

Nouvelle approche des reconstructions
tissulaires en prothèse fixée

BIOMIMETIQUE

BIO-EMULATION



Panagiotis Bazos, Pascal Magne, *Int J Esthet Dent* 2014;9:

Changer
de
paradigme

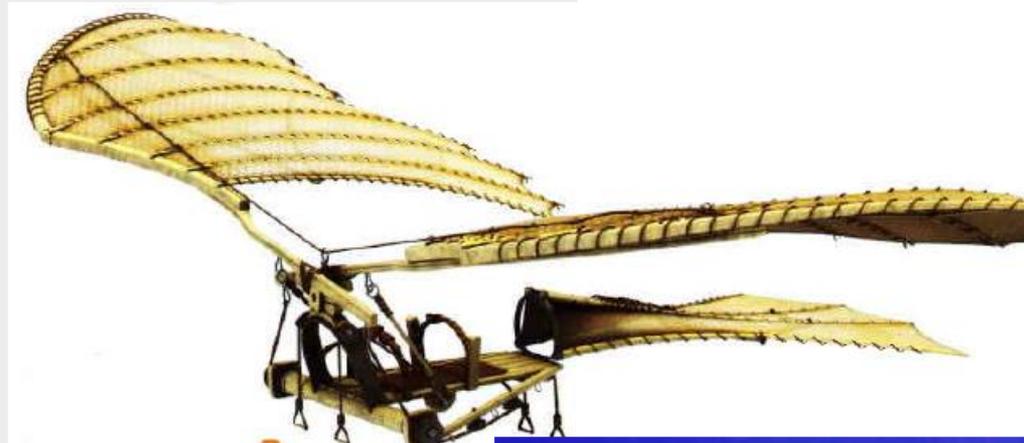
La durée de vie de nos
restaurations importe
moins que celle de la dent

Préhambule

- Observation de la nature
 - Comportement, Potentiel de réparation, de régénération plus ou moins ad intégrum
- L'analyse et la compréhension des ces phénomènes invitent à les reproduire, les imiter du moins par analogie ou les interpréter
- A cet effet nous n'utilisons pas encore les mêmes processus que ceux de la nature car nous n'en sommes pas encore capables
- Nous inventons des processus plus ou moins similaires qui s'attachent à l'objectif recherché (implant/dent)
- Otto Schmitt 1950: biomimétique



Observation de la nature.
Invention par copie.
La solution technologique.



J. RAYNAL, C. ARCHIEN
Chirurgiens-dentistes







Biomimétisme en dentisterie

- L'idéal serait de reconstituer la perte de substance dentaire perdue avec de l'émail et de la dentine : impossible
- L'idéal serait des matériaux dont les propriétés se rapprochent le plus de celles des tissus dentaires mais surtout remplissant les mêmes objectifs
 - tant par leur propriétés physico-chimiques qu'esthétiques
 - L'objectif n'est pas d'utiliser le matériau le plus solide mais le plus approprié à la biologie et à la mécanique de la dent à reconstruire
- afin de réparer la dent traumatisée +/- à l'identique de la dent saine tout en restaurant son équilibre biologique, fonctionnel, mécanique et esthétique

Biomimétisme en dentisterie

Concept biomimétique trouve son origine dans l'étude des tissus dentaires sains afin de recréer leurs propriétés biomécaniques et optiques pour la restauration des dents délabrées.













LAURENCE POURREYRON







Comment

- Meilleure compréhension de
 - la physiologie
 - la biologie
 - La biomécanique
 - L'esthétique

des tissus dentaires et du complexe dentino-pulpaire

- des dents saines
 - des dents délabrées
 - des dents reconstruites
- Performance des matériaux qui sont devenus de véritables biomatériaux et non des substituts dentaires
- Aire du tout numérique

Concept mécaniste → → biomimétisme

- **CONCEPT MÉCANISTE** : rétention, stabilisation, forme de résistance des préparations , peu économe en tissu dentaire : préparation périphérique entraîne plus de 70 % de perte de la résistance mécanique de la dent



- **CONCEPT BIOMIMETIQUE** plus biologique : économie tissulaire grâce au collage, Restauration METAL FREE
- Prothèse fixée de recouvrement total sur dents dépulpées = le plus fort taux d'échec avec plus ou moins de fractures radiculaire ou coronaire, la cause principale est la perte d'étanchéité des restaurations

Longévité prothèse scellée / prothèse collée

- Van Dijken Dent.Mater. 2010
- 25 à 30 % d'échecs pour les deux à 15 ans
- Ne peuvent être refaites
 - 10% des prothèses collées
 - 60% des prothèses scellées

PRINCIPES DES PREPARATIONS

- Economie tissulaire
- Rétention & stabilisation
- Pérennité
- Précision des limites
- Maintien de la santé parodontale



- En prothèse scellée conventionnelle, les paramètres géométriques et mécaniques des préparations dentaires sont dictés par les principes essentiels de la rétention et de la stabilisation,
- La géométrie de la préparation dentaire vise à limiter les contraintes mécaniques sur l'interface de scellement et répartir les forces sur l'ensemble de la préparation : création d'une surface de résistance maximale ("resisting area")
 - ⇒ emboîtement passif et stable ,
 - ⇒ s'oppose aux mouvements de désinsertions dus aux contraintes buccales.
- Conicité et hauteur représentant les éléments centraux de ces principes.
- Perte tissulaire très importante



- **Rétention** :

- s'oppose à la désinsertion de la reconstruction selon son axe d'insertion ou celui de la préparation.

- **Stabilisation** :

- empêche sa mobilité sous l'effet des forces obliques ou dirigées apicalement et des contraintes occlusales.

Rétention et stabilisation sont étroitement liées et souvent indissociables

Rétention & Stabilisation

Prothèse
Scellement
Préparation

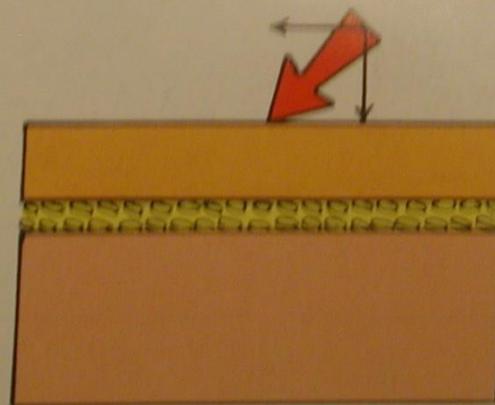


TRACTION

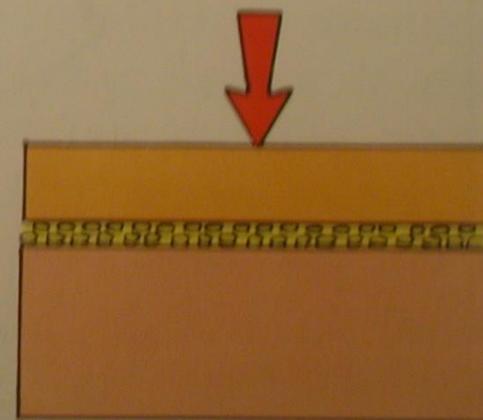


CISAILLEMENT

SCHILLINGBURG

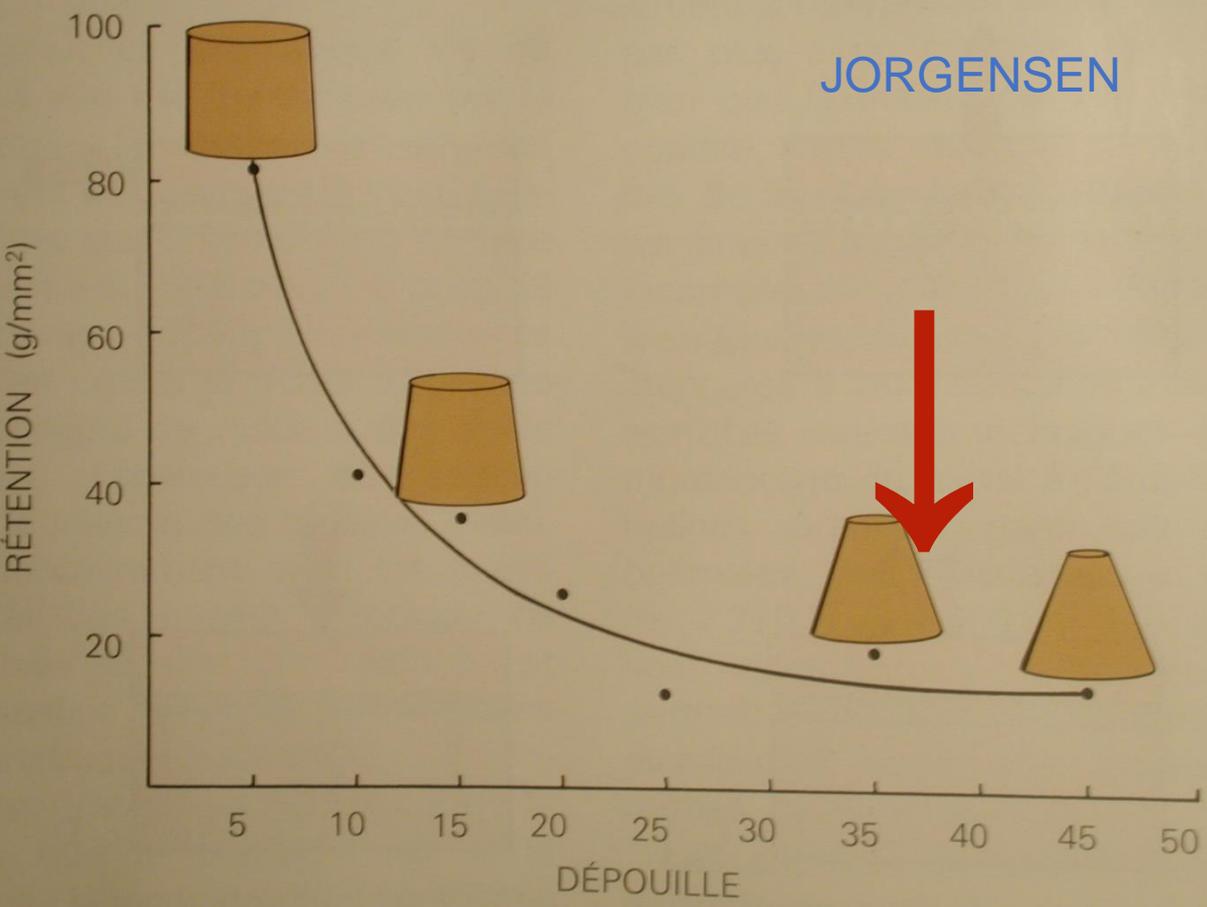


CISAILLEMENT & COMPRESSION



COMPRESSION

JORGENSEN



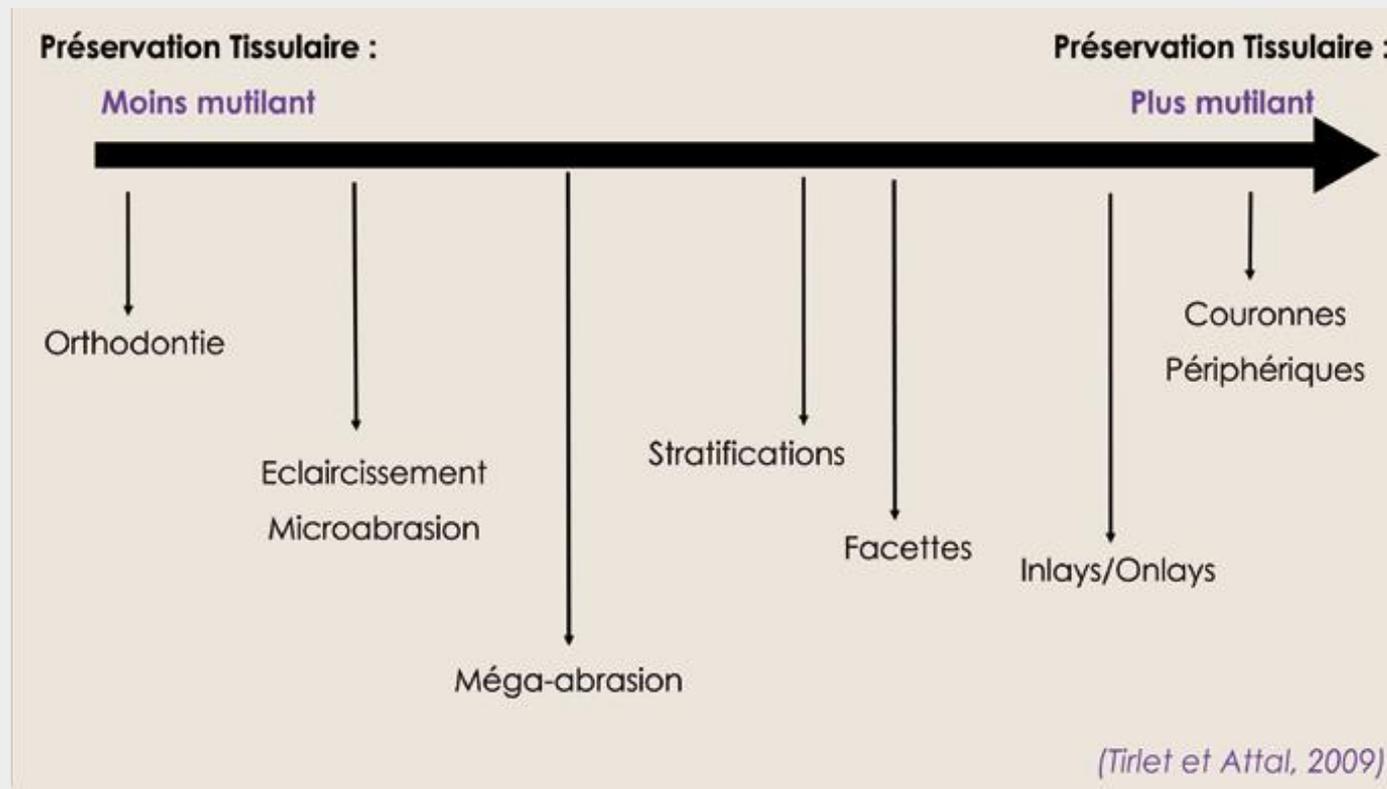
Critères de choix pour une restauration

- Etat général et psychologique
- État local
 - Contexte de maladie parodontale
 - Contexte de terrain polycarieux
 - Contexte de délabrement dentaire important
 - Contexte de dents absentes nombreuses
 - Contexte de l'hygiène

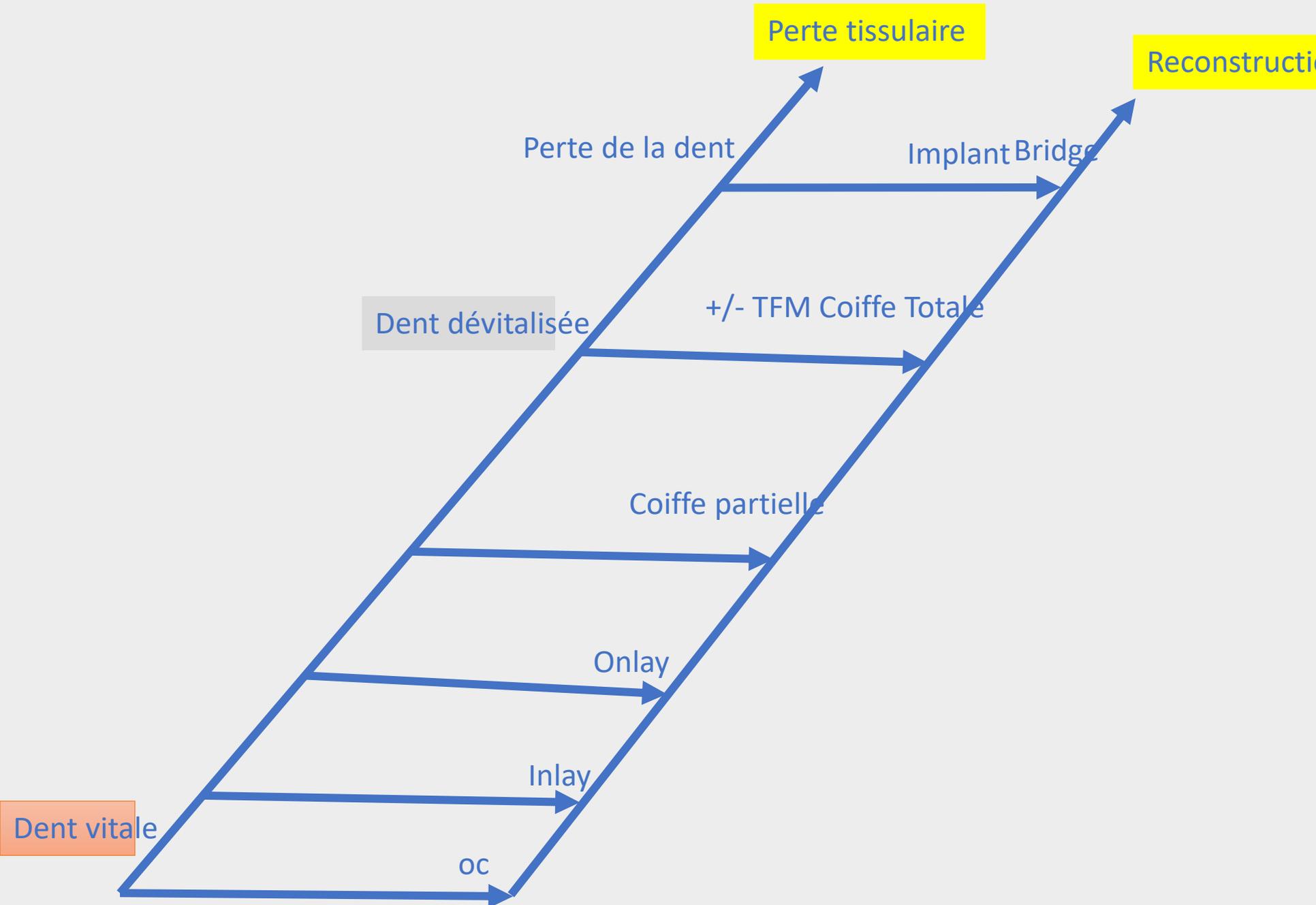
Le diagnostique contemporain concerne le terrain et les risques : vision plus dynamique, prédictive, globale du patient et de son environnement

Conséquence

- Gradient thérapeutique
 - Traitement de plus en plus conservateurs quant à la vitalité pulpaire et les tissus résiduels
 - Traitement dit metal free



Gradient thérapeutique



ATTAL JEAN PIERRE

Idéalement la dent et le biomatériau de restauration devraient constituer une véritable unité fonctionnelle au sens biologique et optique qui aurait la capacité de supporter les charges biomécaniques auxquelles elle est soumise dans son environnement"

Urs Belser:

"Seuls les délabrements coronaires ne présentant pas de support dentaire suffisant et faibles mécaniquement pour le collage de qualité devraient rester la seule indication d'une couronne unitaire qui est de surcroît dans son indication limitées à la ré intervention".

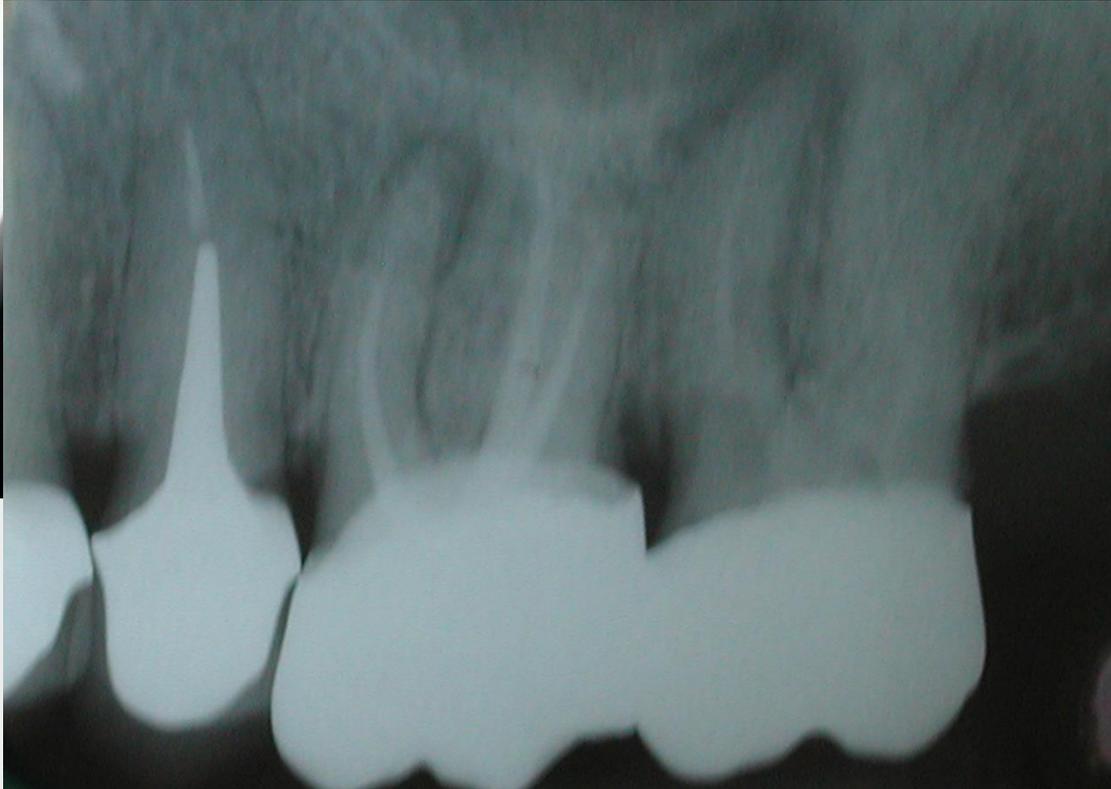
La dent saine

Avantages à conserver les dents vitales

- Mécaniquement plus résistante (degré de délabrement coronaire, reconstruction collée ou foulée)
- Sauvegarder leur capacité de déformation élastique au cours d'une contrainte
- Risques du traitement endodontique



Dent:Maxillary left lateral incisor, tooth



RVG 511
M:ANEU
Study Date: 01/12/2011
Study Time: 09:22:00
WPH



Valderhaug

- % d'absences de signes pulpaire sur des dents couronnées vivantes
 - 98 % à 5 ans
 - 92 % à 10 ans
 - 87 % à 20 ans
 - 83 % à 25 ans

Evaluation de la santé pulpaire

- Le potentiel de défense de la pulpe est lié à
 - L'intégrité de ses constituants
 - Qualité et quantité de substance fondamentale
 - Cellules (fibroblastes et odontoblastes)
 - Fibres (collagène, réticuline, oxytalan)
 - Vaisseaux
 - Fibres nerveuses
 - L'âge de la dent
 - Son historique pathologique

- Evaluer les signes de modifications pathologiques et de réponses pulpaire



- Evaluer le potentiel de défense de la dent



- Apprécier la pérennité de la reconstruction sur dent vivante

Conséquence préparation tissu dentaire

- Préparation : plaie dentinaire



- ouverture tubuli rempli des prolongements odontoblastiques et de fluide dentinaire



- phénomènes hydrauliques et cellulaires
 - le mouvement du fluide intra tubulaire peut véhiculer rapidement toxines et les bactéries à la pulpe

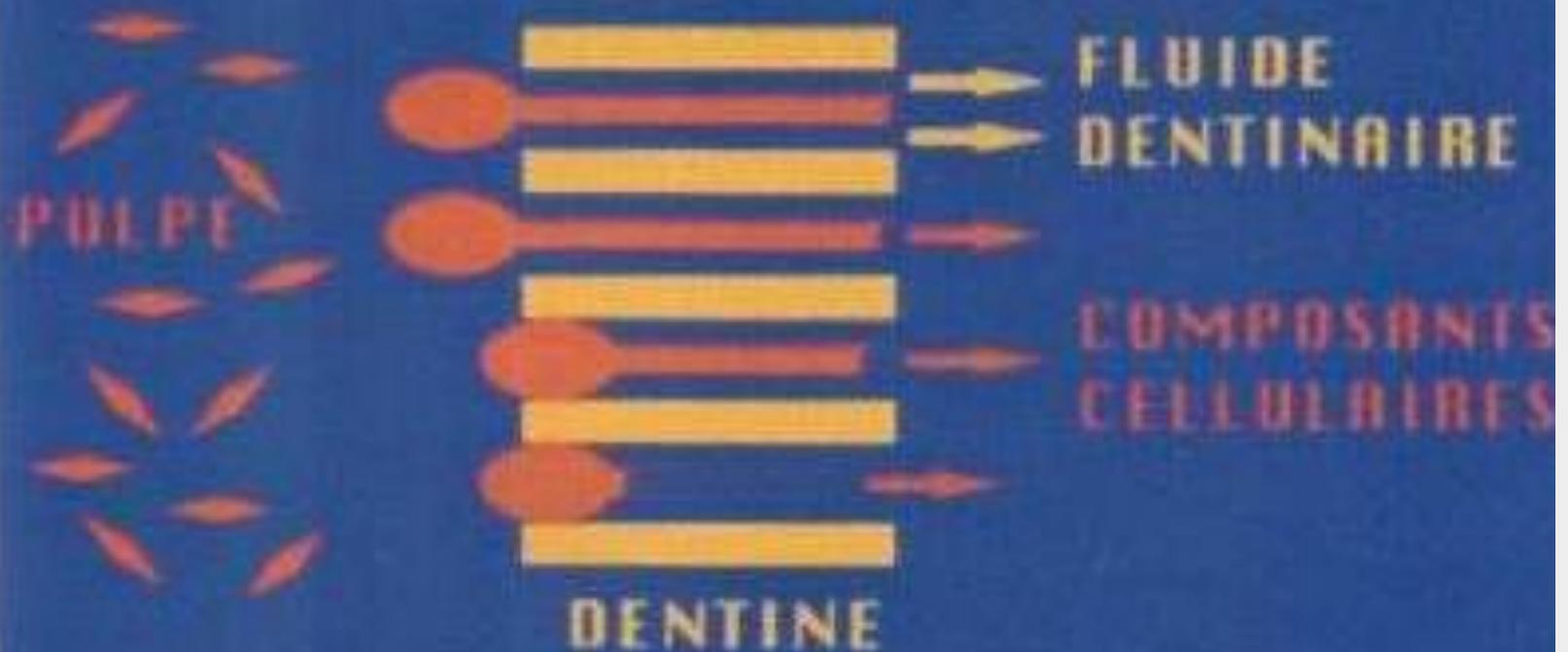
Phénomènes hydrauliques : filtration

- La pression du compartiment pulpaire > à la pression de la dentine périphérique
 - → flux de liquide vers l'extérieur
 - → aspiration des corps cellulaires odontoblastiques
 - → section de leurs prolongements
 - ↓
 - ↓
- Nécrose des odontoblastes
- Inflammation localisée de la pulpe périphérique
- Nécrose des cellules pulpaires plus centrales

Phénomènes hydrauliques : diffusion

- Processus par lequel un soluté est transporté d'une solution ou il est très concentré vers une solution ou il est peu concentré
- Permet la diffusion de tous les produits (coiffage, produits de dégradation des obturations, toxines bactériennes) vers la pulpe

CONSEQUENCES DES PREPARATIONS



Charges biomécaniques

- Amortissement des contraintes occlusales
 - Phénomène de feed back à partir de tous les propriocepteurs de la sphère buccale
 - Intégrité des tissus durs de la dent avec leurs propriétés physico chimiques respectives
 - Association de l'émail convexe, rigide mais cassant recouvrant la dentine concave résiliente et flexible

Charges biomécaniques

- L'émail
 - 96% phase minérale,
 - Rigidité, dureté, épaisseur : très grande résistance aux contraintes occlusales
 - Épaisseur et profondeur des micro festons > des cuspides d'appui/ aux cuspides guides
 - L'émail superficiel est peu résistant aux fissures
 - L'émail profond est beaucoup plus résistant → le conserver dans toutes les procédures de collage

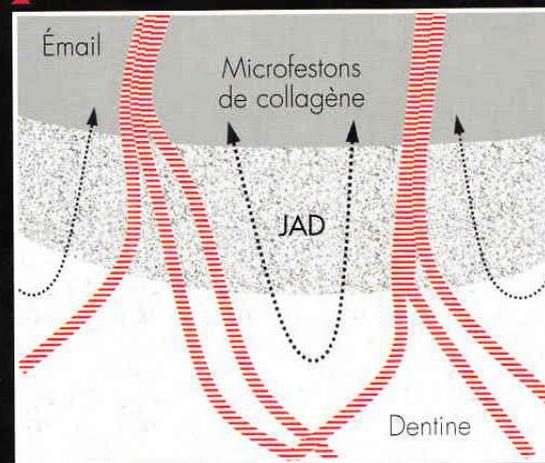
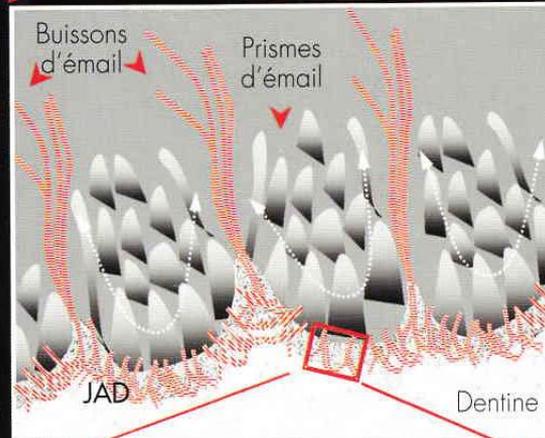
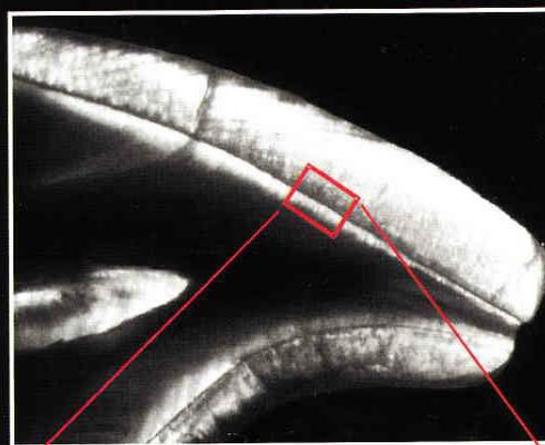
Charges biomécaniques

- L'émail
 - stabilité morphologique de la dentine, importance capitale de la JED
 - = coque rigide = propriétés mécaniques de la dent
 - Sa disparition (usure, érosion, préparation périphérique) → flexibilité doublée de la dent
 - Perte crêtes marginales et perte d'émail augmentent la déflexion des cuspidés et augmentent les fractures
 - Anisotrope: propriétés différentes selon une section longitudinale ou horizontale

Charges biomécaniques

- Complexe amélo dentinaire
 - Couche a prismatique de l'émail
 - JED proprement dite, Interface minéral (microfestsions de l'émail) organique (fibres de collagène de la dentine) → prévention de la propagation des fissures amélaire; elles seront de plus amorties par la résilience de la dentine sous jacente (gros faisceaux de fibres collagène)
 - La mantle dentine directement sous jacente peu minéralisée
 - Appelée aussi interface fonctionnelle progressive
 - Joue un rôle fondamental dans la relaxation des contraintes entre deux tissus à la composition et au comportement biomécanique si différents

MAGNE BELSER



Charges biomécaniques

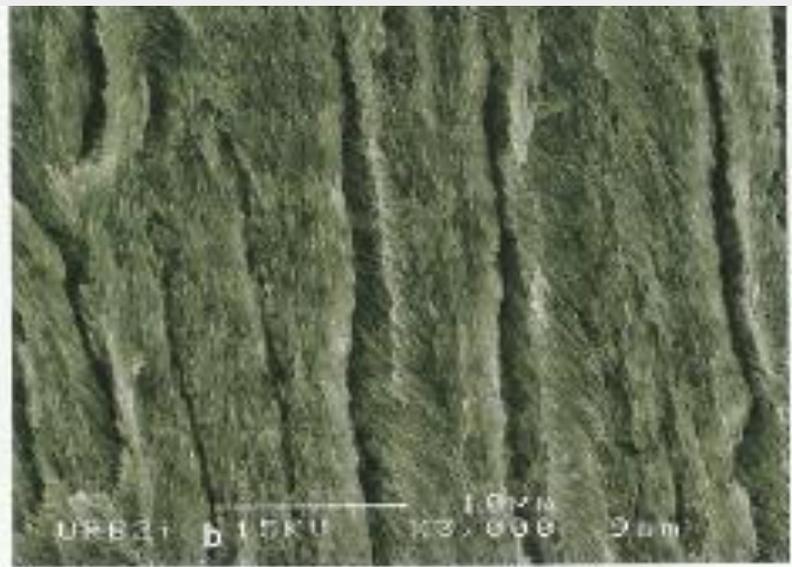
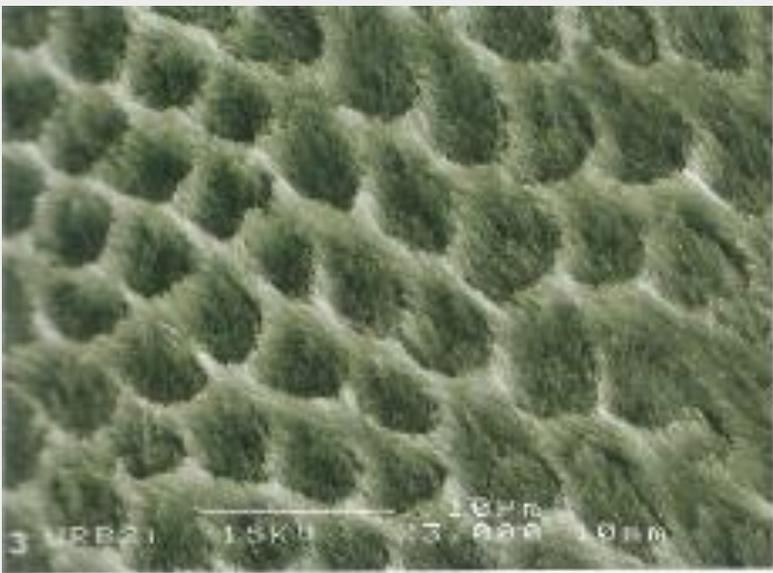
Cette interface JED est récréée par le collage , tags de résine de la couche hybride; absorption de l'énergie des fissures les stoppant



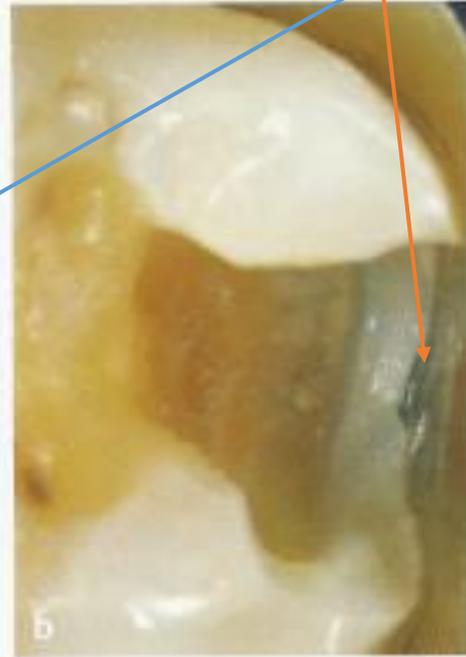
Garder un cercle d'émail cervical et la JED fonctionnelle sous jacente

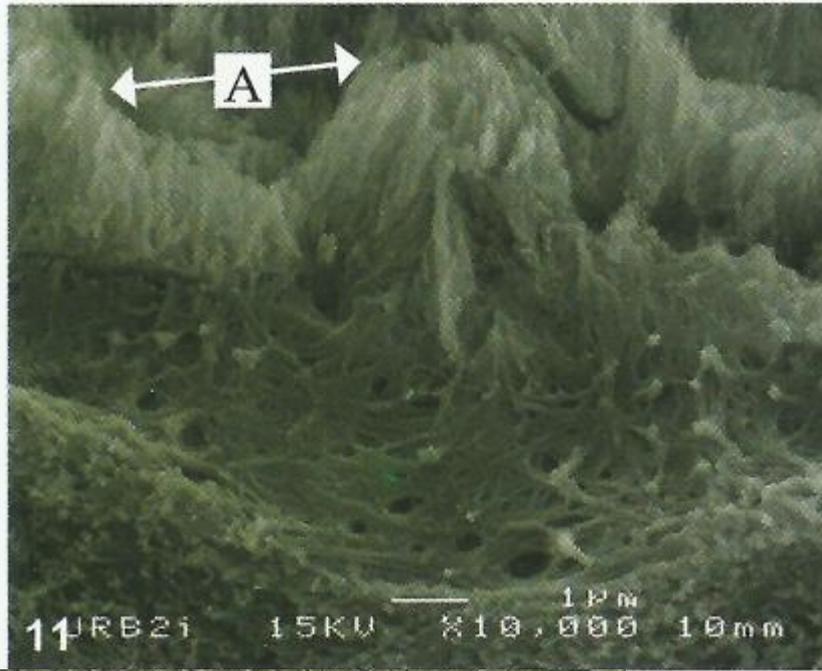
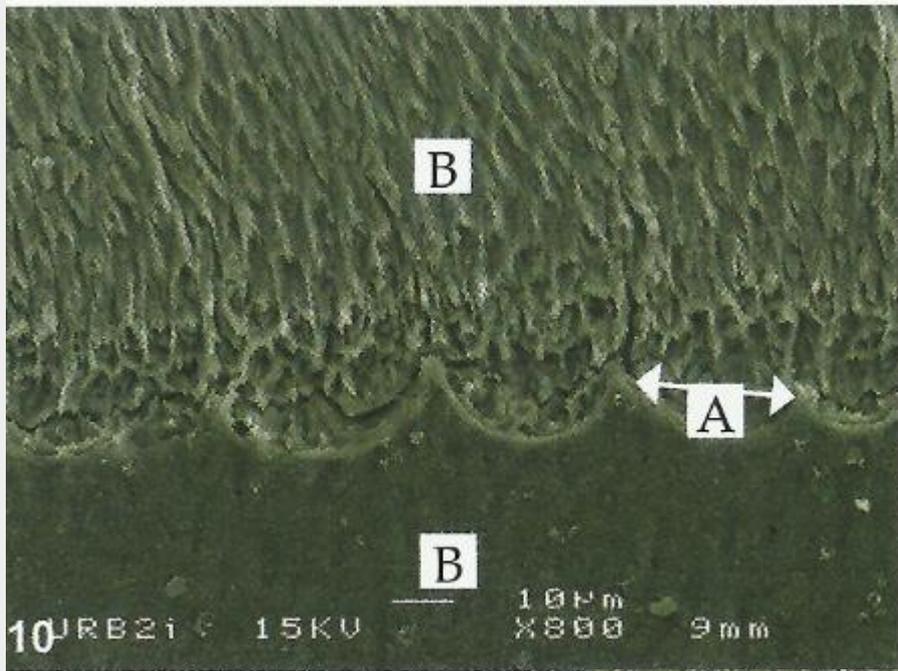


Amortit les forces de compression et les transmet horizontalement à la dentine radulaire via la JED

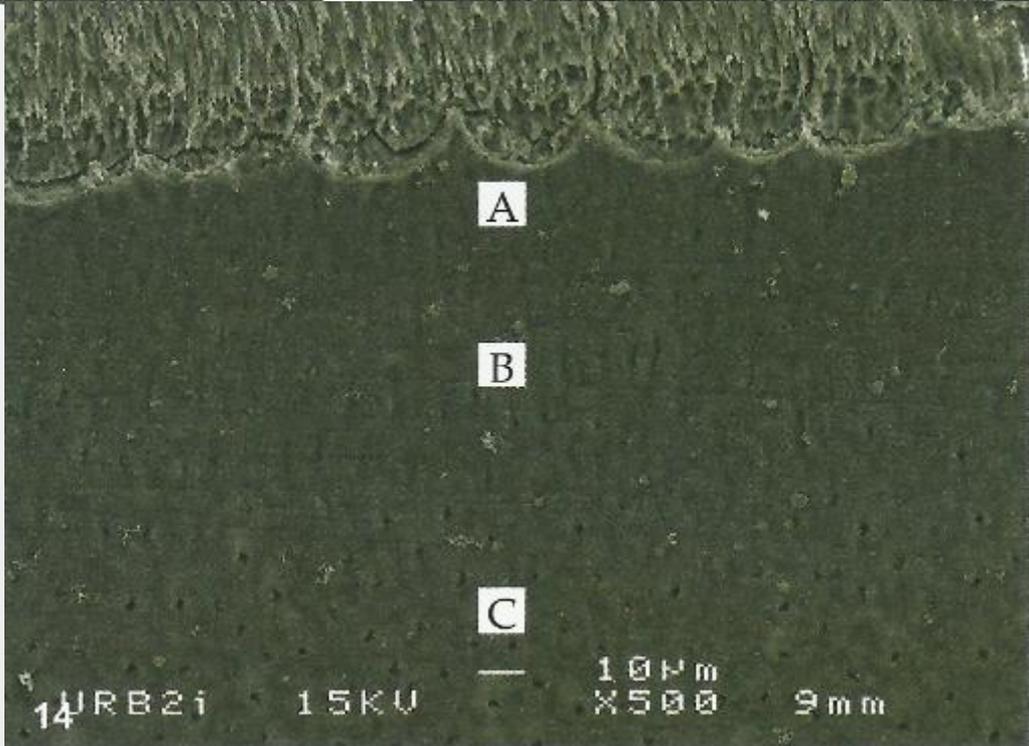


COUPE TRANSVERSALE ET HORIZONTALE DES PRISMES AMELAIRES



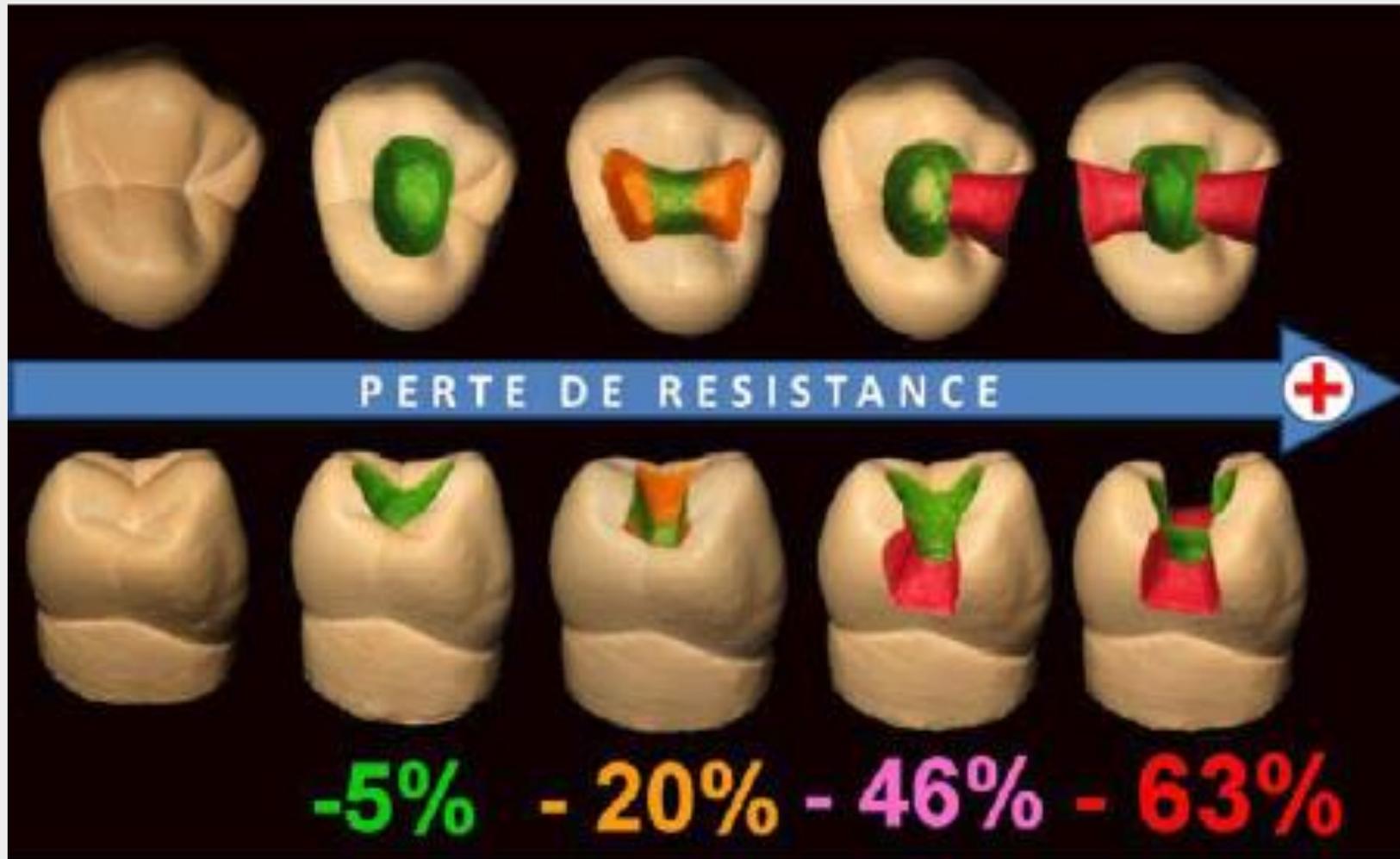


JAD / MICRO ET
MACRO FESTONS



RC 2014 VOL 25 N°4 2014 ATTAL JP

Perte de substance



*P. CORNE, P. DE MARCH,
AS. VAILLANT-CORROY*

Stratégie prothétique janvier - février 2016 ■ vol 16, n° 1

Charges biomécaniques

- Dentine
 - Minéralisée à 70%, structure canaliculaire et perméable
 - Déformation élastique et viscoélastique de la dentine : amortissement des contraintes de la mastication et stop à la propagation des fissures grâce aux ponts de fibres de collagène qui relient les berges de la fissure
 - