

Année 2016

Thèse n°2016-TOU3-3029

THESE

Pour le
DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par
CANCEILL Thibault
Le 2 juin 2016

Apport de l'outil Google Trends® dans les études épidémiologiques : exemple de l'amalgame

Directeurs de thèse : Docteurs Sabine JONOT et Jean-Noël VERGNES

JURY

Président :	Monsieur KEMOUN Philippe
1 ^{er} assesseur :	Madame JONOT Sabine
2 ^{ème} assesseur :	Monsieur VERGNES Jean-Noël
3 ^{ème} assesseur :	Monsieur MONSARRAT Paul

Faculté de Chirurgie Dentaire



➔ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONIOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mme Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Anne-Marie GRIMOUD

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Marie-Christine MORICE

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE †

Mr Jean-Philippe LODTER

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section :

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Professeur d'Université :

Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr VAYSSE

Maîtres de Conférences :

Mme NOIRRIT-ESCLASSAN

Assistants :

Mme DARIES, Mr MARTY

Adjoints d'Enseignement :

Mr DOMINÉ

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :

Mr BARON

Maîtres de Conférences :

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Assistants :

Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES

Assistant Associé

Mr TOURÉ

Adjoints d'Enseignement :

Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section :

Mr HAMEL

Professeur d'Université :

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Maître de Conférences :

Mr HAMEL, Mr VERGNES

Assistant :

Mlle BARON

Adjoints d'Enseignement :

Mr DURAND, Mr PARAYRE

57.01 PARODONTOLOGIE

Chef de la sous-section : Mr BARTHET
 Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN
 Assistants : Mr RIMBERT, Mme VINEL
 Adjoints d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION

Chef de la sous-section : Mr COURTOIS
 Professeur d'Université : Mr DURAN
 Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY
 Assistants : Mme CROS, Mr EL KESRI, Mme GAROBY-SALOM
 Adjoints d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE)

Chef de la sous-section : Mr POULET
 Professeurs d'Université : Mr KEMOUN
 Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr POULET
 Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mr LEMAITRE,
 Adjoints d'Enseignement : Mr BLASCO-BAQUE, Mr SIGNAT, Mme VALERA, Mr BARRE

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Chef de la sous-section : Mr DIEMER
 Professeurs d'Université : Mr DIEMER
 Maîtres de Conférences : Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
 Assistants : Mr BONIN, Mr BUORO, Mme DUEYMES, Mme. RAPP, Mr. MOURLAN
 Assistant Associé : Mr HAMDAN
 Adjoints d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr ELBEZE, Mr MALLET

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)

Chef de la sous-section : Mr CHAMPION
 Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR
 Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS
 Assistants : Mr. CHABRERON, Mr. GALIBOURG, Mr. KNAFO, Mme. SELVA, Mme. ROSCA
 Adjoints d'Enseignement : Mr. BOGHANIM, Mr. .DESTRUHAUT, Mr. FLORENTIN, Mr. FOLCH, Mr. GHRENASSIA, Mme. LACOSTE-FERRE, Mr. POGEANT, Mr. RAYNALDY, Mr. GINESTE

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Chef de la sous-section : Mme JONIOT
 Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE
 Maîtres de Conférences : Mme JONIOT, Mr NASR
 Assistants : Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT
 Adjoints d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mr ETIENNE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

*L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.
 (Délibération en date du 12 Mai 1891).*

Mise à jour au 01 MARS 2016

Remerciements

Merci à vous tous, lecteurs de cette thèse de vous attarder sur ces remerciements, car c'est souvent la partie sur laquelle je me précipite moi aussi quand j'ai une thèse entre les mains !

A mes parents, Pascal et Véro, à leur soutien sans faille depuis toujours et jusqu'à la réalisation de cette thèse. Merci pour tout ce que vous m'avez apporté.

A ma sœur Roxane, confidente de toujours. A notre complicité depuis que l'on est tout petits, à nos parties de Star Wars sur PS2, à nos courses sur Mario Kart au fil des consoles, à nos soirées pizzas plus récemment, et à tout ce qu'on a pu partager d'autre jusque-là !

A mes grands-mères, Anne-Marie et Colette, toujours présentes et souriantes à chaque étape de ma jeunesse.

A mes grands-pères, Michel et Jacques, à jamais souriants dans mon cœur, et qui sauront apprécier le présent travail, comme j'apprécie de me souvenir d'eux. A Odette, Odée, à jamais dans mes pensées.

A mes tantes maternelles, Anne-Marie et Christine, qui se reconnaîtront tant elles sont vraiment phénoménales. Merci d'ailleurs à Killou de ne pas se pousser la chansonnette en cette journée qui avait bien commencé !

A Sabine et Michel, que je retrouve toujours avec plaisir lors des repas de famille, maintes fois d'ailleurs en périodes de révisions. A Samy et Sarah, mes deux cousins adorés, avec qui j'ai partagé tant de bons moments. Je me rappelle Samy de nos mémorables parties de Mario Kart contre Bowser, et à Sarah que je retrouve toujours avec autant de plaisir à Villeneuve, en Espagne, à Paris, partout !

A Gwladys, ma meilleure amie, la première citée ici tant elle m'a apporté depuis toutes ces années. Je ne peux m'empêcher de penser que si j'avais choisi un autre lycée, nous n'aurions pas vécu les mêmes 10 dernières années de fous (déjà 10 ans c'est dingue !)

A Jérôme Bibi (Jéjé, putain là oui !! Boney M en force, la nuit quasi blanche à faire le site et la vidéo BDS, tout et tout !)

A Pierre (Pierrot, le roi de la prothèse, mon compère du mondial je me souviens encore du Nigéria Japon à 3h du mat'), Lucile (Lou, que je ne regrette pas une seconde d'avoir choisi comme binôme !), Camille (à tes salades bio Arum du midi et à nos heures de blabla entre deux lapins en clinique) et Jérôme (à son hymne sud africain « Oh là et là eh ooooh » et à nos médisances et à notre héros sur l'hymne de la Champions League (tu l'as reconnu !)). A vous quatre que j'ai retrouvé tous les jours en clinique pendant 3 ans, toujours avec la même complicité. Ces quelques années de fin d'études n'auraient pas été si agréables sans vous.

A mes autres amis les plus proches dans cette fac : Sarah (Ti), Julien (au moment où j'écris je mène encore largement dans notre concours débile de démontage d'épaules en clinique !), Marion (Ma Rion, « Tocard ! » haha), Charlotte (l'interne ! « Andouille ! », qui m'a fait voir

mon premier match de hand au stade et qui nous fait goûter des spécialités de fromage de la campagne perdue tarbaise à chaque apéro), Claire (avec son chat monster caca), Cécile (Disney !!!!!), Margaux (et notre aller-retour mémorable à Perpignan après s'être trompé de gare à Figières « non mais Figières c'est tout petit il n'y aura pas deux gares », tu passeras le bonjour à Chloé (Attention à) Lamarche tiens !)...

A tous mes amis de promo, avec qui j'ai partagé tant de bons moments : Julie P, Julie Du, Clémence B, Aurore, Clémence M, Clémence R, Carole, Neïla, Chloé A, Chloé G, Sophie B, Sophie M, Géromine, Etienne, Julie L, Julie Dej... A TOOTHOURIRE !

A mon gang des Plaisançois : Clément (Tricard, le vrai), Benjamin (Scholles), Sylvain (Zouz), Nicolas (Dudu), Nicolas (Nico le cuistot), Clément (Roonie), Benji Juquin, Flo...

A mes foteux sur Tournefeuille : Thomas D, Bastien A, Romain A, Gaëtan (Tibili), Maxime A, Jérémy S, Pierre X, Nicolas G...

A mes foteux du Dental Football Club : Yannis, Yann, Guillaume (Gui), Bruno (Bru), Tom, Damien, Jean-Denis (JD, l'ex-captain), Nico Bellandi, Jean-Pascal, Alex, Nico, Paulette et tous les autres...

A Philippe et Valérie Cessal pour m'avoir fait confiance pour mon premier remplacement, et les suivants.

A Marie. – 20 ans déjà depuis la maternelle (ça ne nous rajeunit pas) – et sa bande Laura, Margaux, Sarah.

A Marc mon parrain et Jade, à nos galettes des rois !

A Fabien, mon prof' de la première heure en PACES.

A Paul qui m'aiguille dans les rouages de cette faculté (l'écran Samsung au fait c'est pour bientôt ?).

A Jean-Noël qui a eu l'idée du sujet de cette thèse.

Au Dr. Antonin Hennequin et tous les membres de son cabinet pour m'avoir accueilli chaque jour de stage actif avec le sourire.

A tous mes amis du tennis, avec lesquels je partage des moments inoubliables depuis des années : Cyril (the boss), Vincent (Lig'), Gaët', Christophe, Chloé (ma chlo), Mélanie d'Agen (pruneaux d'Agen ça te va bien), Vincent (Lafrite), Quentin (Macdo ?), Orenn, Pas-Calou, Thomas, Julien, Florence, Antoine... A tous les anciens initiateurs avec qui j'ai aussi vécu de supers moments (Laurie, Thomas, Yannick...).

A Soleil, ma mascotte des révisions (le mec remercie son chat oui oui).

A tous les autres pour ne pas faire de jaloux !

A notre Président du Jury

Monsieur Philippe KEMOUN

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier,

Nous vous sommes extrêmement reconnaissants d'avoir accepté la présidence de ce jury. L'engagement et la passion que vous avez su associer à vos enseignements ont grandement contribué à la réalisation de ce travail. Veuillez croire en l'expression de notre respect le plus grand.

A notre codirectrice de thèse,

Madame Sabine JONJOT

- Maître de Conférences des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,
- Responsable de la sous-section « Sciences Anatomiques et physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie »,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur d'Etat en Odontologie,
- Habilitation à diriger des recherches (HDR),
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

Vous nous avez fait l'honneur de codiriger cette thèse. Nous vous remercions de votre soutien tout au long de notre cursus. L'aboutissement de ce travail n'aurait pas la même valeur sans les précieux conseils et la disponibilité qui ont été les vôtres. Nous tenons à vous témoigner ici notre sincère reconnaissance et notre plus profond respect.

A notre codirecteur de thèse,

Monsieur Jean-Noël VERGNES

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Epidémiologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Professeur associé, Oral Health and Society Division, Université McGill –
Montréal, Québec – Canada,
- Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales,
- Master2 Recherche – Epidémiologie clinique,
- Diplôme d'Université de Recherche Clinique Odontologique,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous vous témoignons nos plus sincères remerciements pour avoir accepté la codirection de cette thèse. La qualité de vos enseignements pratiques et théoriques depuis le début de nos études nous sera d'une extrême utilité au cours de notre carrière. Veuillez trouver dans ces quelques lignes l'expression de notre respectueuse gratitude.

A notre jury,

Monsieur Paul MONSARRAT

- Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire.
- Master 1 Recherche : Biosanté
- Master 1 Recherche : Méthodes d'Analyse et de Gestion en Santé Publique,
- Master 2 Recherche : mention : Biologie, santé ; spécialité :
Physiopathologie,
- Lauréat de la faculté de Médecine Ranguel et de Chirurgie Dentaire de
l'Université Paul Sabatier,
- Diplôme Universitaire d'Imagerie 3D maxillo-faciale.

Vous avez accepté de participer à ce jury et nous vous en remercions vivement. Nous avons pu apprécier votre dévouement et votre gentillesse durant nos années universitaires. Nous vous adressons par ces quelques mots toute l'estime que nous avons pour vous.

INTRODUCTION	13
I. L'amalgame dentaire.....	16
1) Les différents types d'amalgame	16
a. Selon la morphologie des particules	17
b. Selon la composition chimique de la poudre	17
→ Les phases.....	18
→ Les familles d'amalgame	18
2) Propriétés des amalgames	21
a. Propriétés mécaniques.....	21
b. Propriétés physico-chimiques	25
c. Autres propriétés.....	26
3) Indications et controverses	27
b. Controverses	28
→ Toxicité neurologique.....	28
→ Toxicité dermatologique	29
→ Toxicité rénale	30
→ Toxicité environnementale.....	32
→ Quand les médias s'emparent de la controverse.....	33
4) Epidémiologie et utilisation de l'amalgame	35
II. La technologie Google Trends®	37
1) Intérêt et fonctionnement de l'outil de recherche Google Trends®	37
a. Prise en main et mode de fonctionnement	37
b. Intérêts de Google Trends®	42
2) Limites de cet outil	46
3) Application à l'amalgame dentaire	48
a. Procédure de recherche	48
b. Résultats obtenus.....	54
c. Comparaison aux différentes données existantes sur l'amalgame.....	57
4) Perspectives.....	61
CONCLUSION	64
TABLE DES TABLEAUX.....	66
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	67
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	68

INTRODUCTION

L'odontologie, à l'image de l'ensemble des disciplines médicales, est à la recherche perpétuelle d'innovations. Elle ne cesse d'évoluer dans l'objectif de prodiguer des soins de meilleure qualité, et d'améliorer la prise en charge des patients.

L'épidémiologie se définit, selon le dictionnaire Larousse (2015) (1) , comme « la science qui étudie, au sein de populations [...], la fréquence et la répartition des problèmes de santé dans le temps et dans l'espace, ainsi que le rôle des facteurs qui les déterminent ». Elle ne constitue pas en soi une discipline propre à l'odontologie, car elle concerne l'ensemble des problèmes de santé que peuvent rencontrer les individus, cependant le domaine de la chirurgie dentaire ne peut pas exister sans l'aide de données épidémiologiques. L'OMS se base sur ce type d'informations pour établir ses rapports et délivrer des recommandations (2). Il en va de même pour chaque organisation, par exemple l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de Santé (ANSM) qui publiait en 2014 son rapport sur les amalgames (3) ou encore l'Afssaps qui publiait en juillet 2011 ses recommandations concernant la prescription d'antibiotiques dans le cadre de la pratique bucco-dentaire en France (4).

Le développement de protocoles en odontologie, dans le cadre de recherches épidémiologiques, nécessite, en amont, la réalisation de revues de la littérature. Celles-ci permettent de se rendre compte des différentes données déjà acquises par la science, des données qui restent à confirmer, et des données manquantes.

En outre, l'arrivée dans le domaine public d'outils informatisés permettant un accès simplifié à la multitude de ressources scientifiques déjà publiées facilite le travail de recherche en amont du développement de tout travail collaboratif. Le volume conséquent de données ainsi accessibles (« Volume »), leur mise à jour permanente (« Velocity ») et la multitude de format qu'elles peuvent prendre (« Veracity ») constituent les trois « V » de ce qui est aujourd'hui désigné par le terme de « big data » (5).

Depuis 2006, l'entreprise Google® a mis en place un outil nommé Google Trends®, accessible à tous, et qui pourrait aujourd'hui permettre d'aiguiller les chercheurs dans la réalisation de leurs protocoles. Cet outil pourrait en outre venir compléter la liste des moyens à disposition des chercheurs et décideurs de santé publique pour observer des tendances dans le domaine de la santé.

Nous avons ici choisi de nous pencher sur le cas particulier de l'amalgame dans le domaine de la chirurgie dentaire, car il s'agit d'un matériau connu de la population, de par son utilisation très répandue et sa présence régulière dans les médias notamment. Cependant on sait peu de choses sur le plan de son utilisation actuelle en chirurgie dentaire. En effet, l'amalgame répond à un besoin de santé publique et possède des indications fondées sur un long recul historique (6). Nous présumons que son utilisation par les chirurgiens-dentistes est décroissante dans le temps, en raison des controverses liées à la présence de mercure dans sa composition, et en raison de l'essor des résines composites.

Dans la première partie du présent travail, nous reviendrons sur les principales données acquises de la science concernant les amalgames dentaires, en prenant soin de rappeler les propriétés du matériau d'une part, et les controverses qu'il suscite d'autre part. Il est important ici de s'attarder sur les amalgames dentaires en tant que biomatériaux, en détaillant leurs propriétés, afin d'établir une synthèse objective entre ses risques potentiels et ses bénéfices, et ainsi faire la part des choses entre les critiques qu'il suscite, et les raisons pour lesquelles ils est encore employé par de nombreux praticiens contemporains.

Dans un second temps, nous définirons ce qu'est l'outil Google Trends®, son mode de fonctionnement, l'intérêt qu'il suscite, mais également les limites qu'il est nécessaire de poser lors de son utilisation dans le domaine de la santé. Tout au long de ce document nous utiliserons l'appellation Google Trends volontairement accompagnée du symbole ® par respect des conditions d'utilisation du site internet, dont nous citons les références à chaque utilisation (7).

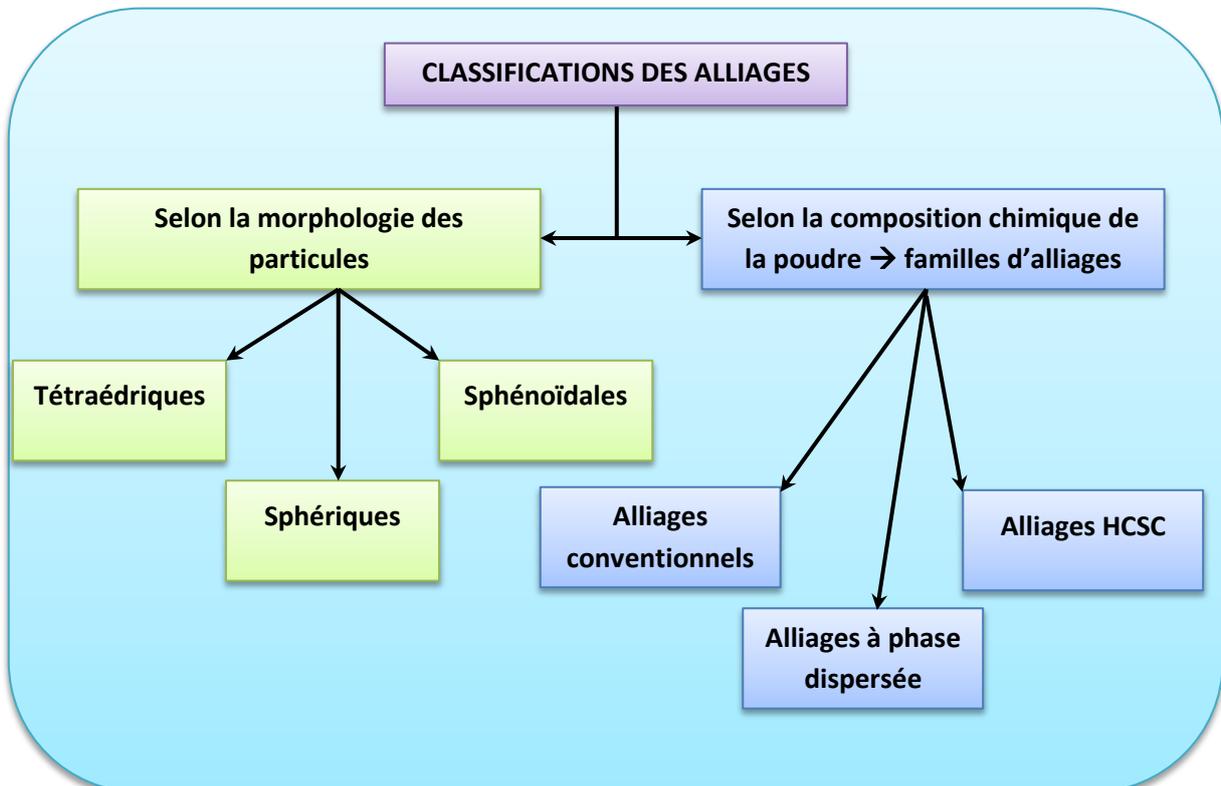
Enfin, tous les éléments nécessaires à notre réflexion ayant été décrits, nous pourrions nous attacher à réfléchir à l'utilité de la technologie Google Trends® vis-à-vis de thématiques de recherche comme celle de l'évolution du recours à l'amalgame.

I. L'amalgame dentaire

Les amalgames représentent une famille de matériaux de reconstitution coronaire directe. Ce sont des alliages contenant, en proportions variables, de l'argent (Ag), de l'étain (Sn), du cuivre (Cu), et du Zinc (Zn), présents sous forme de poudre, et mélangés avec du mercure (Hg) liquide. La réaction de prise, dite amalgamation, résulte d'une première phase de mélange poudre-liquide – ou trituration – conduisant à l'imprégnation des molécules de mercure avec celles de la poudre, puis d'une phase de cristallisation (6). Ces biomatériaux sont mis en place au fauteuil, en comblement de cavités dentaires dont le profil de préparation est spécifique.

1) Les différents types d'amalgame

Les classifications des amalgames sont multiples, selon le critère choisi pour les différencier. Cependant, P. Colon & coll, dans l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale(6), ont retenu deux manières de classer ces alliages (cf. schéma ci-dessous).



a. Selon la morphologie des particules

La première consiste à s'intéresser à la morphologie des particules qui constituent la poudre. Il en existe concrètement trois types : tétraédriques, sphériques et sphénoïdales. Chacune d'entre-elles possède ses propres caractéristiques, réunies dans le Tableau 1 ci-dessous. Afin d'en combiner les avantages, les fabricants produisent des poudres mêlant les différents types de particules.

Tableau 1 : Caractéristiques des différentes particules de l'amalgame – les propriétés intéressantes sont en vert

	Réactivité avec le mercure	Quantité d'Hg nécessaire à la réaction d'amalgamation	Résistance à la condensation	Etat de surface des particules
Particules tétraédriques (ou copeaux, ou limailles)	faible	importante	élevée	irrégulier
Particules sphériques	élevée	réduite	faible	régulier
Particules sphénoïdales	élevée	réduite	élevée	régulier

b. Selon la composition chimique de la poudre

La seconde classification est plus répandue. Il s'agit d'une répartition des amalgames en trois grandes familles selon, non plus l'aspect des particules, mais la composition chimique de la poudre. Les métaux cités précédemment qui composent cette poudre sont présents dans des proportions qui varient d'une famille à l'autre. On ne les retrouve toutefois pas tels quels sous forme métallique : suite aux divers traitements thermiques imposés aux composants pour former la poudre, ces derniers ont fusionné entre eux et sont assemblés en phases (6). On en relève deux principales qui sont présentes dans chacune des trois familles d'amalgames que nous détaillerons plus bas.

→ Les phases

- Argent et étain sont assemblés dans ce que l'on appelle la phase gamma (γ) : Ag_3Sn . On dit des atomes qu'ils sont « alliés » au sein de la phase gamma. Il s'agit de la phase majoritaire en termes de proportions.
- D'autre part, la phase epsilon (ϵ) est définie par la formule Cu_3Sn . Il s'agit de la résultante de l'alliage de trois atomes de cuivre et d'un atome d'étain.

Il existe aussi des phases secondaires comme les phases mercurielles Ag_2Hg_3 (γ_1) et Sn_{7-8}Hg (γ_2). La phase γ_2 possède des propriétés peu intéressantes – à l'image d'une faible dureté et d'une mauvaise résistance à la corrosion (8,9) – ce qui tend à faire préférer l'utilisation des alliages non γ_2 .

→ Les familles d'amalgame

La première famille correspond aux amalgames conventionnels. Ils sont composés majoritairement de la phase γ , alors que la phase ϵ est faiblement retrouvée. Dans certaines compositions, une incorporation de mercure directement dans la poudre mène à l'apparition d'une troisième phase $\text{Ag}_9\text{Hg}_{20}\text{Sn}$. Elle est appelée phase bêta 1 (β_1).

La seconde famille est celle des alliages à phase dispersée. Les phases γ et ϵ sont toujours présentes, mais accompagnées ici d'une troisième phase appelée eutectique regroupant des atomes d'argent et de cuivre (AgCu). Cette famille est dite non- γ_2 .

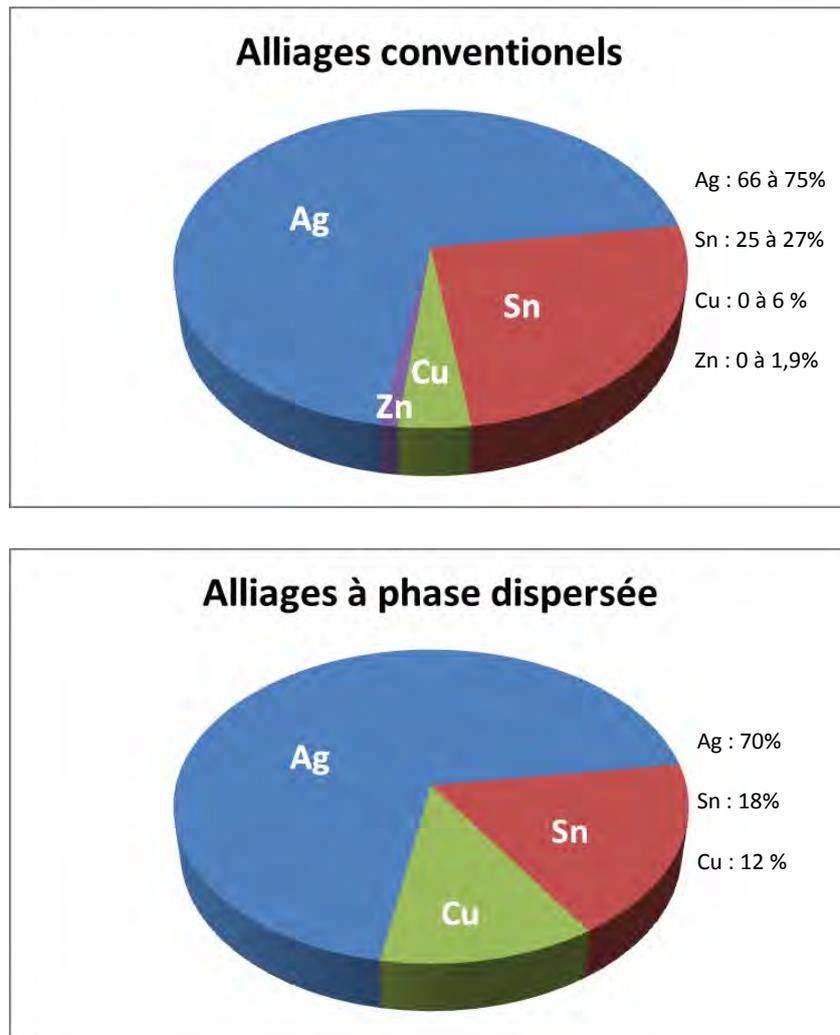
La dernière famille est appelée famille des alliages HCSC (High Copper Single Composition). Les phases γ et ϵ sont les deux seules phases retrouvées, mais à l'inverse des amalgames conventionnels, la proportion de phase epsilon est ici largement supérieure. Les trois métaux principaux – argent, étain et cuivre – sont quasiment présents en même quantité dans l'alliage. Cette famille est également non- γ_2 (6).

Les proportions relatives de métaux selon les différentes familles de poudres sont résumées dans le Tableau 2 ainsi que les diagrammes ci-dessous. Par ailleurs, les compositions en phases γ , ϵ et eutectique sont résumées dans le Tableau 3.

Tableau 2 : proportions relatives des métaux composants la poudre de l'alliage. Les amalgames conventionnels sont riches en Argent, Etain et Zinc mais pauvres en Cuivre. Les alliages HCSC sont les moins riches en Argent mais possèdent une proportion de cuivre plus importante.

	Alliages
Ag	Conventionnels \approx Phase dispersée > HCSC
Sn	Conventionnels \approx HCSC > Phase dispersée
Cu	HCSC > Phase dispersée > Conventionnels
Zn	Conventionnels > Phase Dispersée \approx HCSC

Figure 1 : Diagrammes représentant les pourcentages pondéraux en Argent, Cuivre, Etain et Zinc des différentes familles d'alliages (6).



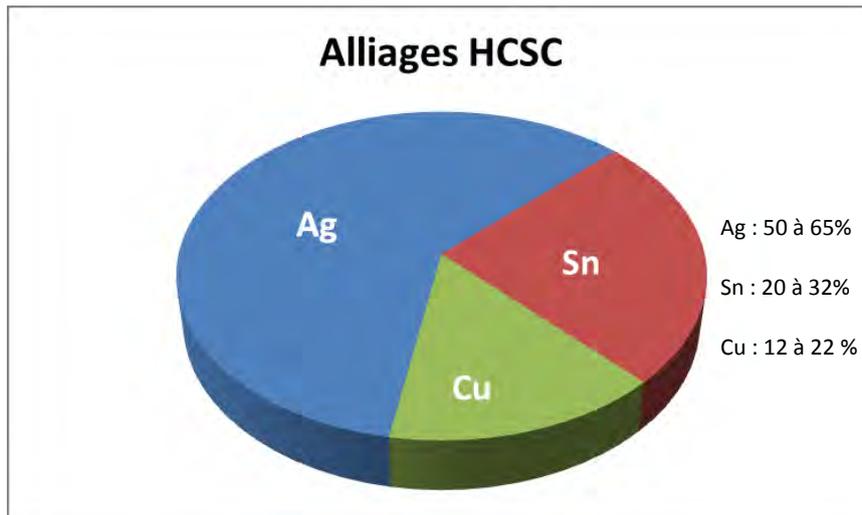


Tableau 3 : compositions en phases gamma, epsilon, et eutectique des différentes familles d'alliage

	Alliages conventionnels	Alliages à phase dispersée	Alliages HCSC
Phase GAMMA	+++	+++	+++
Phase EPSILON	+	+	++
Phase EUTECTIQUE	non	oui	non

2) Propriétés des amalgames

La description des propriétés des amalgames trouve tout son sens pour comprendre la complexité de ces matériaux. Le grand public retient les effets potentiellement néfastes, sur lesquels nous reviendrons plus tard, alors que les dentistes qui utilisent encore l'amalgame s'appuient sur des aspects qu'ils jugent positifs.

D'une manière générale, il faut retenir que la proportion de mercure dans la composition de l'amalgame utilisé influence ses propriétés. C'est particulièrement vrai lorsqu'on s'intéresse à la résistance mécanique puisqu'une proportion importante de mercure a tendance à réduire cette résistance. L'explication trouve sa source dans la structure même du matériau : les phases γ_1 – qui sont celles qui contiennent du mercure – jouent le rôle de lien, de connecteurs, entre les différentes particules de l'amalgame. Ainsi, plus il y a de mercure, plus y a de liant mais moins il y a de particules à lier.

a. Propriétés mécaniques

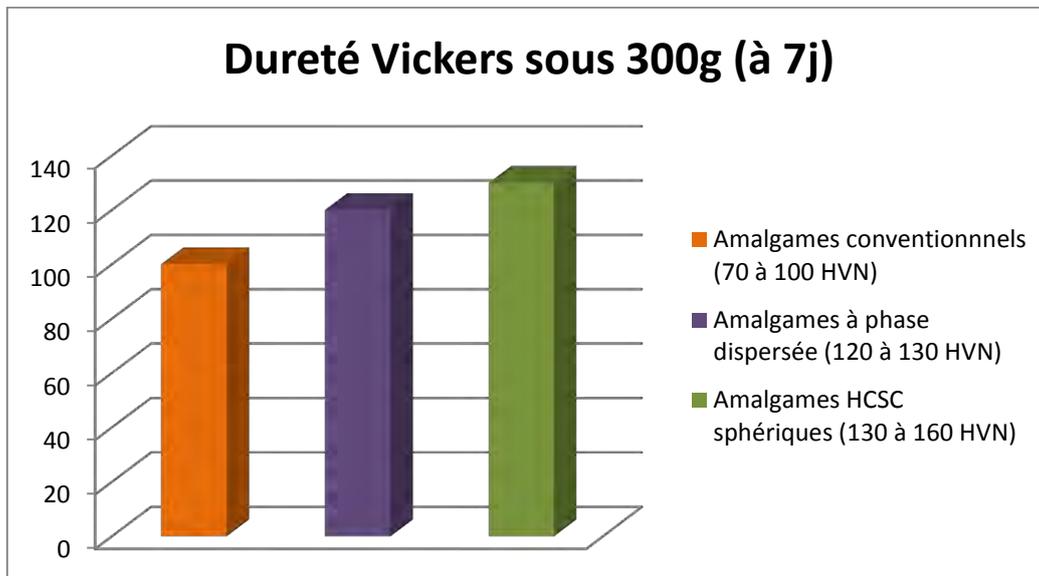
Les propriétés mécaniques étudiées pour un matériau tel que l'amalgame sont la dureté, la tension diamétriale, le fluage et la résistance à la compression.

La dureté, d'après le support de cours des enseignants Français en biomatériaux dentaire (10) est la mesure de la résistance du matériau à la déformation plastique localisée. L'Association Française de Normalisation (AFNOR) a choisi d'harmoniser les différents tests de dureté en employant la méthode de Vickers sous 300g. Cette méthode consiste à indenter le matériau à l'aide d'une pyramide de diamant.

En 1987, Colon & coll.(11) ont relevé les valeurs de dureté des différents types d'amalgame. Les valeurs globales sont résumées dans le tableau 4, mais il convient de nuancer ces données selon les résultats donnés par les auteurs. En effet, ces derniers ont réalisé différentes mesures à des temps différents, et ont pu constater que les valeurs de dureté évoluaient dans le temps. Ainsi, les amalgames HCSC présentent une dureté très supérieure

aux autres amalgames à un temps $t=15\text{min}$, puis l'écart se réduit après une semaine (Figure 2) pour donner la hiérarchie décroissante suivante en termes de dureté : HCSC > phases dispersées > conventionnels.

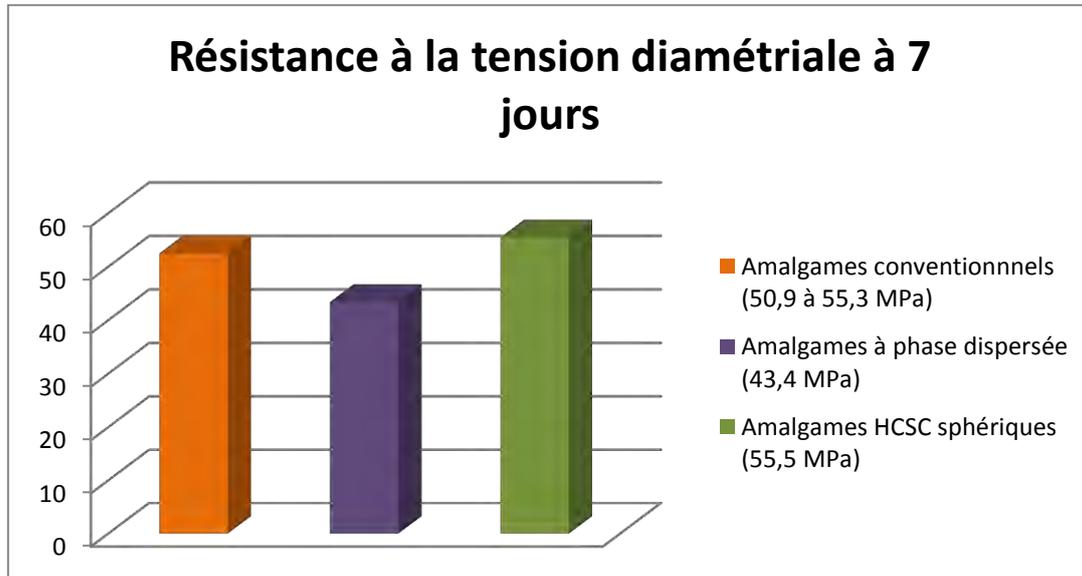
Figure 2 : diagramme de la dureté Vickers sous 300g à 7 jours pour les différents types d'amalgames (6,11)



La tension (ou traction) diamétriale témoigne de la cohésion de l'amalgame. Effectivement, pour la tester, une force est exercée sur le côté d'un cylindre de matériau jusqu'à sa rupture. Toujours selon la Société Francophone de Biomatériaux Dentaires, il s'agit d'un test reproductible et facile à mettre en œuvre (10).

En 1978, Malhotra & coll.(12) ont établi un bilan complet des propriétés mécaniques des amalgames dentaires. La conclusion concernant les tests de tension diamétriale amène également à constater une évolution des valeurs dans le temps. A $t=15\text{min}$, les amalgames HCSC – qui ont une prise plus rapide – présentent une valeur très supérieure aux autres alliages. Toutefois, à $t=7\text{jours}$, les résultats s'équilibrent entre amalgames HCSC et conventionnels (Figure 3).

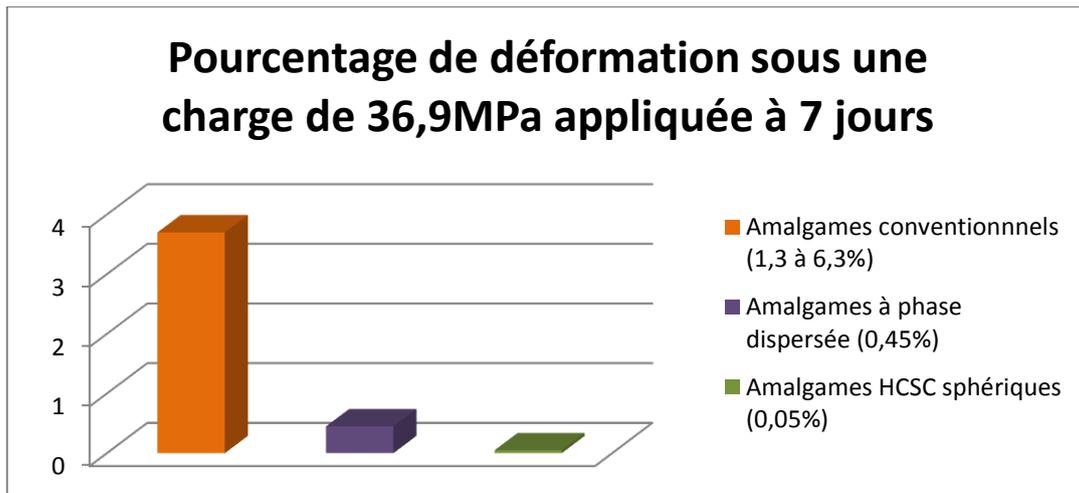
Figure 3 : diagramme de résistance à la tension diamétriale à 7 jours pour les différents types d'amalgames (6,12)



Le fluage correspond à la déformation plastique du matériau en fonction du temps, sous l'action d'une charge constante (6).

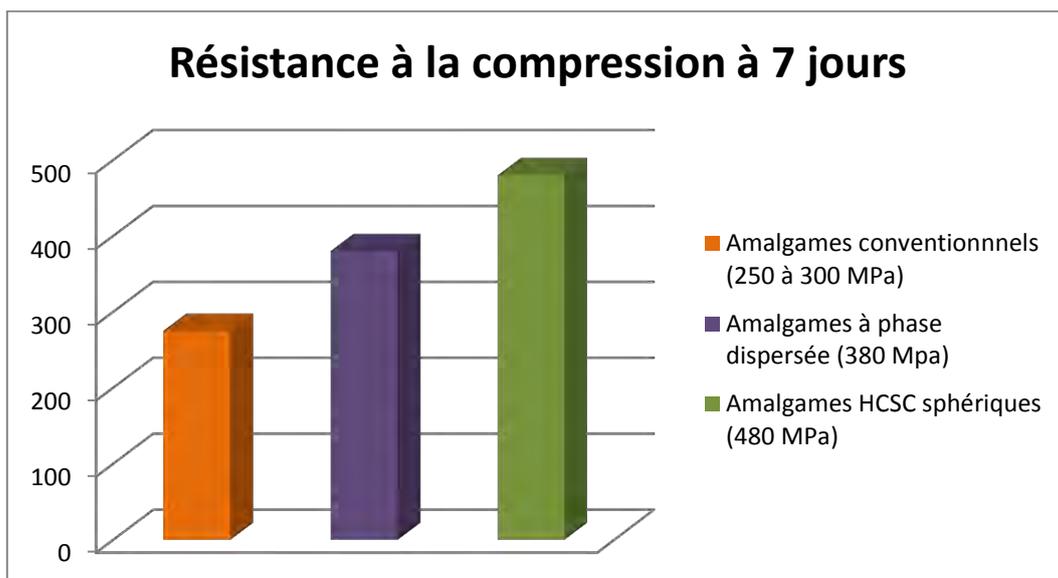
Les résultats de l'étude de Malhotra & coll.(12) sont les suivants : la déformation est très faible pour les amalgames HCSC et à phases dispersées. Elle est un peu plus élevée pour les alliages conventionnels (Figure 4). En conséquence, les alliages non- γ_2 présentent de meilleurs résultats : leur déformation plastique sous charge constante est moindre. Cliniquement, cela se traduira par une adaptation marginale plus pérenne.

Figure 4 : diagramme des valeurs de fluage des différents types d'amalgame (6,12)



La résistance à la compression s'évalue elle aussi à différents intervalles de temps afin de visualiser l'évolution des propriétés de l'amalgame au fil des jours. En effet, toujours selon Malhotra & coll., à t=1h, les amalgames à phases dispersées ont une résistance inférieure à certains amalgames conventionnels, alors que c'est l'inverse après une semaine(12) (Figure 5).

Figure 5 : diagramme des valeurs de résistance à la compression à 7 jours des différents types d'amalgames (6,12)



L'ensemble des propriétés mécaniques précédemment citées, selon les études de Colon (1987) (11) et Malhotra (1978) (12), est résumé dans le tableau 4 ci-après. Les propriétés les plus intéressantes ont été surlignées en vert et mettent en évidence l'intérêt évident des amalgames HCSC.

Tableau 4 : Résumé des caractéristiques mécaniques des amalgames

		AMALGAMES CONVENTIONNELS	AMALGAMES A PHASE DISPERSEE	AMALGAMES HCSC
DURETE (Vickers sous 300g, normes AFNOR)		90 à 100 HVN	120 à 130 HVN	130 à 160 HVN
TENSION DIAMETRIALE	A 15 minutes	3,1 à 4,5 MPa	3,03 MPa	8 MPa
	A 7 jours	50,9 à 55,3 MPa	43,4 MPa	55,5 MPa
FLUAGE (en % de déformation)		1,3 à 6,3%	0,45%	0,05%
RESISTANCE A LA COMPRESSION (à une semaine)		250 à 300 MPa	380 MPa	480 MPa

b. Propriétés physico-chimiques

Il s'agit essentiellement de la corrosion. L'amalgame est, en effet, placé dans le milieu buccal, en contact avec son humidité, ses composantes ioniques, etc. Dans les amalgames comprenant une phase γ_2 , c'est justement celle-ci qui se corrode le plus.

Cette corrosion peut être plus rapide dans une cavité buccale si d'autres alliages y sont présents, en fonction de la composition salivaire et des différences d'oxygénation. On appelle ces phénomènes des piles (6,13). Nous y reviendrons plus bas lorsque nous aborderons la toxicité dermatologique, qui peut-être induite par de tels phénomènes dits d'électro galvanisme.

c. Autres propriétés

L'amalgame doit présenter une bonne intégration tissulaire, comme tout matériau placé dans la cavité buccale. En outre, il s'agit d'un matériau de reconstitution coronaire mis en place au cabinet dentaire par méthode directe, suite à une éviction carieuse le plus souvent.

Son cahier des charges répond donc à celui d'un matériau de restauration classique : étanchéité, respect du complexe dentino-pulpaire, faible toxicité, stabilité dimensionnelle dans le temps et au cours de la réaction de prise, conductivité thermique (élevée pour l'amalgame) et conductivité électrique compatibles. L'appréciation esthétique, quant à elle, constitue une des limites à l'utilisation de l'amalgame, du fait de sa couleur métallique (13).

En ce qui concerne l'étanchéité, l'amalgame ne présente pas une adhésion parfaite aux tissus dentaires, mais les phénomènes de corrosion limitent grandement les risques d'infiltration du joint. Par ailleurs, un fluage élevé compense également le manque d'adhésion et permet une adaptation marginale intéressante à long terme (10).

Enfin, il est souvent question de la toxicité des amalgames, et du respect du complexe dentino-pulpaire. Il est notable que les produits issus de la corrosion de l'amalgame jouent un rôle préventif vis-à-vis de la reprise carieuse puisqu'ils sont cytotoxiques envers les microorganismes. Toutefois, en direction dentino-pulpaire, ces alliages peuvent causer des réactions de défense du tissu pulpaire, en raison de ce caractère cytotoxique justement (13).

3) Indications et controverses

a. Indications

Dans un rapport complet publié le 11 décembre 2012(3), l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de Santé (ANSM) a établi un état des lieux des indications de l'amalgame et de son utilisation. Elle a dégagé un ensemble de recommandations de bonnes pratiques pour l'usage de ce matériau.

Les amalgames sont ainsi indiqués pour la restauration de cavités sur dents postérieures, dans le cadre d'un risque carieux élevé et de lésions multiples. Ils seront utilisés en cas d'impossibilité de mettre en œuvre d'autres matériaux, et en cas d'impossibilité à poser la digue pour isoler le soin de la salive. L'emploi d'amalgames doit, toujours selon l'ANSM, être réservé à sa formulation sous forme de capsules pré-dosées, et sa dépose doit se faire autant que possible sous champ opératoire avec des aspirations et irrigations efficaces. Idéalement, la traçabilité des lots utilisés chez chaque patient doit être assurée, et le moindre incident signalé à l'agence (3).

A contrario, l'utilisation de l'amalgame est contre-indiquée chez un patient allergique au mercure, ou présentant une dysfonction rénale (3).

Des précautions sont à prendre dans certaines situations. En cas de lésion lichénoïde, il sera nécessaire de déposer la restauration si elle est adjacente au lichen. Chez la femme enceinte en revanche, le retrait des amalgames attendra la fin de la grossesse. Par ailleurs, les éclaircissements dentaires sont contre-indiqués sur une dent porteuse d'un amalgame(3).

En conclusion, l'ANSM rappelle de façon assez pragmatique que la prévention de la carie reste la solution de référence pour s'affranchir des risques liés à l'utilisation de l'amalgame (3), et détaillés ci-après.

b. Controverses

L'amalgame dentaire est controversé essentiellement à cause de la présence de mercure dans sa composition. Tore Syversen et Parvinder Kaur faisaient remarquer à ce sujet, dans le « Journal of Trace Elements in Medicine and Biology » de 2012 (14), que le mercure, en plus d'être retrouvé dans de nombreux composants au sein de notre environnement, se décline sous différentes formes : sa forme élémentaire Hg, et ses formes organiques (le mercure alkylé) et inorganiques (ce sont des ions chargés positivement). Chacune de ces formes a ses effets toxiques propres. En pratique bucco-dentaire, l'amalgame contient du mercure moléculaire, ionique, donc classé dans la catégorie inorganique.

→ Toxicité neurologique

Dans leur revue sur la toxicité mercurielle, Tore Syversen et Parvinder Kaur décrivent également le principal danger lié au mercure (14). Présent sous forme liquide ou solide – notamment dans les anciens thermomètres domestiques ou, pour notre spécialité, dans les amalgames – son problème majeur vient des vapeurs dégagées en cas d'exposition directe au milieu extérieur. Dans le cadre de la chirurgie dentaire, l'exposition est la plus importante lors de la dépose des amalgames, et concerne le patient comme le praticien.

Le mercure, une fois absorbé par l'organisme circule dans le sang et traverse différentes barrières biologiques, y compris le placenta. En 2006, Clarkson & coll. (15) listent les effets néfastes du mercure et constatent que ces derniers diffèrent selon deux types d'exposition aux molécules : importante sur une courte période ou plus étalée dans le temps mais à des concentrations moindres. C'est ce second type d'exposition qui semble être à l'origine de diverses pathologies neurologiques, bien que la conclusion de la revue de Clarkson & coll précise que le mercure reste encore et toujours « une source de mystère ».

L'exposition à long terme est celle retrouvée lors d'une utilisation fréquente de l'amalgame au fil des années. En outre, en 2007, l'Organisation Mondiale de la Santé (16)

confirme les liens existants entre la manipulation des amalgames dentaires et le relargage de vapeurs toxiques, mêlées à de fines particules. En 2014, l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) détaille à ce propos dans sa fiche toxicologique n°55 les effets d'une absorption trop importante de vapeurs mercurielles (17). Ceux-ci peuvent être très graves, jusqu'à une encéphalopathie avec ses signes accompagnateurs que sont les tremblements, insomnies, etc.

Cependant, aucune étude n'a permis de mettre en cause l'utilisation des amalgames dans le développement de pathologies neurodégénératives. L'absence de preuve scientifiquement significative sur ce sujet est appuyée par l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (ANSM) (3), ainsi que par le SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) (18) dans leurs rapports respectifs en avril 2015. Les deux concluent toutefois que le manque de données à ce niveau n'exempte pas les professionnels de santé de limiter si possible l'utilisation des amalgames, dans l'objectif de réduction globale de la quantité de mercure utilisée, prônée par l'OMS en 2007 (16).

→ Toxicité dermatologique

En 1991, Palle Holmstrup (19) rassemblait les différentes réactions dermatologiques causées par les amalgames en trois classes : les réactions d'hypersensibilité de type IV, les réactions toxiques et les réactions allergiques généralisées.

L'hypersensibilité de type IV, ou hypersensibilité retardée, est de loin la plus commune des trois. Elle survient après de longues périodes d'exposition, liées généralement à un contact direct entre la muqueuse orale et l'amalgame, mais elle pourrait aussi trouver son origine dans les quelques particules qui se sépareraient de l'amalgame au cours de la fonction masticatrice. On retrouve sur la muqueuse des plaques blanchâtres, parfois papuleuses, rappelant le lichen plan buccal. La dépose de l'amalgame permet d'observer la réduction de la lésion si le lien de causalité entre les deux était effectif (20). Du point de vue de la pathogenèse, il semblerait que l'ion mercure soit capable de se fixer au niveau

membranaire sur les kératinocytes basaux de l'épithélium gingival. La réaction qui s'en suit est l'activation et le recrutement de cellules de Langerhans, puis la sécrétion de cytokines et le déclenchement d'une réponse lymphocytaire adaptée, dirigée contre les kératinocytes concernés (21).

Les deux autres types de réactions décrits par P. Holmstrup restent très rares (19).

Placé dans le milieu buccal, l'amalgame est soumis aux phénomènes de corrosion déjà décrits plus haut. En présence d'autres métaux, de natures différentes, à proximité dans la cavité buccale, des phénomènes de piles peuvent se créer, donnant lieu à la formation de courants électriques de faible intensité. On parle de phénomène d'électrogalvanisme. Certains ions de l'amalgame s'en séparent sous l'effet du courant et peuvent entraîner des colorations grisâtres de la gencive marginale (21,22). La solution au problème repose sur la dépose des amalgames concernés.

→ Toxicité rénale

Le système rénal est un des principaux systèmes concernés par l'intoxication aux vapeurs mercurielles, avec le système nerveux (6) et le système neuromusculaire (23). Dans un rapport de 2003 relatif aux problèmes de santé causés par le mercure en général, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a confirmé que celui-ci était à l'origine de dysfonctionnements rénaux entre autres. Il peut causer une dégénération ou une nécrose des tubules proximaux du rein, une insuffisance rénale, ou encore des problèmes urinaires de rétentions, d'œdèmes, et de sécrétions acides. En parallèle d'une exposition trop importante au mercure, les individus seraient sujets à une élévation des taux urinaires de NAG (N-Acétyl- β -D-glucosaminidase), d'albumine et de β 2-microglobuline, ainsi qu'à la formation d'auto anticorps anti ADN dans le serum (24).

En outre, une analyse d'urine simple permet de mesurer le taux de créatinine excrétée par les reins (25) ; la créatinine étant un produit de dégradation du phosphate de créatine dans le muscle qui est éliminé ensuite par voie rénale (24). Lorsque les taux de

créatinine sont élevés dans le sang et faibles dans les urines, cela reflète un dérèglement de la fonction rénale.

Cependant le lien de causalité direct du mercure d'origine dentaire sur le rein reste plus compliqué à mettre en évidence. Un rapport remis au Sénat sur le sujet rappelle en outre que de faibles concentrations en mercure peuvent aussi être constatées dans les urines de sujets ne portant pas d'amalgames (25).

Plusieurs études se sont penchées sur les dosages de marqueurs reflétant la fonction des glomérules et des tubules rénaux en présence d'amalgames dans la bouche de patients, notamment d'enfants. En 2006, Barregard et coll. ont dosé les taux urinaires d'albumine et de micro-globulines chez des enfants de 6 à 10 ans porteurs ou non d'amalgames, mais aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les deux groupes de cet essai (26).

La même année, Bellinger et coll. ont réalisé un autre essai clinique randomisé chez des enfants de 6 à 10 ans, dans l'idée d'évaluer le fonctionnement du glomérule rénal chez les enfants porteurs d'amalgames et chez ceux porteurs de composites dentaires. Pour cela des dosages d'albumine et de créatinine ont été effectués sur les urines. Là encore aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les deux groupes sur les critères des dosages rénaux (27).

En 2009, Ye et coll. n'ont pas non plus mis en évidence de différence significative en ce qui concernait les dosages urinaires chez des enfants porteurs ou non d'amalgames et âgés de 7 à 11 ans(28).

A contrario, en 2012, Al Saleh et coll. ont montré chez des enfants âgés de 5 à 15 ans qu'une faible exposition au mercure provenant des amalgames dentaires pourrait avoir sur du long terme un effet sur les tubules rénaux et la fonction rénale, sans toutefois déceler de relation entre la quantité d'amalgames et les taux des marqueurs urinaires. Ils suggèrent en outre que la NAG serait le meilleur marqueur à doser pour évaluer la fonction rénale chez ces sujets (29).

Toutefois, l'exposition au mercure la plus retrouvée dans les cabinets dentaires est liée aux vapeurs dégagées lors de la pose et de la dépose du matériau(30). Une cohorte de grande ampleur réalisée au Danemark auprès de chirurgiens-dentistes et d'assistant(e)s dentaires a entre autres conclu en 2011 qu'il n'existait pas de signe significatif que l'exposition au mercure dans les cabinets augmente les risques de désordres rénaux des praticiens et des assistants. Il est noté à l'issue de cette même étude que le nombre d'admissions à l'hôpital pour désordres rénaux était légèrement supérieur chez les assistant(e)s dentaires par rapport aux contrôles, bien que cette différence ne se soit pas avérée statistiquement significative (31).

La conclusion retenue est celle de la Commission Européenne en 2008 : « aucune étude n'indique qu'il y a un risque de dysfonctionnement rénal sérieux dû à l'exposition mercurielle des amalgames dentaires » (32). Elle est corroborée par la revue Cochrane de 2014 qui compare les obturations en méthode directe par composite et par amalgame. Elle conclut à des risques de fracture et de reprise carieuse plus élevés pour les composites et à l'absence de différence significative en terme d'effets indésirables sur les fonctions neurologiques et rénales notamment (33).

→ Toxicité environnementale

La dernière forme de toxicité du mercure est environnementale. Les déchets d'amalgames sont rejetés dans la nature via les systèmes d'aspiration. Idéalement, un séparateur d'amalgame doit être installé sur les aspirations des cabinets, afin de limiter le passage des particules mercurielles dans l'évacuation des eaux usées. De plus, les déchets secs (résidus dans les carpules...) doivent être consignés dans des cassettes prévues à cet effet, qui seront ensuite traitées par des entreprises spécialisées (30).

→ Quand les médias s'emparent de la controverse

Bien que la balance bénéfices-risques de l'utilisation de l'amalgame soit favorable, de plus en plus de patients s'inquiètent de la présence de ce type de restauration dans leur cavité buccale. Les médias dans leur ensemble se sont emparés du sujet et rappellent régulièrement, dans leurs articles et émissions, la problématique liée au mercure contenu dans les amalgames. En parallèle de ce phénomène de médiatisation, des collectifs se sont formés pour exiger la fin de l'utilisation d'amalgames dans la pratique dentaire Française, en s'appuyant sur les exemples récents de pays comme la Norvège qui ont interdit la pose de ces restaurations en bouche.

Depuis 1997, les instances de la République – Sénat et Assemblée Nationale – ont déjà été saisies et questionnées durant leurs séances plénières respectives afin de faire évoluer le débat. Certains groupes de Parlementaires ont en outre demandé la mise en place d'une loi sur l'amalgame dentaire. Le Sénat, de son côté, a fait réaliser en 2001 un rapport complet sur le sujet(25), consultable sur internet par tous les citoyens. Celui-ci réaffirme les conclusions de l'Organisation Mondiale de la Santé (16) et de divers rapports commandés notamment par l'Union Européenne (34).

En 2008, 2009 et 2014, la station de radio France Culture® a diffusé une série de reportages appelée « Les Mercuriens », relatant les problèmes de santé de différents patients, ayant trait aux amalgames présents dans leurs cavités buccales(35).

Le 10 décembre 2013, la radio Europe 1® s'est intéressée à la question, dans une chronique de son édition matinale, diffusée aux heures de pointes. Le journaliste, relayant l'information d'un projet de loi écologiste visant à faire interdire le mercure dentaire, rappelle toutefois que, jusqu'à présent, l'Organisation Mondiale de la Santé apporte son soutien à l'utilisation des amalgames et que les composites utilisés en solutions de remplacement contiennent du Bisphénol A, décrié lui aussi pour ses possibles effets secondaires (36). Cette chronique est un exemple parmi une multitude d'autres sur les ondes.

Le dimanche 1^{er} février 2015, en première partie de soirée, la chaîne de télévision France 5[®] diffusait une émission inédite intitulée « Alerte au mercure », dans laquelle des spécialistes dosaient les taux mercuriels dans la bouche des patients porteurs d'amalgame, et expliquaient la nocivité de taux trop élevés (37). L'émission fut un succès d'audiences et a été plusieurs fois rediffusée, mais par la même occasion elle était jugée « sensationnaliste » par la critique du journal Télérama[®] cette semaine-là.

L'ensemble de ces chroniques et émissions est listée sur les sites internet des collectifs « anti-mercure » qui ont vu le jour en France. Le plus influent est connu sous le nom « Non au mercure dentaire » (38). Nous verrons plus loin qu'il est possible de mettre en relation l'intérêt que peuvent susciter ces émissions auprès de la population et leurs répercussions sur les requêtes Google[®] (cf. II. 2.).

En réponse au nombre croissant de sujets médiatiques à propos de l'amalgame, l'Association Dentaire de France (ADF) a publié en 2009 un communiqué de presse, pour rappeler les données acquises de la science et la réglementation en vigueur dans ce domaine. Ce rapport est consultable sur le site internet de l'ADF (39).

En conclusion, il semble difficile d'apporter une synthèse globale et définitive sur les avantages et inconvénients de l'amalgame. L'amalgame est un matériau qui a fait ses preuves cliniques depuis plus d'un siècle. Est-il dangereux pour l'individu qui en possède en bouche ? Pour le dentiste qui le manipule quotidiennement ? Pour l'environnement ? La présence même de mercure dans sa composition rend son utilisation soumise au principe de précaution. Quel degré apporter à cette précaution ? Comment peser la balance entre son utilisation et une abstention thérapeutique, ou au recours à une alternative contenant aussi des molécules potentiellement dangereuses ? A l'heure actuelle, la décision au cas par cas semble encore la seule réponse adaptée à la complexité de la situation : ni blanche, ni noire, l'utilisation raisonnée de l'amalgame se situe certainement à l'image de sa couleur, dans l'échelle des niveaux de gris...

4) Epidémiologie et utilisation de l'amalgame

Le 11 décembre 2014, l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des Produits de Santé (ANSM) a publié, sur son site internet, un rapport en guise de recommandations concernant l'utilisation des amalgames(3). Celui-ci contient le compte-rendu complet d'une revue de la littérature dont le sujet portait sur la toxicité des amalgames dentaires, ainsi qu'un état des lieux de l'utilisation de ce matériau, et un rapide survol des biomatériaux alternatifs (composites, ciments verres ionomères...).

La conclusion majeure de ce rapport, que nous avons déjà développé plus haut, est qu'il n'existe pas, à ce jour, de lien apparent entre les amalgames au mercure et les pathologies fréquemment décrites. La revue de la littérature n'a pas remis en cause l'utilisation des amalgames, d'autant que les nouveaux matériaux sont encore peu connus et que des études plus poussées sur leur toxicité doivent encore être menées. Toutefois, malgré l'absence de preuves, l'ANSM veut réduire l'utilisation des amalgames au mercure dans le traitement des caries. Ceux-ci ne seraient plus utilisés qu'en l'absence d'autre solution thérapeutique, et après une information claire et détaillée du patient (3).

Au-delà de ces recommandations de l'ANSM, les autres données fournies dans le rapport présentent pour notre travail actuel un intérêt majeur. En effet, une enquête a été réalisée auprès des fabricants d'amalgames dentaires afin de connaître l'évolution de leurs ventes de ce produit. Sont ajoutées aux résultats les données concernant le nombre de chirurgiens-dentistes utilisant encore l'amalgame et dans quelles proportions.

Les résultats vont dans le sens d'une diminution réelle des ventes, de l'utilisation et du nombre de restaurations à l'amalgame (Tableau 5). Cependant, selon le COMIDENT (Comité de Coordination des Activités Dentaires), 70% des chirurgiens-dentistes utilisaient encore les amalgames en 2012, contre seulement 40% pour le Ciment Verre Ionomère. Il est à noter cependant que la forte augmentation des prix des métaux, notamment ceux de l'argent, de l'étain et du cuivre – qui ont doublé depuis 2009 – s'est répercutée sur le coût des amalgames, qui aurait augmenté de près de 30% pour les praticiens depuis lors (3).

Cette information entre en compte dans l'analyse et l'interprétation que l'on peut faire des résultats présentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Données de vente et d'utilisation de l'amalgame dentaire en France. 14 fabricants ont été interrogés concernant leurs ventes de capsules d'amalgames ce qui porte à 35 le nombre de marques différentes d'amalgames qui ont été prises en compte dans les résultats (source ANSM) (3).

AMALGAMES	DONNEES	
Ventes (nombre de capsules)	9 millions en 2007 (source ANSM)	5,6 millions en 2011 (source ANSM)
Nombre de restaurations*	14.10⁶ en 2003 (source Afssaps)	4.10⁶ en 2006 (source ANSM)

* Ne prend pas en compte le nombre total de restaurations effectuées par les praticiens par manque de données.

Les raisons soulevées dans le rapport de l'ANSM pour expliquer la baisse des ventes des amalgames sont donc la hausse des prix des métaux, le recul du nombre de caries à traiter et la réduction de l'utilisation des capsules d'amalgames avec l'arrivée de nouveaux matériaux de restauration plus économes en tissus dentaires (utilisés en méthode directe pour les composites et CVI, ou en méthode indirecte pour les inlays en céramique et composite) (3).

II. La technologie Google Trends®

Avant de se pencher plus en détail sur l'utilisation et le fonctionnement de Google Trends®, il est important de le définir. Il s'agit d'un outil d'analyse en libre accès, créé en 2006 par l'entreprise Google®. A défaut de lister l'ensemble des pages web ayant un lien avec les termes de recherche soumis, comme le font les moteurs de recherche (tels que Google), celui-ci détaille la fréquence et la répartition géographique de termes de recherche (les requêtes), dans les régions du monde sélectionnées, et sur une période donnée.

Remarque : le module est appelé Google Tendances® dans son appellation francisée. Nous continuerons cependant à l'appeler dans la suite de ce document Google Trends®, qui est son nom le plus utilisé.

1) Intérêt et fonctionnement de l'outil de recherche Google Trends®

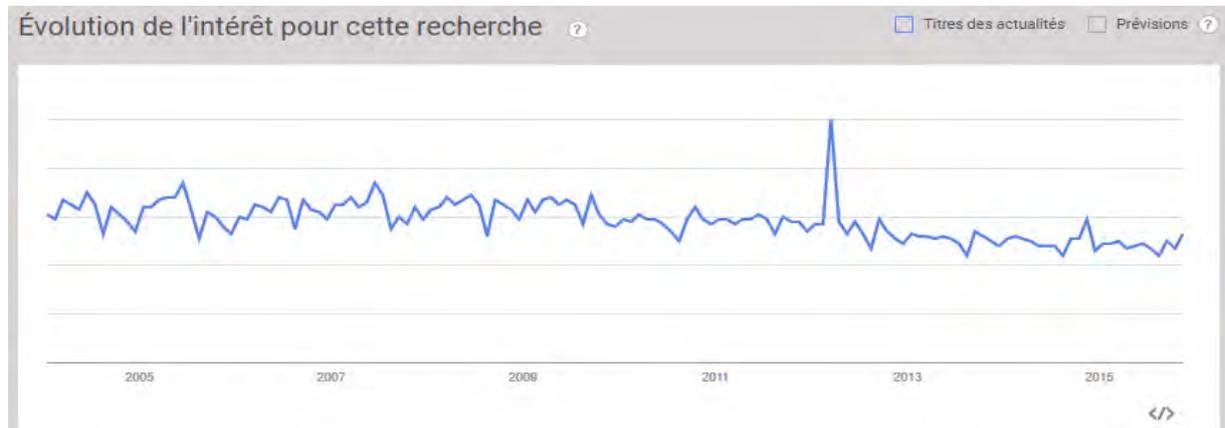
a. Prise en main et mode de fonctionnement

Pour comprendre le fonctionnement de ce moteur de recherche, prenons un exemple simple. En ouvrant la page <https://www.google.fr/trends/> (40), nous entrons un terme de recherche : ici 'Toulouse'. Le choix de la ville (Toulouse, ville du sud-ouest de la France) nous permet au départ de ne pas faire la distinction entre les différentes langues ayant un alphabet latin en devant traduire le terme en Anglais, Allemand, Espagnol, Italien... Notons également que la recherche a été effectuée sans guillemets.

Le site internet affiche un graphique en guise de résultats (Figure 6) (41). Celui-ci représente au fil du temps le nombre de fois où la recherche 'Toulouse' a été effectuée. Les résultats ne sont pas donnés en valeurs exactes mais relatives par rapport à toutes les recherches effectuées sur Google® (42). En l'occurrence, ici, le terme a été recherché le plus de fois au cours du mois de mars 2012. Ce mois représente le moment où la requête 'Toulouse' a été le plus soumise au moteur de recherche relativement aux autres requêtes.

Les valeurs pour les autres mois sont donc exprimées en proportions relatives, toujours en comparaison avec la totalité des recherches sur Google® pendant la même période.

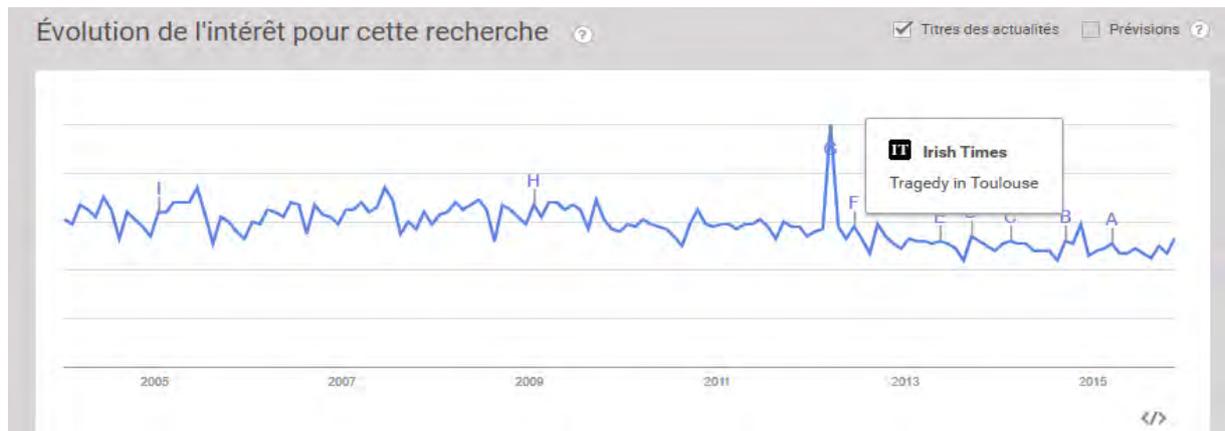
Figure 6 : Résultat graphique de la recherche "Toulouse" sur Google Trends® (41)



Sans préreglages de notre part, les statistiques remontent à janvier 2004, et s'étendent jusqu'au présent mois de Novembre 2015. Le survol de la courbe avec le curseur de la souris permet d'afficher les valeurs correspondant aux mois demandés.

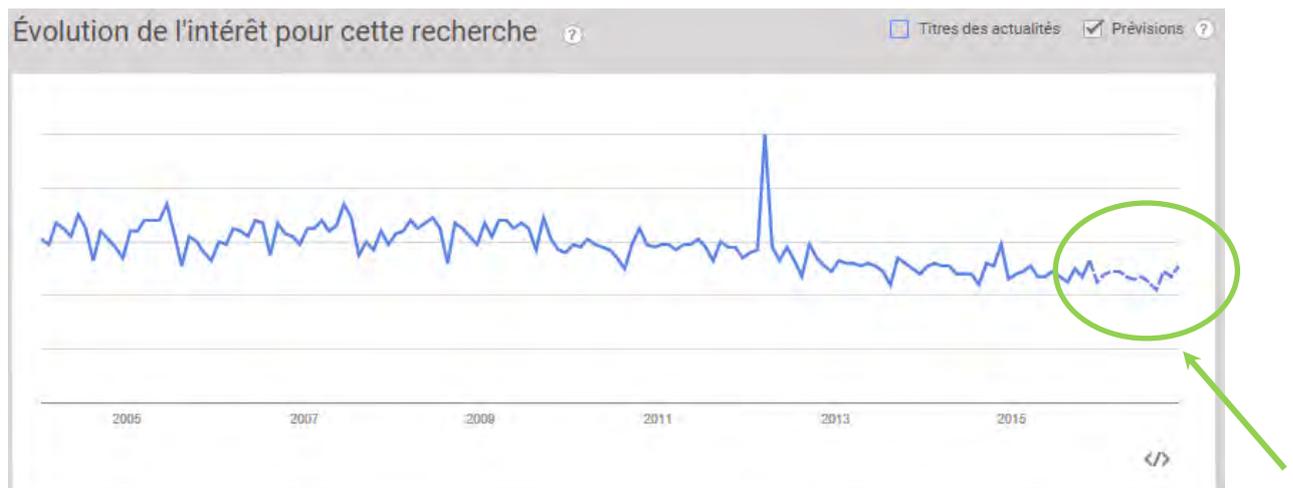
Au-dessus de la courbe, deux options supplémentaires peuvent-être cochées. La première, particulièrement intéressante, associe certains des pics de la courbe à des articles de presse ou à des évènements marquants de l'actualité, pour expliquer la recrudescence des recherches à un temps donné. La Figure 7 permet de se rendre compte par exemple que le mois de Mars 2012 – période où le terme de recherche a été le plus de fois soumis à Google® – correspondait aux dates de survenue des attentats terroristes perpétrés à Toulouse, et ayant fait parler d'eux dans la presse internationale. Un simple clic sur l'annotation entraîne l'ouverture de la page correspondant à un article de référence.

Figure 7 : Titres des actualités en lien avec la recherche du terme 'Toulouse' dans Google Trends® (41)



La seconde option sélectionnable concerne les prévisions de recherche du terme en question (Figure 8). Celles-ci se basent sur une « estimation mathématique », selon les mots employés dans la rubrique d'aide du module Google Trends®. Elle reste cependant pleinement dépendante d'un évènement aléatoire particulier qui entraînerait les internautes à soumettre davantage cette requête à un moment donné.

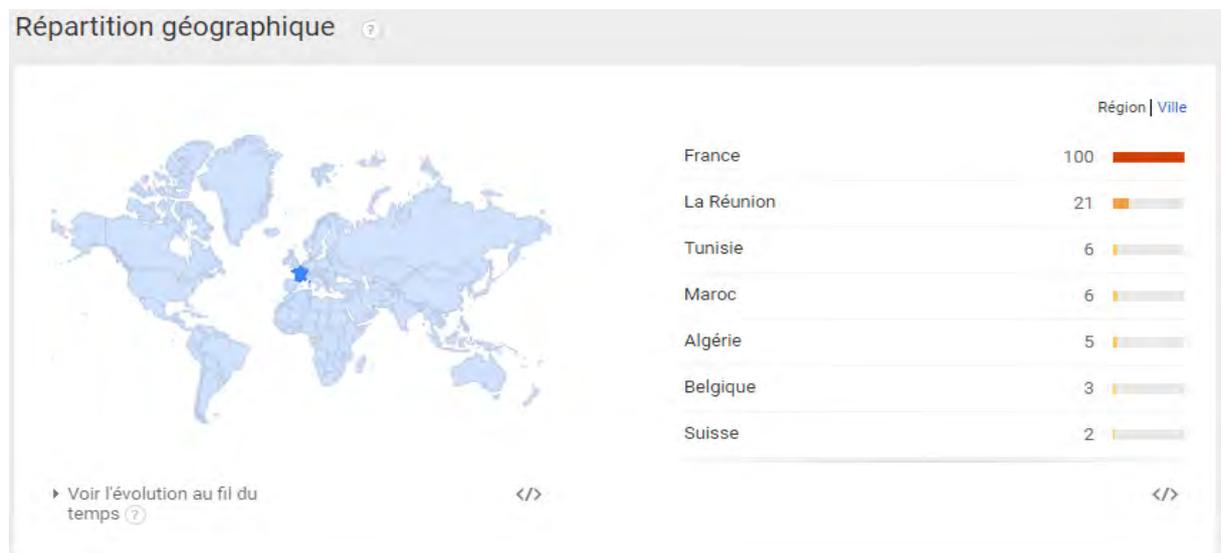
Figure 8 : Prévisions de recherche quant à la requête 'Toulouse' sur Google Trends® (41)



A la suite de ces premiers résultats, la page affiche une répartition géographique des requêtes (Figure 9) (41). D'une part, une carte présente à l'aide d'un jeu de couleurs les

différents pays et l'index de volume de recherche qui leur correspond. Pour mieux comprendre, la région dans laquelle la recherche est la plus fréquente part avec l'index 100 ; les autres ont donc un index relatif calculé au regard de leur proportion de requête par rapport au maximum. Les données prises en compte pour éditer la carte concernent là encore la période de temps définie lors de la requête.

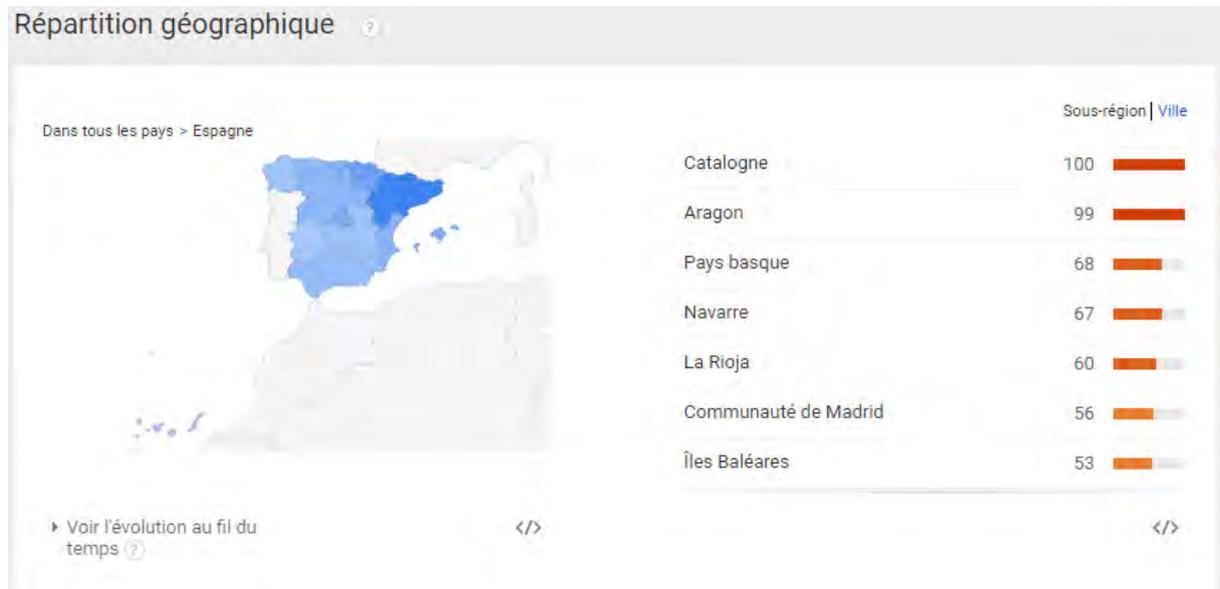
Figure 9 : Répartition géographique de la recherche 'Toulouse' sur Google Trends® dans le monde (41)



Si l'on clique sur un pays en particulier, celui-ci s'agrandit pour afficher les résultats par régions (Figure 10) (43). Celle dans laquelle le nombre de requêtes est le plus important prend alors la valeur 100 dans l'index de volume de recherche et le fonctionnement est le même que celui décrit dans le paragraphe précédent pour les régions secondaires.

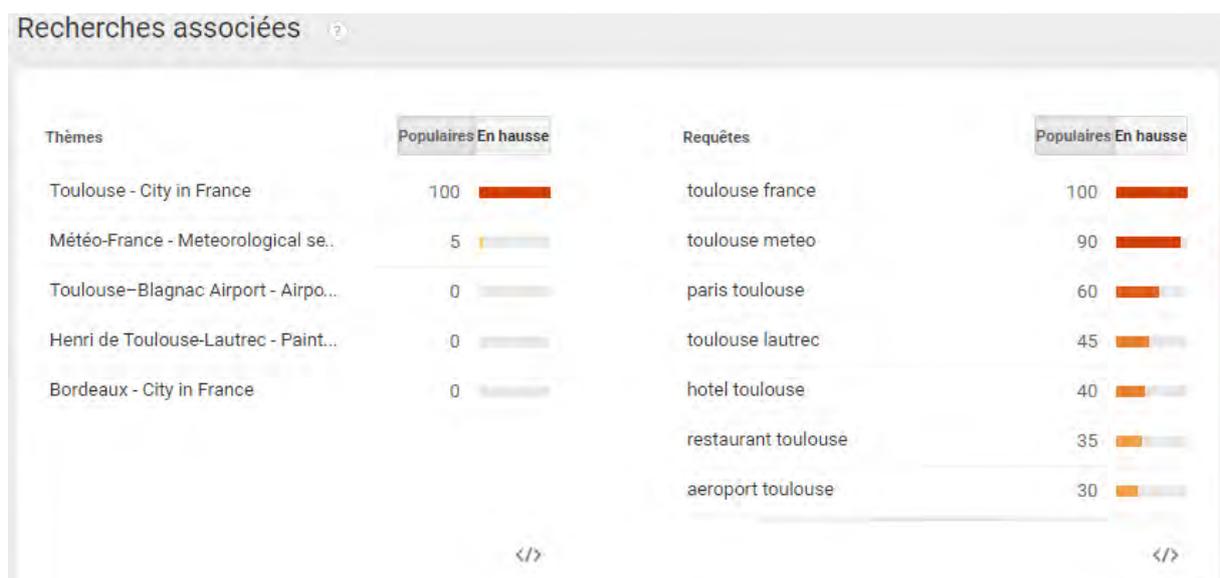
Il est possible de jouer avec le temps sur cette représentation graphique en choisissant la période désirée : les couleurs – toujours en lien avec la valeur d'index de volume de recherche – changent alors sur la carte en temps réel.

Figure 10 : Répartition géographique de la recherche 'Toulouse' sur Google Trends® en Espagne (43)



Enfin, la page web propose à l'internaute un ensemble de termes de recherche associés à celui qu'il vient de soumettre (Figure 11) (41). Il est possible de choisir entre les termes les plus fréquemment associés dans les recherches Google® à notre requête initiale, et les termes qui y sont de plus en plus associés par les internautes (option « En hausse » sur la Figure 11).

Figure 11 : Recherches associées à celle du terme 'Toulouse' sur le moteur de recherche (41)



b. Intérêts de Google Trends®

Le module de recherche Google Trends® représente ainsi l'intérêt porté par les internautes pour un sujet, à un endroit donné, et sur une certaine période. En 2014, Nuti et coll. ont publié une revue de la littérature des articles utilisant la technologie Google Trends® en application au domaine de la santé, et ont pu dégager les axes principaux de l'utilisation de cet outil, ainsi que ses limites (44). **Google Trends® permet de comparer jusqu'à cinq termes de recherche en simultanés, et d'analyser également les zones de recherche, afin de comprendre l'état d'esprit de la population à un temps donné.**

Ainsi, Google Trends® constitue une base intéressante pour la réalisation d'études épidémiologiques observationnelles. Certaines se sont déjà intéressées à l'utilisation de ce moteur de recherche en guise de méthode de surveillance par exemple. En effet, la recrudescence de pics de recherche concernant une pathologie peut aider à détecter le début d'une épidémie. Google Trends® pourrait représenter un outil intéressant pour donner aux professionnels de santé et aux autorités des informations utiles au développement de leurs structures de soins. Par exemple, une étude de 2014 a permis de relever pour les différentes régions du monde quels étaient les principaux termes recherchés sur le thème des pathologies bucco-dentaires au cours des 10 dernières années. De tels résultats permettraient de connaître les besoins spécifiques d'une population et leur évolution dans le temps, puisque Google Trends® offre des données spatiales mais également temporelles (45).

La même année, Azar et coll. ont proposé une utilisation de Google Trends® pour prédire la recrudescence des visites en urgence lorsque le nombre de requêtes sur la grippe repartait à la hausse (46).

De même, Wang et coll. en 2015 ont utilisé Google Trends® pour comparer les tendances de recherche des internautes Taïwanais sur le sujet de la démence à l'incidence réelle des troubles de démence disponible dans une base de données nationale. Les résultats ayant mis en évidence que les individus atteints de symptômes de démence avaient

recours à une requête Google® sur la démence environ 3 mois avant de consulter pour un diagnostic, les auteurs proposent une surveillance accrue des tendances de recherche sur Google Trends® afin de prévoir à l'avance une hausse éventuelle des consultations pour suspicion de démence (47).

Toujours en 2015, Fong et coll. se sont intéressés aux recherches de différents termes potentiellement liés aux comportements suicidaires, et les ont comparées au suivi du nombre de suicides sur la même période. Ils concluent à une possible relation temporelle entre les recherches sur Google® de questions sur le suicide et le passage à l'acte, mais rappellent que de tels résultats sont difficiles à exploiter tant la proportion de recherches lancées sur un moteur de recherche peut être influencée par des sources externes comme les médias (48).

Le suivi des tendances de recherche a été repris par Murray et coll. en 2016 pour évaluer l'influence de la mise en place de journées de sensibilisation aux cancers de la cavité buccale en Irlande chaque année au mois de septembre. Les auteurs observent un pic de recherche sur Google® chaque année en septembre depuis l'année de commencement de ces journées. Ces résultats permettent de souligner l'utilité de telles journées de sensibilisation. Il y a par ailleurs un enjeu de santé publique, selon Murray et coll., à constater un tel intérêt des internautes, puisque ces derniers sont plus alertes sur les signes avant-coureurs des cancers de la cavité buccale et sont davantage en mesure de consulter précocement pour un dépistage (49).

Par ailleurs, au travers de leur revue des études utilisant Google Trends® et dans l'optique d'aider à en réaliser de nouvelles, Nuti et coll. ont établi une marche à suivre pour les auteurs démarrant leurs protocoles (Figure 12) (44). Celle-ci est traduite dans le tableau 6 et nous servira de base de travail dans la sous-partie II.3.a.

Figure 12 : marche à suivre pour détailler une recherche sur Google Trends d'après Nuti et coll. en 2014 (44)

Table 4. Checklist for Documentation of Google Trends.

Section/Topic	#	Checklist Item	Reported on Page #
Search Variables			
Access Date	1	Provide the date(s) when Google Trends was accessed and when the data was downloaded.	
Time Period	2	Identify all the time periods that were searched for in Google Trends, providing up to the Month and Day in detail.	
Query Category	3	Identify which query category was used for search; if not using a query category, designate that "all query categories were used", which is the default setting.	
Search Input			
Full Search Input	4	Provide the full search input(s) that were queried for in Google Trends, along with the appropriate documentation of search syntax (detailed in 4a and 4b). Ensure that the provision of the search input is clear, using brackets (as in the example below) or other delineators to separate the search input from the body text.	
Combination	4a	If more than one search term was used, document whether those terms were used in combination with a plus sign (+), or if terms were excluded with a minus sign (-). If terms were not used in combination, state so clearly.	
Quotation Marks	4b	If there was more than one word in any search term (ex. "lipid guideline"), document whether those words were queried with quotation marks or not.	
Rationale for Search Strategy			
For Search Input	5	Provide the reasoning behind the choice of search input.	
For Settings Chosen	6	Provide the reasoning for the settings/search variables chosen to specify the search.	
Hypothetical Example			
<p>On May 1, 2014, we queried Google Trends and downloaded the data for the following search input: ["cholesterol guideline" + "lipid guideline" + "cholesterol recommendation" + "statin recommendation"]. We searched within the United States from January 1, 2013 to May 1, 2014 using the "health" query category. We chose these search terms based on a survey of cardiovascular disease patients' most likely search terms for this topic. We chose January 1, 2013 as the start date to capture baseline interest in the year before the publication (November 2013), chose United States because it is the country of the guideline publication, and chose the "health" query category because we wanted to assess interest in the context of health.</p>			

Tableau 6 : traduction de la checklist établie par Nuti et coll. en 2014 (44)

SECTION	DONNEES	N°	CONTENU
Options de recherche	Date d'accès	1	Date de connexion sur Google Trends® et de téléchargement des données
	Période	2	Identifier précisément toutes les périodes (mois, jours...) recherchés dans Google Trends®
	Catégorie	3	Identifier quelle a été la catégorie à laquelle devait se rapporter le terme de recherche. Si aucune catégorie spécifique n'a été choisie, il conviendra de préciser « toutes les catégories de recherche ont été utilisées » (réglage par défaut).
Termes recherchés	Ensemble des termes recherchés	4	Donner l'ensemble des termes recherchés dans Google Trends®, en détaillant – d'après les informations détaillées ci-dessous en 4a et 4b – l'exacte formulation de la requête. S'assurer que la recherche soit correctement identifiable si la procédure est rédigée comme un corps de texte.
	Combinaison des termes	4a	Si plus d'un terme est utilisé, renseigner sur la façon dont ces termes ont été soumis au moteur de recherche (avec un signe « + » pour une association, ou un signe « - » pour une exclusion). Si les termes n'ont pas été soumis ensemble, il convient de le préciser. Il s'agit donc de la formulation de la requête.
	Marques de citations	4b	Si le terme recherché est composé de plus d'un mot, détailler la façon dont la recherche a été effectué (avec des guillemets ou pas...).
Raisons, stratégies	Des termes recherchés	5	Expliquer le raisonnement ayant conduit au choix des termes recherchés.
	Des options de recherche	6	Expliquer le raisonnement ayant conduit au choix des critères de recherche.

2) Limites de cet outil

Malgré les perspectives intéressantes liées à son développement, certains aspects de Google Trends® limitent son utilisation dans beaucoup d'études d'épidémiologie.

La raison principale est liée aux résultats fournis par le moteur de recherche. Celui-ci donne, en effet, un volume de recherche relatif et non pas absolu. Il est donc impossible de connaître avec exactitude le nombre de fois où le terme a été recherché, car les comparaisons de requêtes ne se font que par rapport à lui-même. Si l'avenir réserve une plus grande transparence à ce niveau, il sera plus évident de trouver une application reproductible en épidémiologie.

En outre, avant une utilisation en épidémiologie, il convient de relever les caractéristiques de la population concernée par la courbe de Google Trends®, car il peut exister des différences avec la population cible de l'étude menée. Cet outil ne se rapporte effectivement qu'à une population ayant accès à internet et utilisant Google® comme moteur de recherche. Cependant, le pool de sujets représenté reste très important (50), puisque selon le site statcounter.com, au mois d'août 2015, Google comptait plus de 3,3 milliards de requêtes par jour, pour une part de marché de 90,5% parmi tous les moteurs de recherche dans le monde (51).

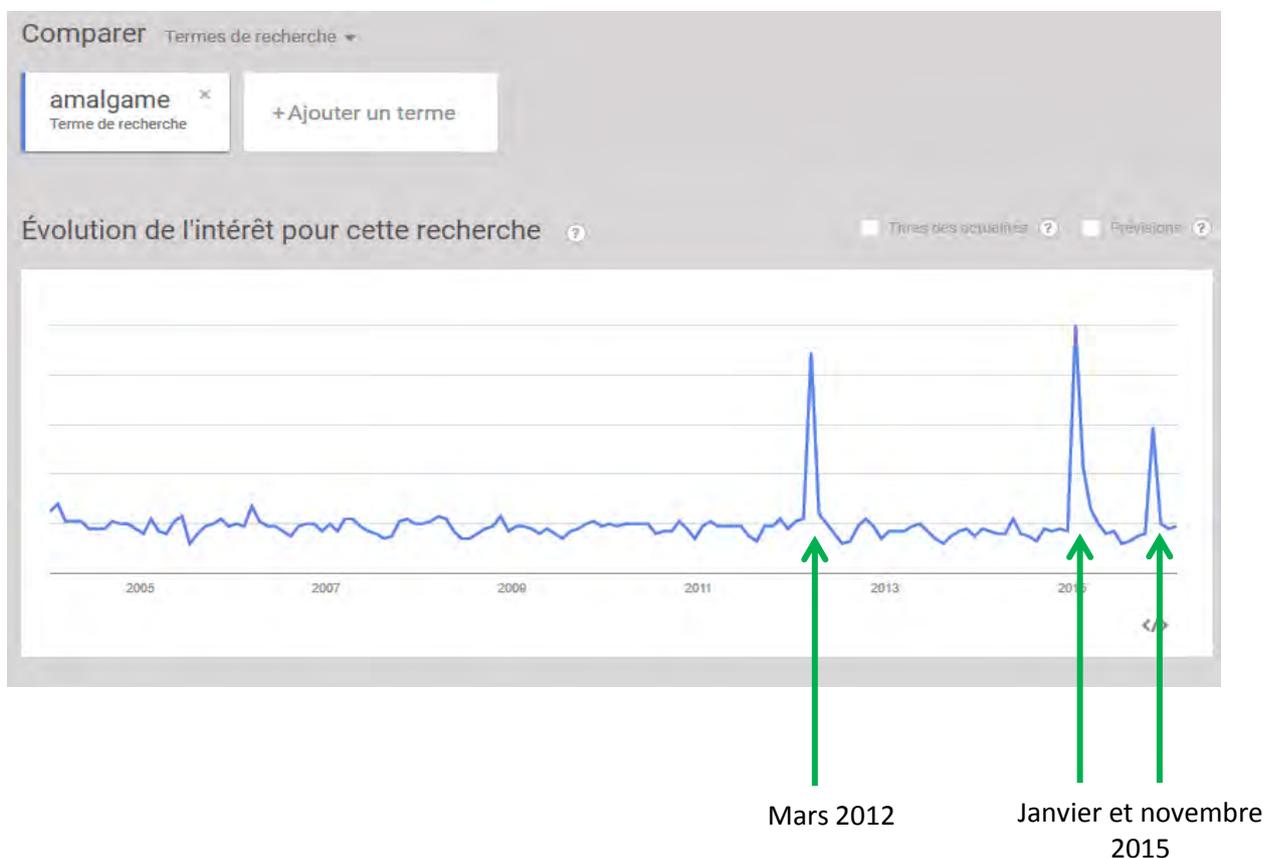
Une fois la population caractérisée, rien ne permet pour le moment de savoir quelle motivation mène les internautes à lancer une requête sur Google®. Linkov et coll. soulignent à ce sujet que dans le cadre d'une chirurgie pour perdre du poids, les recherches sur internet peuvent être effectuées par des futurs patients mais aussi par des individus non concernés par l'acte et qui s'intéressent simplement à l'intervention (52).

De plus, la nouveauté d'utilisation de Google Trends® conduit à la multiplication d'études y faisant référence. La standardisation de procédures d'utilisation pourra s'avérer intéressante pour déterminer dans quel but cet outil sera employé dans chaque protocole. Selon Nuti et coll., les méthodes de recherche sont encore mal détaillées dans une majorité

de publications et les conclusions sont susceptibles d'être réadaptées en fonction des résultats (44).

Enfin, il existe un nombre non négligeable de recherches croisées qui peuvent fausser les résultats donnés par le moteur de recherche (48,50,53). Cet inconvénient s'est vérifié au cours de notre travail sur l'amalgame puisque certains pics de recherche correspondent aux périodes d'attentats en France, durant lesquelles il avait été expressément demandé par les autorités et les médias de ne pas faire « d'amalgame » entre les événements survenus et l'appartenance d'autres individus à la même religion (Figure 13) (54). Pour tenter de contrer ce défaut, il convient d'affiner davantage la recherche en précisant amalgame dentaire. Google Trends® propose aussi, lors de l'inscription du terme recherché, différentes catégories auxquelles le mot peut se référer, mais cette solution doit encore être perfectionnée.

Figure 13 : résultats de la recherche "amalgame" sans guillemets le 06/02/2016 dans Google Trends® (54). Les trois pics principaux se superposent aux attentats dits « de Mohammed Merah » (mars 2012), « de Charlie Hebdo » (janvier 2015) et « du 13 novembre » (novembre 2015).



3) Application à l'amalgame dentaire

a. Procédure de recherche

L'objet de notre travail est de déterminer dans quelles mesures les résultats d'une recherche sur Google Trends® peuvent être mis en relation avec les données que nous avons sur le thème des amalgames dentaires.

Pour rappel, les résultats d'une requête sur Google Trends® donnent une image de l'intérêt relatif porté par la population sur le sujet en question.

Nous avons décidé de prendre pour point de départ les données que nous avons à notre disposition, puis de les comparer aux résultats obtenus sur le moteur de recherche. L'amalgame dentaire est un matériau de moins en moins utilisé depuis les années 2000, comme en témoignent les résultats de l'enquête commandée par l'ANSM (3), et réalisée auprès des fabricants d'amalgames. Ces résultats ont déjà été détaillés plus haut et sont rappelés ci-dessous (Tableau 8). Nous n'avons pas trouvé de données plus précises et à notre connaissance il n'existe pas d'étude de terrain exhaustive permettant de chiffrer précisément l'évolution du recours à l'amalgame dans les cabinets dentaires.

Rappel : tableau 7 : Données d'utilisation de l'amalgame dentaire (source ANSM) (3)

AMALGAMES	DONNEES	
Nombre de restaurations*	14.10⁶ en 2003 (source Afssaps)	4.10⁶ en 2006 (source ANSM)

* Ne prend pas en compte le nombre total de restaurations effectuées par les praticiens par manque de données.

Les données de vente de capsules sur le marché Français ont aussi pu être relevées à partir d'un graphique du même rapport de l'ANSM (figure 14) (3) pour illustrer la tendance à la baisse. Les données recueillies sont regroupées dans le tableau 8.

Figure 14 : évolution des ventes des capsules d'amalgames en France (copie du rapport de l'ANSM) (3)

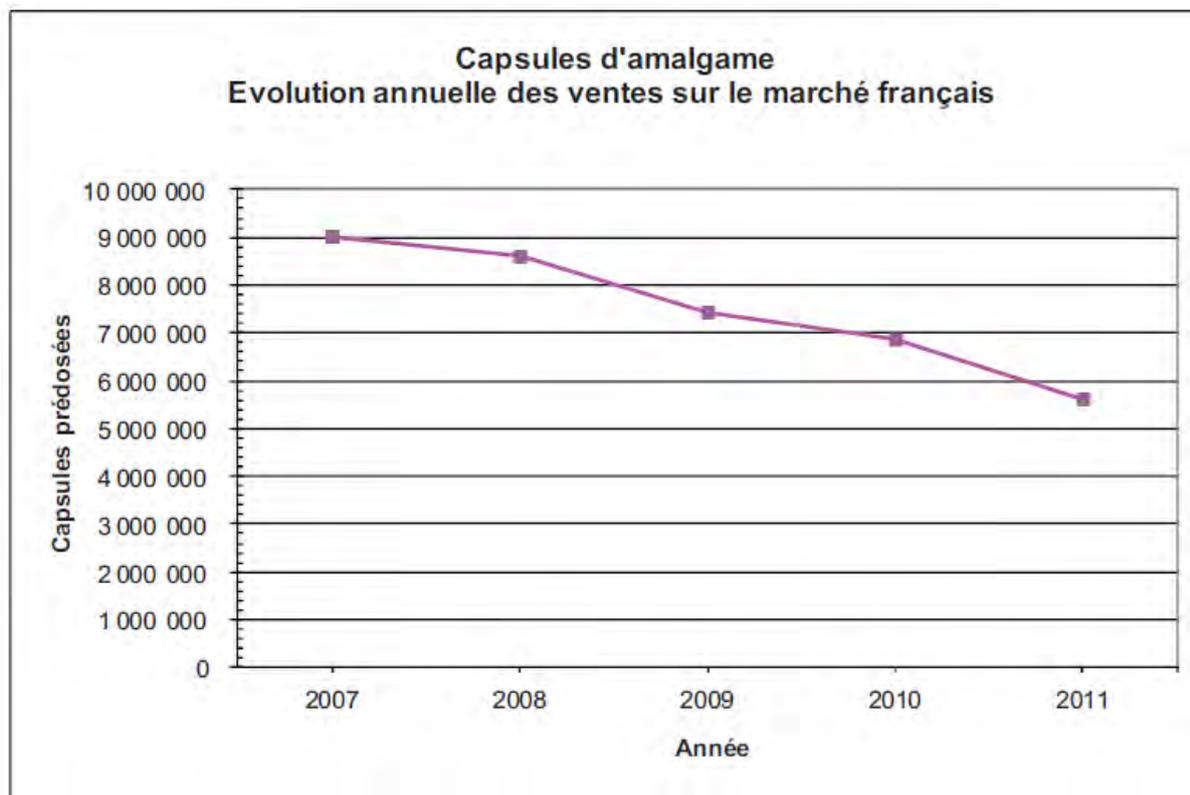


Tableau 8 : Données de ventes des capsules d'amalgames dentaires sur le marché Français (source ANSM) (3)

AMALGAMES	2007	2008	2009	2010	2011
Ventes de capsules d'amalgames (millions)	9	8,6	7,4	6,8	5,6

Cette tendance à la baisse peut s'expliquer par l'arrivée sur le marché de nouveaux matériaux plus esthétiques, et par la multiplication des recommandations de diminution d'utilisation face aux effets néfastes du mercure sur les organismes et l'environnement.

Devant ce constat dans le domaine professionnel, nous nous interrogeons pour savoir si la population a tendance à se désintéresser elle-aussi de l'amalgame, ou si, au contraire, elle y porte un intérêt croissant du fait de l'étalage médiatique relatif aux effets néfastes du mercure. En guise de reflet de l'état d'esprit des individus à ce sujet, l'utilisation de Google Trends® est toute indiquée.

Une requête effectuée en janvier 2016, préalable à toute démarche, des termes « amalgame dentaire » sans guillemets sur le moteur de recherche, sans limite géographique ou temporelle, a relevé l'imprécision des données avant l'année 2008, et une localisation géographique des requêtes largement concentrée sur la France (Figure 15) (55). Cette répartition spatiale des recherches s'explique par le fait que la requête est francophone et qu'elle a donc moins de chances d'avoir été soumise depuis des pays non francophones. De plus, en cas de précision de la recherche sur la seule année 2007, Google Trends® précise que le volume de recherche est insuffisant sur cette période (Figure 16) (56).

Figure 15 : résultats de la recherche "amalgame dentaire" sans guillemets effectuée en janvier 2016 (55). Il n'existe pas de données apparentes avant 2008. Notons un pic de recherche principal en février 2015, mois au cours duquel l'émission « Alerte au mercure » a été diffusée puis rediffusée sur France 5 (37). Le pic de 2012 intervient au même moment qu'une réunion au sujet de l'amalgame à Bruxelles dans le cadre de l'Union Européenne.

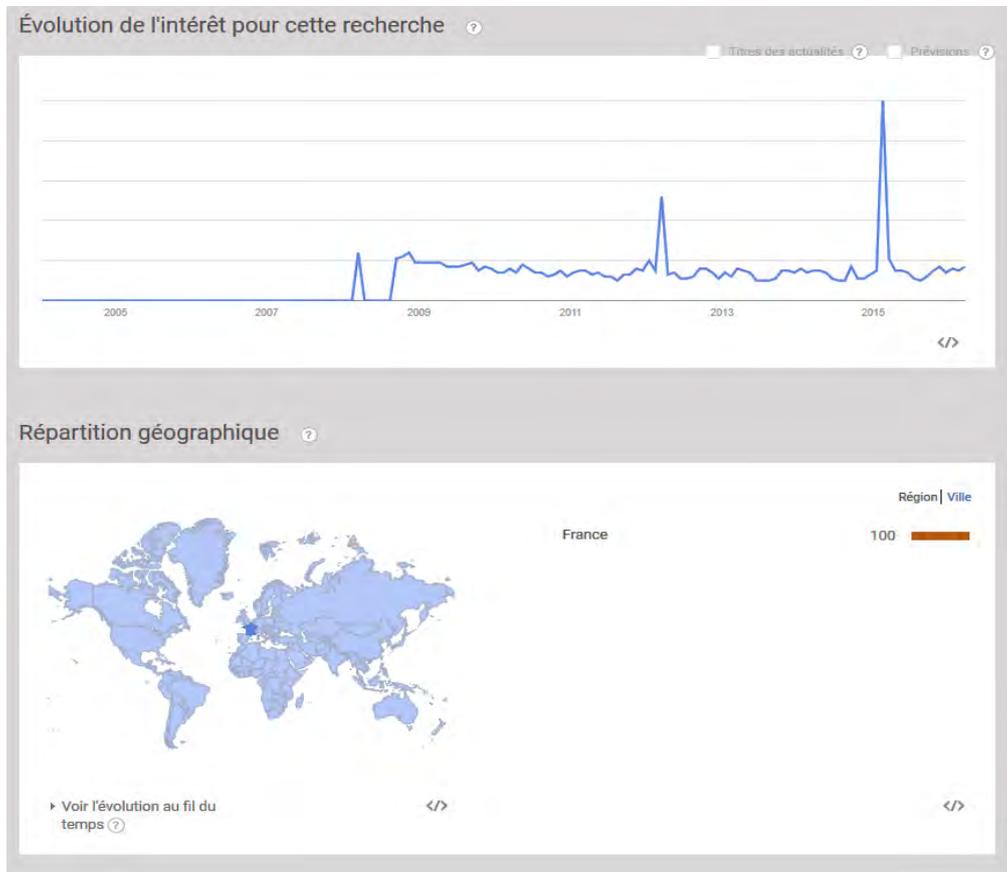


Figure 16 : page affichée lors du cantonnement de la recherche "amalgame dentaire" sur Google Trends® à la seule année 2007 (56)

Figure 16 shows the Google Trends interface for the search term "amalgame dentaire".

The top section, titled "Comparer", shows the search term "amalgame dentaire" in a search box. Below the search box is a button labeled "+ Ajouter un terme".

The main content area displays the message: "Volume de recherche insuffisant pour afficher des graphiques". Below this message, there is a section titled "Suggestions:" followed by a list of five suggestions:

- Assurez-vous que tous les mots sont orthographiés correctement.
- Essayez des termes de recherche différents.
- Essayez des termes de recherche plus génériques.
- Essayez d'utiliser moins de termes de recherche.
- Essayez de rechercher des données pour toutes les années et toutes les régions.

Par ailleurs, le centre d'aide de Google Trends® (57) détaille différents conseils pour réaliser une requête et précise que l'emploi de guillemets confine les résultats aux recherches sur Google® comprenant l'expression exacte, tout comme l'utilisation du symbole "+" additionne les résultats des recherches des deux termes indépendamment l'un de l'autre.

Face à ces résultats de recherche, nous avons décidé de ne pas prendre en compte l'année 2007 et de considérer 2008 comme point de départ à notre étude. Nous cherchons alors à comparer l'évolution de la courbe des ventes des amalgames dentaires à celle de la tendance de recherche des mots clés "amalgame dentaire" sans guillemets sur Google Trends®. Nous décidons de ne pas entrer le terme de plombage pour deux raisons. D'une part les résultats de la recherche "plombage dentaire" sans guillemets (Figure 17) (58) donne une courbe similaire à celle du terme "amalgame dentaire" sans guillemets. D'autre part il existe là aussi une recherche croisée avec les plombages des installations électriques des bâtiments.

Figure 17 : résultats de la recherche "plombage dentaire" sans guillemets sur Google Trends en février 2016(58)



Nous pouvons alors remplir le tableau proposé par Nuti et coll. en 2014 (44) en fonction des caractéristiques de notre procédure (Tableau 9).

Tableau 9 : checklist de notre procédure, d'après celle proposée par Nuti et coll. en 2014 (44)

SECTION	DONNEES	N°	CONTENU
Options de recherche	Date d'accès	1	7 février 2016
	Période	2	De janvier 2008 à décembre 2011
	Catégorie	3	Toutes les catégories de recherche ont été utilisées (réglage par défaut)
Termes recherchés	Ensemble des termes recherchés	4	amalgame dentaire
	Combinaison des termes	4a	Les termes amalgame et dentaire n'ont pas été associés avec un symbole "+"
	Marques de citations	4b	Aucun guillemet n'a été utilisé pour la recherche
Raisons, stratégies	Des termes recherchés	5	Nous cherchons alors à comparer l'évolution de la courbe des ventes des amalgames dentaires à celle de la tendance de recherche du terme "amalgame dentaire" sans guillemets sur Google Trends®. Nous décidons de ne pas entrer le terme de plombage pour les raisons détaillées plus haut.
	Des options de recherche	6	Notre objectif étant de refléter l'état d'esprit de la population, nous avons décidé de ne pas cantonner notre recherche aux seuls domaines de la santé ou aux seules requêtes dans les actualités par exemple. Il a été demandé à Google Trends® de donner ses résultats à l'échelle du web, et en mêlant l'ensemble des catégories de recherche. La limite géographique n'a pas été modifiée puisque les résultats se concentrent sur la France.

Les données de l'indice d'intérêt recueillies pour chaque mois nous mèneront à calculer la moyenne des différentes années étudiées pour tracer une courbe moyenne, comparable à celle des données de ventes publiée par l'ANSM (3).

$$\text{Formule de la moyenne} = \frac{\sum \text{indices d'intérêt de l'année } X}{\text{nombre d'indices relevés pendant l'année } X}$$

b. Résultats obtenus

La requête "amalgame dentaire" sans guillemets sur Google Trends® le 7 février 2016(59), selon les critères récemment définis, donne la courbe de résultats suivante (Figure 18). Les valeurs mois par mois de l'indice d'intérêt sont répertoriées dans les tableaux 10, 11, 12 et 13.

Figure 18 : résultats de la requête "amalgame dentaire" sans guillemets et selon les critères définis dans notre procédure (59)



Tableau 10 : nombre de requêtes relatives pour l'année 2008

Mois	Janv.	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Indice	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	100	90

Tableau 11 : nombre de requêtes relatives pour l'année 2009

Mois	Janv.	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Indice	90	90	90	88	74	74	74	74	74	60	69	56

Tableau 12 : nombre de requêtes relatives pour l'année 2010

Mois	Janv.	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Indice	56	62	68	70	66	56	56	61	49	54	46	43

Tableau 13 : nombre de requêtes relatives pour l'année 2011

Mois	Janv.	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Indice	67	54	52	49	48	50	44	40	55	53	76	61

Le tableau 10 relevant les données pour l'année 2008 nous rend compte d'un manque de données pour cette année-là. Nous ne nous intéresserons donc qu'aux années 2009, 2010 et 2011.

Afin de tracer un graphique sous forme de courbe avec marqueurs, comparable à celle de l'ANSM (3), nous calculons à partir des valeurs inscrites dans les tableaux 11, 12 et 13 les moyennes de requêtes par année. Nous utilisons pour la suite le logiciel Microsoft Excel® version 14.0.

MOYENNE 2009 :

$$m_{2009} = \frac{90+90+90+88+74+74+74+74+74+60+69+56}{12} = \frac{913}{12} \approx 76,083$$

MOYENNE 2010 :

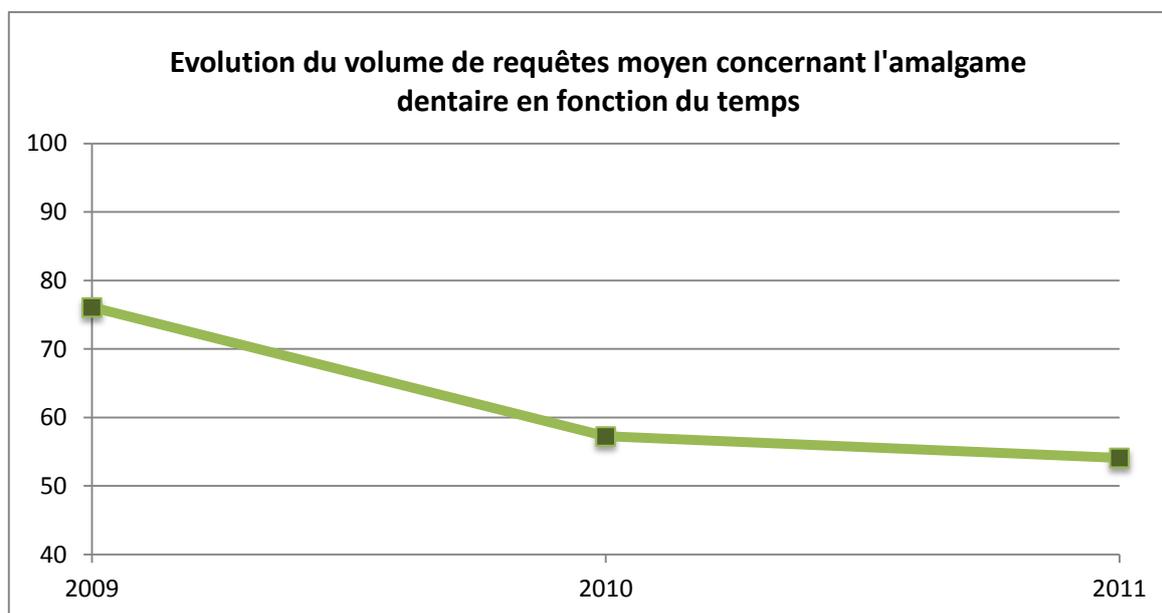
$$m_{2010} = \frac{56+62+68+70+66+56+56+61+49+54+46+43}{12} = \frac{687}{12} = 57,25$$

MOYENNE 2011 :

$$m_{2011} = \frac{67+54+52+49+48+50+44+40+55+53+76+61}{12} = \frac{649}{12} \approx 54,083$$

A partir de ces moyennes, il est possible de tracer la courbe de l'évolution du volume de requêtes concernant l'amalgame dentaire sur Google Trends® en fonction du temps, entre 2009 et 2011 (Figure 19).

Figure 19 : graphe de l'évolution du volume de requêtes moyen concernant l'amalgame dentaire entre 2009 et 2011



c. Comparaison aux différentes données existantes sur l'amalgame

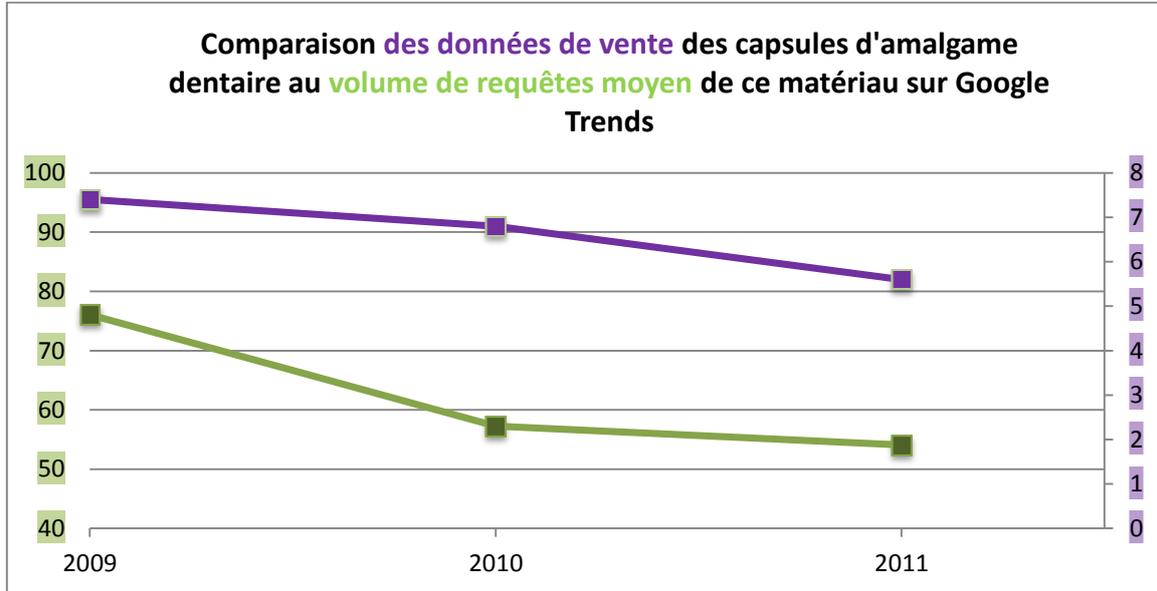
Les données recueillies sur Google Trends® (59) et celles disponibles dans le rapport de l'ANSM (3), ont été mises en parallèle dans le tableau 14.

Tableau 14 : Synthèse des données comparables entre 2009 et 2011

AMALGAMES	2009	2010	2011
Données de ventes des capsules (millions)	7,4	6,8	5,6
Volume de requêtes moyen	76,083	57,25	54,083

Il devient alors possible de superposer les courbes des données de vente et du volume de requêtes moyen sur une même plage pour comparer leurs évolutions (Figure 15).

Figure 20 : comparaison des données sous forme graphique



Les sens de variation de ces deux courbes sont similaires et simplifiés dans le tableau de variations ci-dessous (Tableau 15).

Tableau 15 : Comparaison des sens de variation des courbes sur les données de ventes et le volume de requêtes moyen

SENS DE VARIATION	2009	2010	2011
Données de ventes des capsules	→		
Volume de requêtes moyen	→		

Dans la littérature, des outils statistiques ont déjà été utilisés pour quantifier la force de l'association entre des données recueillies sur Google Trends® et d'autres obtenues par ailleurs.

Par exemple, Cavazos-Rehg et coll. ont utilisé des coefficients de corrélation de Pearson pour mesurer l'association entre les volumes de recherche sur les cigares (et autres cigarettes) et les prévalences nationales de fumeurs(60). Ce type de coefficient a aussi été utilisé dans l'étude de Wang et coll. déjà détaillée plus haut (47).

Dans une autre étude, Schootman et coll. ont appliqué une méthode graphique de « joinpoint » pour dégager une tendance centrale de leurs observations en nuages de points(61).

Dans les situations où la quantité de données disponible est très importante, l'application de modèles statistiques de régression devient possible (62). Ce fut notamment mis en place par Azar et coll. lors de leur suivi des requêtes au sujet de la grippe (46).

Toutefois, dans notre cas, n'ayant les données que sur trois années, nous restreignons notre démarche à une analyse descriptive des résultats.

Sur la période considérée, entre 2009 et 2011, l'évolution des ventes de capsules d'amalgames présente donc une diminution continue, de même que l'intérêt porté par la population à l'égard du matériau, et évalué par l'intermédiaire du volume de requêtes moyen sur Google Trends®. Il semble donc que les requêtes globales soient davantage liées à la fréquence d'utilisation des amalgames sur cette période. Les reportages et faits divers, bien qu'à l'origine de pics de requêtes (53), n'influencent que ponctuellement les volumes de requête.

Nota Bene : dans la recherche générale du terme « amalgame dentaire » présentée plus haut (Figure 15), deux pics récents en mars 2012 (réunion au sujet de l'amalgame à Bruxelles dans le cadre de l'Union Européenne) et février 2015 (émission sur France 5) peuvent laisser planer le doute d'une inversion de la courbe d'intérêt au cours des dernières années. Les variations de l'intérêt porté sur l'amalgame et de l'utilisation des capsules de matériau se croiseraient peut être donc si on les comparait sur les derniers mois écoulés. Cependant, à ce jour aucune donnée annexe n'est disponible pour réaliser le même genre de comparaison que celle de notre travail.

Par ailleurs, il aurait été plus précis de ne pas faire de moyenne des volumes de requêtes par année, mais nous n'avons à notre disposition que les données de ventes des capsules d'amalgames par année.

4) Perspectives

La technologie Google Trends® a déjà été utilisée dans plusieurs études (60,61), au point de servir de sujet principal à une méta-analyse reprenant une par une les parutions à son sujet (44). Parmi les conclusions de celle-ci, l'utilisation de Trends, bien qu'encore perfectible, permet la réalisation d'études observationnelles, et présente un réel intérêt de surveillance en santé publique, à titre complémentaire des approches traditionnelles. En effet, des précautions s'imposent dans l'exploitation des données.

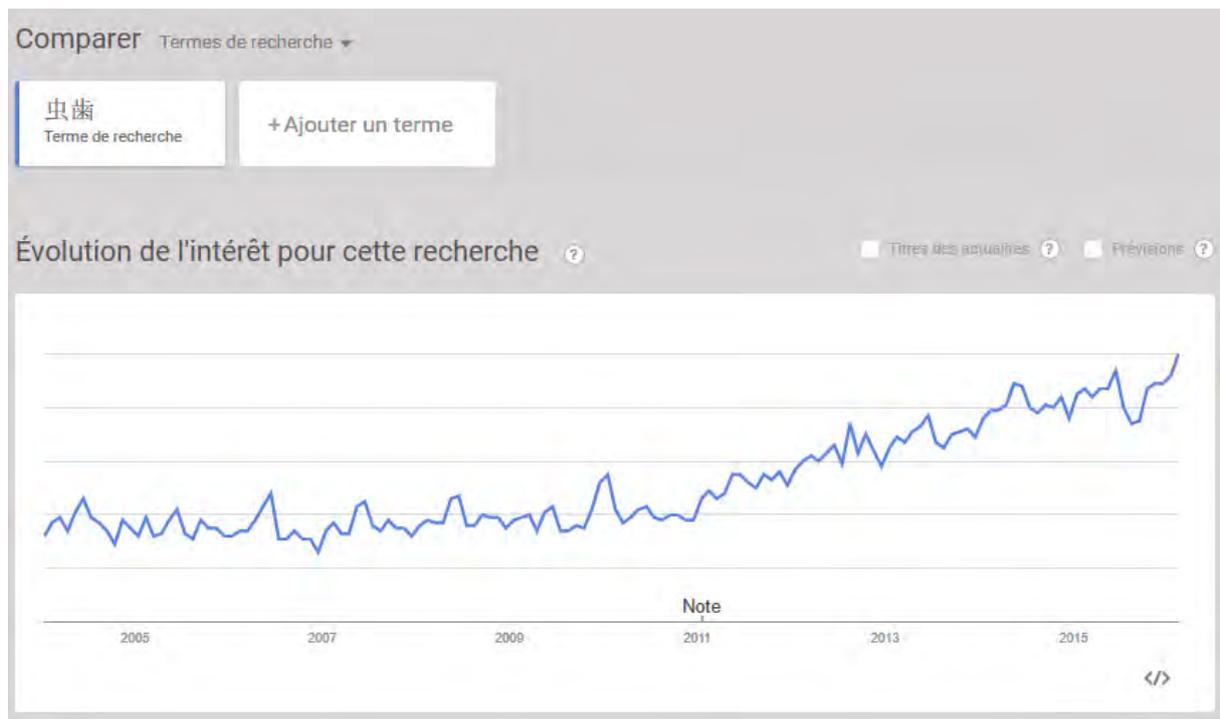
Nous nous sommes heurtés à différents problèmes lors de notre travail. D'une part, un simple changement de termes de requête peut changer les résultats, du fait notamment de l'existence de recherches croisées. L'exemple que nous avons rencontré repose sur le terme « plombage » qui réfère aux amalgames dentaire pour une partie de la population, mais également aux tuyaux utilisés par les entreprises d'électricité et du gaz. D'autre part, l'ajout de guillemets, d'un second terme, le choix d'une langue et tout autre paramètre font évoluer les résultats de la recherche.

Le suivi du protocole proposé par Nuti et coll.(44) permet de s'affranchir au maximum de ces problèmes.

Pour aller plus loin dans l'utilisation de Google Trends® dans le cadre de l'amalgame dentaire, une analyse poussée au-delà des frontières virtuelles Françaises est envisageable. C'est le cas notamment en Allemagne et au Royaume-Uni qu'il serait possible de comparer l'un par rapport à l'autre puisque nous disposons de données les concernant d'après le rapport Européen de 2008 pour la réduction de l'utilisation du mercure (32). Il y est présenté entre autres qu'en 2006, l'Allemagne a utilisé près de 10 tonnes de mercure (soit 20 tonnes d'amalgames), contre 6,6 tonnes de mercure (13,2 tonnes d'amalgames) au Royaume-Uni. Ces données pourraient être comparées aux volumes de requête moyens de ces états au même moment. Toutefois, le problème de l'interprétation des résultats sera rencontré une fois encore puisque les populations des deux Etats diffèrent de près de 20 millions d'individus, ce qui pourrait expliquer tout ou partie de la différence d'utilisation du matériau.

En outre, au-delà des recherches effectuées dans les différentes régions du monde par Harorli et coll. en 2014 (45), Google Trends® pourrait servir de première approche dans le développement de protocoles de recherche en odontologie,. En effet, l'observation par exemple d'une recrudescence des recherches concernant le terme « carie » au Japon (虫歯) depuis les accidents à la centrale nucléaire de Fukushima en mars 2011 (Figure 21) (63) peut servir de point de départ au développement d'une étude, ou du moins d'une enquête, afin d'en connaître les éventuelles raisons. Ainsi Google Trends® servirait de « prélude » aux démarches épidémiologiques.

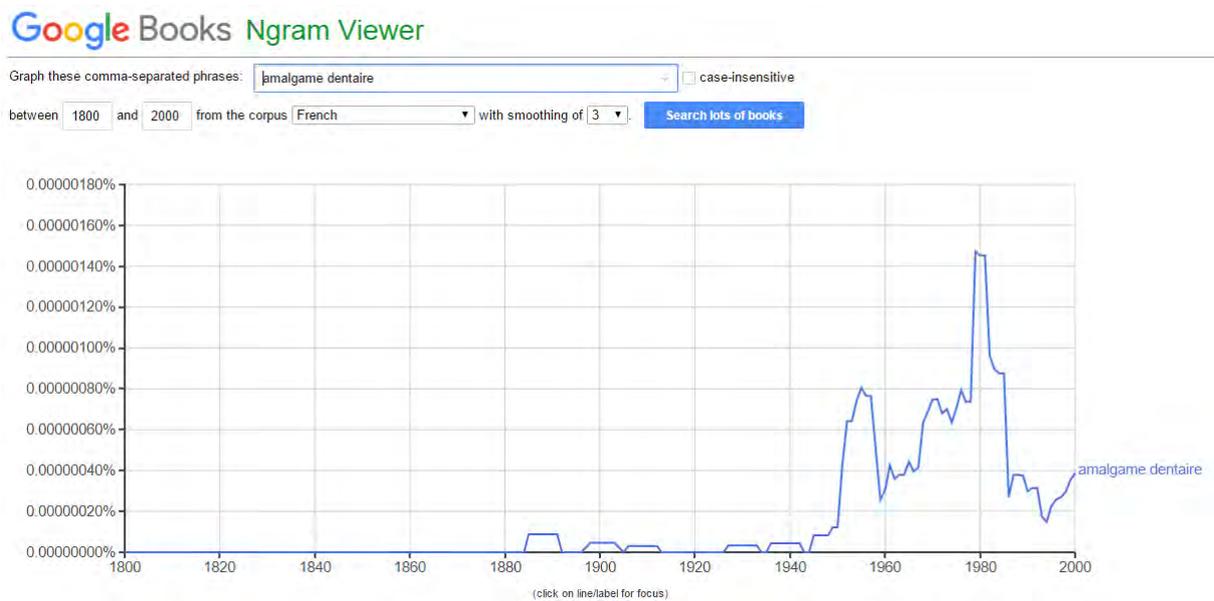
Figure 21 : Evolution des recherches au Japon pour le terme carie 虫歯(63)



Enfin, un autre outil développé par Google Inc® pourra à l'avenir servir lui-aussi de support à la recherche en épidémiologie : Google Ngram (64). Il analyse les fréquences de mots de l'ensemble des livres et parutions papiers que l'entreprise Google® a numérisé et se rapportant aux termes de recherche demandés. Les résultats sont également présentés sous forme de graphiques mais présentent l'avantage de remonter bien plus loin dans le temps

puisque les résultats sont triés selon l'année de parution du document original. Les résultats pour une recherche sur l'amalgame dentaire sont présentés sur la figure 22 et rendent compte de la grande quantité de parutions qui ont vu le jour au sujet de l'amalgame entre les années 1950 et 1990 (65). Depuis, le nombre de référence a diminué mais il serait intéressant de le comparer aux parutions sur les composites pour voir si le début de la baisse de l'amalgame correspond aux années où les premières publications sur le composite sont apparues. Il serait également intéressant de comparer les données issues de Google Ngram® avec celles de Google Trends®.

Figure 22 : recherche des termes amalgame dentaire sur Google Ngram le 20/02/2016 (65)



CONCLUSION

L'amalgame dentaire possède d'excellentes propriétés justifiant son utilisation dans le domaine de l'odontologie et les conclusions à ce sujet font consensus autour du fait qu'aucune preuve de dangerosité vis-à-vis des fonctions du corps humain n'a pu être mise en évidence. Cependant, la multiplicité de ses effets néfastes a conduit les instances nationales et internationales à prendre des mesures incitant les professionnels de santé à réduire l'utilisation de ce matériau.

Par l'utilisation du moteur de recherche Google Trends[®], il est aujourd'hui possible de dégager l'intérêt porté par la population sur un sujet en particulier. En appliquant ce principe de recherche à l'amalgame, et en le comparant aux données d'utilisation du matériau, nous avons pu mettre en évidence que le nombre de capsules vendues diminuait similairement à l'intérêt porté par les internautes sur le sujet entre 2009 et 2011.

De telles observations pourront à l'avenir servir de précurseurs aux études épidémiologiques en permettant de cibler des domaines de recherche, voire dans le meilleur des cas en préfigurant certains résultats. L'approfondissement des démarches de recherche et le respect de règles comme le protocole proposé par Nuti et coll.(44) s'avèrent par contre indispensables afin de pouvoir exploiter au mieux les données issues de ces futures études.

L'association du domaine de l'épidémiologie aux outils informatiques permettant de développer l'accès aux informations est de plus en plus décrite par un terme nouveau : celui « d'infodémiologie ». Il s'agit de méthodes novatrices qui permettent des analyses en temps réel, et qui s'avèrent moins chronophages (50).

Cependant, l'infodémiologie a ses limites. L'utilisation d'outils comme Google Trends[®] présente encore des imperfections qui limitent son emploi à des études observationnelles et descriptives. L'arrivée sur le monde virtuel de nombreux moteurs et outils complétant ces données permettra à l'avenir de développer des recherches de plus en plus ciblées.

Il sera également intéressant d'associer à l'avenir les résultats de plusieurs outils de référence pour créer des bases de données encore plus importantes qui s'inscriront dans la tendance au « Big Data », que la théorie veut sans limites mais qu'il faudra pourtant apprendre à délimiter correctement.

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des différentes particules de l'amalgame – les propriétés intéressantes sont en vert	17
Tableau 2 : proportions relatives des métaux composants la poudre de l'alliage. Les amalgames conventionnels sont riches en Argent, Etain et Zinc mais pauvres en Cuivre. Les alliages HCSC sont les moins riches en Argent mais possèdent une proportion de cuivre plus importante.	19
Tableau 3 : compositions en phases gamma, epsilon, et eutectique des différentes familles d'alliage	20
Tableau 4 : Résumé des caractéristiques mécaniques des amalgames.....	25
Tableau 5 : Données de vente et d'utilisation de l'amalgame dentaire en France. 14 fabricants ont été interrogés concernant leurs ventes de capsules d'amalgames ce qui porte à 35 le nombre de marques différentes d'amalgames qui ont été prises en compte dans les résultats (source ANSM) ³	36
Tableau 6 : traduction de la checklist établie par Nuti et coll. en 2014 ⁴⁴	45
Rappel : tableau 7 : Données d'utilisation de l'amalgame dentaire (source ANSM) ³	48
Tableau 8 : Données de ventes des capsules d'amalgames dentaires sur le marché Français (source ANSM) ³	49
Tableau 9 : checklist de notre procédure, d'après celle proposée par Nuti et coll. en 2014 ⁴⁴	53
Tableau 10 : nombre de requêtes relatives pour l'année 2008	55
Tableau 11 : nombre de requêtes relatives pour l'année 2009	55
Tableau 12 : nombre de requêtes relatives pour l'année 2010	55
Tableau 13 : nombre de requêtes relatives pour l'année 2011	55
Tableau 14 : Synthèse des données comparables entre 2009 et 2011.....	57
Tableau 15 : Comparaison des sens de variation des courbes sur les données de ventes et le volume de requêtes moyen	58

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Diagrammes représentant les pourcentages pondéraux en Argent, Cuivre, Etain et Zinc des différentes familles d'alliages ⁶	19
Figure 2 : diagramme de la dureté Vickers sous 300g à 7 jours pour les différents types d'amalgames ^{6,11}	22
Figure 3 : diagramme de résistance à la tension diamétriale à 7 jours pour les différents types d'amalgames ^{6,12}	23
Figure 4 : diagramme des valeurs de fluage des différents types d'amalgame ^{6,12}	24
Figure 5 : diagramme des valeurs de résistance à la compression à 7 jours des différents types d'amalgames ^{6,12}	24
Figure 6 : Résultat graphique de la recherche "Toulouse" sur Google Trends ^{®41}	38
Figure 7 : Titres des actualités en lien avec la recherche du terme 'Toulouse' dans Google Trends ^{®41}	39
Figure 8 : Prévisions de recherche quant à la requête 'Toulouse' sur Google Trends ^{®41}	39
Figure 9 : Répartition géographique de la recherche 'Toulouse' sur Google Trends [®] dans le monde ⁴¹	40
Figure 10 : Répartition géographique de la recherche 'Toulouse' sur Google Trends [®] en Espagne ⁴³ ..	41
Figure 11 : Recherches associées à celle du terme 'Toulouse' sur le moteur de recherche ⁴¹	41
Figure 12 : marche à suivre pour détailler une recherche sur Google Trends d'après Nuti et coll. en 2014 ⁴⁴	44
Figure 13 : résultats de la recherche "amalgame" sans guillemets le 06/02/2016 dans Google Trends ^{®54} . Les trois pics principaux se superposent aux attentats dits « de Mohammed Merah » (mars 2012), « de Charlie Hebdo » (janvier 2015) et « du 13 novembre » (novembre 2015).....	47
Figure 14 : évolution des ventes des capsules d'amalgames en France (copie du rapport de l'ANSM) ³	49
Figure 15 : résultats de la recherche "amalgame dentaire" sans guillemets effectuée en janvier 2016 ⁵⁵ . Il n'existe pas de données apparentes avant 2008. Notons un pic de recherche principal en février 2015, mois au cours duquel l'émission « Alerte au mercure » a été diffusée puis rediffusée sur France 5 ³⁷ . Le pic de 2012 intervient au même moment qu'une réunion au sujet de l'amalgame à Bruxelles dans le cadre de l'Union Européenne.....	51
Figure 16 : page affichée lors du cantonnement de la recherche "amalgame dentaire" sur Google Trends [®] à la seule année 2007 ⁵⁶	51
Figure 17 : résultats de la recherche "plombage dentaire" sans guillemets sur Google Trends en février 2016 ⁵⁸	52
Figure 18 : résultats de la requête "amalgame dentaire" sans guillemets et selon les critères définis dans notre procédure ⁵⁹	54
Figure 19 : graphe de l'évolution du volume de requêtes moyen concernant l'amalgame dentaire entre 2009 et 2011	57
Figure 20 : comparaison des données sous forme graphique	58
Figure 21 : Evolution des recherches au Japon pour le terme carie 虫歯 ⁶³	62
Figure 22 : recherche des termes amalgame dentaire sur Google Ngram le 20/02/2016	63

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Définitions : épidémiologie - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 8 nov 2015]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9pid%C3%A9miologie/30371>
2. Organisation Mondiale de la Santé O. Rapport sur la santé bucco-dentaire dans le monde 2003. Organisation Mondiale de la Santé; 2003. Report No.: WHO/NMH/NPH/ORH/03.2.
3. ANSM l'Agence N de S du M et des P de S. Le mercure des amalgames dentaires - Actualisation des données. [Internet]. 2015 Avril. Disponible sur: http://ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/f5239a084515ff2a9400469016a2922a.pdf
4. Afssaps AF de SS des P de S. Prescription des antibiotiques en pratique bucco-dentaire. Afssaps - Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé; 2011 Juillet.
5. Luo J, Wu M, Gopukumar D, Zhao Y. Big Data Application in Biomedical Research and Health Care: A Literature Review. Biomed Inform Insights. 2016;8:1-10.
6. Colon P, Mesgouez-Menez C, Pradelle-Plasse N. Amalgames dentaires. In: EMC Odontologie. Elsevier Masson SAS, Paris; 2000.
7. Exporter, intégrer et citer des données Trends - Aide Google Tendances des recherches [Internet]. [cité 24 avr 2016]. Disponible sur: <https://support.google.com/trends/answer/4365538?hl=fr>
8. Congrès International de Métallurgie Dentaire L 1980. Etude générale des amalgames dentaires : structures, propriétés (1re partie). In: Blanc-Benon J, Guiraldenq P, éditeurs. Métallurgie dentaire. Paris : Pyc; 1981. p. 74, 75.
9. Sarkar N, Greener E. An application of potentiostatic current – time transients to study the corrosion of dental amalgams. J Oral Rehabil. janv 1977;4:55-64.
10. Société Francophone de Biomatériaux Dentaires S. Propriétés mécaniques des Biomatériaux utilisés en Odontologie. In: Encyclopédie Médicale Virtuelle Francophone. 2009.
11. Colon P, Picard B, Roth F. [Bonding and silver amalgam: basic approach]. Actual Odontostomatol. juin 1987;41(158):245-60.
12. Malhotra ML, Asgar K. Physical properties of dental silver-tin amalgams with high and low copper contents. J Am Dent Assoc 1978;96(3):444-50.
13. Roche X. L'amalgame d'argent : un matériau d'obturation actuel ? [Thèse d'exercice pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire]. [Nancy]: Université Henri Poincaré - Nancy1 - Faculté de Chirurgie Dentaire; 2010.
14. Syversen T, Kaur P. The toxicology of mercury and its compounds. J Trace Elem Med Biol Organ Soc Miner Trace Elem GMS. oct 2012;26(4):215-26.
15. Clarkson TW, Magos L. The toxicology of mercury and its chemical compounds. Crit Rev Toxicol. sept 2006;36(8):609-62.

16. World Health Organization W. Exposure to mercury : a major public health concern. World Health Organization; 2007.
17. Falcy M, Jargot d, La Rocca b, Pillière F, Robert S, Serre P, et coll. Mercure et composés minéraux - Fiche Toxicologique 55. INRS Institut National de Recherche et de Sécurité; 2014.
18. Rodríguez-Farre E, Ms. Scientific Committee SCENIHR, Testai E, Bruzell E, De Jong W, Schmalz G, et coll. The safety of dental amalgam and alternative dental restoration materials for patients and users. *Regul Toxicol Pharmacol RTP*. 18 janv 2016;
19. Holmstrup P. Reactions of the oral mucosa related to silver amalgam: a review. *J Oral Pathol Med Off Publ Int Assoc Oral Pathol Am Acad Oral Pathol*. janv 1991;20(1):1-7.
20. McParland H, Warnakulasuriya S. Oral lichenoid contact lesions to mercury and dental amalgam--a review. *J Biomed Biotechnol*. 2012;2012:589569.
21. Dridi S-M, Ejeil A-L, Gaultier F. La gencive pathologique de l'enfant à l'adulte diagnostics et thérapeutiques. Paris: Information dentaire; 2013.
22. Laskaris G. Atlas de poche des maladies buccales. Paris: Flammarion médecine-sciences; 2007.
23. Akbal A, Yılmaz H, Tutkun E, Köş DM. Aggravated neuromuscular symptoms of mercury exposure from dental amalgam fillings. *J Trace Elem Med Biol Organ Soc Miner Trace Elem GMS*. janv 2014;28(1):32-4.
24. ELEMENTAL MERCURY AND INORGANIC MERCURY COMPOUNDS: HUMAN HEALTH ASPECTS [Internet]. World Health Organization; 2003 [cité 23 avr 2016]. Disponible sur: <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/fr/cicad50.pdf>
25. Miquel G. Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. France: Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques; 2001 Avril. Report No.: Rapport n°2979 (Assemblée Nationale) - Rapport n°261 (Sénat).
26. Barregard L, Trachtenberg F, McKinlay S. Renal effects of dental amalgam in children: the New England children's amalgam trial. *Environ Health Perspect*. mars 2008;116(3):394-9.
27. Bellinger DC, Trachtenberg F, Barregard L, Tavares M, Cernichiari E, Daniel D, et coll. Neuropsychological and renal effects of dental amalgam in children: a randomized clinical trial. *JAMA*. 19 avr 2006;295(15):1775-83.
28. Ye X, Qian H, Xu P, Zhu L, Longnecker MP, Fu H. Nephrotoxicity, neurotoxicity, and mercury exposure among children with and without dental amalgam fillings. *Int J Hyg Environ Health*. juill 2009;212(4):378-86.
29. Al-Saleh I, Al-Sedairi A anoud, Elkhatib R. Effect of mercury (Hg) dental amalgam fillings on renal and oxidative stress biomarkers in children. *Sci Total Environ*. 1 août 2012;431:188-96.
30. Bazargan N. Que doit savoir le chirurgien-dentiste sur l'amalgame dentaire en 2008 ? [Thèse d'exercice pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire]. [Toulouse]: Université Paul Sabatier - Toulouse III - Faculté de Chirurgie Dentaire; 2008.

31. Thygesen LC, Flachs EM, Hanehøj K, Kjuus H, Juel K. Hospital admissions for neurological and renal diseases among dentists and dental assistants occupationally exposed to mercury. *Occup Environ Med.* déc 2011;68(12):895-901.
32. Lassen C, Holt Andersen B, Maag J. Options for reducing mercury use in products and applications, and the fate of mercury already circulating in society. European Commission Directorate-General Environment; 2008 déc. Report No.: ENV.G.2/ETU/2007/0021.
33. Rasines Alcaraz MG, Veitz-Keenan A, Sahrman P, Schmidlin PR, Davis D, Ihezor-Ejiofor Z. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent or adult posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;3:CD005620.
34. Mudgal S, Van Long L, Mitsios A, Pahal S, De Toni A, Hylander L. Study on the potential for reducing mercury pollution from dental amalgam and batteries, Final report prepared for the European Commission. European Commission - DG ENV; 2012 juillet. Report No.: 07.0307/2011/594114/SER/C3.
35. Omélianenko I. Les Mercuriens [Internet]. Sur les docks | 14-15. France Culture; 2014. Disponible sur: <http://www.franceculture.fr/emissions/sur-les-docks-14-15/les-mercuriens>
36. Sotto T, Kierzek G. Plus de mercure pour les dentistes [Internet]. La Matinale d'Europe 1. Paris, France: Europe 1; 2013. Disponible sur: <http://www.europe1.fr/mediacenter/emissions/europe-1-sante/videos/plus-de-mercure-pour-les-dentistes-1737321>
37. Bonnet S. Alerte au mercure [Internet]. Alerte au mercure. France 5; 2015. Disponible sur: <http://www.france5.fr/emission/alerte-au-mercure/diffusion-du-01-02-2015-20h35>
38. Non au mercure dentaire. Association « Non au mercure dentaire » [Internet]. non-au-mercure-dentaire.org. [cité 28 févr 2016]. Disponible sur: <http://www.non-au-mercure-dentaire.org/index.php>
39. ADF ADF. Association Dentaire Française [Internet]. adf.asso.fr. Disponible sur: <http://www.adf.asso.fr/fr/presse/fiches-pratiques/amalgames-dentaires>
40. Google Inc. Accueil de Google Trends [Internet]. Google Trends. [cité 10 nov 2015]. Disponible sur: <https://www.google.fr/trends/>
41. Google Inc. Recherche Toulouse sur Google Trends [Internet]. Google Trends. [cité 10 nov 2015]. Disponible sur: <https://www.google.fr/trends/explore#q=Toulouse>
42. Google Inc. Support Google Trends [Internet]. Support Google Trends. [cité 10 nov 2015]. Disponible sur: <https://support.google.com/trends/answer/4355164?hl=fr&rd=1>
43. Google Inc. Recherche Toulouse en Espagne sur Google Trends [Internet]. Google Trends. [cité 10 nov 2015]. Disponible sur: <https://www.google.fr/trends/explore#cmpt=q&q=Toulouse&geo=ES>
44. Nuti SV, Wayda B, Ranasinghe I, Wang S, Dreyer RP, Chen SI, et coll. The use of google trends in health care research: a systematic review. *PloS One.* 2014;9(10):e109583.
45. Harorli OT, Harorli H. Evaluation of internet search trends of some common oral problems, 2004 to 2014. *Community Dent Health.* sept 2014;31(3):188-92.

46. Araz OM, Bentley D, Muelleman RL. Using Google Flu Trends data in forecasting influenza-like-illness related ED visits in Omaha, Nebraska. *Am J Emerg Med.* sept 2014;32(9):1016-23.
47. Wang H-W, Chen D-R, Yu H-W, Chen Y-M. Forecasting the Incidence of Dementia and Dementia-Related Outpatient Visits With Google Trends: Evidence From Taiwan. *J Med Internet Res.* 2015;17(11):e264.
48. Fond G, Gaman A, Brunel L, Haffen E, Llorca P-M. Google Trends: Ready for real-time suicide prevention or just a Zeta-Jones effect? An exploratory study. *Psychiatry Res.* 30 août 2015;228(3):913-7.
49. Murray G, O'Rourke C, Hogan J, Fenton JE. Detecting internet search activity for mouth cancer in Ireland. *Br J Oral Maxillofac Surg.* févr 2016;54(2):163-5.
50. Bragazzi NL, Bacigaluppi S, Robba C, Nardone R, Trinkka E, Brigo F. Infodemiology of status epilepticus: A systematic validation of the Google Trends-based search queries. *Epilepsy Behav EB.* févr 2016;55:120-3.
51. Stat Counter. StatCounter [Internet]. statcounter.com. [cité 10 nov 2015]. Disponible sur: http://gs.statcounter.com/#search_engine-ww-monthly-200807-201602
52. Linkov F, Bovbjerg DH, Freese KE, Ramanathan R, Eid GM, Gourash W. Bariatric surgery interest around the world: what Google Trends can teach us. *Surg Obes Relat Dis Off J Am Soc Bariatr Surg.* juin 2014;10(3):533-8.
53. Fazeli Dehkordy S, Carlos RC, Hall KS, Dalton VK. Novel data sources for women's health research: mapping breast screening online information seeking through Google trends. *Acad Radiol.* sept 2014;21(9):1172-6.
54. Google Inc. Recherche amalgame sur Google Trends [Internet]. Google Trends. [cité 6 févr 2016]. Disponible sur: <https://www.google.fr/trends/explore#q=amalgame>
55. Google Inc. Recherche amalgame dentaire sur Google Trends [Internet]. Google Trends. [cité 6 févr 2016]. Disponible sur: <https://www.google.fr/trends/explore#q=amalgame%20dentaire>
56. Google Inc. Recherche amalgame dentaire sur l'année 2007 sur Google Trends [Internet]. Google Trends. [cité 6 févr 2016]. Disponible sur: <https://www.google.fr/trends/explore#q=amalgame%20dentaire&date=1%2F2007%2012m&cmpt=q&tz=Etc%2FGMT-1>
57. Google Inc. Support Google Trends - Conseils de recherche [Internet]. Google Trends. [cité 6 févr 2016]. Disponible sur: https://support.google.com/trends/answer/4359582?hl=fr&ref_topic=4365530
58. Google Inc. Recherche plombage dentaire sur Google Trends [Internet]. Google Trends. [cité 6 févr 2016]. Disponible sur: <https://www.google.com/trends/explore#q=plombage%20dentaire>
59. Google Inc. Recherche amalgame dentaire sur la période d'intérêt sur Google Trends [Internet]. Google Trends. [cité 7 févr 2016]. Disponible sur: <https://www.google.com/trends/explore#q=amalgame%20dentaire&date=1%2F2008%2048m&cmpt=q&tz=Etc%2FGMT-1>

60. Cavazos-Rehg PA, Krauss MJ, Spitznagel EL, Lowery A, Grucza RA, Chaloupka FJ, et coll. Monitoring of non-cigarette tobacco use using Google Trends. *Tob Control*. mai 2015;24(3):249-55.
61. Schootman M, Toor A, Cavazos-Rehg P, Jeffe DB, McQueen A, Eberth J, et coll. The utility of Google Trends data to examine interest in cancer screening. *BMJ Open*. 2015;5(6):e006678.
62. Nghiem LTP, Papworth SK, Lim FKS, Carrasco LR. Analysis of the Capacity of Google Trends to Measure Interest in Conservation Topics and the Role of Online News. *PloS One*. 2016;11(3):e0152802.
63. Google Inc. Recherche du terme carie en Japonais sur Google Trends [Internet]. Google Trends. [cité 20 févr 2016]. Disponible sur: <https://www.google.fr/trends/explore#q=%E8%99%AB%E6%AD%AF&geo=JP&cmpt=q&tz=Etc%2FGMT-1>
64. Google Inc. Accueil Google Ngrams [Internet]. Google Ngrams. [cité 20 févr 2016]. Disponible sur: <https://books.google.com/ngrams>
65. Google Inc. Recherche du terme amalgame dentaire sur Google Ngram [Internet]. Google Ngrams. [cité 20 févr 2016]. Disponible sur: https://books.google.com/ngrams/graph?content=amalgame+dentaire&year_start=1800&year_end=2000&corpus=19&smoothing=3&share=&direct_url=t1%3B%2Camalgame%20dentaire%3B%2Cc0

APPORT DE L'OUTIL GOOGLE TRENDS® DANS LES ETUDES EPIDEMIOLOGIQUES : EXEMPLE DE L'AMALGAME

RESUME :

Introduction : l'amalgame dentaire est un matériau d'obturation inséré en méthode directe. Utilisé depuis des décennies, il est actuellement très décrié à cause de sa toxicité potentielle, liée à sa composition. Ainsi, le rôle joué par les médias pourrait occulter ses autres propriétés, méconnues du grand public. L'objectif de ce travail est d'évaluer l'intérêt porté par le grand public à l'amalgame grâce à l'outil Google Trends® (GT), et de le comparer à l'utilisation de l'amalgame par les professionnels de santé.

Matériel et méthode : une comparaison a été réalisée entre des données de ventes de l'amalgame (données ANSM), et les volumes de requête moyens sur Google® (accessibles via GT). La requête « amalgame dentaire », sans guillemets, a été soumise à GT le 7 février 2016, sans spécifier de catégorie de recherche. Les résultats ont été concentrés sur une période allant de janvier 2008 à décembre 2011 pour faire coïncider les dates avec celles des données de vente avec lesquelles la comparaison a été effectuée.

Résultats : les volumes de requêtes formulées ont été relevés mois par mois entre janvier 2009 et décembre 2011, l'année 2008 ayant été exclue par manque de données. Le volume de requête moyen calculé pour les trois années permet de mettre en évidence la diminution de l'intérêt porté à l'amalgame sur cette période. Cette tendance est similaire à celle des données de vente en France.

Conclusion : les résultats de 2009 à 2011 montrent une diminution identique entre les données d'utilisation du matériau et l'attraction qu'il suscite sur le moteur de recherche Google®. Toutefois, compte tenu des récents reportages à charge sur l'amalgame et du rapport de l'Union Européenne sur la nécessité écologique de réduction de son utilisation, nous pourrions nous attendre à une corrélation inverse entre ces deux paramètres. C'est pour cela qu'il sera nécessaire de s'intéresser aux périodes suivantes lorsque les données seront disponibles.

TITRE EN ANGLAIS : INTERESTS OF GOOGLE TRENDS® TOOL IN EPIDEMIOLOGICAL STUDIES: THE EXAMPLE OF DENTAL AMALGAM

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie Dentaire

MOTS CLES : Google Trends®, amalgame dentaire, infodémiologie

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire – 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

DIRECTEURS DE THESE : Docteurs Sabine Joniot et Jean-Noël Vergnes