine dépourvue de fer et une forme intermédiaire contenant du fer dans un seul des deux sites. Majoritairement, la lactoferrine est retrouvée dans une de ces deux conformations : une ouverte, sans fer et une fermée, saturée en fer. (45)  
Lorsque le fer est retenu dans l'holo-lactoferrine, cette structure est très stable et il est difficile de défaire cette liaison sans déstabiliser la protéine (42).

#### b) Rôle des lactoferrines

Outre le rôle de chélateur de fer, la lactoferrine est à la fois bactériostatique et bactéricide. Bactériostatique, lorsqu'elle est sécrétée dans les fluides biologiques sous forme non saturée (apo-lactoferrine), elle inhibe la croissance des bactéries par compétition avec les sidérophores bactériens pour la séquestration du fer libre. Elle est bactéricide en se fixant aux molécules de la paroi bactérienne, en déstabilisant la membrane des bactéries, en augmentant leur perméabilité et en inhibant l'attachement des bactéries aux cellules de l'hôte. Ainsi, l'apo-lactoferrine, en interagissant avec ces molécules de surface, peut prévenir la formation de biofilms.

La lactoferrine a également des propriétés antifongique, antiparasitaire, anti-prion, anti-inflammatoire et anti-oxydante (43).

## B. Lactoferrines humaines et bovines

#### a) Comparaison des lactoferrines humaines et bovines

La lactoferrine est retrouvée dans le lait. Actuellement elle n'a été retrouvée que chez les mammifères. Cela suggère qu'elle a un rôle dans la nutrition du nourrisson et sa protection (42).

Chez l'homme la lactoferrine est constituée par 691 acides aminés. Chez les bovins, elle a une structure assez proche, mais légèrement différente de la lactoferrine humaine : celle-ci est constituée de 696 acides aminés. Il y a environ 69% de similarités entre les deux chaînes polypeptidiques (46).

Selon les espèces, les sites de glycosylations de cette protéine diffèrent. En effet, la lactoferrine bovine présente 5 sites de glycosylation, alors que la lactoferrine humaine en présente 3 au niveau N-terminal (42). Cependant, selon BAKER *et al.*, la glycosylation n'aurait pas d'effet significatif sur les propriétés comme la capacité à lier le fer ou d'autres molécules, ni sur la stabilité thermique (47).

Comme chez l'homme, la lactoferrine bovine est synthétisée en grande quantité dans les glandes mammaires des bovins. Mais elle est également retrouvée à de plus faibles concentrations dans les fluides exocrines autres que le lait, comme la salive, la bile, les liquides pancréatiques et gastriques ainsi que les larmes (48).

Elle est cependant retrouvée dans de plus grandes quantités dans le lait humain (>1-2 mg/mL) que dans le lait de vache (>20-200 µg/mL) (44).

La lactoferrine bovine relargue le fer pour un pH proche de 3, soit pour un pH supérieur à celui de la lactoferrine humaine. Elle relargue donc plus facilement le fer que la lactoferrine humaine. La lactoferrine bovine est utilisée comme nutraceutique dans les laits pour nourrisson et dans les compléments alimentaires (49).

Les lactoferrines humaines et bovines sont ainsi bien caractérisées comme des protéines biologiquement actives. Malgré des différences structurales et des propriétés biochimiques, leur bio-activité serait plutôt comparable.

## b) Les lactoferrines dans l'alimentation

Dans l'alimentation, on retrouve les lactoferrines dans le lait (lors de l'allaitement, ou dans le lait d'origine bovine), ainsi que dans les fromages, yaourts et autres produits laitiers.

### Lait :

L'absorption du fer contenu dans le lait maternel est importante et le taux de fer des nourrissons allaités est habituellement satisfaisant jusqu'à leur 6 mois. La majorité du fer contenu dans le lait maternel est lié à la lactoferrine. Il a ainsi été suggéré que la lactoferrine faciliterait l'absorption du fer chez les nourrissons allaités (50).

Dans l'étude de KING *et al.* (46), le taux de fer (l'hématocrite) des nourrissons nourris avec une préparation lactée à base de lactoferrine bovine était plus important que celui de nourrissons nourris avec une préparation lactée avec le même taux de fer, sous forme de sulfate ferreux et sans lactoferrine. Cet essai clinique montre ainsi que la lactoferrine bovine pourrait augmenter le taux de fer et suggère qu'une supplémentation en lactoferrine serait bénéfique pour la santé et la nutrition du nourrisson.

De même, des études conduites chez des femmes enceintes avec un déficit en fer ou une anémie déficitaire en fer ont montré que la consommation de lactoferrine augmentait le taux de fer sérique et de l'hémoglobine, plus que la consommation de sulfate de fer (50,51).

Ainsi, la lactoferrine semble jouer un rôle dans l'absorption et le maintien de l'homéostasie du fer.

### Fromages :

La lactoferrine est également retrouvée dans les fromages.

Selon DUPONT *et al.* (52), la lactoferrine resterait intacte dans les fromages à pâte crue. Cependant, la pasteurisation pourrait partiellement dénaturer la lactoferrine. En effet, la stabilité thermique de la lactoferrine dépend de l'environnement : du pH, des sels, des protéines et de la forme sous laquelle la lactoferrine se trouve. En effet, l'apo-lactoferrine serait plus sensible que l'holo-lactoferrine aux traitements thermiques.

Dans l'étude de DUPONT *et al.*, le taux de lactoferrine était de 672 µg/g de fromage à pâte molle et 1218 µg/g pour un fromage à pâte mi-dure.

Ainsi, le taux de lactoferrine contenu dans le fromage dépend de son processus de fabrication.

## C. Lactoferrines dans la cavité orale

La lactoferrine est sécrétée en grandes quantités dans le lait comme nous l'avons vu précédemment, mais elle est également retrouvée dans la salive à de plus faibles concentrations. Dans la salive, le taux moyen de lactoferrine est de plus de 7 à 10 µg/mL (44).

Des analyses par électrophorèse de la salive réalisées par SOARES *et al.* (53) ont permis de montrer que les lactoferrines étaient retrouvées dans des micelles salivaires, qui sont des structures macromoléculaires composées de molécules de différents poids moléculaires. On retrouve des protéines de haut poids moléculaire comme les mucines MG2, les immunoglobulines A sécrétoires ; de poids moléculaire intermédiaire comme les lactoferrines, les amylases et les PRP (protéines riches en proline) ; et de bas poids moléculaire comme les lysozymes.

Ces micelles joueraient un rôle important dans le maintien de l'homéostasie de l'environnement oral. Elles favoriseraient l'agglomération bactérienne, seraient impliquées dans la formation de la pellicule acquise.

# Troisième partie :

## Revue systématique de la littérature

### I. Méthodologie de la revue systématique

Une analyse systématique de la littérature a été réalisée sur les thématiques de l'alimentation et des black-stains. L'objectif était de montrer l'existence d'un lien éventuel entre la consommation de certains aliments et la présence de black-stains chez les enfants.

#### A. Stratégie de recherche

Deux bases de données scientifiques internationales ont été utilisées :

- National Library of Medicine (MEDLINE / Pubmed)
- Scopus

La principale difficulté a été de sélectionner les mots clés adéquats à la recherche systématique. Nous avons utilisé la formule de recherche suivante:

**(black OR extrinsic) (stain OR stains) AND (dental OR tooth OR teeth) AND ((risk factors OR etiology) OR (iron))**

Une première recherche informatisée a été effectuée sur les bases de données Pubmed et Scopus. Puis une deuxième recherche manuelle a été effectuée au travers des données bibliographiques des articles précédemment présélectionnés. La recherche a été conduite à partir du 4 Décembre 2018 jusqu'à Janvier 2019. Nous n'avons pas fixé de date limite de publication des articles.

#### B. Sélection des articles

##### a) Critères d'inclusion

Les critères d'éligibilité suivants ont été utilisés :

- Études épidémiologiques rétrospectives ou prospectives ou études *in vitro*
- Études concernant les enfants
- Études testant différents types d'aliments
- Études concernant des colorations extrinsèques de type black-stains ou alimentaires

##### b) Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion suivants ont été utilisés:

- Revues de la littérature
- Études sur les colorations extrinsèques liées à la chlorhexidine

##### c) Stratégie de sélection des articles

Les articles scientifiques ont été sélectionnés dans un premier temps par la lecture des titres et des mots-clés. En cas de doute sur la thématique de l'article, après lecture du titre et des mots-clés, les résumés étaient systématiquement lus. La lecture complète permettait d'inclure ou non, l'article de façon définitive dans l'analyse systématique de la littérature.

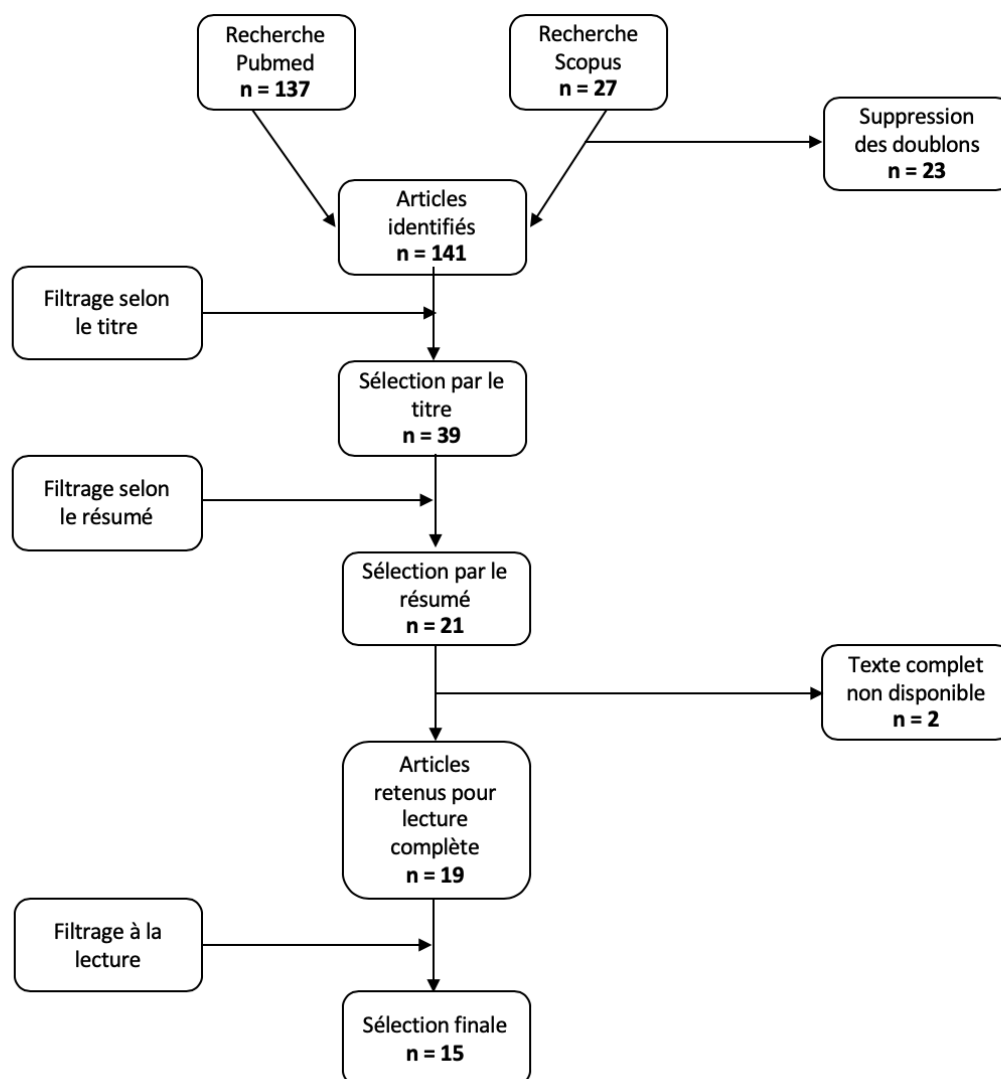
## C. Extraction des données

Les données ont été extraites selon quatre thématiques :

- Méthode utilisée pour recueillir les données sur l'alimentation
- Aliments et habitudes alimentaires concernés
- Teneur en fer des aliments concernés
- Caractéristiques salivaires

## II. Résultats

Les résultats de la recherche sont résumés dans la Figure 13.



*Figure 13: Diagramme Prisma schématisant l'inclusion dans la revue systématique*

## D. Analyse qualitative des articles

4 articles ont été exclus à la lecture, car ils ne contenaient pas de données concernant l'alimentation.

Parmi les 15 articles sélectionnés, on distingue différents types de parutions: 8 sont des études épidémiologiques de type « cas / témoin », 6 sont des études expérimentales *in vitro* et 1 article de cas clinique. Nous les avons regroupés selon les thématiques abordées : le rôle de l'alimentation dans les colorations extrinsèques, le rôle de salive dans les colorations dentaires et le rôle de métabolisme du fer dans les black-stains.

a) Études sur le rôle de l'alimentation dans les colorations extrinsèques

*Ortiz-Lopez C, Veses V, Garcia-Bautista J, Jovani-Sancho M. Risk factors for the presence of dental black plaque. Nature. 2018 (54)*

- **Objectifs :**

L'objectif de cette étude était d'identifier des facteurs de risque à la présence de black-stains.

- **Matériel et méthodes :**

L'étude a été réalisée dans 10 cliniques dentaire à Valence et Castellon en Espagne, entre 2014 et 2016. 47 patients porteurs de black-stains sur au moins deux dents selon les critères de Koch ont été sélectionnés, ainsi que 47 patients témoins. L'âge et le sexe des patients étaient répartis de façon homogène entre ces deux groupes. Le seul critère d'exclusion était la prise d'antibiotiques dans les 15 jours précédant le rendez-vous. Des questionnaires ont été remis aux patients. Ils comportaient des questions concernant les habitudes d'hygiène bucco-dentaire, les habitudes alimentaires comme les snacks entre les repas, la supplémentation en fer, le type d'eau consommé. L'examen oral a été réalisé par un seul dentiste pour tous les patients. Des échantillons de plaque, de salive et d'eau potable ont été prélevés et analysés afin d'en étudier des paramètres chimiques.

- **Résultats :**

L'âge moyen des patients était de  $39 \pm 18$  ans. Aucune association n'a été trouvée concernant l'âge et le sexe des patients et la présence ou non de black-stains. Concernant les habitudes alimentaires, le groupe porteurs de black-stains avait un nombre significativement moindre de participants grignotant entre les repas comparé au groupe contrôle (31,9% contre 53,4%,  $P=0,037$ ). La majorité des participants du groupe contrôle consommait de l'eau minérale (93,6%), alors que dans le groupe des porteurs de black-stains, 57,4% des participants consommaient de l'eau minérale, 27,7% de l'eau du robinet et 14,9% de l'eau purifiée par osmose inverse ( $P<0,001$ ). Concernant la consommation de suppléments en fer, il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes. En ce qui concerne le CAOD, l'index parodontal et l'index de saignement gingival, aucune différence significative n'a été observée entre les deux groupes. Le pH salivaire moyen du groupe contrôle était de  $7,2 \pm 0,7$  et de  $8,0 \pm 0,5$  dans le groupe atteint de black-stains : la différence de pH était significative ( $P<0,001$ ). Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes concernant le taux de fer salivaire et le taux de fer dans la plaque dentaire. Cependant, le pH de l'eau consommée était significativement supérieur ( $7,4 \pm 1,4$ ) dans le groupe porteur de black-stains que dans le groupe témoin ( $6,9 \pm 1,0$ ) ( $P<0,003$ ). De plus, le taux de fer dans l'eau consommée était également significativement supérieur dans le groupe porteur de black-stains ( $70,8 \pm 77,6$  µg/dl) que dans le groupe témoin ( $20,7 \pm 51,7$  µg/dl) ( $P<0,028$ ).

