



HAL
open science

L'évaluation du risque carieux en 2021

Paul-Alexandru Ernst

► **To cite this version:**

| Paul-Alexandru Ernst. L'évaluation du risque carieux en 2021. Chirurgie. 2021. dumas-03626422

HAL Id: dumas-03626422

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03626422v1>

Submitted on 31 Mar 2022

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

THESE

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

L'évaluation du risque carieux en 2021

Présentée par

ERNST Paul-Alexandru

Né(e) le 22/12/1996

A Bucarest

Thèse soutenue le **jeudi 3 juin 2021**

Devant le jury composé de

Président : Professeur TASSERY Hervé

Assesseurs : Docteur ABOUDHARAM Gérard

Docteur CAMPANA Fabrice

Docteur GOLETTI Larissa

THESE

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

L'évaluation du risque carieux en 2021

Présentée par

ERNST Paul-Alexandru

Né(e) le 22/12/1996

A Bucarest

Thèse soutenue le **jeudi 3 juin 2021**

Devant le jury composé de

Président : Professeur TASSERY Hervé

Assesseurs : Docteur ABOUDHARAM Gérard

Docteur CAMPANA Fabrice

Docteur GOLETTI Larissa

ADMINISTRATION

Mise à jour : sept. 2020

Doyens Honoraires

Professeur	Raymond SANGIUOLO†
Professeur	Henry ZATTARA
Professeur	André SALVADORI
Professeur	Jacques DEJOU

Doyen Assesseurs

Professeur	Bruno FOTI
Professeur	Michel RUQUET
Professeur	Anne RASKIN

Directeurs de Départements

Formation Initiale
Recherche
Formation Continue

Professeur	Michel RUQUET
Professeur	Anne RASKIN
Professeur	Frédéric BUKIET

Charges de missions

Relations Internationales
Internat et Diplômes d'études spécialisées
Affaires générales

Professeur	Hervé TASSERY
Professeur	Virginie MONNET-CORTI
Docteur	Patrick TAVITIAN

Responsable des Services Administratifs et Techniques

Madame	Katia LEONI
--------	-------------

LISTE DES ENSEIGNANTS

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD

BUKIET Frédéric ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
FOTI Bruno ⁽⁵⁶⁻⁰²⁾
LE GALL Michel ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾
MONNET-CORTI Virginie ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾
ORTHLIEB Jean-Daniel ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
RASKIN Anne ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
RUQUET Michel ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
TARDIEU Corinne ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾
TARDIVO Delphine ⁽⁵⁶⁻⁰²⁾
TASSERY Hervé ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾

PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ABOUT Imad ⁽⁶⁵⁾

PROFESSEURS EMERITES

DEJOU Jacques
HUE Olivier

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD

ABOUDHARAM Gérard ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾	LAN Romain ⁽⁵⁶⁻⁰²⁾
BANDON Daniel ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	LAURENT Michel ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
BELLONI Didier ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾	LAURENT Patrick ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾
BOHAR Jacques ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	MAILLE Gérald ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
CAMOIN Ariane ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	PHILIP-ALLIEZ Camille ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾
CAMPANA Fabrice ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾	POMMEL Ludovic ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
CATHERINE Jean-Hugues ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾	PRECKEL Bernard-Éric ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
GAUBERT Jacques ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	RÉ Jean-Philippe ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
GIRAUD Thomas ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾	ROCHE-POGGI Philippe ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾
GIRAUDEAU Anne ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾	STEPHAN Grégory ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
GUIVARC'H Maud ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾	TAVITIAN Patrick ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
JACQUOT Bruno ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾	TERRER Elodie ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
LABORDE Gilles ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾	TOSELLO Alain ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES ASSOCIES

BALLESTER Benoît ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
BLANCHET Isabelle ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾
MENSE Chloé ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
SILVESTRI Frédéric ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾

ASSISTANTS HOSPITALIERS ET UNIVERSITAIRES

AL AZAWI Hala ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	HAHN-GOLETTI Larissa ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
ANTEZACK Angeline ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾	LIOTARD Alicia ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
ARNIER Canelle ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	MANSUY Charlotte ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
BACHET-DORISON Damienne ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	MARTIN William ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾
CAMBON Isabelle ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	MATTERA Rémi ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾
CASAZZA Estelle ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	MELLOUL Sébastien ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾
CASTRO Romain ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾	PARFU Anne ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
DAVID Laura ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾	PASCHEL Laura ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
DEVICTOR Alix ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾	PILLIOL Virginie ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
DODDS Méлина ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾	REPETTO Andréa ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
DRAUSSIN Thierry ⁽⁵⁶⁻⁰²⁾	ROMANET Yvan ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾
DUMAS Cathy ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾	SANTUNIONE Charlotte ⁽⁵⁸⁻⁰¹⁾
HADJ-SAID Mehdi ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾	VINAÏ Michael ⁽⁵⁶⁻⁰¹⁾

ASSISTANTS DES UNIVERSITES ASSOCIES

GRINE Ghilès ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾
HOUVENAEGHEL Brice ⁽⁵⁷⁻⁰¹⁾

Intitulés des sections CNU :

- *56^{ème} section : Développement, croissance et prévention*
 - *56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale*
 - *56-02 : Prévention – Epidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale*
- *57^{ème} section : Chirurgie orale ; Parodontologie ; Biologie Orale*
 - *57-01 : Chirurgie orale – Parodontologie – Biologie orale*
- *58^{ème} section : Réhabilitation orale*
 - *58-01 : Dentisterie restauratrice – Endodontie – Prothèses – Fonction-Dysfonction – Imagerie – Biomatériaux*

L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation auprès du ou des titulaires des droits. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers

REMERCIEMENTS

À Monsieur le professeur Hervé Tassery

Je vous remercie de faire l'honneur de présider mon jury. Merci pour tout ce que vous m'avez enseigné, pour votre gentillesse et votre humour durant toutes ces années d'études.

À Monsieur le docteur Gérard Aboudharam

Je vous remercie de siéger au sein des membres de mon jury. Un grand merci pour votre gentillesse, votre sympathie et tous vos enseignements au sein de la faculté et du Pavillon.

À Monsieur le docteur Fabrice Campana

Je vous remercie de faire partie des membres de mon jury. Merci beaucoup pour votre bonne humeur, votre humour et évidemment tous vos cours et tout l'enseignement que vous m'avez transmis en chirurgie orale.

À Madame le docteur Larissa Goletti

Merci infiniment d'avoir accepté de diriger ma thèse. Je vous remercie pour votre implication, vos précieux conseils, le temps que vous avez passé, votre disponibilité ainsi que tout ce que vous m'avez enseigné au Pavillon.

Merci à mes parents et ma famille. Merci à tous les amis formidables que je me suis fait durant mes années d'études : Viviane, Zahyia, Chaima, Hong, Lazare, Guillaume, Marie, Abdellah, Bulent, et tous les autres.

SOMMAIRE

I) Introduction.....	1
II) Changement de paradigme dans la prise en charge de la carie.....	3
1) Apparition d'un nouveau concept : dentisterie minimalement invasive	3
2) Avancées dans la compréhension de l'étiologie des caries.....	4
A) Les causes du processus cariogène.....	4
B) La formation des caries – un processus dynamique.....	9
3) Développement des modèles de RCI.....	11
III) L'évaluation du risque carieux individuel aujourd'hui	14
1) Présentation générale des modèles de RCI	14
2) Utilité	15
3) Protocoles en usage actuellement	16
A) Protocoles utilisant l'analyse salivaire	16
B) Protocoles utilisant un questionnaire.....	19
C) Un exemple de protocole : MI HandBook	20
4) Corrélation entre les RCI et la prévalence des caries.....	28
5) Efficacité en « vie réelle ».....	29
6) Perspectives.....	30
A) Amélioration des performances prédictives et de l'ergonomie.....	30
B) Démocratisation de l'utilisation des protocoles de RCI.....	31
IV) Conclusion.....	33

I) Introduction

Dans son rapport « Santé en France. Problèmes et politiques » rendu public en 2015, le Haut Conseil de la Santé Publique faisait figurer la carie dentaire, et, plus généralement, la santé bucco-dentaire, parmi les problèmes de santé majeurs auxquels notre société est confrontée.

Des données précises soutiennent cette affirmation. En 2018, la fondation Gates a publié une méta-étude (le « Global Burden of Disease ») portant sur l'impact sur l'espérance de vie des 354 maladies les plus répandues, ainsi que sur leur effet sur le nombre d'années vécues en bonne santé. Cette étude s'est intéressée à la période allant de 1990 à 2017. Parmi les chiffres ainsi publiés, on apprend qu'en 2017 près de 2.3 milliards d'adultes et 530 millions d'enfants (soit près de la moitié de la population mondiale) souffrent de caries non traitées. L'immense majorité des adultes ont déjà eu au moins une carie. (1)

Une équipe de quatre économistes et médecins s'est intéressé en 2015 à l'impact économique des maladies dentaires (dont les caries représentent une grande partie). Les coûts directs – dépenses médicales – ainsi que les coûts indirects – perte de productivité pour l'économie –, ont été pris en compte. Le résultat est que, pour la seule année 2015, les maladies dentaires ont coûté l'économie mondiale plus de 540 milliards de dollars. (2)

Une récente (2019) méta-étude dédiée exclusivement à la santé bucco-dentaire conclut : « les maladies bucco-dentaires sont un problème sérieux de santé publique, aussi bien par leur très grande prévalence que par leur impact négatif sur les individus, les communautés et la société. Plus de 3,5 milliards de personnes souffrent de ces maladies, chroniques et évolutives par nature, commençant dans la petite enfance, et progressant pendant l'adolescence et l'âge adulte ». (3)

La carie dentaire est un phénomène dynamique qui résulte de l'interaction entre les tissus dentaires minéralisés (émail et dentine) et le biofilm oral. Ces tissus subissent en effet de nombreux cycles de déminéralisation/reminéralisation. La carie clinique apparaît lorsque le « solde » net de ces phénomènes devient négatif. (4)

Pour maîtriser l'apparition des caries, et, par conséquent, diminuer les effets sur la santé publique et l'économie de cette pathologie, il est impératif d'identifier et comprendre les nombreux facteurs influençant les interactions entre l'émail, la dentine et le biofilm.

Identifier ces facteurs et déterminer par quels moyens il est possible d'agir sur eux est une partie essentielle de deux très importantes tendances de la dentisterie contemporaine : la prévention, et la dentisterie minimalement invasive.

Un outil central pour atteindre cet objectif est l'établissement, pour chaque personne, d'un indice fiable du risque de voir se former une carie dentaire dans un prochain intervalle de temps défini. La connaissance de cet indice pour un individu permettra d'individualiser les messages et les techniques de prévention, et d'appliquer à temps les techniques minimalement invasives, afin de maximiser leurs chances de réussite. (5)

Dans la littérature scientifique on parle à ce sujet d'évaluation du *risque carieux individuel (RCI)*. Au fil des dernières décennies, des nombreux protocoles ont été proposés dans la littérature pour atteindre ce but.

Après avoir brièvement présenté les évolutions historiques de l'évaluation du RCI, cette thèse évoquera les protocoles actuels et leurs perspectives d'amélioration.

II) Changement de paradigme dans la prise en charge de la carie

1) Apparition d'un nouveau concept : dentisterie minimalement invasive

Depuis les débuts de la dentisterie et jusqu'aux toutes dernières décennies, les caries ont été traitées exclusivement selon un modèle chirurgical caractérisé par l'expression anglaise très synthétique « drill and fill ». Les praticiens s'intéressaient uniquement aux caries ou aux dents perdues suite aux caries, et effectuaient des soins restaurateurs et prothétiques, sans vraiment tenter d'agir sur les causes provoquant ces lésions. (6)

La carie était vue comme un fait inévitable - ou au moins difficilement évitable -, et surtout irréversible : dès que la carie survenait, la seule chose à faire était de l'aborder à travers un protocole chirurgical, pour espérer arrêter son développement, et réduire son impact sur la santé future de la dent affectée. (6)

Le constat de l'échec de cette stratégie est évident. Ne pas agir sur les causes laisse le terrain libre pour des nouvelles lésions qui ne vont pas tarder à apparaître, et oblige ainsi au renouvellement des soins de nature chirurgicale. Le risque est de voir les patients abandonner un traitement jugé trop lourd, autant du fait de son caractère invasif (soins dentaires répétés, difficilement supportés par certains patients) que par son prix, avec des conséquences souvent dramatiques sur leur santé bucco-dentaire voire sur leur santé générale. (6)

Les avancées scientifiques sur la compréhension de la formation des caries dentaires ont mené au développement récent de ce que l'on appelle dans la littérature scientifique en langue anglaise la « *minimally invasive dentistry* », et qui peut se traduire en français par la dentisterie minimalement invasive. Cette nouvelle approche vise avant tout à préserver au maximum les tissus dentaires, en partant des trois conclusions principales de ces études.

Une première conclusion des avancées scientifiques récentes est qu'une partie très importante des lésions des tissus dentaires peut être prévenue par des mesures relativement simples à mettre en œuvre dans la population générale. Le rôle des dentistes est dans cette phase celui de conseil auprès des patients, et d'incitation à adopter et maintenir sur la durée les bons gestes.

Un autre résultat des derniers développements scientifiques est la compréhension du fait qu'une partie des processus carieux – surtout en leur phase initiale – peut s'inverser par une reminéralisation des

tissus dentaires. Le geste chirurgical doit donc laisser la place aux approches plus globales visant le déplacement de l'équilibre carieux vers la reminéralisation.

Finalement, les études montrent que, dans les cas où la carie est allée au-delà du point où la reminéralisation peut agir, les thérapies minimalement chirurgicales (petites cavités, dentisterie adhésive, préservation pulpaire...) donnent des meilleurs résultats que l'approche classique, visant à enlever le plus de tissu dentaire autour de la cavité, dans l'espoir de réduire de la sorte le risque d'une reprise de la carie. (7)

On voit donc que dans ce nouveau paradigme, le geste chirurgical ne vient qu'après les mesures prophylactiques et les traitements de reminéralisation, et que son efficacité est renforcée par l'utilisation des techniques minimalement invasives.

Comme souvent dans la médecine, le changement de paradigme a commencé dans la littérature scientifique. Les nouveaux concepts commencent à se faire jour vers la fin des années 1980, le premier article à faire véritablement école ayant été publié en 1992. (8) (9)

Après une longue accumulation de résultats scientifiques et de prise de conscience de la part des praticiens, la dentisterie minimalement invasive a été adoubée en 2000, puis reconfirmée en 2012 par la Fédération Dentaire Internationale. (10) Ce paradigme est donc maintenant largement accepté dans la littérature scientifique ainsi que dans la pratique courante comme la nouvelle norme des soins (« *standard of care* »).

Une mesure du consensus entourant ce paradigme peut être donnée par une rapide recherche Pubmed : plus de 2 700 articles sur ce sujet ont été publiés depuis la fin des années 1980, leur nombre devenant très impressionnant surtout après l'année 2000.

2) Avancées dans la compréhension de l'étiologie des caries

La compréhension de l'étiologie de la carie dentaire a évolué de manière significative au cours des siècles, en suivant, comme c'est normal, les grands progrès de la science et notamment de la microbiologie. La découverte des bactéries colonisant la cavité buccale et l'étude de leur activité ont jeté les bases de la compréhension de l'apparition des caries dentaires.

A) Les causes du processus cariogène

Les premières théories qu'on peut qualifier de modernes ont émergé dans les années 1890 : c'est W.D. Miller, un dentiste américain, qui pointa en premier le rôle majeur des bactéries, en suggérant que le

mécanisme de transformation des sucres fermentescibles en des acides dont les bactéries sont responsables peut avoir un rôle dans le processus carieux. (11)

Il restait à vérifier que, dans le milieu complexe représenté par la bouche d'un humain, les rejets acides de la métabolisation bactérienne du sucre sont suffisants pour modifier durablement le pH. Les méthodes de mesure du pH dans la bouche des patients ont longtemps été trop peu fiables pour signaler des différences d'acidité entre les personnes avec et sans caries.

Une confirmation expérimentale définitive des théories de Miller a été apportée dans une série de travaux à la fin des années 1930 et au début des années 1940 par R.M. Stephan, qui a mis en évidence la baisse temporaire du pH oral lorsque les bactéries vivant normalement dans la bouche sont exposées à une solution de glucose. (12)

Les résultats de cette étude sont d'habitude résumés sous une forme simplifiée, par la courbe suivante. Usuellement appelée la courbe de Stephan, ce graphique prouve la baisse très intense et durable du pH suite à l'action des bactéries sur les restes de sucre laissés sur les dents par un rinçage avec une solution de glucose.

Une variation de près de 2 points de pH est notée dans la moyenne, survenant dans moins de dix minutes après le rinçage ; le pH arrive à une valeur minimale de moins de 5, en sachant que l'émail commence à être fragilisé à partir d'une acidité de 5,4. L'hypothèse de l'origine microbienne des caries dentaires est ainsi appuyée par les données de l'expérience.

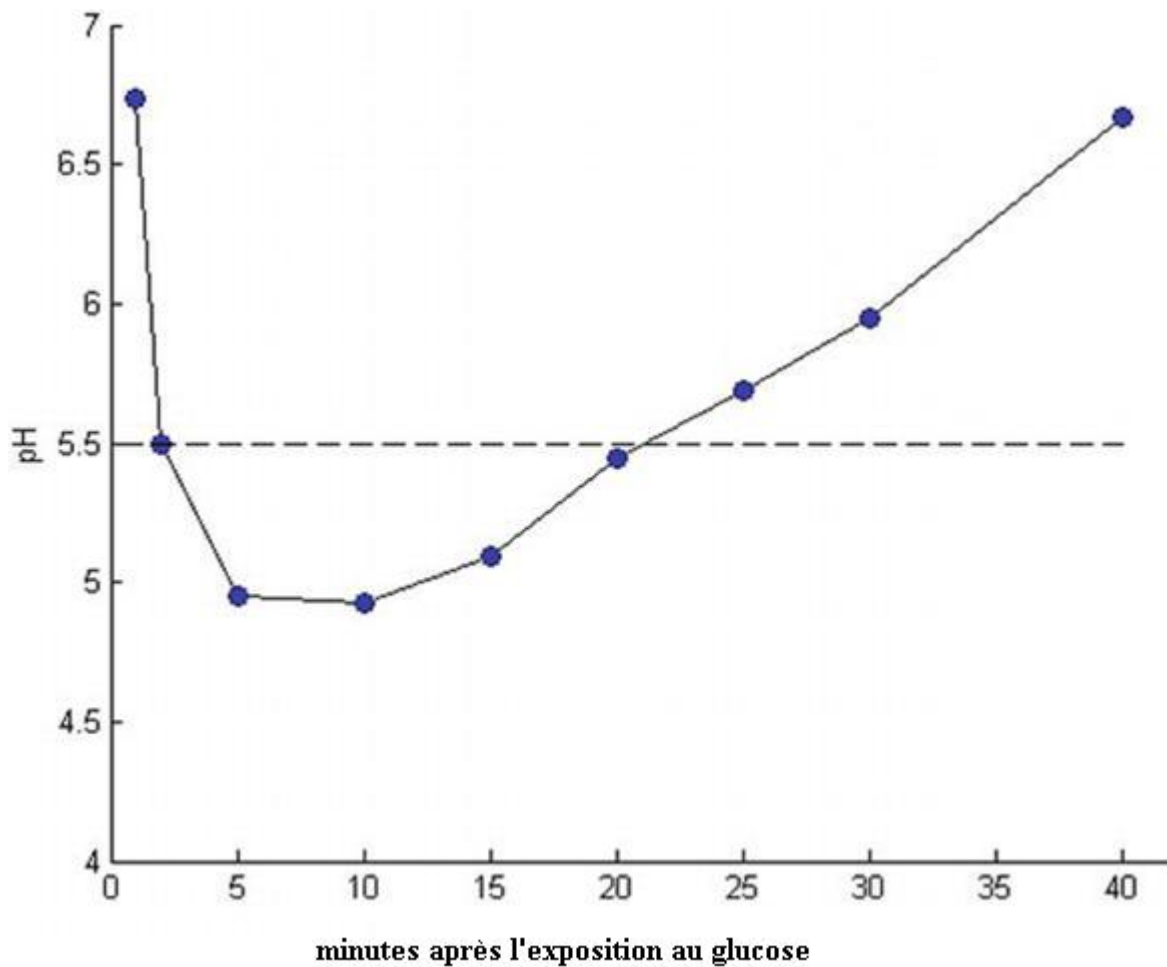


Figure 1: courbe de Stephan

Pourtant, l'étude originelle de Stephan avait une portée bien supérieure à cette simple courbe indiquant l'évolution moyenne de l'acidité orale suite à l'ingestion de sucre. L'objet de son étude était de documenter des différences d'acidité entre les patients souffrant de caries dentaires et les personnes n'en souffrant pas, suite au rinçage avec la même quantité de solution de glucose. Les évolutions de l'acidité ont été mesurés pour cinq groupes de personnes : I – sans caries, II – avec des caries anciennes non-actives, III – avec de caries actives en petit nombre, IV – avec des caries actives en nombre moyen, et V – avec beaucoup de caries actives. Les résultats comparatifs de l'évolution du pH oral site au rinçage avec la même solution de glucose de ces cinq groupes sont présentés dans le graphique ci-dessus.

On constate donc qu'en plus de la baisse du pH consécutive au rinçage avec glucose, déjà observée dans la Figure 1, une différence très marquée apparaît entre les groupes de patients : plus l'incidence de caries actives est grande, plus le pH à 20 minutes du rinçage est réduit.

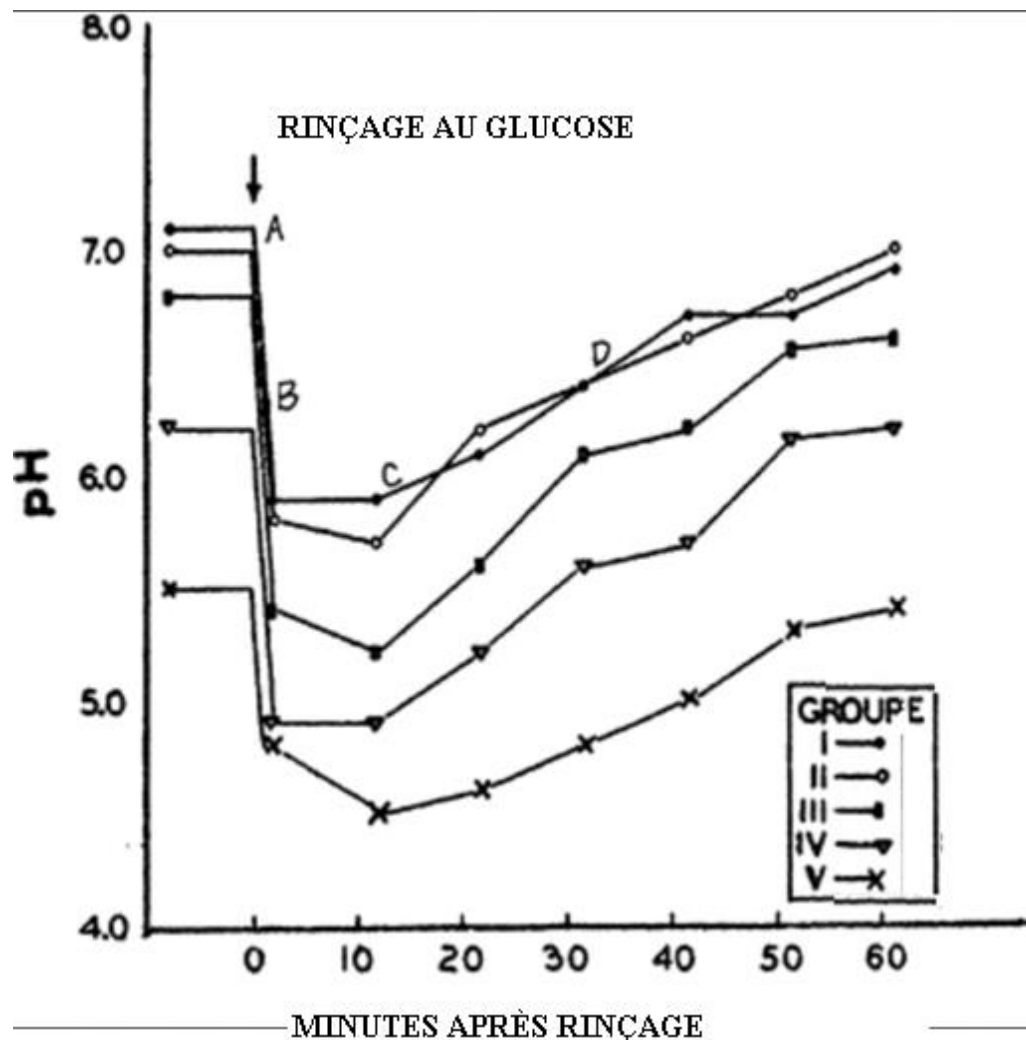


Figure 2 : pH oral relatif des cinq groupes de patients

Stephan en conclut que « il paraît probable que ces plaques dentaires [des patients avec une haute incidence des caries actives] diffèrent d'une manière importante de la plaque présente dans les bouches dépourvues de caries ». Il s'agit d'une des premières publications mettant en évidence ce fait.

De nombreux articles se sont attelés ensuite à préciser la physiopathologie du processus, donc à déterminer en quoi les plaques dentaires des personnes avec et sans caries diffèrent.

La littérature a longtemps hésité sur les mécanismes exacts et plusieurs hypothèses ont été proposées : que seules certaines espèces (streptocoques mutants et lactobacilles, notamment) de bactéries étaient

cariogènes, ou que, au contraire, toutes les bactéries pouvaient l'être, sous certaines conditions (hypothèses connues dans la littérature scientifique en anglais sous le nom de « *specific plaque hypothesis* » et respectivement « *non-specific plaque hypothesis* »).

La théorie actuelle communément retenue peut – de manière superficielle – être vue comme un compromis entre les deux hypothèses suscitées.

Le point central de cette théorie est l'étude de l'écologie de la plaque dentaire (d'où son nom dans la littérature de langue anglaise : « *ecological plaque hypothesis* ») : la maladie carieuse résulte d'un changement écologique dans la composition de la plaque dentaire, initié par des apports trop fréquents en sucres.

Ce n'est donc ni la présence ponctuelle de certaines espèces de bactéries, ni l'existence, tout aussi ponctuelle, de conditions spécifiques, qui enclenche le processus carieux. Il s'agit en revanche d'une modification durable et en profondeur des équilibres entre les espèces de bactéries formant la plaque, elle-même engendrée par la surexposition répétée aux sucres.

Cela entraîne une baisse répétée du pH buccal, et sélectionne parmi les habitants de la plaque dentaire, les bactéries sécrétant de l'acide, qui, dans des conditions de pH normal, donc basique, jouent un rôle très modeste dans l'écologie de la plaque dentaire, et n'auraient pas donc d'effet cariogène notable. Les expositions répétées au sucre entraînent alors la plaque dentaire en son entier à produire de plus en plus d'acide, et à devenir de ce fait plus agressive envers les tissus dentaires.

C'est donc un double changement qui s'opère en ce qui concerne la plaque dentaire. Le changement est qualitatif, car les expositions répétées au sucre font augmenter la proportion, dans la plaque dentaire, des bactéries agressives, principalement des streptocoques mutants et des lactobacilles. Mais le changement est aussi quantitatif, car les études montrent que, afin de survivre dans des conditions de pH plus bas, engendrées par l'exposition au sucre, beaucoup d'autres espèces de la plaque dentaire modifient leur comportement et devient également cariogènes. (13)

L'augmentation de la production d'acide par la plaque s'explique donc d'une part, par l'apparition des bactéries plus agressives, sélectionnées par l'exposition au sucre, mais aussi par une contribution accrue de toutes les espèces de la plaque dentaire par rapport à leur production d'acide dans le précédent équilibre écologique, qui régnait avant l'exposition aux sucres.

Le schéma suivant met en page ces idées de manière plus imagée.

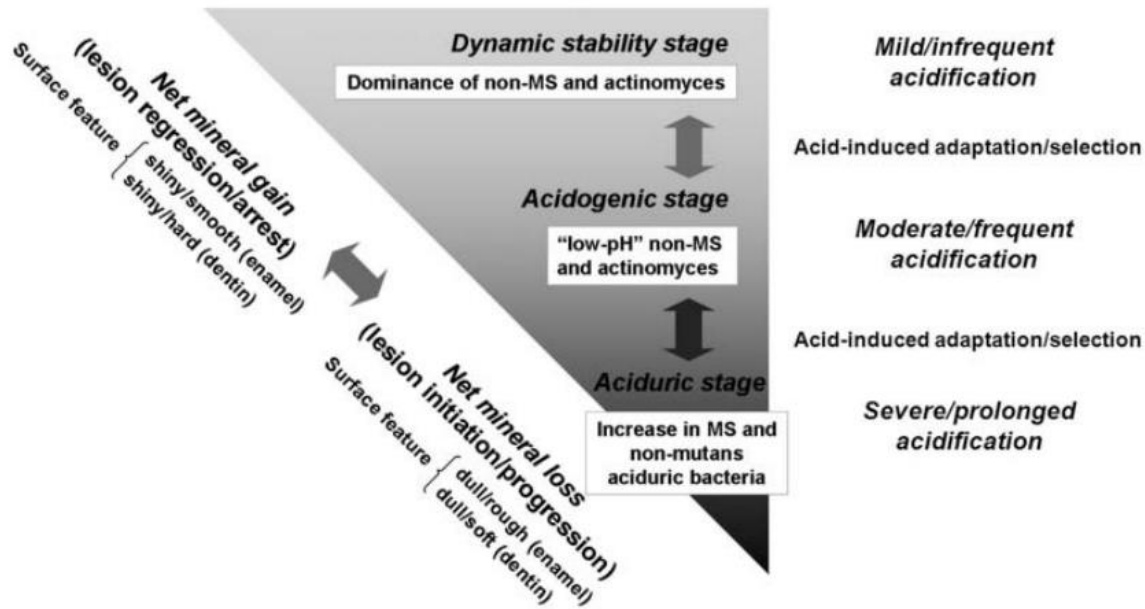


Figure 3: Hypothèse de l'équilibre écologique de la plaque dentaire(13)

En résumé, la déminéralisation conduisant à la carie est l'aboutissement d'un cycle vicieux, qui s'enclenche par la répétition des apports de sucre, traduits en acidité excessive par les bactéries de la plaque dentaire. Plus les épisodes de pH bas s'accumulent, plus les espèces les plus agressives de bactéries sont sélectionnées, et plus les futurs apports en sucre sont transformés en acidité.

Le schéma souligne aussi le caractère réversible des processus à l'œuvre. Arrêter les épisodes de pH bas permet à la reminéralisation des tissus dentaires de reprendre son cours.

B) La formation des caries – un processus dynamique.

Une des grandes révolutions de la dentisterie des dernières décennies est la découverte que l'apparition de la carie dentaire est un processus *dynamique réversible*. En d'autres mots, la dérive écologique décrite dans le paragraphe précédent, et les dommages qu'elle cause, ne sont pas toujours irréversibles.

Il est tout à fait exact que, sous l'effet des acides produits par une plaque dentaire dont l'équilibre a évolué vers un pH plus bas, les tissus dentaires subissent des phases de déminéralisation, qui risquent de mener à la carie dentaire. Mais, pour peu que les attaques acides cessent, ces mêmes tissus peuvent bénéficier d'une reminéralisation.

Au stade initial d'une lésion dentaire, c'est-à-dire lorsque des signes d'érosion de l'émail sont visibles, mais il n'y a pas encore de cavité, il est possible de stopper la lésion sans intervention chirurgicale. Il suffit pour cela de favoriser la reminéralisation, en diminuant les facteurs qui stimulent la production d'acide, et en augmentant les facteurs protecteurs. C'est le concept de *caries balance*(14) (équilibre des caries) décrit par Featherstone en 2003.

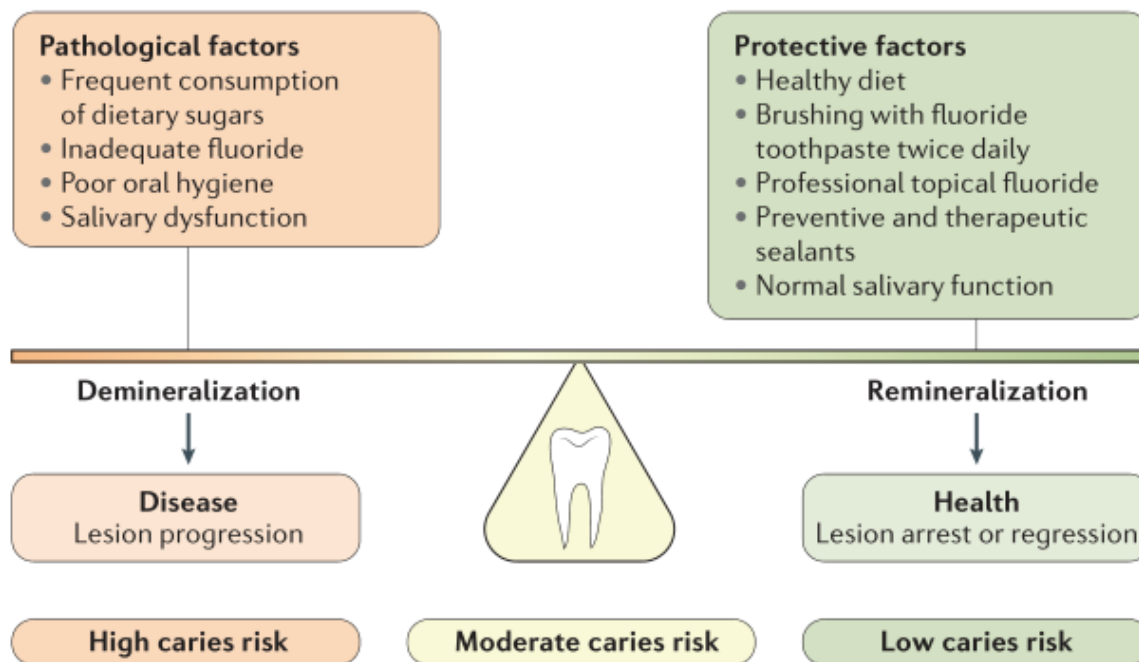


Figure 4: facteurs intervenant dans l'équilibre des caries(15)

Ce processus peut être renforcé en agissant sur deux sortes de leviers : en réduisant l'acidité produite par la plaque microbienne, ou en apportant directement des minéraux aux tissus des dents. (5)

À son tour, l'acidité produite par la plaque dentaire peut être contrôlée de plusieurs manières. Tout d'abord, on évite la prolifération de la plaque. Pour cela il faut : (5)

- Eliminer la plaque dentaire régulièrement : c'est le rôle de l'hygiène bucco-dentaire
- Assurer une salivation adéquate en qualité et quantité
- Corriger les défauts de morphologie dentaire conduisant à des dépôts de plaque

Un autre axe d'action efficace pour maîtriser l'acidité est d'agir sur la composition de la plaque dentaire. Dans ce cas, on peut : (5)

- Appliquer des agents antimicrobiens contre les espèces de bactéries les plus agressives.