- **Conclusion :**

Trois facteurs ont indépendamment influencé la présence de black-stains : la consommation d'eau avec une haute teneur en fer, avec un haut pH et un haut pH salivaire. Les deux principaux facteurs associés aux black-stains étaient un faible taux salivaire en fer et la consommation d'eau du robinet, osmosée ou non. Le grignotage semblait être un facteur protecteur de black-stains.

- **Objectifs :**

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence des habitudes alimentaires, de la prise de médicaments, de la présence de bactéries et du pH salivaire sur la formation des colorations noires dentaires et de déterminer la composition en métal de ces pigmentations.

- **Matériel et méthodes :**

L'étude a été conduite sur 500 patients âgés de 15 à 25 ans à Zagreb. 60 patients ont été sélectionnés et divisés en deux groupes de 30 patients chacun : un groupe témoin et un groupe porteur de black-stains. Le CRT a été utilisé pour déterminer le pouvoir tampon de la salive et un test CRT bactérien a été utilisé pour déterminer la présence de *S. mutans* et *Lactobacillus spp.* dans la salive. Les taux de magnésium, fer, calcium, cuivre et zinc salivaire ont été mesurés. Les données concernant les habitudes alimentaires ont été recueillies au travers d'un questionnaire.

- **Résultats :**

Une différence significative entre les deux groupes a été trouvée concernant la consommation de betterave ( $P=0,033$ ) et le chou vert ( $P=0,011$ ). Les patients avec des black-stains consommaient statistiquement plus de betteraves que les patients témoins et inversement, les patients témoins consommaient statistiquement plus de chou vert que les patients avec des black-stains. De plus, les patients porteurs de black-stains consommaient significativement moins de vin rouge que les patients témoins ( $P=0,001$ ). Aucune différence significative n'a été trouvée concernant les autres aliments et boissons étudiés (bette, épinard, brocoli, coca-cola, eau minérale, jus de fruits rouges, thé, café). Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes concernant la prise de médicaments de type fer, antiacides, vitamines. Les patients porteur de black-stains avaient un pH salivaire plus bas ( $P=0,005$ ) et avaient un plus faible taux de *S. mutans* ( $P=0,001$ ) que les patients témoins. De plus, les échantillons de black-stains prélevés présentaient des traces de calcium, magnésium, fer, cuivre et zinc.

- **Conclusion :**

**Les patients porteurs de black-stains consommaient significativement plus de betteraves, alors que les patients témoins consommaient plus de chou vert et de vin rouge. Les patients porteurs de black-stains avaient significativement moins de *S. mutans* et un pH salivaire plus bas que les patients témoins.**



Chen X, Zhan JY, Lu HX, Ye W, Zhang W, Yang WJ, Feng XP. Factors associated with black tooth stain in Chinese preschool children. *Clin Oral Investig.* 2014 (9)

- **Objectifs :**

L'objectif de cette étude était d'explorer la prévalence des black-stains et les facteurs associés à celle-ci, dans la dentition lactéale d'enfants de 4 à 5 ans, habitant à Shanghai.

- **Matériel et méthodes :**

Une enquête transversale a été réalisée en recrutant aléatoirement 12 écoles maternelles, dans 6 districts : 3 suburbains et 3 urbains. Dans chaque district, deux écoles maternelles ont été sélectionnées en utilisant une méthode d'échantillonnage systématique. Le ratio d'écoles publiques et privées a été pris en compte lors de l'échantillonnage. 2023 enfants ont été sélectionnés pour participer à l'étude.

Les parents ont reçu un questionnaire à compléter sans aide de la part des examinateurs. Les questions concernaient notamment les habitudes alimentaires de l'enfant, comme la fréquence des gouters, café, thé, fruits de mers, sauce soja, curry et l'utilisation du biberon nocturne lorsque les enfants étaient encore en bas âge, l'hygiène bucco-dentaire de l'enfant *etc.*

Deux dentistes, entraînés auparavant, ont procédé à la collection des données : l'un s'est occupé de relever les données carieuses, l'autre a relevé les données concernant les black-stains (selon la définition de Koch).

- **Résultats :**

Le taux de réponse au questionnaire a été de 92,6%. 88,9% des 2023 enfants ont reçu un examen oral. Après l'examen oral, les enfants pour qui la dentition lactéale n'était pas complète, les 2<sup>ème</sup> molaires de lait n'avaient pas fait leur éruption et les dents antérieures lactéales avaient déjà été remplacées par les dents permanentes, ont été exclus de l'étude. Finalement, 1397 enfants ont été inclus dans l'analyse.

9,9% des enfants présentaient des black-stains.

La prévalence des caries chez les enfants porteurs de black-stains était significativement inférieure à celle chez les enfants sans black-stains. Il n'y avait pas de différence significative entre la prévalence des black-stains chez les filles ou chez les garçons. Les enfants qui préféraient les aliments avec de la sauce soja avaient 1,33 fois plus de black-stains que ceux qui les préféraient sans ( $P=0,033$ ). Le nombre de dents touchées par les black-stains était supérieur chez les enfants n'ayant jamais ou rarement utilisé un biberon nocturne lorsqu'ils étaient plus jeunes, que chez les enfants l'ayant constamment utilisé. De plus, les enfants atteints de black-stains avaient une meilleure hygiène bucco-dentaire. Les black-stains étaient majoritairement localisés sur les faces palatines des dents antérieures mandibulaires. Aucun lien entre la consommation de suppléments en fer et la présence de black-stains n'a été noté.

- **Conclusion :**

**Les enfants porteurs de black-stains avaient significativement moins de caries, consommaient plus de sauce soja, utilisaient moins le biberon nocturne et avaient une meilleure hygiène orale.**

- **Objectifs :**

L'objectif de cette étude était d'étudier le lien entre la prévalence des black-stains chez des enfants natifs d'Espagne et immigrés et des facteurs associés chez des enfants âgés de 6 ans.

- **Matériel et méthodes :**

Cette étude a inclus 3272 enfants âgés de 6 ans : 3058 natifs d'Espagne (G1) et 214 enfants immigrés (G2). Ils ont reçu un examen bucco-dentaire réalisé par un seul dentiste entre 1998 et 2011. Un questionnaire a été remis aux parents, contenant des questions sur : sexe, pays d'origine, nombre de visites chez le dentiste, durée de grossesse, mode d'accouchement, poids à la naissance, type d'alimentation à la naissance (allaitement, lait pour nourrisson, les deux), consommation de fer lors de la grossesse et pendant l'enfance, hygiène bucco-dentaire et sur les habitudes alimentaires : consommation de poisson, viande, légumes, fruits frais, produits laitiers, pain, pâtes, riz, œufs, type de boissons (avec ou sans sucre).

- **Résultats :**

La prévalence des black-stains était de 3,1% dans l'échantillon total, avec 3,1% pour le G1 et 1,9% pour le G2, sans différence significative entre les deux groupes.

Aucune différence significative entre le mode d'accouchement, le type d'alimentation à la naissance et la présence black-stains n'a été observée. 10% des enfants avec des black-stains étaient des enfants nés prématurément, ce qui fait qu'il y a une différence significative entre la prématurité à la naissance et les black-stains ( $P = 0,05$ ).

11% des enfants avec black-stains avaient consommé des suppléments en fer, alors que seulement 2,7% des enfants sans black-stains en avaient consommé : il y avait donc une association significative entre la présence de black-stains et la consommation de suppléments en fer ( $P=0,000$ ). De plus, il y avait également une association significative entre la consommation de suppléments en fer par la mère lors de la grossesse et la présence de black-stains ( $P=0,006$ ).

Enfin, il y avait une association significative entre la présence de black-stains et la consommation de certains types d'aliments. La consommation d'aliments riches en fer ainsi que de boissons riches en vitamines C ont été associés aux black-stains.

- **Conclusion :**

**La consommation régulière d'aliments riches en fer, de boissons riches en vitamines C et l'utilisation de suppléments en fer lors de la grossesse et lors de la petite enfance ont été significativement corrélés aux black-stains.**

- **Objectifs :**

L'objectif de cette étude était de déterminer s'il y avait un lien entre la qualité de l'eau consommée et les colorations dentaires extrinsèques dans le village de Caapiranga au Brésil.

- **Matériel et méthodes :**

Cette étude transversale a été conduite dans le village de Caapiranga au Brésil, qui est un village isolé au cœur de l'Amazonie. L'eau, provenant du réseau public de distribution, devait parcourir 438 km pour arriver au village. La plupart des habitants utilisaient l'eau de puits, ou l'eau de la rivière pour leur consommation ; ces eaux n'étaient pas traitées chimiquement.

Le village ayant une population de 3561 habitants, l'échantillonnage a été réalisé en découpant le village en 13 micro-régions. Considérant qu'en moyenne 4 personnes habitent dans une maison, 100 maisons ont été sélectionnées aléatoirement. Ainsi, 346 personnes ont été examinées. Un questionnaire leur a été remis, portant sur l'alimentation, adaptée à la réalité locale, ainsi que sur leur perception de leur santé orale.

Les examens oraux ont été conduits par une seule personne, entraînée précédemment, assistée par un assistant dentaire. Des échantillons d'eau ont été collectés dans chaque foyer et analysés par spectrométrie d'absorption atomique, afin de déterminer la concentration en fer. La concentration en fer était dite au-dessus de la normale pour des concentrations supérieures à 0,30mg/L.

- **Résultats :**

La variation d'âge était grande : de 1 à 87 ans, avec un âge moyen de 23,88 ans. La prévalence des black-stains était de 5,78% et retrouvées uniquement sur des jeunes de 4 à 13 ans. 100% des enfants atteints de black-stains consommaient de l'eau de puits. Sur 78 échantillons d'eau de puits, le taux moyen de fer était de 0,251mg/L (déviations standard = 0,40996). 8 échantillons d'eau du robinet ont été recueillis, avec un taux moyen de fer de 0,839mg/L (déviations standard = 0,91180). 1 seul échantillon d'eau de la rivière a été recueilli, contenant 0,19mg/L de fer. Concernant toutes les sources d'eau confondues, le taux de fer dans le village allait de 0,01 à 2,45mg/L. 4,40% des personnes consommant de l'eau avec des taux en fer supérieurs à 0,3mg/L présentaient des black-stains, alors que 6,27% des personnes consommant de l'eau à un taux de fer dit « normal » (<0,3mg/L) en présentaient. Ainsi, il n'y avait pas de différence significative entre la présence de black-stains et le taux de fer dans l'eau consommée.

Parmi toutes les sources possibles de black-stains, la consommation de jus, café, thé et baies d'açaï a été analysée. 13,51% des enfants consommant des baies d'açaï présentaient des black-stains, alors que seulement 3,68% des enfants n'en consommant pas présentaient des black-stains ; il y avait ainsi une différence significative ( $P < 0,05$ ). Les baies d'açaï contiennent 4,5mg de fer / 100g de pulpe.

- **Conclusion :**

**La consommation de baie d'açaï était significativement liée à la présence de black-stains. Il n'y avait pas d'association entre le taux de fer dans l'eau et la présence de black-stains.**

*França-Pinto CC, Cenci MS, Correa MB, Romano AR, Peres MA, Peres KG, Matijasevich A, Santos IS, Barros AJD, Demarco FF. Association between black-stains and dental caries in primary teeth : findings from a Brazilian population-based birth cohort. Caries Res. 2012 (18)*

- **Objectifs :**

L'objectif principal de cette étude était d'examiner le lien entre les caries dentaires et les black-stains. Elle a également étudié plusieurs facteurs et leur association, ou non, aux black-stains, comme la provenance de l'eau consommée ou encore la consommation de sucreries ou boissons sucrées.

- **Matériel et méthodes :**

Une étude de cohorte a été réalisée à Pelotas au Brésil. Les 1129 enfants, tous nés en 2004, ont été examinés à leur domicile à l'âge de 5 ans et un questionnaire a été soumis à leurs parents. Une analyse multivariée à régression logistique a été conduite pour associer les black-stains et les caries dentaires. Un questionnaire a été remis aux parents des enfants, comprenant des données démographiques, sociales et des aspects comportementaux. Le questionnaire a d'abord été réalisé en interrogeant les parents et plus particulièrement les mères avec des phrases simples comme « Combien de fois par jour votre enfant mange entre les repas ? Par exemple : bonbons, gâteaux, sucettes, chewing-gum, chocolat ? ». Puis l'examen bucco-dentaire a été conduit auprès de l'enfant. 8 dentistes ont été entraînés dans un premier temps auprès de 100 enfants, afin d'obtenir une bonne reproductibilité de la méthode. Ces résultats n'ont pas été inclus dans l'étude.

- **Résultats :**

3,5% de ces enfants étaient atteints de black-stains, selon la définition de Koch. L'analyse bi-variée entre l'origine de l'eau et la présence ou non de black-stains révèle que 4,4% des enfants consommant de l'eau du robinet filtrée ou non présentaient des black-stains, alors que 0,8% des enfants consommant de l'eau minérale avaient des black-stains et aucun enfant consommant de l'eau de puits n'avait de black-stains ( $P < 0,07$ ).

Concernant la consommation de produits sucrés, aucun lien n'a été établi avec les black-stains. D'ailleurs, les enfants atteints de black-stains présentaient un plus faible taux de caries ( $P = 0,349$ ).

De plus, les mères des enfants atteints de black-stains avaient un plus faible niveau d'éducation ( $P < 0,001$ ) et le revenu familial à la naissance était également plus faible ( $P < 0,002$ )

- **Conclusion :**

**La présence de black-stains a été associée à un faible taux de caries. De plus, la consommation d'eau plate ou filtrée a été associée aux black-stains, alors que l'eau minérale ou l'eau de puits naturelle seraient des facteurs protecteurs. La consommation de sucreries ou boissons sucrées n'a pas été associée aux black-stains, mais au risque carieux. Un faible niveau d'éducation de la mère ainsi qu'un faible revenu familial à la naissance pourraient être associés aux black-stains.**

*Mesonjesi I. Are extrinsic black-stains of teeth iron-saturated bovine lactoferrin and a sign of iron deficient anemia or iron overload ? Med Hypotheses. 2012 (57)*

- **Objectifs :**

L'objectif de cet article était de démontrer que les black-stains pourraient être des lactoferrines bovines saturées en fer et que ces colorations exogènes pourraient indiquer une anémie déficitaire en fer si aucun supplément en fer n'était consommé et que le patient n'avait pas de saignements gingivaux fréquents.

- **Matériel et méthodes :**

L'auteur a sélectionné 94 patients porteurs de black-stains, dans son cabinet dans la région rurale de Myzeqe, en Albanie. Aucun d'entre eux ne prenaient de médicaments au moment de l'étude, ni n'avaient de saignement gingival fréquent. Les patients étaient âgés de 7 à 53 ans. Un questionnaire concernant la quantité de fromage et de lait consommés quotidiennement leur a été remis.

- **Résultats :**

95,74% des patients atteints de black-stains consommaient plus de 50g de fromage par jour et seulement 4,46% des patients en consommaient moins que 50g par jour ( $P < 0,05$ ). De plus, 41,49% des patients buvaient, en plus du fromage, au moins un verre de lait par jour. Dans cette région rurale d'Albanie, le fromage le plus courant est un fromage à pâte dure, à base de lait cru, fait maison. L'auteur a émis plusieurs hypothèses. Les patients consommant beaucoup de produits laitiers ont des black-stains. La lactoferrine est un composé du lait ayant une liaison majeure au fer et les analyses du fromage montrent que cette protéine reste intacte lors de l'affinage du fromage à base de lait cru. La lactoferrine a une forte affinité pour le fer et elle peut se lier au fer présent dans la salive, même en cas de bas pH. Le fer est en grande concentration dans la salive chez les personnes avec une anémie déficitaire en fer ou une beta thalassémie mineure. La lactoferrine bovine a 4 chaînes glycanes, ce qui peut contribuer à une meilleure adhérence à la surface de la dent que la lactoferrine humaine et le fromage reste plus longtemps en contact avec la surface dentaire que le lait.

- **Conclusion :**

**Cet article montre un potentiel lien entre la consommation de fromages à base de lait cru et la présence de black-stains. Il soulève l'hypothèse que les black-stains pourraient être de la lactoferrine bovine saturée en fer et pourrait indiquer un déficit en fer. Si cette hypothèse est vraie, cela pourrait d'une part, expliquer comment les black-stains sont constituées et d'autre part, présenter un réel intérêt pour le diagnostic précoce de pathologies comme l'anémie déficitaire en fer et les surcharges en fer comme pour les beta thalassémies mineures ou intermédiaires.**

*Adcock KG, SM Hogan, PharmD. Extrinsic iron staining in infant teeth from iron-fortified formula and rice cereal. J Pediatr Pharmacol Ther. 2008 (58)*

- **Contexte :**

A la naissance d'un garçon de 3,74kg, né après 39 semaines de gestation, l'allaitement a commencé. A 2 semaines, le nouveau-né pesait 3,84kg, soit 50% du poids normal à son âge. Une supplémentation en fer alimentaire a donc été mise en place (Enfamil). A 5 semaines, le nourrisson continuait d'avoir un faible poids car il vomissait et régurgitait beaucoup. Le pédiatre a conseillé d'utiliser un épaississant alimentaire, des céréales de riz, d'augmenter la fréquence des repas en diminuant la quantité à chaque prise et a prescrit de la ranitidine 15mg par voie orale deux fois par jour (antagoniste des récepteurs H2). Cela a amélioré les symptômes de reflux gastro-œsophagien et le nourrisson a commencé à gagner du poids. La seule source de nutriments de l'enfant était alors une préparation lactée enrichie en fer avec des céréales de riz.

- **Résultats :**

Pour ses 7 mois, des taches noires sont apparues sur les dents du nourrisson sur les incisives maxillaires et mandibulaires. Le dentiste a diagnostiqué des tâches noires exogènes, puis les a éliminées par polissage. L'enfant recevait alors 80mg de fer par jour. Les céréales de riz ont été éliminées de l'alimentation et les taches noires ont disparu ; le nourrisson consommait alors 40mg de fer par jour. Les taches ne sont pas réapparues après avoir réduit le taux de fer alimentaire.

- **Conclusion :**

**Une consommation excessive de fer alimentaire semblait avoir induit des black-stains chez le nourrisson.**

*Pushpanjali K, Sharma Khanal S, Raj Niraula S. The relationship of dental extrinsic stains with the concentration of trace elements in water sources in a district of Nepal. Oral Health Prev Dent. 2004 (59)*

- **Objectifs :**

L'objectif de cette étude était d'établir un lien entre les colorations noires extrinsèques et le taux d'oligo-éléments dans les sources d'eau potable à Madesha, dans la province de Sunsari au Népal.

- **Matériel et méthodes :**

Cette étude transversale a été conduite dans le village de Madesha à l'Est du Népal, dont la population était de 6541 en 2001. Les enfants de plus de 4 ans ont été inclus, ainsi que des adultes non édentés. Les patients édentés, ou avec moins de 20 dents, ainsi que ceux avec des taches tabagiques ont été exclus. Un questionnaire et un entretien préalables à l'examen oral ont été réalisés, recueillant des informations sur la source d'eau consommée, l'alimentation, l'hygiène orale et le temps de résidence dans le village. L'échantillonnage a été réalisé pour couvrir 10% de la population de Madesha. Au total, 551 patients ont participé à l'étude. L'examen oral a été réalisé par un seul dentiste sur une période de 10 jours. Environ 40 échantillons d'eau ont été collectés et analysés par spectrophotométrie d'absorption automatique. Les analyses ont porté sur le taux en cuivre, fer et manganèse.

- **Résultats :**

Parmi les 551 participants, 84,2% habitaient la région depuis plus de 5 ans. La prévalence des black-stains était de 39%. Les puits tubulaires étaient la seule source d'eau. L'alimentation des patients comprenait majoritairement du riz, des lentilles et des légumes. Environ 67,4% des patients utilisaient une brosse à dent et du dentifrice pour leur hygiène buccale. Sur les 40 échantillons d'eau, 28 échantillons avaient un taux de fer excédant les limites autorisées par l'OMS (0,3mg/L) et aucun échantillon ne présentait de traces de cuivre ni de manganèse. Les taux en fer de certains échantillons pouvaient être très élevés (jusqu'à 5,318 mg/mL). Plus le taux de fer dans l'eau potable augmentait, plus le nombre de personnes atteintes de black-stains était en hausse. Il y avait ainsi une association significative entre le taux de fer dans l'eau et la présence de black-stains. De plus, parmi les personnes ayant vécu moins de 5 ans à Madesha, il y avait 25,9% de black-stains ; alors que pour les personnes ayant vécu plus de 5 ans à Madesha, il en avait 74,1% ; ce qui montre également une association significative entre le temps de résidence dans le village et la présence de black-stains ( $P < 0,01$ ).

- **Conclusion :**

**Les résultats ont révélé une association entre les black-stains, le taux de fer dans l'eau et le temps de résidence dans le village et donc le temps d'exposition à cette eau très riche en fer.**

b) Études sur le rôle de la salive dans les colorations dentaires

Dans cette partie, nous avons étendu nos recherches aux taches extrinsèques d'origine alimentaires et pas seulement aux black-stains, afin d'essayer d'appréhender le mécanisme de formation de ces dernières.

Azer SS, Hague AL, Johnston WM. Effect of pH on tooth discoloration from food colorant in vitro. J Dent. 2010 (60)

- **Objectifs :**

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet de milieux acide, neutre et alcalin de colorants alimentaires sur la coloration des dents *in vitro*.

- **Matériel et méthodes :**

48 molaires humaines, fraîchement extraites ont été utilisées dans cette étude : 24 ont servi de contrôle et 24 ont été testées. Ces dernières ont été aléatoirement plongées dans trois solutions tampons de pH 2, 7 et 12. Du colorant alimentaire rouge a été ajouté aux trois solutions et incubé pendant 4h à 37°. La couleur des molaires a été mesurée après l'immersion et après 2 minutes de polissage. La mesure de la couleur a été faite à l'aide d'un spectroradiomètre. Les colorations totales, extrinsèques et intrinsèques ont été mesurées.

- **Résultats :**

Concernant les colorations totales, une différence significative a été trouvée entre l'échantillon contrôle et le traitement au pH 2, entre les traitements au pH 2 et 7 et entre les traitements au pH 2 et 12. Aucune différence significative n'a été trouvée concernant l'échantillon contrôle et le traitement au pH 7 et, ni entre l'échantillon contrôle et le pH 12. Concernant les colorations extrinsèques, une différence significative a été trouvée entre l'échantillon contrôle et le traitement au pH 2, entre les traitements au pH 2 et 7. Aucune différence significative n'a été trouvée concernant l'échantillon contrôle et le traitement au pH 7 et, ni entre l'échantillon contrôle et le pH 12. Concernant les colorations intrinsèques, une différence significative a été trouvée entre l'échantillon contrôle et le traitement au pH 2, entre les traitements au pH 2 et 7 et entre les traitements au pH 2 et 12. Aucune différence significative n'a été trouvée concernant l'échantillon contrôle et le traitement au pH 7 et, ni entre l'échantillon contrôle et le pH 12.

- **Conclusion :**

**Le degré et le type de coloration dentaire semblaient plus influencés par un faible pH et par la couleur des aliments, que par les pigments alimentaires eux-mêmes.**

Hannig C, Sorg J, Spitzmüller B, Hanning M, Al-Ahmad A. Polyphenolic beverages reduce initial bacterial adherence to enamel in situ. J Dent. 2009 (61)

- **Objectifs :**

Cette étude avait pour objectif d'explorer l'effet de différentes boissons polyphénoliques sur l'adhérence bactérienne initiale à l'émail dans la cavité orale. Les polyphénols sont connus pour être des agents naturels antibactériens et anti-oxydatifs.

- **Matériel et méthodes :**

6 volontaires sains ont participé à l'étude. Ils ne présentaient aucun signe de pathologie gingivale ni de caries. Des cylindres d'émail bovin ont été préparés, polis. La boue dentinaire a été éliminée, puis les cylindres ont été désinfectés. 4 blocs par sujet ont été préparés. Puis ces blocs d'émail ont été fixés par une attelle dans la bouche des volontaires. Ils sont restés 1 minute en bouche pour permettre la formation de la plaque, puis les sujets se sont rincés la bouche durant 10 minutes avec 200 mL de différentes solutions polyphénoliques (vin rouge, jus de raisin noir, thé de ciste, thé noir, thé vert). Ensuite, les blocs sont restés dans la cavité orale encore 19 ou 109 minutes. Puis les blocs ont été démontés, rincés pendant 5 secondes à l'eau, puis examinés. Des blocs exposés aux fluides oraux pendant 30 à 120 minutes sans application de boisson ont servi de témoins. Le taux d'adhérence des bactéries a été déterminé grâce à un marquage DAPI et par FISH.

- **Résultats :**

Selon les deux méthodes, les boissons polyphénoliques semblaient avoir un impact sur l'adhérence bactérienne détectée, mais elles ne modifiaient pas l'apparence de agrégats bactériens. En effet, par l'utilisation du DAPI, une réduction significative de l'adhérence bactérienne a été observée avec le thé de ciste, le vin rouge et le jus de raisin, alors que le thé vert avait une plus faible efficacité. Par la méthode FISH, une réduction significative de l'adhérence bactérienne a été observée avec toutes les boissons sauf le jus de raisin après 30 minutes. Après 120 minutes, tous les échantillons rincés avec les boissons polyphénoliques présentaient moins d'eubactéries et de streptocoques que les échantillons témoins.

- **Conclusion :**

**Les rinçages oraux à base de boissons polyphénoliques n'éliminaient pas l'adhérence bactérienne de la surface dentaire, mais certaines boissons (thé de ciste, vin rouge, thé noir) la diminuaient considérablement. Ces boissons pourraient contribuer à prévenir les pathologies induites par le biofilm dans la cavité orale, et donc potentiellement les black-stains.**

Sheen S, Banfield N, Addy M. The effect of unstimulated and stimulated whole saliva on extrinsic staining in vitro – a developmental method. J Dent. 2002 (62)

- **Objectifs :**

L'objectif de cette étude était de détecter *in vitro* si une salive stimulée ou non stimulée induisaient des différences en terme de taches extrinsèques .

- **Matériel et méthodes :**

10mL de salive non stimulée et 10mL de salive stimulée (par la mastication d'une gomme de paraffine) de 10 individus ont été recueillis. 6 blocs acryliques ont été immergés dans chaque échantillon durant 2 minutes, rincés, puis exposés durant 2 minutes à 0,2% de gluconate de chlorhexidine. Ensuite, les blocs ont été rincés et placés durant 60 minutes dans une solution de thé.



Après rinçage, la densité optique des blocs a été étudiée en utilisant un spectrophotomètre. Les cycles salive/chlorhexidine/thé ont été répétés jusqu'à obtenir une densité optique de 2.

- **Résultats :**

Le développement des taches augmentait de façon progressive avec le nombre de cycles réalisés. Le taux de tache moyen à chaque cycle était toujours supérieur avec la salive non stimulée qu'avec la salive stimulée. Cette différence atteignait une différence statistiquement significative aux cycles 2-5.

- **Conclusion :**

**En utilisant de la salive non stimulée, la formation de taches extrinsèques *in vitro* apparaît à un taux plus rapide et dans une plus large mesure qu'avec de la salive stimulée.**

*Nordbo H, Kolsto AB, Eriksen HM. Salivary lactoferrin in a selected group of subjects with exceptional extrinsic dental staining. J Oral Pathol Med. 1987 (63)*

- **Objectifs :**

L'objectif de cette étude était d'étudier si le taux de lactoferrine salivaire était élevé chez les personnes présentant des colorations noires exogènes.

- **Matériel et méthodes :**

12 patients de l'hôpital universitaire d'Oslo ont été sélectionnés car ils présentaient des colorations noires exogènes et 22 personnes sans colorations dentaires ont constitué le groupe témoin. Des échantillons salivaires de tous ces patients ont été prélevés, ainsi que des échantillons salivaires de 104 étudiants en dentaire, représentant la population contrôle. Les habitudes alimentaires de tous ces sujets ont été enregistrées. La salive non stimulée a été collectée et utilisée pour déterminer le taux de lactoferrine par technique ELISA. Pour l'étude *in vitro*, des blocs d'émail et de dentine ont été prélevés chirurgicalement sur les troisièmes molaires. Puis ils ont été lavés et prétraités avec de la salive et/ou des lactoferrines (5-50 µg/mL), puis mis en suspension dans une solution aqueuse de citrate d'ammonium et de fer. Enfin, les échantillons ont été exposés plusieurs fois à de l'acide tannique. L'intensité des colorations a été mesurée à différentes périodes (comprises entre 2h à 3 semaines).

- **Résultats :**

Dans la population d'étudiants, le taux de lactoferrine salivaire était de  $2,0 \pm 1,9$  µg/mL. Aucun des sujets ne présentait de signe de pathologie des glandes salivaires. Les patients atteints de colorations noires exogènes présentaient un taux de lactoferrine salivaire significativement supérieur aux patients sans colorations ( $23,4 \pm 19,6$  µg/mL contre  $1,5 \pm 1,0$  µg/mL,  $p < 0,05$ ) Aucune différence concernant les habitudes alimentaires n'a été notée entre les différents groupes. Concernant les blocs d'émail et de dentine colorés par expositions successives aux lactoferrines, fer et acide tannique, tous les blocs exposés aux patients atteints de black-stains (ayant une forte concentration salivaire en lactoferrines) ont présenté des colorations noires exogènes après quelques heures d'exposition. Ces colorations sont devenues de plus en plus foncées les jours suivants. Dans les expériences conduites chez les patients sans colorations (avec un faible taux de lactoferrines salivaires), sans traitement avec la lactoferrine, aucune coloration n'est apparue.

- **Conclusion :**

**Les patients atteints de black-stains présentaient une forte concentration salivaire en lactoferrine. *In vitro*, la combinaison de lactoferrine, de fer et d'acide tannique semblait générer des black-stains sur des blocs d'émail et de dentine.**

c) Études sur le rôle du métabolisme du fer dans les black-stains

*Zhang F, Li Y, Xun Z, Zhang Q, Liu H, Chen F. A preliminary study on the relationship between iron and black extrinsic tooth stain in children. Lett Appl Microbiol. 2017 (64)*

- **Objectifs :**

Cette étude présentait deux objectifs principaux : déterminer s'il y avait des traces métalliques dans les black-stains et déterminer les gènes fonctionnels des bactéries présentes dans les black-stains.

- **Matériel et méthodes :**

46 enfants pékinois de 3 à 6 ans ont été sélectionnés et regroupés en deux groupes. Le premier groupe incluant 10 enfants atteints de black-stains et 10 enfants témoins, a été utilisé pour déterminer le taux d'ions métalliques présents dans les black-stains et dans la plaque dentaire. Pour cela, les échantillons de black-stains et de plaque prélevés à l'aide de curettes en titane stérile ont été analysés par ICP-MS. Le deuxième groupe avec 10 enfants porteurs de black-stains et 16 enfants témoins, a été utilisé pour analyser les micro-organismes en utilisant le séquençage de nouvelle génération. PICRUSt a été utilisé pour prédire les gènes fonctionnels contenus dans les microbiomes basés sur les données KEGG.

- **Résultats :**

Dans tous les échantillons examinés, aussi bien les black-stains que la plaque dentaire, du fer et du cuivre ont été observés par spectrométrie de masse. Le taux de fer était significativement supérieur dans les black-stains que dans la plaque dentaire ( $P < 0,001$ ). Aucune différence statistiquement significative n'a été observée concernant les taux de cuivre. Parmi les 253 voies métaboliques (KEGG) testés, 56 différaient en abondance entre les black-stains et la plaque ( $P < 0,05$ ). Des voies métaboliques liées à la glycogénèse, néoglucogénèse, au métabolisme de l'amidon, du sucrose, du pyruvate, de la vitamine B6, du nicotinate et nicotinamide, de l'acide lipoïque, de la tyrosine, étaient plus abondants dans les échantillons de black-stains. Cela confère un état métabolique bactérien plus actif dans les black-stains. De plus, les chemins métaboliques de transport d'ions inorganique et d'autres transporteurs comme la chaîne du sodium, les transporteurs du zinc et du fer étaient augmentés dans les black-stains. Dans les échantillons de black-stains, les systèmes de transport du fer ferreux étaient associés, alors que dans les échantillons de plaque, les systèmes de fer ferrique étaient associés.

- **Conclusion :**

**La présence de fer dans les black-stains a été confirmée par cette étude. Le métabolisme bactérien en lien avec le fer était plus actif dans les black-stains que dans la plaque dentaire.**

Miguel JC, Bowen WH, Pearson SK. Effect of iron salts in sucrose on dental caries in plaque in rats. Arch Oral Biol. 1997 (65)

- **Objectifs :**

L'objectif principal de cette étude était de comparer l'influence du sulfate ferreux et du glycérophosphate ferrique cristallisés avec du sucrose sur l'incidence des caries chez les rats. Mais également d'étudier l'effet du fer sur la production d'acides organiques et l'activité acidogène de la plaque. La formation de colorations exogènes chez les rats recevant le sulfate ferreux ou le glycérophosphate ferrique a également été étudiée.

- **Matériel et méthodes :**

48 rats ont été gavés 17 fois par jour (soit toutes les 2h). Ils ont été répartis en 4 groupes :

- G1 : groupe contrôle nourri à la poudre de sucrose
- G2 : groupe nourri à la poudre de sucrose et au sulfate ferreux
- G3 : groupe nourri à la poudre de sucrose et au glycérophosphate ferrique
- G4 : groupe contrôle nourri à la poudre de sucrose et au glycérophosphate de calcium

Ces rats ont été infectés par *Streptococcus sobrinus*. Les augmentations de pH et le potentiel acidogène de la plaque ont été mesurés à l'aide d'une microélectrode. La chromatographie a servi à déterminer les acides organiques dans la plaque. La concentration en hexose de la plaque a été déterminée par méthode colorimétrique. La concentration en fer de la plaque a été déterminée par spectrométrie d'absorption. Les colorations dentaires ont également été étudiées en notant la densité et le pourcentage de cuspidés recouvertes.

- **Résultats :**

Les rats recevant des sucroses à base de fer avaient significativement moins de caries que les groupes contrôles. Cependant, les rats de G3 avaient un plus faible taux de caries au niveau des sillons que G2 et inversement, les rats de G2 avaient un plus faible taux de caries au niveau des surfaces planes que G3. La population de *Streptococcus sobrinus* était plus faible dans G2 et G3 que dans les groupes contrôles. Les rats de G2 ont développé significativement plus de colorations que les autres groupes. Ces taches étaient jaunes-brunes, alors que dans les autres groupes, elles étaient gris opaque. La concentration en protéines et en carbohydrates ne différait pas entre les 4 groupes. La concentration totale en fer et en protéines associées au fer dans la plaque était significativement supérieure pour les groupes G2 et G3 que pour les groupes contrôles. Les diminutions de pH chez les rats recevant des composés à base de fer après un rinçage à base de glucoses étaient plus faibles que dans les groupes contrôles et revenaient plus vite à la neutralité.

L'activité acidogène de la plaque des rats recevant des sucroses de fer étaient plus faible que dans les groupes contrôles.

- **Conclusion :**

**Le fer ferreux et ferrique ont diminué l'incidence des caries chez les rats. La présence de colorations extrinsèques sur les surfaces d'émail ayant reçu du fer ferreux indique la précipitation de fer inorganique. Le fer ferrique n'a pas provoqué de colorations dentaires significatives.**

**L'activité acidogène de la plaque des rats exposés au fer était moindre.**

### III. Discussion

#### A. Analyse de la pertinence des articles sélectionnés

##### a) Biais de l'étude

L'étude que nous avons menée peut avoir été biaisée par plusieurs éléments.

La diversité des appellations de ces colorations noires extrinsèques met en évidence un biais de confusion, en remettant en question les critères cliniques utilisés afin de définir les black-stains comme tels. Certains articles précisent que les définitions de SHOURIE, KOCH, ou GASPARETTO ont été utilisées, mais d'autres ne le précisent pas. Sur ces autres articles, l'identification de la thématique concernant les black-stains repose alors sur l'opérateur, pouvant introduire une ambiguïté.

Notre étude a été réalisée en utilisant les moteurs de recherche Pubmed et Scopus. En élargissant notre recherche à d'autres moteurs, cela aurait probablement élargi le panel de parutions.

##### b) Pertinence des articles retenus

La pertinence de la littérature sélectionnée est limitée. En effet, le nombre d'articles retenus étaient modéré (n = 15), ce qui traduit actuellement une pauvreté de la littérature scientifique en ce qui concerne le rôle de l'alimentation dans les black-stains-

Parmi les études analysées, nous avons 3 études cas / témoin, 4 études transversales, 1 étude de cohorte, 1 cas clinique et 6 études *in vitro*. Avec de telles études, le niveau scientifique de preuves reste donc faible, de grade C selon la HAS. Ainsi, nous ne pouvons tirer de conclusions fermes, mais seulement mettre en évidence certaines tendances qui se recoupent au travers des articles. D'autres études cliniques randomisées seront alors nécessaires afin d'explorer les pistes évoquées ici. Nous avons effectué une recherche auprès de l'OMS et aucune étude clinique référencée concernant notre sujet n'est actuellement en cours.

##### c) Qualité des articles retenus

La qualité des articles retenus est hétérogène. Certaines études ont un protocole randomisé bien établi, ce qui permet un niveau de preuves fiable (18,54,56,64). L'une d'elle a même été publiée très récemment, en 2018, dans la revue Nature, présentant un fort facteur d'impact (54). Mais pour d'autres, comme l'article de MESONJESI (57), l'échantillonnage n'a pas été réalisé de manière représentative, il s'agit donc plus d'un sondage auprès de la patientèle d'un praticien, que d'une étude réellement représentative.

La plupart des articles étudiés sont récents (moins de 10 ans). Notre étude permet ainsi de faire une synthèse de l'actualité de la littérature sur le sujet.

Les éléments mis en évidence dans les articles ci-dessus, ayant un lien avec les black-stains, sont résumés dans la Figure 14.

Rôle dans les black-stains	Alimentation	Eau	Fer	Lactoferrine	Salive
Ortiz-Lopez <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pas de grignotage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eau du robinet</li> <li>pH &gt;</li> <li>[Fe] dans l'eau &gt;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pas de lien avec la supplémentation en fer</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>faible [Fe] salivaire</li> <li>pH &gt;</li> </ul>
Prskalo <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>betteraves &gt;</li> <li>chou vert &lt;</li> <li>vin &lt;</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>pas de lien avec la supplémentation en fer</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>pH &lt;</li> </ul>
Chen <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sauce soja &gt;</li> <li>pas de biberon nocturne</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>pas de lien avec la supplémentation en fer</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>dents mandibulaires antérieures (L)</li> </ul>
Garcia-Martin <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>boissons riches en vitamines C</li> <li>aliments riches en fer</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>supplémentation en fer pendant grossesse / petite enfance</li> </ul>		
Rebello de Sousa <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>baies d'açaï</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pas de différence de [Fe]</li> <li>pas de différence selon type d'eau consommée</li> </ul>			
França-Pinto <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pas de lien consommation sucreries / boissons sucrées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eau du robinet</li> </ul>			
Mesonjesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>fromage lait cru</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>hypothèse : black-stains = LF bovine saturée en fer</li> </ul>	
Adcock <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>céréales de riz comme épaississant du lait</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>supplémentation excessive en fer</li> </ul>		
Pushpanjali <i>et al.</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>[Fe] &gt;</li> </ul>			
Azer <i>et al.</i>					<ul style="list-style-type: none"> <li>pH &lt;</li> </ul>
Hannig <i>et al.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>thé ciste</li> <li>thé noir</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>certaines boissons polyphénoliques diminuent adhérence bactérienne</li> </ul>
Sheen <i>et al.</i>					<ul style="list-style-type: none"> <li>+ de tâches avec salive non stimulée</li> </ul>
Nordbo <i>et al.</i>				<ul style="list-style-type: none"> <li>[LF] salivaire &gt;</li> <li>LF + fer + acide tannique -&gt; black-stains <i>in vitro</i></li> </ul>	
Zhang <i>et al.</i>			<ul style="list-style-type: none"> <li>[Fe] &gt; dans black-stains</li> <li>métabolisme bactérien en lien avec le fer + actif</li> <li>Fe<sup>2+</sup></li> </ul>		
Miguel <i>et al.</i>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Fe<sup>2+</sup> -&gt; black-stains</li> <li>[Fe] &gt;</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>activité acidogène &lt;</li> </ul>

Figure 14: Tableau résumant les éléments en lien potentiel avec les black-stains

## B. Analyse critique des articles

### a) Rôle de l'alimentation dans les black-stains

Concernant les études de type cas / témoin, transversales et de cohorte, elles présentaient un biais de mémorisation. En effet, des questionnaires étaient posés oralement ou remis aux parents des enfants ou aux patients. Des pertes de mémoires sélectives concernant l'alimentation passée peuvent biaiser les résultats. De plus, les différences de prévalence des black-stains entre toutes ces études peuvent être dues à des caractéristiques qualitatives comme les différents pays d'origine, les différents groupes d'âges étudiés, mais également à des caractéristiques quantitatives, comme la taille des échantillons étudiés. La principale limitation de ces articles est liée à l'analyse en profondeur des facteurs alimentaires en lien avec les black-stains. Des études de cohortes analysant différents régimes alimentaires seraient nécessaires pour conclure à un lien de causalité entre l'alimentation et les black-stains.

Dans l'étude de GARCIA-MARTIN *et al.* (15) des données non comparables (différentes fréquences de consommation d'aliments) ont été fournies. En effet, l'analyse réalisée ne permettent pas de mettre en évidence le lien potentiel entre un aliment particulier et les black-stains. De plus, dans cette étude, une partie de la population étudiée était des enfants immigrés, originaires à 74% d'Amérique du Sud mais présentant seulement 1,9% de black-stains. Cela contraste avec les chiffres de GASPARETTO *et al.*, pour qui la prévalence de black-stains était de 14,8% au Brésil (9). Mais plusieurs biais sont à prendre en compte : les enfants étudiés n'étaient pas dans le même contexte socio-économique, n'avaient pas la même alimentation et la taille du groupe étudié était très différente. L'étude de GARCIA-MARTIN *et al.* présente le plus grand échantillon de population (n = 3272) parmi les articles étudiés. De plus, l'étude a duré 13 ans permettant une rétrospective importante. De 1998 à 2011, de fortes fluctuations économiques en Espagne ont très certainement impacté le niveau de vie des populations, l'alimentation, ainsi que la prévalence des black-stains. A l'inverse, dans l'étude de CHEN *et al.* (12) réalisée en 2013 à Shanghai, la prévalence des black-stains était supérieure dans cette ville moderne, à développement économique fort, avec un plus faible taux de carie associé (9,9% de black-stains).

Le grignotage dans l'étude d'ORTIZ-LOPEZ *et al.* (54) serait un facteur protecteur de black-stains. Cependant la nature des aliments grignotés n'était pas précisée dans cette étude, ce qui aurait pourtant pu être des données intéressantes. Le fait de grignoter entre les repas diminue régulièrement le pH salivaire, ce qui pourrait expliquer en quoi le grignotage serait un facteur protecteur de black-stains, en favorisant l'acidification. De même, cela pourrait expliquer en quoi l'absence de biberon nocturne décrite par CHEN *et al.* (12) serait un facteur de risque des black-stains, ainsi que l'absence de lien entre la consommation de sucreries et de boissons sucrées décrite par FRANCA PINTO *et al.* (18). La réduction de consommation d'aliments cariogènes pourrait permettre de créer un environnement favorable à la création de niches bactériennes en lien avec le développement des black-stains.

De plus, ERICSSON (66) a montré que la consommation de glucides ayant une durée de rétention longue en bouche tels que les caramels, les gâteaux secs, les fruits secs, *etc.* aurait tendance à abaisser les capacités tampon de la salive. A *contrario*, les protéines telles que les céréales, la caséine de fromage, *etc.* l'élèveraient.

Certains aliments ont été relevés dans notre étude comme étant fréquemment associés aux black-stains. Les betteraves (55), la sauce soja (12), les boissons riches en vitamines C et les aliments riches en fer (15), les baies d'açaï (56), le fromage au lait cru (57) et les céréales de riz (58) ont été mis en relation avec les black-stains.

La Figure 15 résume certaines valeurs nutritionnelles de ces aliments.

Mg/ 100g	Fer	Fer héminique	Calcium	Phosphore	Vitamine C	Fibres
Betterave	0,7	oui	22,1	38,1	6,45	2,55
Sauce soja	1,72	oui	27,3	128	-	0,86
Baies d'açaï	4,5	oui	330	54,5	< 0,1	44,2
Fromage lait cru	0,18	oui	449	370	-	-
Céréales de riz	5,43	oui	64,5	48,5	9,86	1,07

*Figure 15: Tableau résumant certaines valeurs nutritionnelles des aliments corrélés aux black-stains (38,67–69)*

Tous ces aliments présentent plusieurs points communs : d'une part, ils apportent à l'organisme du fer non héminique, très peu absorbé par l'organisme (2 à 5%) et d'autre part, ils participent à l'effet matrice, en inhibant l'absorption intestinale du fer (38).

D'ailleurs, dans l'étude de PRSKALO *et al.* (55) l'hypothèse que le taux de fibres des aliments pourrait être corrélé aux black-stains a été émise. En effet, les fibres permettraient un nettoyage mécanique des dents et donc diminueraient la sensibilité aux pigmentations. On note également que les baies d'açaï présentent un taux de fibres très important. Cependant pour les autres aliments, cette hypothèse ne peut être validée du fait de leur très faible taux de fibres.

D'autres part, certaines boissons comme le thé de ciste, le vin rouge et le thé noir diminuant l'adhérence bactérienne, il pourrait être intéressant d'étudier l'existence d'un lien entre la consommation de ces boissons polyphénoliques et la présence de black-stains (61). D'ailleurs, PROCTOR *et al.* (70) a mis en évidence la tendance des boissons polyphénoliques à provoquer des colorations extrinsèques, par l'action de certaines protéines salivaires comme les protéines riches en proline (PRP). L'alimentation semble donc avoir un rôle central dans l'étiologie de ces colorations.

L'article de MESONJESI (57) a posé l'hypothèse que les black-stains pourraient être de la lactoferrine bovine saturée en fer et pourrait indiquer un déficit en fer, mais ne présentait pas données scientifiques exploitables telles qu'elles. Il aurait été intéressant d'utiliser le test ELISA pour étudier la lactoferrine saturée en fer, mais ce test n'était pas disponible à cette époque en Albanie. Dans cet article, aucun échantillonnage n'a été réalisé, seuls des cas ont été étudiés, sans avoir pu être comparés à un groupe contrôle. Un plus grand échantillon aurait également été nécessaire. Il serait intéressant que des études futures exploitent cette piste de recherche.

De plus, l'article d'ADCOCK *et al.* (58) présentant un cas clinique, il n'apporte pas de preuve scientifique valide, mais souligne qu'une surcharge en fer due à l'alimentation provoquerait des black-stains. En effet, dans ce cas clinique, les préparations lactées enrichies en fer contenaient plus de 6,7 mg/L de fer élémentaire. Le fer de ces préparations était moins bien absorbé (12%) que celui contenu dans le lait maternel (50%). En épaississant la préparation avec des céréales de riz, cela a augmenté le taux de fer disponible : en moyenne 1,65mg de fer par cuillère. Au total, le nourrisson consommait au moins 80 mg de fer élémentaire par jour. A son âge, il est recommandé d'absorber 1,1 mg de fer par jour, ou d'ingérer 7,9 mg de fer par jour (38). Même si le coefficient d'absorption restait faible, 9,6 mg de fer était absorbé par jour, valeur largement supérieure aux recommandations. D'autres part, les nourrissons présentent une haute absorption du fer qui est non régulée et peut conduire à des surcharges en fer (37).

Dans l'étude de PUSHPANJALI *et al.* (59) la prévalence des black-stains était étonnamment très élevée (39%) et a été corrélée à la haute teneur en fer dans l'eau. Cette étude a été conduite au Népal, où l'alimentation est invariable, le même plat est consommé quotidiennement : le dal bhat. Ce plat est

composé de riz, de lentilles et de légumes. Il aurait pu être intéressant d'étudier le lien entre ce plat national et les black-stains, d'autant plus que les lentilles sont des aliments très riches en fer non héminique (6,51 mg de fer pour 100g de lentilles) (68).

#### b) Rôle de la salive dans les black-stains

Dans notre revue de la littérature, 5 études *in vitro* (60–63,65) et 2 études cas / témoin (54,55) ont étudié différents aspects de la salive, comme le pH salivaire associé aux black-stains, les modifications d'adhérence bactérienne et la qualité de la salive.

AZER *et al.* (60) ont montré *in vitro* qu'un faible pH salivaire favorisait les colorations dentaires extrinsèques. Cela pourrait être expliqué par une dissolution partielle de l'émail par le pH acide, induisant une rugosité de surface, permettant la pénétration de coloration à la surface de la dent. De même, dans l'étude de HANNIG *et al.* (61) le jus de raisin a certes diminué l'adhérence bactérienne à la surface de la dent, mais il avait également un pH érosif. D'ailleurs, dans cette étude, outre l'effet des polyphénols sur des enzymes bactériennes diminuant leur adhérence, ces polyphénols avaient également un effet tannique sur la plaque. C'est d'ailleurs pour cette raison que NORDBO *et al.* (63) ont utilisé de l'acide tannique dans leur étude *in vitro* et l'effet décolorant de cet acide a bien été observé. Le thé vert étant moins efficace que le thé noir concernant la diminution d'adhérence bactérienne. On pourrait supposer qu'un processus de fermentation soit nécessaire pour l'obtention des propriétés antibactériennes.

Le pH salivaire semble être impliqué, sans qu'une nette tendance se distingue entre les différents articles. En effet, pour ORTIZ-LOPEZ *et al.* (54), le pH salivaire moyen des patients atteints de black-stains était plus important que celui des patients témoins ( $8,0 \pm 0,5$ ), ainsi que pour MIGUEL *et al.* (65) de façon *in vitro*, les rats atteints de colorations exogènes avaient une plus faible activité acidogène; alors que pour PRSKALO *et al.* (51) le pH salivaire était plus faible ( $8,57 \pm 0,34$ ). D'ailleurs, dans cette étude, les variations de composition salivaire au cours de la journée n'ont pas été prises en compte. *In vitro*, AZER *et al.* ont montré qu'un faible pH salivaire favorisait les colorations dentaires (60).

Dans l'étude d'ORTIZ-LOPEZ *et al.* (54) un faible taux de fer salivaire retrouvé dans la salive des patients atteints de black-stains contrastait avec un taux important de fer contenu dans l'eau consommée. Cette contradiction pourrait être expliquée par le fait qu'un faible pH pourrait augmenter la solubilité du fer dans la salive et qu'un haut pH aurait l'effet inverse selon ANDREWS *et al.* (71).

Dans l'étude de CHEN *et al.* (12), les black-stains étant plus fréquents sur les faces linguales des dents antérieures mandibulaires, soit à l'endroit où la salive est sécrétée par les glandes submandibulaires, la salive pourrait jouer un rôle important dans le développement des black-stains. L'étude *in vitro* de SHEEN *et al.* fait écho à cela, en montrant que les colorations dentaires extrinsèques se forment préférentiellement avec de la salive non stimulée, qu'avec de la salive stimulée (62). De plus, GARAN *et al.* (25) ont montré qu'un faible débit salivaire était associé de façon significative aux black-stains. La tendance des individus à avoir des colorations dentaires extrinsèques pourrait être due à des différences de composition salivaire, ou de pellicule acquise. AMAECHI *et al.* (72) ont montré que l'épaisseur de pellicule acquise pourrait varier entre les individus, mais également entre différents sites dans une même bouche. Cela pourrait expliquer les localisations préférentielles des black-stains décrites dans l'article de CHEN *et al.*(12).

De plus, la salive des enfants atteints de black-stains aurait un pouvoir tampon significativement plus grand, une concentration en calcium et en phosphate inorganique supérieure que les groupes contrôles selon REID *et al.* et GARAN *et al.* (1,25). La composition chimique de la salive



pourrait être un facteur rentrant en compte dans la faible susceptibilité aux caries des enfants atteints de black-stains (12). En effet, comme le développement de caries est un processus de déminéralisation dû à la production d'acides par les bactéries, la présence d'un taux de minéraux élevés dans la cavité orale pourrait favoriser la reminéralisation et réduire le risque de développement de caries (9). D'ailleurs, un apport conséquent en fluor, par le dentifrice et le bain de bouche, réduit la capacité acidogène de la plaque et de la salive, ce qui pourrait favoriser le développement de certaines bactéries.

#### c) Rôle des bactéries dans les black-stains

Actuellement, l'étiologie la plus décrite des colorations dentaires noires exogènes est bactérienne. Les bactéries, de type *Actinomyces* (20,21), produiraient du sulfure d'hydrogène, celui-ci interagirait avec du fer environnemental et produiraient ainsi du sulfure de fer, constituant un composé ferrique insoluble à l'origine des black-stains (1). Au travers de notre recherche, nous avons mis en évidence deux éléments en lien potentiel avec le rôle des bactéries dans les black-stains.

D'une part, la formation du biofilm à la surface de la dent est considérablement déterminé par le processus d'adhérence bactérienne initiale à la pellicule acquise. Dans l'étude de HANNIG *et al.*, l'adhérence bactérienne des eubactéries et des streptocoques était diminuée *in vitro* par les boissons polyphénoliques (61). Pourtant, les *Actinomyces* (20,21) sont des eubactéries et sont retrouvées dans de plus grandes proportions dans les black-stains. Il pourrait être intéressant de réitérer cette expérience sur le rôle de des boissons polyphénoliques sur l'adhérence bactérienne sur certaines bactéries retrouvées spécifiquement dans les black-stains. Les recherches de STENUDD *et al.* sur l'adhésion bactérienne ont montré un taux important d'*Actinomyces naeslundii* dans le biofilm de dents avec peu de caries et une faible adhésion de *Streptococcus mutans* (73). Cela pourrait expliquer la faible prévalence carieuse chez les enfants atteints de black-stains (12,19). De plus, le statut socio-économique impacterait l'hygiène bucco-dentaire, l'alimentation, ainsi que le suivi dentaire, ayant pour conséquence une modification du biofilm et donc une modification de la prévalence des caries et des black-stains (18). Enfin, selon FRANCESCA *et al.* (74) le fer inhiberait l'agrégation de *Streptococcus mutans*.

D'autres part, le métabolisme bactérien est différent entre les black-stains et la plaque dentaire. Le métabolisme du fer et notamment du fer ferreux est plus actif dans les black-stains que dans la plaque dentaire (64). Cela ouvre la voie à deux hypothèses : d'une part, les black-stains pourraient être l'aboutissement du métabolisme microbiologique et d'autre part, des facteurs environnementaux, comme l'alimentation, créeraient des sédiments noirs au travers de réactions chimiques, tout en altérant le microbiome de la plaque. De plus, le type de source de fer affecte la formation du biofilm (75). En effet, selon HAYRAPETYAN, si le fer provient de l'hémoglobine, de l'hème, de transferrines, ferritines, ou de lactoferrines, il aura une implication différente dans le processus de formation du biofilm bactérien.

Certaines études ont suggéré un rôle des bactéries chromogènes comme facteur causal possible dans la formation des black-stains (11,17). Comme certaines de ces bactéries sont également corrélées aux pathologies parodontales, il a été suggéré que le saignement gingival stimulé par la présence de bactéries pourrait être la source de fer nécessaire à la formation des black-stains (76). Dans l'étude d'ORTIZ-LOPEZ *et al.* (54), aucune différence significative concernant le saignement gingival n'a été mis en évidence, mettant de côté l'hypothèse que le saignement gingival serait un facteur causal potentiel pour les black-stains. De même, dans l'étude de MESONJESI (57), les patients atteints de black-stains ne présentaient pas de saignement gingival.

#### d) Rôle de l'eau dans les black-stains

Le type d'eau consommée pourrait également jouer un rôle important dans les black-stains. 4 articles (18,54,56,59) ont étudié le rôle de l'eau dans les black-stains dont 3 (18,54,59) ont montré l'existence d'un lien de causalité. L'eau du robinet (purifiée ou non) serait un facteur de risque des black-stains (18,54). Une forte concentration en fer dans l'eau, ainsi qu'un pH important serait également en relation avec les black-stains (54,59).

Dans l'étude de PUSHPANJALI *et al.* (59), les taux de fer contenus dans l'eau potable de 2 à 5 mg sont associés aux black-stains. Si l'on compare à l'étude de REBELO DE SOUSA *et al.* (56), les taux de fer relevés allaient de 0,01 à 2,45 mg/L. Un petit échantillon a été utilisé dans cette étude (346 personnes, avec 5,78% de black-stains) et le taux de fer dans l'eau était peu élevé (0,8 mg/L en moyenne pour l'eau du robinet, consommée par 12,72% de l'échantillon). Ces résultats pourraient expliquer le fait qu'aucun lien entre le taux de fer dans l'eau et la présence de black-stains n'ait été trouvé dans cette étude. De plus, notons que selon les recommandations de l'OMS, il est conseillé que le taux de fer dans l'eau ne dépasse pas 0,3 mg/L. Dans l'étude de PUSHPANJALI *et al.* (59), les taux de fer contenus dans l'eau dépassent largement les recommandations de l'OMS (de 1,380 à 5,318 mg/L), alors que pour l'étude de REBELO DE SOUSA *et al.* (56) ce surplus de fer reste moindre, pouvant expliquer la différence de résultats entre ces deux articles vis à vis de la prévalence des black-stains et leur lien avec l'eau.

#### e) Rôle du fer dans les black-stains

De nombreux articles se sont intéressés au lien entre le fer et les black-stains, que ce soit concernant une supplémentation en fer, une analyse de la teneur en fer ou bien le métabolisme bactérien en lien avec le fer.

Plusieurs articles de notre étude ont étudié le lien entre la consommation de suppléments en fer et la présence de black-stains. Trois d'entre eux montrent qu'il n'y a pas de lien entre la consommation de suppléments et fer et la présence de black-stains (12,54,55). Alors que pour GARCIA MARTIN *et al.* (19), la présence de black-stains était associée à la prise de compléments en fer durant la grossesse ou la petite enfance. Le cas clinique d'ADCOCK *et al.* (58) a notamment décrit un nourrisson exposé de façon précoce à une surconsommation de fer, présentant des black-stains. Cependant, les différents taux de fer contenus dans ces compléments alimentaires n'étaient pas précisés. Par conséquent, nous ne pouvons pas comparer ces articles.

3 de nos articles ont montré un taux de fer augmenté dans les black-stains (55,64,65) et seul l'article d'ORTIZ-LOPEZ *et al.* a montré qu'il n'y avait pas de différence entre le taux de fer des black-stains et de la plaque dentaire (54). Le fer ferreux semble davantage être à l'origine des black-stains que le fer ferrique (65). Cela pourrait s'expliquer par une différence de solubilité, ou par des réactions d'oxydo-réduction. Le taux de fer salivaire pourrait être corrélé à d'autres facteurs. Par exemple, SHEIBANINIA (77) a montré que celui-ci augmente lors de situations de stress physiologique.

Dans l'article de ZHANG *et al.* (64), les black-stains présentaient un taux de fer supérieur, et le métabolisme bactérien en lien avec le fer était plus actif. Dans cette étude, les taux d'impuretés dans les échantillons pourraient être potentiellement considérables, dus aux résidus alimentaires et aux protéines salivaires. De plus, le fer peut se lier à des protéines et former des gros complexes moléculaires métalliques, ce qui pourrait représenter un biais potentiel à certaines études. Cela pourrait expliquer pourquoi PARNAS *et al.* (26) n'avaient pas retrouvé de traces de fer dans leur étude.

Dans l'étude *in vitro* de MIGUEL *et al.* (65), le fer ferreux et ferrique ajouté à la nourriture a diminué l'incidence des caries chez les rats. D'ailleurs, une diminution de la population bactérienne a été notée lors de l'utilisation de ces substrats à base de fer. Le fer aurait donc un rôle cariostatique. De plus, le métabolisme du fer serait plus actif dans les black-stains que dans la plaque dentaire (64). Cela renvoie au rôle des bactéries dans les black-stains, mettant en évidence que tous les éléments cités précédemment sembleraient liés.

#### f) Rôle des lactoferrines dans les black-stains

Deux articles de notre étude ont évoqué le rôle des lactoferrines dans les black-stains (57,63).

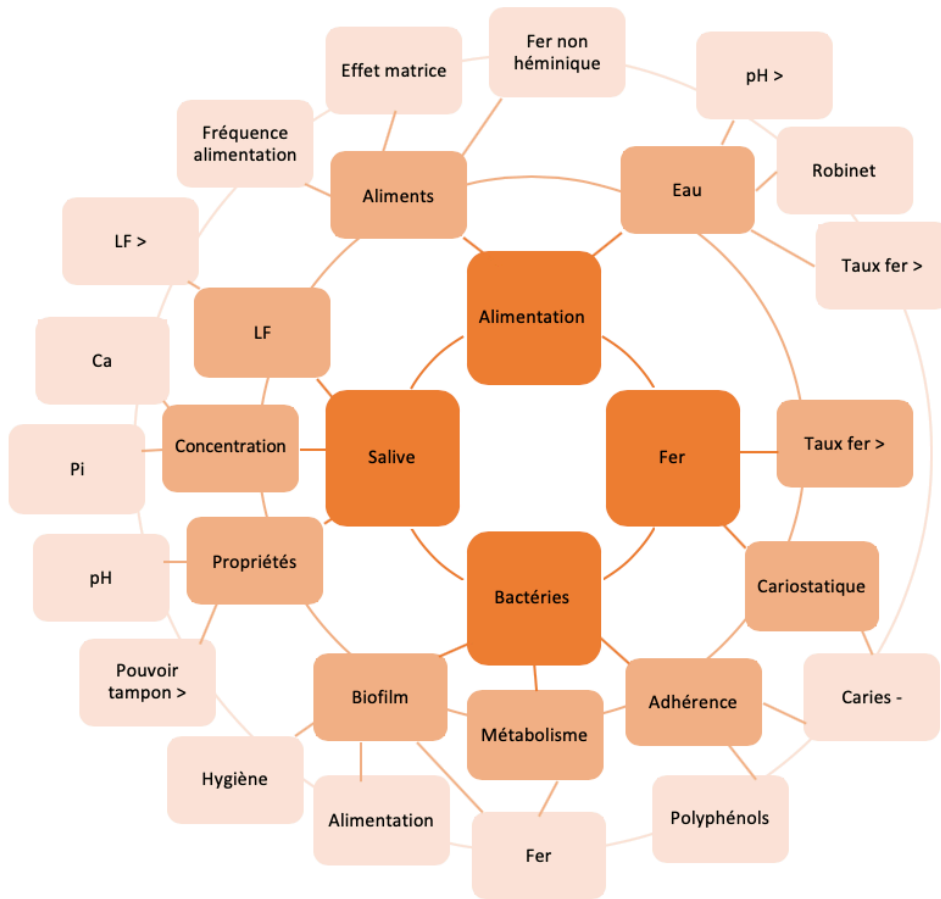
Dans l'étude de NORDBO *et al.* (63), parmi la population d'étudiants, le taux de lactoferrine salivaire était de  $2,0 \pm 1,9$   $\mu\text{g/mL}$ . Ce taux est pourtant plus faible que celui cité par STEIJNS *et al.* ( $7-10$   $\mu\text{g/mL}$  en moyenne) (44). Dans l'étude de NORDBO *et al.*, ce taux salivaire était de  $23,4 \pm 19,6$   $\mu\text{g/mL}$  pour les patients atteints de black-stains. Une augmentation significative du taux de lactoferrine salivaire a ainsi été associée aux black-stains. L'affinité de la lactoferrine pour les macromolécules acides suggère qu'une haute concentration en lactoferrines pourrait contribuer à augmenter l'absorption du fer à la surface dentaire des patients atteints de black-stains.

Comme l'a montré SOARES *et al.* (53) l'organisation en micelles des lactoferrines dans la salive joue un rôle important dans le maintien de l'homéostasie de l'environnement oral. D'ailleurs, la lactoferrine et le taux de fer influenceraient l'agrégation bactérienne et la formation du biofilm de *Streptococcus mutans* selon FRANCESCA *et al.* (74). L'apo-lactoferrine augmenterait l'agrégation bactérienne alors que l'holo-lactoferrine diminuerait l'agrégation bactérienne en apportant du fer aux *Streptococcus mutans*.

D'autres part, le calcium a un effet stimulant sur la formation de ces micelles salivaires (78). On peut ainsi mettre en relation l'augmentation du taux de calcium retrouvée dans les black-stains et l'augmentation du taux de lactoferrine salivaire (25,55,63).

Enfin, une hypothèse reste à vérifier, celle de MESONJESI (57): les black-stains pourraient être de la lactoferrine bovine saturée en fer et pourraient indiquer un déficit en fer. Dans cette étude, les patients consommaient dans de grandes quantités du fromage à pâte dure à base de lait cru, qui semblaient contenir de la lactoferrine en grande concentration, en corrélation avec l'étude de DUPONT *et al.* (52). Il aurait cependant été intéressant de mesurer la concentration en lactoferrine de ces fromages.

Ainsi, au travers de notre recherche bibliographique, de nombreux éléments ont été associés aux black-stains comme l'illustre la Figure 16.



*Figure 16: Schématisation hypothétique des éléments en lien avec les black-stains*

## Conclusion

Les colorations noires exogènes sont des colorations dentaires très peu esthétiques, retrouvées fréquemment en odontologie pédiatrique et ce, partout dans le monde. Par le passé, elles ont été décrites comme l'expression de bactéries chromogènes. Aujourd'hui, cette hypothèse a été remise en question et nous nous tournons vers de nouvelles pistes pour en expliquer l'étiologie.

A travers cette revue systématique de la littérature, nous souhaitons appréhender le mécanisme de formation des black-stains, en étudiant le rôle de l'alimentation.

Par notre recherche bibliographique, nous avons pu associer de nombreux éléments aux black-stains.

Tout d'abord, nous avons constaté qu'une alimentation riche en fer était fréquemment associée aux black-stains, aussi bien au niveau des aliments que de la qualité de l'eau consommée. Il semblerait qu'une alimentation riche en fer non héminique puisse favoriser l'apparition de black-stains. De plus, les enfants ayant une alimentation peu cariogène semblaient avoir plus de black-stains que les enfants à haut risque carieux. En outre, la consommation d'aliments contenant des polyphénols pourrait favoriser les colorations dentaires extrinsèques.

Les enfants porteurs de black-stains présentaient des propriétés salivaires bien particulières, aussi bien au niveau du pH salivaire, du pouvoir tampon, que de la composition en certaines protéines salivaires, notamment en lactoferrine. L'alimentation influencerait grandement sur ces propriétés salivaires ainsi que sur sa composition.

Enfin, l'alimentation influencerait également la composition du biofilm, aussi bien quantitativement que qualitativement. D'ailleurs, certains comportements bactériens comme l'adhérence ou le métabolisme du fer ont été modifiés chez les enfants porteurs de black-stains. En outre, le fer influençait également l'agrégation bactérienne. Par conséquent, le fer et l'alimentation semblent être également corrélés aux black-stains.

Les études que nous avons analysées ne nous permettent pas de conclure sur le rôle exact de l'alimentation dans les black-stains, mais cela ouvre de multiples voies de recherche. Des études ultérieures seront indispensables afin de pouvoir tirer des conclusions et d'apporter aux jeunes patients des recommandations, afin de prévenir l'apparition de ces colorations.

# Bibliographie

1. Reid JS, Beeley JA, MacDonald DG. Investigations into Black Extrinsic Tooth Stain. *J Dent Res.* 1977;56(8):895-9.
2. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001;190:8.
3. Aboudharam G. Eclaircissement dentaire. *Encyclo Méd Chir.* 2008;23-150-B-10.
4. Nathoo SA. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:6S-10S.
5. Bandon D, Chabane-Lemboub A, Le Gall M. Les colorations dentaires noires exogènes chez l'enfant : Black-stains. *Arch Pediatr.* 2011;18(12):1343-7.
6. Żyła T, Kawala B, Antoszezewska-Smith J, Kawala M. Black Stain and Dental Caries: A Review of the Literature. *Biomed Res Int.* 2015;2015:1-6.
7. Shourie KL. Mesenteric Line or Pigmented Plaque: A Sign of Comparative Freedom from Caries. *J Am Dent Assoc.* 1947;35(11):805-7.
8. Koch MJ, Bove M, Schroff J, Perlea P, García-Godoy F, Staehle HJ. Black stain and dental caries in schoolchildren in Potenza, Italy. *ASDC J Dent Child.* 2001;68(5-6):353-5, 302.
9. Gasparetto A, Conrado CA, Maciel SM, Miyamoto EY, Chicarelli M, Zanata RL. Prevalence of black tooth stains and dental caries in Brazilian schoolchildren. *Braz Dent J.* 2003;14(3):157-61.
10. Theilade J, Slots J, Fejerskov O. The ultrastructure of black stain on human primary teeth. *Eur J Oral Sci.* 1973;81(7):528-32.
11. Pessoa L, Galvão V, Damante C, Sant'Ana ACP. Removal of black stains from teeth by photodynamic therapy: clinical and microbiological analysis. *BMJ Case Rep.* 2015;
12. Chen X, Zhan J-Y, Lu H-X, Ye W, Zhang W, Yang W-J, et al. Factors associated with black tooth stain in Chinese preschool children. 2014;18(9):2059-66.
13. Ronay T, Attin R. Black Stain - a review. *Oral Health Prev Dent.* 2011;9:37-45.
14. Paredes Gallardo V, Paredes Cencillo C. Tinción cromógena: un problema habitual en la clínica pediátrica. *An Pediatr.* 2005;62(3):258-60.
15. Garcia Martin JMG, Garcia MG, Leston JS, Pendas SL, Martin JJD, Garcia-Pola MJ. Prevalence of black stain and associated risk factors in preschool Spanish children. *Pediatr Int.* 2013;55(3):355-9.
16. Prathap S. Occurrence of Black Chromogenic Stains and its Association with Oral Hygiene of Patients. *Ann Med Health Sci Res.* 2018;8(1):4.
17. Heinrich-Weltzien R, Monse B, van Palenstein Helderma W. Black stain and dental caries in Filipino schoolchildren. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2009;37(2):182-7.

18. França-Pinto CC, Cenci MS, Correa MB, Romano AR, Peres MA, Peres KG, et al. Association between Black Stains and Dental Caries in Primary Teeth: Findings from a Brazilian Population-Based Birth Cohort. *Caries Res.* 2012;46(2):170-6.
19. Boka V, Trikaliotis A, Kotsanos N, Karagiannis V. Dental caries and oral health-related factors in a sample of Greek preschool children. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2013;14(6):363-8.
20. Slots J. The microflora of black stain on human primary teeth. *Eur J Oral Sci.* 1974;82(7):484-90.
21. Saba C, Solidani M, Berlutti F, Vestri A, Ottolenghi L, Polimeni A. Black stains in the mixed dentition: A PCR microbiological study of the etiopathogenic bacteria. *J Clin Pediatr Dent.* 2006;30(3):219-24.
22. Lewis JP. Metal uptake in host-pathogen interactions: Role of iron in *Porphyromonas gingivalis* interactions with host organisms. *Periodontol 2000.* 2010;52(1):94-116.
23. Surdacka A. Chemical composition of the saliva in children and adolescents with black tartar. *Czas Stomatol.* 1989;42(10-12):525-33.
24. Surdacka A. Amount and pH of the saliva in children and adolescents with black tartar. *Czas Stomatol.* 1989;42(6):381-6.
25. Garan, Akyüz S, Öztürk LK, Yarat A. Salivary Parameters and Caries Indices in Children with Black Tooth Stains. *J Clin Pediatr Dent.* 2012;36(3):285-8.
26. Parnas L, Chevion M, Berenshtein E, Faibis S, Moskovitz M. Are there metallic traces in black extrinsic dental stain? *Quintessence Int.* 2013;44(5):427-32.
27. Bartleman J. Infant and child nutrition. *Medicine.* 2018;
28. Gondivkar SM, Gadbail AR, Gondivkar RS, Sarode SC, Sarode GS, Patil S, et al. Nutrition and oral health. *Dis Mon.* 2018;
29. Wilson M. *Food Constituents and Oral Health - Current status and future prospects.* Cambridge: Woodhead Publishing Ltd; 2009. 566 p.
30. Dawes C. Effects of Diet on Salivary Secretion and Composition. *J Dent Res.* 1970;49(6):1263-72.
31. Babic B, Poisson A, Darwish S, Lacasse J, Merckx-Jacques M, Despland E, et al. Influence of dietary nutritional composition on caterpillar salivary enzyme activity. *J Insect Physiol.* 2008;54(1):286-96.
32. Boehlke C, Pötschke S, Behringer V, Hannig C, Zierau O. Does diet influence salivary enzyme activities in elephant species? *J Comp Physiol B.* 2017;187(1):213-26.
33. Morzel M, Truntzer C, Neyraud E, Brignot H, Ducoroy P, Lucchi G, et al. Associations between food consumption patterns and saliva composition: Specificities of eating difficulties children. *Physiol Behav.* 2017;173:116-23.
34. Brandão E, Soares S, Mateus N, de Freitas V. Human saliva protein profile: Influence of food ingestion. *Food Res Int.* 2014;64:508-13.
35. Beaumont C, Karim Z. Actualité du métabolisme du fer. *Rev Med Interne.* 2013;34(1):17-25.
36. Ganz T, Nemeth E. Hcpidin and iron homeostasis. *Biochim Biophys Acta.* 2012;1823(9):1434-43.

37. Lönnerdal B. Development of iron homeostasis in infants and young children. *Am J Clin Nutr.* 2017;106(6):1575S-1580S.
38. Tounian P, Chouraqui J-P. Fer et nutrition. *Arch Pediatr.* 2017;24(5):5S23-31.
39. Vulont S. Métabolisme du fer. *Arch Pediatr.* 2017;24(5):5S32-9.
40. Hurrell R, Egli I. Iron bioavailability and dietary reference values. *Am J Clin Nutr.* 2010;91(5):1461S-1467S.
41. Lecerf J-M, Legrand P. Les effets des nutriments dépendent-ils des aliments qui les portent ? L'effet matrice. *Cahiers de Nutrition et de Diététique.* 2015;50(3):158-64.
42. Baker EN, Baker HM. Lactoferrin: Molecular structure, binding properties and dynamics of lactoferrin. *Cell Mol Life Sci.* 2005;62(22):2531-9.
43. Pierce A, Legrand D, Mazurier J. La lactoferrine : une protéine multifonctionnelle. *M/S.* 2009;25(4):361-9.
44. Steijns JM, van Hooijdonk ACM. Occurrence, structure, biochemical properties and technological characteristics of lactoferrin. *Br J Nutr.* 2000;84(Suppl 1).
45. Franco I, Pérez MD, Conesa C, Calvo M, Sánchez L. Effect of technological treatments on bovine lactoferrin: An overview. *Food Res Int.* 2018;106:173-82.
46. King JC, Cummings GE, Guo N, Trivedi L, Readmond BX, Keane V, et al. A Double-Blind, Placebo-Controlled, Pilot Study of Bovine Lactoferrin Supplementation in Bottle-fed Infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2007;44(2):245-51.
47. Baker HM, Baker EN. A structural perspective on lactoferrin function. *Biochem Cell Biol.* 2012;90(3):320-8.
48. Bösze Z. Bioactive components of milk, *Advances in experimental medicine and biology.* Vol. 606. Springer; 2008. 163-194 p.
49. Thompson A, Boland M, Singh H. *Milk Proteins : From Expression to Food.* Elsevier Science; 2009.
50. Lönnerdal B. Nutritional roles of lactoferrin. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2009;12(3):293-7.
51. Paesano R, Pietropaoli M, Gessani S, Valenti P. The influence of lactoferrin, orally administered, on systemic iron homeostasis in pregnant women suffering of iron deficiency and iron deficiency anaemia. 2009;91(1):44-51.
52. Dupont D, Arnould C, Rolet-Repecaud O, Duboz G, Faurie F, Martin B, et al. Determination of bovine lactoferrin concentrations in cheese with specific monoclonal antibodies. *Int Dairy J.* 2006;16(9):1081-7.
53. Soares RV, Lin T, Siqueira CC, Bruno LS, Li X, Oppenheim FG, et al. Salivary micelles: identification of complexes containing MG2, sIgA, lactoferrin, amylase, glycosylated proline-rich protein and lysozyme. *Arch Oral Biol.* 2004;49(5):337-43.
54. Ortiz-López CS, Veses V, Garcia-Bautista JA, Jovani-Sancho M del M. Risk factors for the presence of dental black plaque. *Nature.* 2018;8(1).



55. Prskalo K, Sever EV, Aleric I, Jelic TA, Zaja I. Risk Factors Associated with Black Tooth Stain. *Acta Clin Croat.* 2017;28-35.
56. Rebelo de Sousa K, Batista M, Rocha Gonçalves J, da Luz Rosário de Sousa M. Extrinsic Tooth Enamel Color Changes and Their Relationship with the Quality of Water Consumed. *Int J Environ Res Public Health.* 2012;9(10):3530-9.
57. Mesonjesi I. Are extrinsic black stains of teeth iron-saturated bovine lactoferrin and a sign of iron deficient anemia or iron overload? *Med Hypotheses.* 2012;79(2):219-21.
58. Adcock KG, Hogan SM. Extrinsic Iron Staining in Infant Teeth from Iron-Fortified Formula and Rice Cereal. *J Pediatr Pharmacol Ther.* 2008;13(3):162-5.
59. Pushpanjali K, Sharma Khanal S, Raj Niraula S. The Relationship of Dental Extrinsic Stains with the Concentration of Trace Elements in Water Sources in a district of Nepai. *Oral Health Prev Dent.* 2004;2:33-7.
60. Azer SS, Hague AL, Johnston WM. Effect of pH on tooth discoloration from food colorant in vitro. *J Dent.* 2010;38:106-9.
61. Hannig C, Sorg J, Spitzmüller B, Hannig M, Al-Ahmad A. Polyphenolic beverages reduce initial bacterial adherence to enamel in situ. *J Dent.* 2009;37(7):560-6.
62. Sheen S, Banfield N, Addy M. The effect of unstimulated and stimulated whole saliva on extrinsic staining in vitro—a developmental method. *J Dent.* 2002;30(7-8):365-9.
63. Nordbo H, Kolsto AB, Eriksen HM. Salivary lactoferrin in a selected group of subjects with exceptional extrinsic dental staining. *J Oral Pathol Med.* 1987;16(8):392-4.
64. Zhang F, Li Y, Xun Z, Zhang Q, Liu H, Chen F. A preliminary study on the relationship between iron and black extrinsic tooth stain in children. *Lett Appl Microbiol.* 2017;64(6):424-9.
65. Miguel JC, Bowen WH, Pearson SK. Effects of iron salts in sucrose on dental caries and plaque in rats. *Arch Oral Biol.* 1997;42(5):377-83.
66. Ericsson Y. Salivary and food factors in dental caries development. *Scand J Dent Res.* 1977;85:56-63.
67. Neri-Numa IA, Soriano Sancho RA, Pereira APA, Pastore GM. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. *Food Res Int.* 2018;103:345-60.
68. ANSES. Table Ciqual [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://ciqual.anses.fr/>
69. Menezes EM da S, Torres AT, Sabaa Srur AU. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta Amazon.* 2008;38(2):311-6.
70. Proctor GB, Pramanik R, Carpenter GH, Rees GD. Salivary Proteins Interact with Dietary Constituents to Modulate Tooth Staining. *J Dent Res.* 2005;84(1):73-8.
71. Andrews SC, Robinson AK, Rodríguez-Quiñones F. Bacterial iron homeostasis. *FEMS Microbiol Rev.* 2003;27(2-3):215-37.

72. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM, Milosevic A. Thickness of Acquired Salivary Pellicle as a Determinant of the Sites of Dental Erosion. *J Dent Res.* 1999;78(12):1821-8.
73. Stenudd C, Nordlund Å, Ryberg M, Johansson I, Källestål C, Strömberg N. The Association Of Bacterial Adhesion with Dental Caries. *Journal of Dental Research.* 2001;80(11):2005-10.
74. Francesca B, Ajello M, Bosso P, Morea C, Andrea P, Giovanni A, et al. Both lactoferrin and iron influence aggregation and biofilm formation in *Streptococcus mutans*. *BioMetals.* 2004;17(3):271-8.
75. Hayrapetyan H, Siezen R, Abee T, Nierop Groot M. Comparative Genomics of Iron-Transporting Systems in *Bacillus cereus* Strains and Impact of Iron Sources on Growth and Biofilm Formation. *Front Microbiol.* 2016;7.
76. Zambon JJ, Reynolds HS, Slots J. Black-pigmented *Bacteroides* spp. in the human oral cavity. *Infect Immun.* 1981;32(1):198-203.
77. Sheibaninia A. The Effect of Social Stress on Salivary Trace Elements. *Biol Trace Elem Res.* 2014;162(1-3):58-63.
78. Schipper RG, Silletti E, Vingerhoeds MH. Saliva as research material: Biochemical, physicochemical and practical aspects. *Arch Oral Biol.* 2007;52(12):1114-35.

## Annexe 1 : Résultats de la revue systématique sur Pubmed

Article	Auteurs	Titre	Résumé	Lecture			
				Colorations	Alimentation	Fer	Salive
Risk factors for the presence of dental black plaque.	Ortiz-Lopez <i>et al.</i>	INC	INC		INC		
Multicenter clinical trial on a permanent hair dye containing paratoluenediamine.	Forti	EXC					
Risk Factors Associated with Black Tooth Stain	Prskalo <i>et al.</i>	INC	INC		INC		
Resistance to abrasion of extrinsic porcelain esthetic characterization techniques.	Chi <i>et al.</i>	EXC					
A preliminary study on the relationship between iron and blackextrinsic tooth stain in children.	Zhang <i>et al.</i>	INC	INC				INC
Black-stains: a microbiological analysis and a view on familiarity and susceptibility to tooth decay of patients in childhood.	Tripodi <i>et al.</i>	EXC					
Dental pigmentation and hemochromatosis: A case report.	Schemel-Suarez <i>et al.</i>	INC	EXC				
Black-stains and dental caries in Brazilian schoolchildren: a cross-sectional study.	Lopez Martinez <i>et al.</i>	INC	INC		EXC		
Oral microbial community typing of caries and pigment in primary dentition.	Li <i>et al.</i>	EXC					
Ritual tooth modification among the Baka pygmies in Cameroon.	Agbor <i>et al.</i>	EXC					
Teeth whitening versus the influence of extrinsic factors on teeth stains.	Nakoniczna-Rudnicka <i>et al.</i>	EXC					
Removal of black-stains from teeth by photodynamic therapy: clinical and microbiological analysis.	Pessoa <i>et al.</i>	EXC					
Comparison of Riboflavin and Toluidine Blue O as Photosensitizers for Photoactivated Disinfection on Endodontic and Periodontal Pathogens In Vitro.	Nielsen <i>et al.</i>	EXC					
Analysis of the Microbiota of Black Stain in the Primary Dentition.	Li <i>et al.</i>	EXC					
Black stain and dental caries: a review of the literature.	Zyla <i>et al.</i>	EXC					
Black yeast in dental unit waterlines. II. Remediation project report.	Wirthin <i>et al.</i>	EXC					
Gingival health benefits of essential-oil and cetylpyridinium chloride mouthrinses: a 6-month randomized clinical study.	Cortelli <i>et al.</i>	EXC					
Can black extrinsic tooth discoloration predict a lower caries score rate in young adults?	Schmuly <i>et al.</i>	INC	EXC				
Cytomorphometric analysis of oral buccal mucosal smears in tobacco and arecanut chewers who abused with and without betel leaf.	Noufal <i>et al.</i>	EXC					
Factors associated with black tooth stain in Chinese preschool children.	Chen <i>et al.</i>	INC	INC		INC		
Crossover clinical investigation of a whitening chewing gum for inhibiting dental stain formation in conjunction with toothbrushing.	Milleman <i>et al.</i>	INC	EXC				
Dental caries and microbiota in children with black stain and non-discoloured dental plaque.	Heinrich-Weltzien <i>et al.</i>	INC	INC		EXC		
Dental caries and oral health-related factors in a sample of Greek preschool children.	Boka <i>et al.</i>	INC	INC		EXC		
Japanese black vinegar "Izumi" inhibits the proliferation of human squamous cell carcinoma cells via necroptosis.	Baba <i>et al.</i>	EXC					
A randomized clinical study investigating the staining profile of an experimental stannous fluoride dentifrice.	Nehme <i>et al.</i>	EXC					
The staining potential of various currently marketed mouthrinses.	Lisante <i>et al.</i>	EXC					

Are there metallic traces in black extrinsic dental stain?	Parnas <i>et al.</i>	INC	EXC	
Prevalence of black stain and associated risk factors in preschool Spanish children.	Garcia Martin <i>et al.</i>	INC	INC	INC
Biofilms of black tooth stains: PCR analysis reveals presence of <i>Streptococcus mutans</i> .	Costa <i>et al.</i>	EXC		
Extrinsic tooth enamel color changes and their relationship with the quality of water consumed.	Rebello de Sousa <i>et al.</i>	INC	INC	INC
Randomized controlled trial to evaluate tooth stain reduction with nicotine replacement gum during a smoking cessation program.	Whelton <i>et al.</i>	EXC		
Effectiveness of a mouthrinse containing active ingredients in addition to chlorhexidine and triclosan compared with chlorhexidine and triclosan rinses on plaque, gingivitis, supragingival calculus and extrinsic staining.	Kuma <i>et al.</i>	EXC		
Are extrinsic black-stains of teeth iron-saturated bovine lactoferrin and a sign of iron deficient anemia or iron overload?	Mesonjesi	INC	INC	INC
Association between black-stains and dental caries in primary teeth: findings from a Brazilian population-based birth cohort.	França-Pinto	INC	INC	INC
Laboratory evaluation of extrinsic stain removal by a specially engineered sonic powered toothbrush with unique sensing and control technologies.	Maloney <i>et al.</i>	EXC		
Effect of bleaching on tooth discoloration from food colourant in vitro.	Azer <i>et al.</i>	EXC		
[Exogenous tooth discoloration in children: black-stains].	Bandon <i>et al.</i>	INC	EXC	
A randomised crossover trial to compare the potential of stannous fluoride and essential oil mouth rinses to induce tooth and tongue staining.	West <i>et al.</i>	EXC		
Black stain - a review.	Ronay <i>et al.</i>	EXC		
A nonstaining and tasteless hydrophobic salt of chlorhexidine.	Menegon <i>et al.</i>	EXC		
Abrasion, polishing, and stain removal characteristics of various commercial dentifrices in vitro.	Schemehorn <i>et al.</i>	EXC		
Recent advances in dentin hypersensitivity: clinically proven treatments for instant and lasting sensitivity relief.	Cummins	EXC		
Effect of toothpaste containing d-limonene on natural extrinsic smoking stain: a 4-week clinical trial.	Xie <i>et al.</i>	EXC		
Case report: Blue chromogenic dental staining in child with West syndrome.	Bussell <i>et al.</i>	INC	EXC	
Effect of pH on tooth discoloration from food colorant in vitro.	Azer <i>et al.</i>	INC	INC	INC
Relationship between laser fluorescence and bacterial invasion in arrested dentinal carious lesions.	Iwami <i>et al.</i>	EXC		
Long- but not short-term heat acclimation produces an apoptosis-resistant cardiac phenotype: a lesson from heat stress and ischemic/reperfusion insults.	Assayag <i>et al.</i>	EXC		
A comparative clinical study evaluating stain removal efficacy of a new sensitivity whitening dentifrice compared to commercially available whitening dentifrices.	Hughes <i>et al.</i>	EXC		
Quantitative estimation of AgNORs in inflammatory gingival overgrowth in pediatric patients and its correlation with the dental plaque status.	Mukhopadhyay	EXC		
Polyphenolic beverages reduce initial bacterial adherence to enamel in situ.	Hannig <i>et al.</i>	INC	INC	INC
The susceptibility of bleached enamel to staining as measured by Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF).	Adeyemi <i>et al.</i>	EXC		

In vitro cleaning, abrasion and fluoride efficacy of a new silica based whitening toothpaste containing blue covarine.	Joiner <i>et al.</i>	EXC			
Extrinsic iron staining in infant teeth from iron-fortified formula and rice cereal.	Adcock <i>et al.</i>	INC	INC	INC	INC
The clinical measurement of tooth colour and stain.	Brook <i>et al.</i>	EXC			
Review of the extrinsic stain removal and enamel/dentine abrasion by a calcium carbonate and perlite containing whitening toothpaste.	Joiner	EXC			
Photocatalytic antibacterial effect of TiO <sub>2</sub> film formed on Ti and TiAg exposed to Lactobacillus acidophilus.	Choi <i>et al.</i>	EXC			
Black-stains in the mixed dentition: a PCR microbiological study of the etiopathogenic bacteria.	Saba <i>et al.</i>	EXC			
Development of a stain shade guide to aid the measurement of extrinsic dental stain.	Gadhia <i>et al.</i>	EXC			
Black teeth: beauty or caries prevention? Practice and beliefs of the Kammu people.	Tayanin <i>et al.</i>	INC	EXC		
Oral lesions of 500 habitual psychoactive substance users in Chennai, India.	Thavarajah <i>et al.</i>	EXC			
An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains.	Suliman	EXC			
Benefits of sodium hexametaphosphate-containing chewing gum for extrinsic stain inhibition.	Walters <i>et al.</i>	INC	EXC		
An antibacterial surface on dental implants, based on the photocatalytic bactericidal effect.	Suketa <i>et al.</i>	EXC			
Occupational allergic contact dermatitis from antioxidant amines in a dental technician.	Conde-Salazar <i>et al.</i>	EXC			
The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro.	Suliman <i>et al.</i>	EXC			
The relationship of dental extrinsic stains with the concentration of trace elements in water sources in a district of Nepal.	Pushpanjali <i>et al.</i>	INC	INC	INC	
Clinical study to compare the effectiveness of a test whitening toothpaste with a commercial whitening toothpaste at inhibiting dental stain.	Claydon <i>et al.</i>	EXC			
Extrinsic tooth discolouration in 11-16 year-old Nigerian children.	Koleoso <i>et al.</i>	INC	INC	Indisponible	
Comparative antiplaque and antigingivitis effectiveness of a chlorhexidine and an essential oil mouthrinse: 6-month clinical trial.	Charles <i>et al.</i>	EXC			
Development of methods to enhance extrinsic toothdiscoloration for comparison of toothpastes. 2. Two-product clinical study.	Pontefract <i>et al.</i>	INC	EXC		
Development of methods to enhance extrinsic toothdiscoloration for comparison of toothpastes. 1. Studies in vitro.	Pontefract <i>et al.</i>	INC	EXC		
A clinical study to assess the ability of a powered toothbrush to remove chlorhexidine/tea dental stain.	Moran <i>et al.</i>	EXC			
Dental root resorption and repair: histology and histometry during physiological drift of rat molars.	Kimura <i>et al.</i>	EXC			
The effect of unstimulated and stimulated whole saliva on extrinsic staining in vitro--a developmental method.	Sheen <i>et al.</i>	INC	INC		INC
Comparison of two dentifrices with respect to efficacy for the control of plaque and gingivitis, and with respect to extrinsic tooth staining: a six-month clinical study on adults.	Mankodi <i>et al.</i>	EXC			
The effectiveness of two different battery-powered toothbrushes on whitening through removal of stain.	Karpinia <i>et al.</i>	EXC			
Direct quantitative differentiation between Prevotella intermedia and Prevotella nigrescens in clinical specimens.	Gmür <i>et al.</i>	EXC			
Black stain and dental caries in schoolchildren in Potenza, Italy.	Koch <i>et al.</i>	INC	EXC		

Clinical study to compare extrinsic stain formation in subjects using three dentifrice formulations.	Conforti <i>et al.</i>	EXC		
Present and future technologies of tooth whitening.	Viscio <i>et al.</i>	EXC		
The effect of polyvinyl pyrrolidone on the clinical activity of 0.09% and 0.2% chlorhexidine mouthrinses.	Claydon <i>et al.</i>	EXC		
Anticariogenic effects of black tea ( <i>Camellia sinensis</i> ) in caries prone-rats.	Touyz <i>et al.</i>	EXC		
Extrinsic stain prevention with a combination dentifrice containing calcium phosphate surface active builders compared to two marketed controls.	Gerlach <i>et al.</i>	EXC		
Removal of extrinsic stain using a tartar control whitening dentifrice: a randomized clinical trial.	Gerlach <i>et al.</i>	EXC		
Studies on the effect of polyvinyl pyrrolidone on the activity of chlorhexidine mouthrinses: plaque and stain.	Claydon <i>et al.</i>	EXC		
The propensity of individual saliva to cause extrinsic staining in vitro--a developmental method.	Sheen <i>et al.</i>	INC	EXC	
The effect of toothpaste on the propensity of chlorhexidine and cetyl pyridinium chloride to produce staining in vitro: a possible predictor of inactivation.	Sheen <i>et al.</i>	EXC		
The chemical stain removal properties of 'whitening' toothpaste products: studies in vitro.	Sharif <i>et al.</i>	EXC		
Tobacco-associated lesions of the oral cavity: Part I. Nonmalignant lesions.	Mirbod <i>et al.</i>	EXC		
Dental discoloration: an overview.	Hattab <i>et al.</i>	EXC		
Comparative antiplaque effectiveness of an essential oil and an amine fluoride/stannous fluoride mouthrinse.	Riep <i>et al.</i>	EXC		
Oral effects of smokeless tobacco use by professional baseball players.	Robertson <i>et al.</i>	EXC		
Betel: consumption and consequences.	Norton	EXC		
Enamel matrix, cementum development and regeneration.	Hammarström	EXC		
Morphogenic mechanisms in the development of ethmoidal sinuses.	Monteiro <i>et al.</i>	EXC		
Reduced chlorhexidine tooth stain coverage by sequential administration of monoperoxyphthalic acid in the beagle dog.	Charbonneau <i>et al.</i>	EXC		
Effects of combined topical metronidazole and mechanical treatment on the subgingival flora in deep periodontal pockets in cuspids and bicuspid.	Hitzig <i>et al.</i>	EXC		
Effects of iron salts in sucrose on dental caries and plaque in rats.	Miguel <i>et al.</i>	INC	INC	INC
Clinical efficacy of an optimized stannous fluoride dentifrice, Part 5: A 3-month study of extrinsic tooth staining, northeast USA.	Bosma <i>et al.</i>	EXC		
Efficacy of chewing gum in preventing extrinsic tooth staining.	Yankell <i>et al.</i>	INC	EXC	
Use of environmental scanning electron microscopy to evaluate dental stain removal.	Zammiti <i>et al.</i>	EXC		
Minocycline-induced intraoral pharmacogenic pigmentation: case reports and review of the literature.	Westbury <i>et al.</i>	EXC		
A comparative clinical study of extrinsic tooth stain removal with two electric toothbrushes [Braun D7 and D9] and a manual brush.	Grossman <i>et al.</i>	EXC		
The comparative tea staining potential of phenolic, chlorhexidine and anti-adhesive mouthrinses.	Addy <i>et al.</i>	EXC		
Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions.	Tay <i>et al.</i>	EXC		
Dietary staining in vitro by mouthrinses as a comparative measure of antiseptic activity and predictor of staining in vivo.	Addy <i>et al.</i>	INC	INC	EXC

A comparative study of stain removal with two electric toothbrushes and a manual brush.	Moran <i>et al.</i>	EXC		
The clinical effect of a stabilized stannous fluoride dentifrice on plaque formation, gingivitis and gingival bleeding: a six-month study.	Perlich <i>et al.</i>	EXC		
The clinical effect of dentifrices containing stabilized stannous fluoride on plaque formation and gingivitis--a six-month study with ad libitum brushing.	Beiswanger <i>et al.</i>	EXC		
The effect of using a pre-brushing mouthwash (Plax) on removal of tooth stain in vivo and in vitro.	Mills <i>et al.</i>	EXC		
Clinical and computer-assisted evaluations of the stain removal ability of the Sonicare electronic toothbrush.	McInnes <i>et al.</i>	EXC		
Lethal photosensitization of bacteria in subgingival plaque from patients with chronic periodontitis.	Sarkar <i>et al.</i>	EXC		
Use of toothpicks for chlorhexidine staining.	Tilliss <i>et al.</i>	EXC		
Identification by biotinylated DNA probes of Capnocytophaga species isolated from supragingival calculus.	Morita <i>et al.</i>	EXC		
Effect of Peroxyl mouthrinse on chlorhexidine staining of teeth.	Winer <i>et al.</i>	EXC		
Comparative effects of 2 chemotherapeutic mouthrinses on the development of supragingival dental plaque and gingivitis.	Overholser <i>et al.</i>	EXC		
Periodontal effects associated with the use of smokeless tobacco.	Robertson <i>et al.</i>	EXC		
The clinical effects of a mouthrinse containing 0.1% octenidine.	Beiswanger <i>et al.</i>	EXC		
[Chemical composition of the saliva in children and adolescents with black tartar].	Surdacka	EXC		
Chemotherapeutic inhibition of supragingival dental plaque and gingivitis development.	DePaola <i>et al.</i>	EXC		
Scanning electron microscopy of black stain on human permanent teeth.	Theilade <i>et al.</i>	EXC		
An unusual case of black teeth.	Schuurs <i>et al.</i>	INC	INC	Indisponible
Salivary lactoferrin in a selected group of subjects with exceptional extrinsic dental staining.	Nordbo <i>et al.</i>	INC	INC	INC
Single maxillary central incisor and coloboma in hypomelanosis of Ito.	Bartholomew <i>et al.</i>	EXC		
Efficacy of mouthrinses in inhibiting dental plaque and gingivitis in man.	Axelsson <i>et al.</i>	EXC		
Dental caries and staining after twenty-eight months of rinsing with stannous fluoride or sodium fluoride.	Leverett <i>et al.</i>	EXC		
Malnutrition and the oral health of children in Ogbomosho, Nigeria.	Sawyer <i>et al.</i>	INC	EXC	
Anticariogenic effects of tea in rats.	Rosen <i>et al.</i>	EXC		
Extrinsic dental stain caused by chlorhexidine and other denaturing agents.	Elligsen <i>et al.</i>	INC	EXC	
Corrosion of resin-bonded orthodontic brackets.	Gwinnett	EXC		
Iron staining of the acquired enamel pellicle after exposure to tannic acid or chlorhexidine: preliminary report.	Nordbo <i>et al.</i>	EXC		
Extrinsic dental stain caused by stannous fluoride.	Elligsen <i>et al.</i>	EXC		
Investigations into black extrinsic tooth stain.	Reid <i>et al.</i>	INC	EXC	
The effect of an alexidine mouthwash on dental plaque and gingivitis.	Carlson <i>et al.</i>	EXC		
Application of fluorescent antibody methods in the analysis of plaque samples.	Thomson <i>et al.</i>	EXC		
The microflora of black stain on human primary teeth.	Slots	EXC		
The ultrastructure of black stain on human primary teeth.	Theilade <i>et al.</i>	EXC		

## Annexe 2 : Résultats de la revue systématique sur Scopus

Article	Auteurs	Titre	Résumé	Lecture		
				Alimentation	Fer	Salive
Risk factors for the presence of dental black plaque	Ortiz-Lopez <i>et al.</i>	INC	INC	INC		
A preliminary study on the relationship between iron and black extrinsic tooth stain in children	Zhang <i>et al.</i>	INC	INC		INC	
Dental pigmentation and hemochromatosis: A case report	Schemel-Suarez <i>et al.</i>	INC	EXC			
Risk factors associated with black tooth stain	Prskalo <i>et al.</i>	INC	INC	INC		
Black-stains and dental caries in Brazilian schoolchildren: a cross-sectional study	Lopez-Martinez <i>et al.</i>	INC	INC	EXC		
Removal of black-stains from teeth by photodynamic therapy: Clinical and microbiological analysis	Pessoa <i>et al.</i>	EXC				
Black stain and dental caries: A review of the literature	Zyla <i>et al.</i>	EXC				
Factors associated with black tooth stain in Chinese preschool children	Chen <i>et al.</i>	INC	INC	INC		
Can black extrinsic tooth discoloration predict a lower caries score rate in young adults?	Shmuly <i>et al.</i>	INC	EXC			
Dental caries and oral health-related factors in a sample of Greek preschool children	Boka <i>et al.</i>	INC	INC	EXC		
Prevalence of black stain and associated risk factors in preschool Spanish children	Garcia Martin <i>et al.</i>	INC	INC	INC		
Extrinsic tooth enamel color changes and their relationship with the quality of water consumed	Rebello de Sousa <i>et al.</i>	INC	INC	INC		
Are extrinsic black-stains of teeth iron-saturated bovine lactoferrin and a sign of iron deficient anemia or iron overload?	Mesonjesi	INC	INC	INC		
Endemic dental fluorosis and associated risk factors in Dausa district, Rajasthan (India)	Ydav <i>et al.</i>	EXC				
Dental fluorosis-a case study from Nawa tehsil in Nagaur district, Rajasthan (India)	Gautam <i>et al.</i>	EXC				
Exogenous black dental colorings at the child: Black-stains	Bandon <i>et al.</i>	INC	EXC			
Case report: Blue chromogenic dental staining in child with West syndrome.	Busell <i>et al.</i>	INC	EXC			
Oral lesions of 500 habitual psychoactive substance users in Chennai, India	Thavarajah <i>et al.</i>	EXC				
The relationship of dental extrinsic stains with the concentration of trace elements in water sources in a district of Nepal	Pushpanjali <i>et al.</i>	INC	INC	INC		
A study of dental staining among competitive swimmers	Escartin <i>et al.</i>	INC	EXC			
Effects of iron salts in sucrose on dental caries and plaque in rats	Miguel <i>et al.</i>	INC	INC			INC
Chemical composition of the saliva in children and adolescents with black tartar	Surdacka	EXC				
Salivary lactoferrin in a selected group of subjects with exceptional extrinsic dental staining	Nordbo <i>et al.</i>	INC	INC			INC
Extrinsic dental stain caused by chlorhexidine and other denaturing agents	Elligsen <i>et al.</i>	INC	EXC			
Corrosion of resin-bonded orthodontic brackets	Gwinnett	EXC				
Iron staining of the acquired enamel pellicle after exposure to tannic acid or chlorhexidine: preliminary report	Nordbo <i>et al.</i>	EXC				
Investigations into Black Extrinsic Tooth Stain	Reid <i>et al.</i>	INC	EXC			



Auteur principal	Année	Pays	Nombre participants	% BS	Age	Dentition	Nombre d'opérateurs	Questionnaire	Facteur de risque BS	Facteur protecteur BS	Pas de lien BS	Caractéristiques salivaires associées aux BS
Ortiz-Lopez	2018 - étude conduite de 2014 à 2016	Espagne (Valence et Castellon)	94	50%	Même âge dans le groupe contrôle et le groupe BS - Age moyen: 39 ans +/- 18 ans	Définitive	1 dentiste	Rempli sans aide	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eau haute teneur en fer</li> <li>Eau haut pH</li> <li>Consommation d'eau du robinet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grignotage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CAOD</li> <li>Index parodontal</li> <li>Index de saignement gingival</li> <li>Supplémentation en fer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Haut pH salivaire</li> <li>Faible taux salivaire fer</li> </ul>
Prskalo	2017	Croatie (Zagreb)	60	50%	15 - 25 ans	Définitive	Non indiqué	Non indiqué	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation de betteraves</li> <li>Consommation de vin rouge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supplémentation en fer</li> <li>Vitamines</li> <li>Antiacides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH salivaire plus bas</li> <li>Plus faible taux de <i>S. mutans</i></li> </ul>	
Chen	2013	Chine (Shanghai)	1397	9,90%	4,55 ans en moyenne avec BS	Lactéale	2 dentistes: 1 pour les caries, 1 pour les BS	Rempli sans aide	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sauce soja</li> <li>Utilisation de biberon durant le sommeil chez les enfants en bas âge</li> <li>Bonne hygiène bucco-dentaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Présence de caries</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supplémentation en fer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dents mandibulaires antérieures, face linguale, proche des glandes salivaires</li> </ul>
García Martín	2013 - étude conduite de 1998 à 2011	Espagne (Oviedo)	3272	3,10%	6 ans	Mixte	1 dentiste	Rempli sans aide	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aliments riches en fer</li> <li>Boissons contenant vitamine C</li> <li>Supplémentation en fer lors de la grossesse ou enfance précoce</li> </ul>			
Rebello de Sousa	2012 - étude conduite en 2008	Bésil (Caapiranga, Amazonie)	346	5,78%	1 - 87 ans Mais BS: seulement enfants et ado	Définitive / Lactéale / Mixte	1 examinateur + 1 assistant		<ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation de baies d'açaí</li> </ul>			
Mesonjesi	2012	Albanie	94	100%	7 - 53 ans	Définitive / Mixte	1 dentiste	Examen oral puis questionnaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation de fromage à base de lait cru &gt; 50g/jour</li> </ul>			
França-Pinto	2012	Bésil (Pelotas)	1129	3,50%	5 ans	Lactéale	8 examinateurs	Posé oralement par les opérateurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eau plate / filtrée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eau minérale / naturelle de puit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation de suceries</li> <li>Consommation de boissons sucrées</li> </ul>	
Adcock	2008	Etats-Uni (Mississippi)	1	7 mois	7 mois	Lactéale	1 dentiste	Non pertinent	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation excessive de fer (préparation lactée enrichie en fer avec des céréales de riz)</li> </ul>			
Pushpanjali	2004	Népal	551	39%	4 ans et +	Définitive / Lactéale / Mixte	1 dentiste	Questionnaire + entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Haute teneur en fer dans l'eau</li> </ul>			

## Annexe 3 : Tableau résumant les études sur l' alimentation résument les études sur l' alimentation dans les black-stains

Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

## Collège des Sciences de la Santé

### UFR des Sciences Odontologiques

# Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

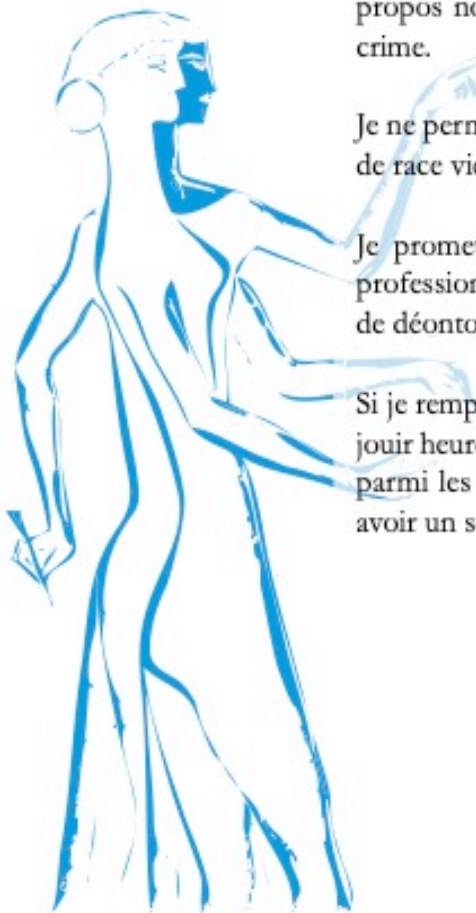
Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



## **Titre : Rôle de l'alimentation sur les colorations dentaires noires exogènes chez l'enfant - Revue systématique de la littérature**

### **Résumé :**

Les colorations noires exogènes (black-stains) sont des colorations dentaires disgracieuses fréquemment retrouvées en odontologie pédiatrique, avec une prévalence de 1 à 20% selon les pays. La compréhension de leur étiologie est indispensable pour permettre une prise en charge optimale. L'objectif de ce travail était d'identifier dans la littérature scientifique, les habitudes alimentaires favorisant la survenue de ces colorations, et de mettre en évidence les mécanismes mis en jeu. Une recherche dans les bases de données Pubmed et Scopus a permis de sélectionner 15 articles traitant des rôles de l'alimentation, de la salive et du fer sur les black-stains. Malgré le faible niveau de preuves scientifiques, il apparaît qu'une alimentation riche en fer semble être corrélée aux black-stains. Elle influencerait également les propriétés salivaires et le biofilm et favoriserait ainsi l'apparition des black-stains.

### **Mots clés :**

Odontologie pédiatrique, Colorations noires exogènes, Facteurs de risque, Fer, Alimentation

---

## **Title : Role of diet on dental black-stains in children – Systematic literature review**

### **Abstract :**

Black-stains are unsightly dental stains common in pediatric dentistry, with a prevalence of 1 to 20% depending on the country. The understanding of their etiology is essential to allow optimal treatment. The aim of this study was to identify within the scientific literature, the eating habits favoring the occurrence of these stains, and to highlight the mechanisms involved. A research in the Pubmed and Scopus databases allowed to select 15 articles referring to the roles of food, saliva and iron on black-stains. Despite a low level of scientific evidence, it appears that an iron-rich diet seems to be correlated with black-stains. Diet would also influence the salivary properties and the biofilm and thus promote the appearance of black-stains.

### **Keywords :**

Pediatric dentistry, Black-stains, Risk factors, Iron, Diet