Finalement, il ne faut pas négliger de limiter le temps de contact entre la plaque et les résidus de sucre de l'alimentation, car chaque tel contact déclenche une nouvelle baisse de pH. Ainsi il faut conseiller aux patients de : (5)

- Espacer les apports alimentaires en évitant au maximum le grignotage

De son côté, la reminéralisation des tissus dentaires peut être stimulée par des facteurs dits protecteurs, comme : (5)

- Apports en fluor – systémiques ou locaux (dentifrice)
- Application d'agents reminéralisants

3) Développement des modèles de RCI

C'est justement le concept d'équilibre carieux, esquissé dans le paragraphe précédent, qui est à la base de l'évaluation du risque carieux individuel. Le principe qui sous-entend le RCI est de déterminer de combien un patient donné s'est éloigné de l'état idéal d'équilibre carieux. La difficulté étant de donner des valeurs précises à la notion, pas toujours très claire, d'éloignement du point d'équilibre.

Il est évident que, du moment que l'équilibre carieux d'un patient est compromis, il est impératif d'identifier avec précision tous les facteurs de risque qui lui sont propres, pour pouvoir ensuite les corriger et appliquer des mesures de prévention individualisées, dans l'espoir d'agir positivement sur l'évolution des lésions. (16)

La nécessité de disposer d'un tel indice s'est faite jour très tôt dans l'histoire de la dentisterie moderne. Plusieurs protocoles visant à déterminer un RCI ont été proposés dès les années 1900 mais leur fiabilité très limitée a empêché leur utilisation à large échelle. En 1977, un symposium international organisé par la haute autorité de santé des USA, le National Institute of Health, s'est penché sur les essais de définir un tel indice. La conclusion de cette réunion a été qu'aucune des méthodes proposées jusqu'alors pour le calcul du RCI n'était assez fiable pour permettre de formuler une recommandation pour un patient donné, ou une politique de santé publique à l'échelle d'une population. (17)

Du point de vue de leur méthode employée pour le calcul du RCI, les premiers modèles publiés étaient plutôt univariés, c'est-à-dire qu'ils se basaient sur l'analyse d'un seul facteur de risque, considéré par leurs auteurs comme étant décisif pour la santé bucco-dentaire.

Ainsi, des propositions ont été faites en faveur des RCI basés sur les résultats des analyses microbiologiques, des analyses du pH salivaire, voire du niveau socio-économique, ou tout simplement en s'appuyant sur les antécédents de soins dentaires du patient.

Si les modèles univariés ont été abandonnés et remplacés, après 1980, par des modèles intégrant plusieurs facteurs de risque, c'est surtout suite au peu de résultats produits par cette première génération de modèles.

Un des premiers modèles multivariés, à savoir un modèle qui prend en compte l'interaction de plusieurs facteurs de risque, a été développé en 1988 par une équipe de l'Université de la Caroline du Nord. Ce modèle se donnait pour mission de quantifier le risque carieux pour certaines classes de patients pédiatriques (avec des âges allant de CP au CM2).

Malheureusement, ce modèle, ainsi que quelques autres similaires, n'ont jamais réussi à passer la porte des laboratoires de recherche universitaire où ils ont été conçus. Deux écueils ont limité leur diffusion dans la pratique clinique. Le premier, reconnu par les auteurs eux-mêmes était que la prévalence encore importante (même si en baisse régulière depuis des années) de la carie dentaire à ce moment dans plusieurs groupes de la population étudiée : « si la majorité des gens d'une communauté ont une maladie, il est peu probable d'être plus précis en calculant le risque qu'en sachant tout simplement le taux de prévalence de la maladie ». (17)

Un deuxième écueil a été la comparaison défavorable entre les résultats du protocole développé par les universitaires américains et les estimations subjectives faites par les praticiens eux-mêmes. L'expérience des praticiens se montrant presque aussi prédictive que le calcul du RCI par la méthode préconisée par les auteurs du modèle, il a été ainsi difficile de convaincre les praticiens qu'il faille mettre en place une procédure lourde, pour un gain plutôt faible. (18)

L'essor du concept de dentisterie minimalement invasive, ainsi que les multiples articles publiés au cours des années 2000 appelant à un véritable changement de paradigme (19), ont considérablement changé la donne. C'est à ce moment-là que, à l'Université de Californie à San Francisco, voit le jour le

protocole CAMBRA (Caries Management by Risk Assessment), un des plus cités actuellement dans la littérature

Son développement s'est fait en plusieurs étapes. Le projet est lancé en 2002, quand des formulaires d'évaluation du RCI incluant plusieurs facteurs ont été conçus et utilisés dans un service dentaire universitaire. Jusqu'en 2006, le modèle fût testé rétrospectivement et prospectivement pour vérifier sa fiabilité. (20,21)

CAMBRA est le premier protocole d'évaluation du RCI à être utilisé sur une assez large échelle par les praticiens. Son succès est dû à la grande entreprise de pédagogie que l'Université de Californie a déployé en direction des praticiens, en présentant ce protocole dans des conférences professionnelles et en offrant aux praticiens des formations à l'utilisation du RCI. Les praticiens ont pu ainsi constater par eux-mêmes l'avantages d'utiliser un RCI, qui s'est prouvé être meilleur que leur simple intuition clinique, et ceci de manière significative.

Dans les traces du succès du modèle de l'Université de Californie, de nombreux autres protocoles pour définir un RCI ont ensuite été publiés dans la littérature. Le prochain chapitre de cette thèse est consacré à la description de ces protocoles.

III) L'évaluation du risque carieux individuel aujourd'hui

1) Présentation générale des modèles de RCI

On peut schématiquement diviser les techniques de calcul de RCI actuellement présentées dans la littérature scientifique en deux catégories :

- des questionnaires, remplis par le praticien, à l'aide de l'anamnèse du patient et de plusieurs examens cliniques et radiologiques. En effet, la compréhension du fait que de nombreux facteurs interviennent dans le processus carieux a mené au développement de modèles multivariés, c'est-à-dire tentant d'intégrer l'ensemble des facteurs impliqués.
- des tests plus spécifiques, basés sur l'analyse de la salive (vu son rôle majeur dans la physiopathologie des caries). Les résultats de ces tests peuvent d'ailleurs être intégrés dans certains questionnaires.

La plupart des méthodes de calcul du RCI proposent de transformer la masse d'informations recueillies par le questionnaire en un classement du patient selon le niveau de risque estimé.

Le plus souvent, il s'agit d'une classification binaire, où il n'existe que deux résultats possibles : risque faible ou élevé. Certains protocoles proposent toutefois calcul d'un score (chaque facteur individuel se voyant attribué un certain poids), surtout quand le modèle du RCI demande de prendre en compte un nombre assez élevé de facteurs de risque. Ce score sera traduit ensuite en un des niveaux de risque du modèle, forcément intermédiaire entre faible et élevé.

A ce point de la présentation des modèles de RCI, il convient de faire la différence entre *identification* et *évaluation* du risque. Certains questionnaires, plutôt que de prédire la probabilité qu'un patient développe des caries, permettent juste d'identifier les facteurs de risque présents, sans rien dire de leur intensité ou des interactions possibles.

Précisons aussi que ces questionnaires peuvent revêtir l'aspect papier ou numérique (comme par exemple le Cariogram ou l'application MI Dentistry (“MIDentistry.app | Minimal Invasive Dentistry App,”))

2) *Utilité*

Le recul pris depuis le début de l'utilisation de l'évaluation du RCI sur une plus large échelle par les praticiens permet maintenant une évaluation objective des avantages à utiliser cet indice dans la pratique de la dentisterie. La littérature scientifique a ainsi identifié plusieurs objectifs que le cela permettrait d'atteindre, et par conséquent plusieurs raisons à généraliser la mise en place de ces protocoles.

Les premières modèles ont été élaborés à une période où la prévalence de la carie venait juste de baisser de manière assez forte aux Etats-Unis et dans les autres pays industrialisés. En toute logique, ces modèles mettaient l'accent sur le fait de *repérer les patients à haut risque*, ce qui était pour la première fois devenu souhaitable, car avant les années 1980 la plupart des patients rentraient dans cette catégorie. L'objectif final de l'utilisation de ces protocoles était de concentrer les ressources de prévention, nécessairement limitées, sur ces patients, et empêcher l'apparition de nouvelles lésions carieuses dont on était presque sûr qu'elles seraient advenues sans l'intervention des dentistes.

Les modèles plus récents, même s'ils mettent toujours l'accent sur l'identification des patients à haut risque, prônent la mise en place une prévention *individualisée pour tous les patients*.

On parle d'ailleurs souvent de *détermination et maîtrise du risque carieux* (« caries risk assesement and **management** ») : la plupart des protocoles proposent, après avoir déterminé le RCI, une conduite à tenir propre à chaque patient, adapté à son propre niveau de risque, avec plus ou moins de mesures à suivre.

Il ne s'agit donc plus désormais d'un simple repérage des patients à haut risque pour leur appliquer des mesures spécifiques (visites de contrôle rapprochées, sealants, fluoration), comme c'était le cas des modèles binaires, mais aussi de corriger, pour l'ensemble des patients, les facteurs de risque modifiables : grignotage, hygiène, hyposalivation. (5)

Connaitre son RCI peut aussi motiver le patient de mieux suivre les recommandations de son dentiste, en lui faisant prendre conscience de la gravité de la situation lorsqu'il est classé dans une des catégories de risque haut, et à plus forte raison s'il est dans la catégorie « haut risque ». (23)

3) *Protocoles en usage actuellement*

Les protocoles actuels sont basés soit sur des tests spécifiques, en général de la salive, soit sur des questionnaires globaux tentant d'identifier l'intégralité des facteurs en jeu dans le processus carieux et de les intégrer dans une note globale.

A) Protocoles utilisant l'analyse salivaire

a) Rôle de la salive dans le processus carieux

Depuis les premières études chiffres des années 1940, le rôle très important de la salive dans le maintien de la santé orale a été mis en évidence avec de plus en plus de détails : (24)

- elle contient de nombreuses protéines et composants du système immunitaire ayant une action antimicrobienne
- elle est supersaturée en minéraux (calcium, phosphate) ce qui permet, en dehors des épisodes de pH bas, la reminéralisation en continu des tissus dentaires
- elle module le pH oral même pendant les attaques acides grâce à plusieurs tampons chimiques (notamment des bicarbonates et phosphates)
- elle lubrifie les tissus mous en empêchant l'apparition des lésions de fonctionnement
- elle participe à la digestion (notamment des sucres grâce aux amylases)

Devant cette importance déterminante de la salive dans la santé bucco-dentaire, et afin d'obtenir plus facilement un score RCI, certains modèles ont décidé de n'analyser que des paramètres salivaires pour le calcul de leur RCI. (24)

De toute évidence, toute altération (quantitative ou qualitative) de la quantité et des flux de la salive dans la cavité orale peut donc augmenter le risque carieux.

Les études prouvent que la production de salive peut être perturbée par de nombreux facteurs : on parle alors d'hyposalivation. En général, le flux salivaire est altéré de manière quantitative ; c'est sa sécrétion qui risque de diminuer, tandis que sa composition ne varie pas beaucoup.

On peut citer comme principales causes : (25)

- la prise de médicaments (plus de 400 médicaments présentent dans leurs effets secondaires possibles une diminution du flux salivaire), en général par déshydratation ou effet anticholinergique
- la radiothérapie cervico-faciale, qui détruit directement les glandes salivaires. La gravité des caries post-radiques (il s'agit d'une situation extrême avec une disparition quasi-totale de la sécrétion salivaire) montre bien le rôle majeur de la salive dans la protection carieuse
- de nombreuses pathologies qui agissent par différents mécanismes :
 - o maladies attaquant directement les glandes salivaires (notamment le syndrome de Sjögren ou l'hépatite C)
 - o maladies entraînant une déshydratation : diabète, insuffisance rénale chronique

Pour identifier les éventuelles altérations de la quantité de salive et des flux salivaires, plusieurs types d'analyses sont possibles. La plupart des kits disponibles sur le marché analysent soit des caractéristiques physico-chimiques de la salive (flux salivaire, viscosité, pH), soit des caractéristiques microbiologiques

b) Analyses des caractéristiques physico-chimiques de la salive

Plusieurs tels kits d'analyses physico-chimiques de la salive sont disponibles pour les praticiens ; parmi les plus connus, on peut citer CRT Buffer de Ivoclar Vivodent ou Saliva-Check Buffer de GC. Ces deux kits permettent d'analyser simultanément plusieurs paramètres salivaires.

Nous décrirons en détail le kit fourni par GC, qui permet d'analyser la salive au repos puis lors d'une stimulation. (26)

Au repos, le fabricant préconise d'observer cliniquement la quantité et la consistance de salive, puis d'utiliser les bandelettes fournies pour mesurer le pH :

- entre 5 et 5.8 : très acide ;
- entre 6 et 6.6 : modérément acide ;
- entre 6.8 et 7.8 : compatible avec une bonne santé orale).

Ensuite, il est recommandé de faire mâcher le patient sur un morceau de cire (fourni avec le kit) pour stimuler la production de salive. Après 5 minutes et en ayant fait cracher le patient régulièrement dans une coupelle, il faut mesurer la quantité de salive :

- moins de 3.5 mL : flux salivaire très diminué

- entre 3.5 mL et 5 mL : flux salivaire diminué
- 5 mL ou plus : flux salivaire normal

La salive récoltée est ensuite utilisée pour mesurer sa *capacité tampon* (c'est-à-dire à neutraliser les acides) en la faisant réagir avec plusieurs bandelettes imprégnés d'acide ; la capacité neutralisante de la salive est mesuré et traduite dans un score :

- Entre 0 et 5 : capacité tampon très faible
- Entre 6 et 9 : capacité tampon faible
- Entre 10 et 12 : capacité tampon normale/élevée

c) Tests microbiologiques

Il existe également des tests bactériologiques de la salive, qui visent à indiquer le niveau de cariogénicité de la flore buccale.

Une partie de ces tests se basent sur la détermination de la présence d'espèces spécifiques de bactéries, et / ou par une numérotation des bactéries des espèces les plus agressives pour les tissus dentaires.

Un exemple typique de tel test est le « Saliva-Check Mutans » de GC. (27) Cette analyse de la salive détecte de manière très spécifique, par immunochromatographie, les streptocoques mutans (d'où aussi son nom). Le seuil de détection est de 500 000 CFU/mL de salive.

Les résultats de ce test sont présentés par les fabricants comme étant hautement corrélés au risque carieux. Cette affirmation ne va pas de soi, surtout dans le contexte où l'ancienne hypothèse affirmant que seulement quelques espèces de bactéries (dont le streptocoques mutans) ont un effet cariogénique, a été remplacée par la théorie de la dérive écologique de la plaque dentaire. On sait maintenant que, sous les effets d'un stress acide répété, des espèces de bactéries normalement présentes dans la plaque dentaire sans aucun effet délétère sur les tissus dentaires, peuvent modifier leur comportement (sans forcément muter) et devenir agressives pour les dents. Ce point sera abordé plus en détail dans le paragraphe sur la validité des protocoles.

Plus en accord avec l'hypothèse de la dérive écologique, d'autres tests visent à évaluer *l'activité bactérienne* : ainsi le test Clinpro Cario L-Pop de 3M ESPE(28) évalue la quantité d'acide lactique, et donc le pH, de la flore présente après prélèvement sur la langue.

B) Protocoles utilisant un questionnaire

C'est la technique la plus couramment utilisée. Un grand nombre de questionnaires a été proposé dans la littérature. En général, les questionnaires sont soit spécifiques aux enfants, soit aux adolescents et adultes. Cela s'explique par la différence entre les facteurs de risque ainsi que les moyens de prévention disponibles.

Aucun système ne fait consensus et il y a une grande variabilité dans certains des paramètres qu'ils préconisent de relever ainsi que dans l'analyse qui en est faite, mais la plupart reposent sur des bases communes.

Le risque carieux pouvant varier dans le temps, il est recommandé non seulement de l'évaluer lors de la première visite, mais aussi à intervalles réguliers lors des rendez-vous de contrôle. (29)

Ils se basent sur les facteurs de risque identifiés précédemment dans la littérature. Ceux-ci sont en général classés en 3 types :(16)

- Indicateurs de la maladie, qui représentent directement des marqueurs, présents ou passés, d'activité du processus carieux : présence de leucomes précaries, de caries non soignées, de restaurations
- Facteurs de risque :
 - o L'absence de brossage biquotidien
 - o Quantité de plaque dentaire visible sur les dents
 - o Des apports alimentaires fréquents en dehors des repas
 - o Des altérations quantitatives et/ou qualitatives de la salive (liées aux médicaments, à la radiothérapie, au vieillissement...)
 - o Défauts développementaux de l'émail ou de la dentine
 - o Restaurations défectueuses causant une accumulation de plaque
- Facteurs protecteurs :
 - o Exposition à divers agents reminéralisants et/ou antibactériens (fluor, xylitol, CPP-ACP, chlorhexidine)
 - o Hygiène bucco-dentaire correcte
 - o Visites préventives régulières

Certains questionnaires incluent d'autres facteurs de risque qui ne font pas totalement consensus, comme le niveau socio-économique.

Les questionnaires spécifiques aux enfants (moins de 6 ans) incluent:

- questionnaire de l'American Academy of Pediatrics : plutôt à destination des médecins (30)
- questionnaire de l'American Academy of Pediatric Dentistry (31)
- questionnaire de l'American Dental Association(32)
- outil d'évaluation de la Haute Autorité de Santé française(33)
- CAMBRA (Caries Management By Risk Assessment) (version pour les moins de 6 ans) (34)
- MySmileBuddy : application pour smartphone développée pour dépister la carie précoce de l'enfance, en se basant uniquement sur l'alimentation (35)
- Dundee Caries Risk Assessment Model : plusieurs modèles visant à identifier des facteurs de risque précis (donc questionnaire moins long que les autres) classant le patient en bas risque/haut (36)
- MI Handbook de GC pour les moins de 6 ans (37)
- NUS-CRA (National University of Singapore – Caries Risk Assessment) : questionnaire informatisé (38)

Adultes :

- Cariogram : questionnaire informatisé (39)
- CAMBRA (Caries Management By Risk Assessment) : questionnaire (21)
- Questionnaire de l'American Dental Association (32)
- MI Handbook de GC : questionnaire papier pour les adultes et les patients à besoins spécifiques(37)
- Caries Risk Pyramid(40)

Certains systèmes utilisent une catégorisation binaire (risque bas/élevé) tandis que d'autres proposent plusieurs catégories (jusqu'à 5 pour le protocole de l'AAPD).

C) Un exemple de protocole : MI HandBook

Nous allons décrire en détail un de ces systèmes, le *MI Handbook* de GC. Il s'agit d'un protocole plus large visant à promouvoir la dentisterie minimalement invasive.

Le service de prévention bucco-dentaire du Pavillon dentaire à Marseille a choisi d'évaluer le risque carieux des patients en utilisant une application sur smartphone se basant sur ce protocole. (22)

Trois catégories de patients sont distinguées : enfants (de 0 à 5 ans puis de 6 à 14 ans), adultes (> 14 ans), patients à besoins spécifiques (femmes enceintes, personnes âgées ou handicapées). La détermination du RCI intègre des facteurs généraux et spécifiques à chacun de ces groupes.

Le questionnaire se base toujours sur trois catégories : observations cliniques, facteurs de risque, facteurs protecteurs. Selon les résultats, on classe le patient en risque élevé ou faible.

Pour les observations cliniques, si au moins l'une d'elles est présente, le patient est classé en risque élevé. Pour les facteurs de risque, il en faut au moins 3.

On retrouve des facteurs communs à tous les âges.

Pour les observations cliniques : cavité ou restauration visible.

Pour les facteurs de risque :

- plaque dentaire visible
- pas d'exposition aux fluorures
- > 3 collations en dehors des repas principaux
- besoins médicaux spéciaux
- statut socio-économique faible
- flux salivaire diminué ou présence de bactéries très cariogènes

Pour les facteurs protecteurs :

- brossage bi-quotidien avec un dentifrice fluoré
- exposition au xylitol ou au CPP-ACP
- soins dentaires préventifs réguliers
- alimentation équilibrée.

Certains des items sont plus ciblés, ce qui permet une prévention plus adaptée aux différentes catégories de patients (par exemple : présence de caries radiculaires chez les personnes âgées, parents à haut risque carieux chez les enfants).

TABLEAU 1 MI EARLY CARE : ÉVALUATION DU RISQUE CARIEUX CHEZ LES ENFANTS DE 0 À 6 ANS

A) OBSERVATIONS CLINIQUES : si 1 oui, il s'agit d'un patient à haut risque	
Lésion(s) avec taches blanches	OUI/NON
Défaut(s) de développement de l'émail	OUI/NON
Cavité visible ou obturation (≥ 1 surface cariée/manquante/obturée)	OUI/NON
B) FACTEURS DU PATIENT (augmentant le risque carieux) Si 3 oui, il s'agit d'un patient à haut risque	
Facteurs oraux :	
Plaque visible/ancienne/acide	OUI/NON
Aucune exposition au fluor (dentifrice)	OUI/NON
Facteurs généraux :	
Mère/tuteur à haut risque carieux	OUI/NON
Biberon à l'heure du coucher	OUI/NON
Allaitement à la demande (après 12 mois)	OUI/NON
Plus de 3 collations entre les repas (y compris biberon)	OUI/NON
Besoins de soins de santé spéciaux	OUI/NON
Statut socio-économique faible	OUI/NON
C) FACTEURS DE PROTECTION (réduisant le risque carieux)	
Brossage des dents deux fois par jour (fluor)	OUI/NON
Exposition au CPP-ACP	OUI/NON
Exposition au xylitol	OUI/NON
Alimentation saine et équilibrée	OUI/NON
Soins bucco-dentaires préventifs réguliers	OUI/NON

ÉVALUATION DU RISQUE CARIEUX CHEZ LES ENFANTS DE 6 À 14 ANS

A) OBSERVATIONS CLINIQUES : si 1 oui, il s'agit d'un patient à haut risque	
Lésion(s) avec taches blanches	OUI/NON
Défaut(s) de développement de l'émail	OUI/NON
Cavité visible ou obturation (≥ 1 surface cariée/manquante/obturée)	OUI/NON
Lésions carieuses proximales (Bitewings)	OUI/NON
B) FACTEURS DU PATIENT (augmentant le risque carieux) Si 3 oui, il s'agit d'un patient à haut risque	
Facteurs oraux :	
Plaque visible/ancienne/acide	OUI/NON
Aucune exposition au fluor (dentifrice/bain de bouche)	OUI/NON
Restaurations défectueuses	OUI/NON
pH de salive faible	OUI/NON
Taux élevé de S. Mutans et/ou de Lactobacille	OUI/NON
Appareils orthodontiques	OUI/NON
Facteurs généraux :	
Plus de 3 collations entre les repas	OUI/NON
Anorexie ou boulimie	OUI/NON
Maladies systémiques affectant l'environnement bucco-dentaire	OUI/NON
Besoins de soins de santé spéciaux	OUI/NON
Statut socio-économique faible	OUI/NON
C) FACTEURS DE PROTECTION (réduction du risque carieux)	
Brossage des dents deux fois par jour (fluor)	OUI/NON
Exposition au CPP-ACP	OUI/NON
Exposition au xylitol	OUI/NON
Exposition à la chlorhexidine	OUI/NON
Alimentation saine et équilibrée	OUI/NON
Soins bucco-dentaires préventifs réguliers	OUI/NON
Protection des sillons vernis fluoré	OUI/NON

Figure 5: questionnaire pour les enfants

A) OBSERVATIONS CLINIQUES : si 1 oui, il s'agit d'un patient à haut risque	
Lésion(s) avec taches blanches	OUI/NON
Défaut(s) de développement de l'émail	OUI/NON
Cavité visible ou obturation (→ 1 surface cariée/manquante/obturée)	OUI/NON
Lésions carieuses proximales (bitewings)	OUI/NON
Lésions carieuses radiculaires	OUI/NON
B) FACTEURS DU PATIENT (augmentant le risque carieux) Si 3 oui, il s'agit d'un patient à haut risque	
Facteurs oraux :	
Plaque visible/ancienne/acide	OUI/NON
Aucune exposition au fluor (dentifrice/bain de bouche)	OUI/NON
Restaurations défectueuses	OUI/NON
Flux salivaire faible	OUI/NON
Taux élevé de S. Mutans et/ou de Lactobacille	OUI/NON
Appareils orthodontiques	OUI/NON
Facteurs généraux :	
Plus de 3 collations entre les repas	OUI/NON
Anorexie ou boulimie	OUI/NON
Maladies systémiques affectant l'environnement bucco-dentaire	OUI/NON
Statut socio-économique bas	OUI/NON
C) FACTEURS DE PROTECTION (réduisant le risque carieux)	
Brossage des dents deux fois par jour (fluor)	OUI/NON
Exposition au CPP-ACP	OUI/NON
Exposition au xylitol	OUI/NON
Exposition à la chlorhexidine	OUI/NON
Alimentation saine et équilibrée	OUI/NON
Soins bucco-dentaires préventifs réguliers	OUI/NON
Protection des sillons/vernis fluoré	OUI/NON

Figure 6 : questionnaire > 14 ans

A) OBSERVATIONS CLINIQUES : SI 1 OUI, IL S'AGIT D'UN PATIENT À HAUT RISQUE	
Cavité visible ou obturation (≥ 1 surface cariée/manquante/obturée)	OUI/NON
Lésions carieuses proximales (bitewings)	OUI/NON
Caries de surface radiculaire actives	OUI/NON
B) FACTEURS DU PATIENT (AUGMENTANT LE RISQUE CARIEUX) SI 3 OUI, IL S'AGIT D'UN PATIENT À HAUT RISQUE	
Facteurs oraux	
Plaque visible/ancienne/acide	OUI/NON
Aucune exposition au fluor (dentifrice/bain de bouche)	OUI/NON
Restaurations défectueuses	OUI/NON
Thérapie prothétique intensive, prothèses dentaires mobiles ou fixes	OUI/NON
Flux salivaire faible	OUI/NON
Taux élevé de S. Mutans et/ou de Lactobacille	OUI/NON
Appareils orthodontiques	OUI/NON
Facteurs généraux :	
Plus de 3 collations entre les repas	OUI/NON
Anorexie ou boulimie	OUI/NON
Maladies systémiques affectant l'environnement bucco-dentaire	OUI/NON
Statut socio-économique faible	OUI/NON
C) FACTEURS DE PROTECTION (RÉDUCTION DU RISQUE CARIEUX)	
Brossage des dents deux fois par jour (fluor)	OUI/NON
Exposition au CPP-ACP	OUI/NON
Exposition au xylitol	OUI/NON
Exposition à la chlorhexidine	OUI/NON
Alimentation saine et équilibrée	OUI/NON
Soins bucco-dentaires préventifs réguliers	OUI/NON
Protection des sillons/vernis fluoré	OUI/NON

Figure 7 : questionnaire patients à besoins spécifiques

La prise en charge du patient ne s'arrête évidemment pas là. Une fois le RCI déterminé, il est fondamental de mettre en place un *plan de traitement individualisé* pour prévenir au mieux les lésions carieuses chez chacun des patients.

L'évaluation du RCI est donc suivie par diverses actions de prévention (conseils alimentaires et d'hygiène, fluoration, sealants, visites de contrôle, utilisation de dentifrices spéciaux, reminéralisation, cavités minimalement invasives, gestion de l'érosion dentaire...), mais également de diagnostic approfondi (examen clinique soigneux, radiographies...)

Ces actions sont personnalisées pour chaque tranche d'âge, et sont résumées dans ces tableaux :

TABLEAU 2 CE TABLEAU DÉCRIT COMMENT IDENTIFIER LES RISQUES ET METTRE EN PLACE DES STRATÉGIES DE PRÉVENTION ADAPTÉES À L'ÂGE DE L'ENFANT

	CONSEILS MI PREVENT	CONSEILS MI IDENTIFY
0 à 3 ans	Dès que la première dent sort, les parents doivent commencer le brossage des dents (deux fois par jour) Risque élevé : Utiliser du dentifrice au fluor (une trace) deux fois par jour Recaldent deux fois par jour	Rechercher d'éventuels débuts de lésions carieuses sur les surfaces lisses.
3 à 6 ans	Ne pas utiliser plus de l'équivalent d'un pois de dentifrice. Risque élevé : Utiliser du dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour (3 semaines) Recaldent deux fois par jour	Examiner les surfaces interproximales Prendre des radiographies interproximales
6 à 14 ans	Les adultes doivent continuer à superviser et à guider. Protéger les puits et fissures Nettoyage interdentaire Utiliser du dentifrice au fluor (taille d'un pois) deux fois par jour Risque élevé Gargarisme au fluor Bain de bouche à la chlorhexidine (1 semaine/mois) Recaldent deux fois par jour Xylitol (6-10 gm/jour)	Examiner les surfaces interproximales Prendre des radiographies interproximales

Figure 7 : actions de prévention pour les enfants

TABEAU 4 MI ACTIVE CARE

	Conseils MI Prevent	Conseils MI Identify*
Groupe à risque carieux faible	Utilisation de dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour	Recherche de lésions carieuses initiales et interproximales, radiographie interproximale (première visite et patients à haut risque)
Groupe à risque carieux élevé	Utilisation de dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour Nettoyage interdentaire Gargarisme au fluor Bain de bouche à la chlorhexidine (1 semaine/mois) Recaldent deux fois par jour Xylitol (6-10 gm/jour)	Inspection des surfaces interproximales Radiographies interproximales si nécessaire
Soins aux patients paro et prothétique	Utilisation de dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour Nettoyage interdentaire Bain de bouche au fluor Utilisation de chlorhexidine (1 semaine/mois)	Recherche de caries radiculaires Sondage parodontal une fois (risque faible) ou deux fois (risque élevé) par an
Lésion non carieuse	Utilisation de dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour Gargarisme au fluor Recaldent deux fois par jour Brosse à dent douce et brossage délicat conseillé	Evaluer l'usure de la dent et identifier les facteurs étiologiques. Recommandation : prendre des photos de la lésion, évaluer les progrès et décider du plan de traitement.
Restreindre la consommation d'aliments contenant des glucides et à pH faible pendant et entre les repas, à tout âge.		
<i>Remarque : pour les patients à haut risque, réévaluer les facteurs de risque lors des visites de rappel et adapter les recommandations lorsque nécessaire.</i>		

Figure 8 : actions de prévention pour les adultes

TABLEAU 6

CONSEILS MI PREVENT

CONSEILS MI IDENTIFY*

Classe de risque carieux faible	Utilisation de dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour Nettoyage interdentaire Gargarisme au fluor	Recherche de lésions carieuses initiales et interproximales et prise de radiographies interproximales (première visite et patients à haut risque)
Classe de risque carieux élevé	Utilisation d'une brosse à dents électrique en cas de capacités manuelles réduites Utilisation de dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour Nettoyage interdentaire Gargarisme au fluor Bain de bouche à la chlorhexidine (1 semaine/mois) Recaldent deux fois par jour Xylitol (6-10 gm/jour)	Inspection des surfaces interproximales et cervicales Prise de radios interproximales
Femmes enceintes	Utilisation de dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour Nettoyage interdentaire Gargarisme au fluor Bain de bouche à la chlorhexidine (1 semaine/mois) Recaldent deux fois par jour Xylitol (6-10 gm/jour)	Rechercher tout signe de gingivite de grossesse Contrôler le pH de la salive (reflux gastrique ou vomissement)
Soins paro et prosthodontiques	Utilisation de dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour (pendant 3 semaines) Nettoyage interdentaire Gargarisme au fluor (3 semaines) Utilisation de chlorhexidine (1 semaine/mois)	Recherche de caries radiculaires Sondage parodontal une fois (risque faible) ou deux fois (risque élevé) par an
Lésion non carieuse	Utilisation de dentifrice au fluor (équivalent d'un pois) deux fois par jour Gargarisme au fluor Recaldent deux fois par jour Brosse à dent douce et brossage délicat conseillé	Reconnaître l'usure de la dent et identifier les facteurs étiologiques. Recommandation : prendre des photos de la lésion, évaluer les progrès.

Restreindre la consommation d'alimentation contenant des glucides et de faible pH pendant et entre les repas à tout âge

* Patients à risque faible : analyse des risques une fois par an et Patients à haut risque : analyse des risques deux fois par an

Figure 9 : actions de prévention pour les patients à besoins spécifiques

4) Corrélation entre les RCI et la prévalence des caries

L'élaboration des modèles d'évaluation du risque carieux repose dans une première phase sur l'identification de facteurs (de risque ou protecteurs). On peut d'ailleurs noter qu'un facteur de risque apparaissant dans un modèle de calcul de RCI n'est pas nécessairement un facteur causal. Ainsi, dans la plupart des études, le fait d'avoir déjà eu une carie est pris en calcul comme un prédicteur de bonne qualité d'un risque futur de caries (41), sans qu'il ne soit pas, à proprement parler, un facteur impliqué dans la physiopathologie des nouvelles lésions carieuses qui pourraient apparaître.

Si aujourd'hui ces facteurs sont assez bien connus, mesurer leur interaction dans le cas d'un patient donné, et surtout traduire dans un unique score les milliers de combinaisons possibles entre ces facteurs agissant chacun à des degrés divers, est beaucoup moins évident.

Pour mettre en place un RCI, il faut donc intégrer ces facteurs dans le modèle, en leur attribuant un score, qui peut être positif ou négatif, et peut varier avec l'intensité avec laquelle ces facteurs appariassent. Or, il existe de centaines de manières différentes de noter les facteurs de risque (est-il plus risqué d'avoir une baisse de 25% de la quantité de salive, ou une augmentation de 30% de la présence de certaines bactéries agressives dans la plaque dentaire ?). Ces centaines de hypothèses sur comment quantifier l'action des facteurs de risque dans une formule unique doivent être comparées avec l'apparition (observée) des caries dans une cohorte donnée qu'on observe pendant un certain temps.

Cette comparaison, visant à choisir la formule de quantification des facteurs de risque la plus en accord avec la réalité, nécessite l'usage de méthodes statistiques avancées (généralement la régression linéaire multiple) et des moyens de calcul considérables, sans mentionner la difficulté de collecter les données sur le terrain. (42)

La validation des protocoles d'évaluation du RCI devrait ensuite, idéalement, reposer sur leur test dans des études longitudinales pour vérifier s'ils arrivent correctement, ou pas, à prédire les caries qui seront effectivement apparues. Les performances des modèles devraient en général être exprimées en termes de sensibilité (donc la capacité à identifier correctement les patients à haut risque) et spécificité (la capacité à identifier correctement les patients à bas risque). Les valeurs prédictives positives et négatives devraient être ensuite calculées. (42)

Les modèles les plus étudiés dans la littérature sont CAMBRA et le Cariogram, mais une revue systématique de 2018 conclut que même les preuves de validité de ces protocoles sont faibles, notamment parce qu'ils n'ont pas été validés de manière externe (c'est-à-dire sur des populations autres

que celles sur lesquelles ils ont été élaborés) ou que les études sont de mauvaise qualité. La plupart des études se concentraient sur les populations pédiatriques, pas sur les adultes. Elles retrouvent une spécificité et une sensibilité moyenne pour les prédictions d'apparition des caries. Les performances de ces modèles ne sont donc pas aussi bonnes qu'on pourrait le penser. (43–45)

La seule conclusion qui se détache de cet ensemble d'essais de validation des protocoles RCI est que, en général, les modèles multivariés obtiennent des performances meilleures que ceux univariés, (46) ce qui est logique pour une maladie très multifactorielle. A part les cas extrêmes (diminution quasi-totale du flux salivaire, hygiène inexistante...), il n'y a pas *un seul* facteur, qui mais bien une conjonction de plusieurs facteurs qui font pencher la balance du côté de la déminéralisation. Si l'on veut avoir une évaluation correcte du risque, il faut d'emblée intégrer *l'ensemble* des facteurs contribuant au processus, pas seulement certains facteurs.

Par exemple, pour les analyses salivaires, la situation diffère selon le type de patient concerné. Les patients ayant une pathologie diminuant de manière significative le flux salivaire (ce qui est facilement mis en évidence par les tests disponibles) ont incontestablement un risque carieux plus élevé. (47,48)

En revanche, en ce qui concerne les patients sans pathologie, les preuves de leur validité sont beaucoup plus équivoques. Une revue de littérature de 2013 ne retrouve que des corrélations faibles, variables selon les âges : « Thus, one should interpret with caution an assessment of salivary consistency, salivary pH or salivary flow rate to determine the caries risk of all patients. Further studies are needed in this population setting to understand our conflicting results »(49)

La mesure de la quantité de bactéries traditionnellement considérées comme cariogènes (*S. mutans*, lactobacilles) est aussi sujette à caution. La plupart des études caractérisent cette mesure comme ayant une valeur prédictive négative plutôt bonne (c'est-à-dire qu'ils permettent d'identifier correctement les patients à bas risque) mais une valeur prédictive positive moins bonne. Cela pourrait être expliqué par le fait que ces bactéries ne sont pas les seules à intervenir dans le processus carieux, ou que leur niveau reste élevé même après son arrêt. (47)

5) *Efficacité en « vie réelle »*

Tout n'est pas aussi positif que la théorie en ce qui concerne est le résultat clinique de l'implémentation des protocoles RCI : certaines publications montrent que même lorsque les patients à haut risque sont identifiés, ils ne bénéficient pas forcément de plus de mesures de prévention que les patients à faible risque, voire parfois moins ! ²¹ Cela se produit pour diverses raisons, notamment parce que ces patients

ont plus de difficultés socio-économiques, ce qui rend plus compliqué l'application de mesures préventives.

Toutefois, il ne fait pas de doute que l'évaluation du RCI est globalement utile. En effet, elle permet d'identifier (et donc de tenter de corriger) des facteurs de risque dont l'implication dans le processus carieux est bien démontrée, et elle permet d'appliquer des mesures de prévention dont l'utilité est aussi démontrée. Si on n'agit pas sur ces facteurs, il y a fort à parier que les patients continueront à développer des caries. Même en l'absence de performances prédictives très fiables, il vaut mieux tenter d'agir plutôt que de ne rien faire : *« il est mieux de travailler avec un indice peut être incomplet, mais incorporant le maximum de l'information disponible sur les facteurs de risque, que de ne rien faire parce que le modèle n'a pas encore été validé au-delà de tout doute. »* (50)

De plus, certaines études, notamment sur CAMBRA, retrouvent une diminution des caries chez les patients à haut risque lorsque ce protocole est implémenté.(21) La HAS, le protocole ICDAS et la plupart des auteurs recommandent d'ailleurs de procéder à cette évaluation. (5,33,50)

6) Perspectives

Des nombreux objectifs restent à atteindre dans le domaine de l'évaluation du RCI.

A) Amélioration des performances prédictives et de l'ergonomie

Les avancées spectaculaires dans plusieurs domaines scientifiques pourraient contribuer à améliorer nettement les modèles actuels.

Les progrès dans l'intelligence artificielle pourraient permettre d'analyser de nouvelles informations (grâce à l'informatisation des données médicales, sur des cohortes toujours plus nombreuses de millions de patients, l'analyse génomique...) ce qui permettrait d'identifier des nouveaux facteurs de risque, ou protecteurs, et surtout d'améliorer les formules définissant les scores globaux, en conduisant à des protocoles beaucoup plus précis. (42)

La démocratisation de la « dentisterie numérique » (smartphones et ordinateurs sont désormais une part intégrante de nombreux cabinets dentaires) ont permis le développement d'applications numériques (par exemple "MIDentistry.app | Minimal Invasive Dentistry App,") plus pratiques.

Des nouvelles technologies de détection des lésions carieuses, comme les caméras à fluorescence (par exemple Soprolife), permettent de faire un diagnostic plus précoce et donc d'appliquer immédiatement des mesures de prévention, ce qui évite des soins plus invasifs. (51)

Enfin, des protocoles globaux de prise en charge des patients, incluant des pratiques d'évaluation du RCI, visant à promouvoir la dentisterie minimalement invasive ont été mis en place : le MI Handbook de GC (37), CariesCare (52), Guided Biofilm Therapy.(53)

B) Démocratisation de l'utilisation des protocoles de RCI

Les avancées dans le domaine de l'amélioration de la prédictivité de ces modèles et de l'individualisation encore plus marqué de la prévention devraient se traduire dans l'évaluation du RCI en pratique clinique courante sur une plus grande échelle.

En effet, plusieurs études montrent que l'évaluation du RCI, et de manière générale la prévention dentaire, ne sont pas suffisamment développées (pas uniquement en France). (54–56)

Par exemple, près de 40% des dentistes français ayant répondu à un questionnaire sur le sujet ont indiqué ne pas évaluer le RCI (même de manière informelle) et 30% ne conseillent aucune visite de contrôle personnalisée selon leur RCI à leurs patients. Parmi les dentistes qui pratiquent une évaluation du RCI, seulement 4.5% utilisent un questionnaire dédié. (54)

Les dentistes n'évaluant pas le RCI ont cité comme raisons, à 67% le manque de temps, à 57% l'absence de cotation et donc de rémunération pour cet acte, et à 29% le manque de formation à ce sujet. Seulement 11% des dentistes interrogés pensaient que cette évaluation était inutile.

Les difficultés semblent donc se concentrer sur les côtés *ergonomiques*, *économiques* et de *formation* des praticiens.

En ce qui concerne les progrès à attendre en ergonomie, les applications sur smartphone pourront utilement remplacer les questionnaires papier, vus comme chronophages et peu pratiques. D'ici peu, ce point devrait beaucoup moins ressortir comme un frein.

Les deux autres obstacles à l'adoption plus large des RCI semblent enracinés dans des particularités plus générales du système français de santé. En effet, même si la HAS recommande de procéder à l'évaluation du RCI, l'absence de rémunération, comme pour la plupart des actes de prévention dentaire en France, limite de manière significative son utilisation. Un acte fort de l'engagement sur la voie de la prévention individuelle serait la prise en charge de l'Assurance Maladie des procédures de type évaluation du RCI.

Finalement, le manque de sensibilisation des dentistes à l'utilisation du RCI fait écho au caractère parcellaire de la formation continue des praticiens. C'est de la part des Facultés d'Odontologie qu'on pourrait espérer la mise en place d'une politique de promotion volontariste du recours au RCI, à l'image de celle adoptée par l'Université de Californie pour sensibiliser les dentistes américains à l'usage du protocole CAMBRA.

IV) Conclusion

L'évaluation du risque carieux s'est imposée dans les dernières décennies comme une part fondamentale de la prise en charge moderne du patient.

Il est hautement dommageable pour les patients, les praticiens, et le système de santé en son ensemble, que l'usage dans la pratique de ces protocoles soit souvent négligé.

Les controverses sur les performances précises des techniques actuellement disponibles ne sauraient pas justifier cet état des lieux. La littérature est claire : l'évaluation du RCI a de nombreux intérêts (agir sur les facteurs de risque modifiables, sensibiliser le patient, appliquer des mesures de prévention personnalisées...). Plus le modèle utilisé est global, et prend en compte plusieurs facteurs de risque, meilleures sont ses performances prédictives et son impact sur la santé bucco-dentaire.

L'avènement des techniques du *big data* ne manquera pas d'améliorer les performances prédictives des modèles. Mais la plus grande marge de progrès encore à faire se trouve dans l'adoption sur une plus large échelle des indices de type RCI par les praticiens, grâce à une ergonomie accrue, résultant d'un usage des applications numériques.

BIBLIOGRAPHIE

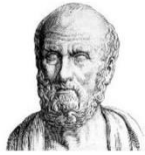
1. GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Lond Engl.* 10 nov 2018;392(10159):1789-858.
2. Righolt AJ, Jevdjevic M, Marcenés W, Listl S. Global-, Regional-, and Country-Level Economic Impacts of Dental Diseases in 2015. *J Dent Res.* mai 2018;97(5):501-7.
3. Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, Daly B, Venturelli R, Mathur MR, et al. Oral diseases: a global public health challenge. *Lancet Lond Engl.* 20 juill 2019;394(10194):249-60.
4. Featherstone JDB. Dental caries: a dynamic disease process. *Aust Dent J.* sept 2008;53(3):286-91.
5. Fontana M, Gonzalez-Cabezas C. Evidence-Based Dentistry Caries Risk Assessment and Disease Management. *Dent Clin North Am.* 2019;63(1):119-28.
6. Gannam CV, Chin KL, Gandhi RP. Caries risk assessment. *Gen Dent.* déc 2018;66(6):12-7.
7. Ericson D. What is minimally invasive dentistry? *Oral Health Prev Dent.* 2004;2 Suppl 1:287-92.
8. Dawson AS, Makinson OF. Dental treatment and dental health. Part 1. A review of studies in support of a philosophy of Minimum Intervention Dentistry. *Aust Dent J.* avr 1992;37(2):126-32.
9. Dawson AS, Makinson OF. Dental treatment and dental health. Part 2. An alternative philosophy and some new treatment modalities in operative dentistry. *Aust Dent J.* juin 1992;37(3):205-10.
10. Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. Minimal intervention dentistry for managing dental caries - a review: report of a FDI task group. *Int Dent J.* oct 2012;62(5):223-43.
11. Kleinberg I. A Mixed-bacteria Ecological Approach to Understanding the Role of the Oral Bacteria in Dental Caries Causation: an Alternative to Streptococcus mutans and the Specific-plaque Hypothesis. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1 mars 2002;13(2):108-25.
12. Stephan RM. Changes in Hydrogen-Ion Concentration on Tooth Surfaces and in Carious Lesions. *J Am Dent Assoc.* 1 mai 1940;27(5):718-23.
13. Takahashi N, Nyvad B. The role of bacteria in the caries process: ecological perspectives. *J Dent Res.* mars 2011;90(3):294-303.
14. Featherstone JDB. The caries balance: contributing factors and early detection. *J Calif Dent Assoc.* févr 2003;31(2):129-33.
15. Pitts NB, Zero DT, Marsh PD, Ekstrand K, Weintraub JA, Ramos-Gomez F, et al. Dental caries. *Nat Rev Dis Primer.* 25 mai 2017;3(1):1-16.

16. Doméjean S, Banerjee A, Featherstone JDB. Caries risk/susceptibility assessment: its value in minimum intervention oral healthcare. *Br Dent J.* 11 août 2017;223(3):191-7.
17. Disney JA, Graves RC, Stamm JW, Bohannon HM, Abernathy JR, Zack DD. The University of North Carolina Caries Risk Assessment study: further developments in caries risk prediction*. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1992;20(2):64-75.
18. Alanen P, Hurskainen K, Isokangas P, Pietilä I, Levänen J, Saarni UM, et al. Clinician's ability to identify caries risk subjects. *Community Dent Oral Epidemiol.* avr 1994;22(2):86-9.
19. Steinberg S. A paradigm shift in the treatment of caries. *Gen Dent.* août 2002;50(4):333-8.
20. Doméjean-Orliaguet S, Gansky SA, Featherstone JD. Caries risk assessment in an educational environment. *J Dent Educ.* déc 2006;70(12):1346-54.
21. Jdb F, Bw C. The Evidence for Caries Management by Risk Assessment (CAMBRA®). *Adv Dent Res.* 1 févr 2018;29(1):9-14.
22. MIDentistry.app | Minimal Invasive Dentistry App [Internet]. MIDentistry.app. [cité 25 févr 2021]. Disponible sur: <https://midentistry.app>
23. Berg JH. Minimal intervention: motivating patients through caries risk assessment. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. mars 2007;28(3):162, 164.
24. Dodds M, Roland S, Edgar M, Thornhill M. Saliva A review of its role in maintaining oral health and preventing dental disease. *BDJ Team.* 25 sept 2015;2(1):11-3.
25. Ying Joanna ND, Thomson WM. Dry mouth – An overview. *Singapore Dent J.* 1 déc 2015;36:12-7.
26. Manuel Saliva-Check Buffer de GC, https://europe.gc.dental/sites/europe.gc.dental/files/products/downloads/salivacheckbuffer/ifu/IFU_Saliva-Check_Buffer_W.pdf.
27. Saliva Check Mutans, GC, http://www.gcamerica.com/storage/dps_c/GCA_SALIVA-CHECK_MUTANS-iPad.pdf.
28. Clinpro Cario L-Pop, 3M ESPE, <https://multimedia.3m.com/mws/media/703109O/protocole-clinpro-cario-l-pop-france.pdf>.
29. Twetman S, Fontana M, Featherstone JDB. Risk assessment - can we achieve consensus? *Community Dent Oral Epidemiol.* févr 2013;41(1):e64-70.
30. Questionnaire de l'American Academy of Pediatrics, https://www.aap.org/en-us/Documents/oralhealth_RiskAssessmentTool.pdf.
31. Questionnaire de l'American Academy of Pediatric Dentistry, https://www.aapd.org/assets/1/7/G_CariesRiskAssessment1.PDF.

32. Questionnaire ADA,
https://www.ada.org/~media/ADA/Public%20Programs/Files/GKAS/GKAS_Caries_Risk_Assessment_Forms.pdf?la=en.
33. HAS 2010. Stratégies de prévention de la carie dentaire, https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges_synthese_carie_dentaire_version_postcollege-10sept2010.pdf [Internet]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges_synthese_carie_dentaire_version_postcollege-10sept2010.pdf
34. Ramos-Gomez FJ, Crall J, Gansky SA, Slayton RL, Featherstone JDB. Caries risk assessment appropriate for the age 1 visit (infants and toddlers). *J Calif Dent Assoc.* oct 2007;35(10):687-702.
35. Levine J, Wolf R, Chin C, Edelstein BL. MySmileBuddy: An iPad-based Interactive Program to Assess Dietary Risk for Early Childhood Caries. *J Acad Nutr Diet.* oct 2012;112(10):1539-42.
36. MacRitchie HMB, Longbottom C, Robertson M, Nugent Z, Chan K, Radford JR, et al. Development of the Dundee Caries Risk Assessment Model (DCRAM) – risk model development using a novel application of CHAID analysis. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2012;40(1):37-45.
37. GC https://cdn.gceurope.com/v1/PID/mipastepius/leaflet/LFL_MI_Dentistry_Handbook_en.pdf. 2017.
38. Gao X-L, Hsu C-YS, Xu Y, Hwang HB, Loh T, Koh D. Building caries risk assessment models for children. *J Dent Res.* juin 2010;89(6):637-43.
39. Bratthall D, Hänsel Petersson G. Cariogram--a multifactorial risk assessment model for a multifactorial disease. *Community Dent Oral Epidemiol.* août 2005;33(4):256-64.
40. Morou-Bermúdez E, Billings RJ, Burne RA, Elías-Boneta A. Caries risk pyramid: a practical biological approach to caries management by risk assessment. *P R Health Sci J.* déc 2011;30(4):165-6.
41. Schwendicke F. Baseline caries prevalence was the most accurate single predictor of caries risk in all age groups. *Evid Based Dent.* déc 2013;14(4):102.
42. Fontana M, Carrasco-Labra A, Spallek H, Eckert G, Katz B. Improving Caries Risk Prediction Modeling: A Call for Action. *J Dent Res.* 29 juin 2020;22034520934808.
43. Halasa-Rappel YA, Ng MW, Gaumer G, Banks DA. How useful are current caries risk assessment tools in informing the oral health care decision-making process? *J Am Dent Assoc* 1939. 2019;150(2):91-102.e2.
44. Senneby A, Neilands J, Svensäter G, Axtelius B, Rohlin M. Threshold values affect predictive accuracy of caries risk assessment. *Acta Odontol Scand.* mai 2019;77(4):315-27.
45. Cagetti MG, Bontà G, Cocco F, Lingstrom P, Strohmenger L, Campus G. Are standardized caries risk assessment models effective in assessing actual caries status and future caries increment? A

systematic review. *BMC Oral Health* [Internet]. 16 juill 2018 [cité 5 mai 2020];18. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6048716/>

46. Mejåre I, Axelsson S, Dahlén G, Espelid I, Norlund A, Tranæus S, et al. Caries risk assessment. A systematic review. *Acta Odontol Scand*. févr 2014;72(2):81-91.
47. Guo L, Shi W. Salivary Biomarkers for Caries Risk Assessment. *J Calif Dent Assoc*. févr 2013;41(2):107-18.
48. Pedersen AM, Reibel J, Nordgarden H, Bergem HO, Jensen JL, Nauntofte B. Primary Sjögren's syndrome: salivary gland function and clinical oral findings. *Oral Dis*. avr 1999;5(2):128-38.
49. Cunha-Cruz J, Scott J, Rothen M, Mancl L, Lawhorn T, Brossel K, et al. Salivary characteristics and dental caries: Evidence from general dental practices. *J Am Dent Assoc* 1939. mai 2013;144(5):e31-40.
50. Fontana M, Gonzalez-Cabezas C. Minimal intervention dentistry: part 2. Caries risk assessment in adults. *Br Dent J*. nov 2012;213(9):447-51.
51. Tassery H, Levallois B, Terrer E, Manton DJ, Otsuki M, Koubi S, et al. Use of new minimum intervention dentistry technologies in caries management. *Aust Dent J*. 2013;58(s1):40-59.
52. Martignon S, Pitts NB, Goffin G, Mazevet M, Douglas GVA, Newton JT, et al. CariesCare practice guide: consensus on evidence into practice. *Br Dent J*. sept 2019;227(5):353-62.
53. EMS. Guided Biofilm Therapy, <https://www.ems-dental.com/fr/guided-biofilm-therapy>.
54. Doméjean S, Léger S, Simon A, Boucharel N, Holmgren C. Knowledge, opinions and practices of French general practitioners in the assessment of caries risk: results of a national survey. *Clin Oral Investig*. mars 2017;21(2):653-63.
55. Hahn L. La prophylaxie dentaire individuelle est trop peu appliquée dans les cabinets français: analyse des causes et pistes de solutions. 2018;73.
56. Le Clerc J, Gasqui M-A, Laforest L, Beaurain M, Ceinos R, Chemla F, et al. Knowledge and opinions of French dental students related to caries risk assessment and dental sealants (preventive and therapeutic). *Odontology*. janv 2021;109(1):41-52.



SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

ERNST Paul-Alexandru – L'évaluation du risque carieux en 2021

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix –Marseille Université : 2021

Rubrique de classement : odontologie conservatrice

Résumé :

L'évaluation du risque carieux est une part essentielle de la prévention de l'apparition des lésions carieuses. De nombreuses méthodes sont décrites dans la littérature. La plupart d'entre elles reposent désormais sur des questionnaires intégrant l'ensemble des facteurs de risque. Bien que leur validité et leur niveau de preuve soit limité, leur utilité est très largement démontrée dans la prise en charge des patients.

Mots clés : évaluation risque carieux questionnaires dentisterie minimalement invasive

Mot ou groupe de mots qui permet de définir la thématique principale et secondaire du sujet. Ces mots clés permettent de déterminer le(s) thème(s) de votre travail et de rechercher des articles dans une base de données.

ERNST Paul-Alexandru – Caries risk assessment in 2021

Abstract:

Caries risk assessment is an essential part of caries prevention. Many methods are described in the scientific literature. Most of them use forms that integrate all of the known risk factors. Although their validity and level of evidence remain limited, their usefulness in patient care is largely demonstrated.

Key words : caries risk assessment forms minimally invasive dentistry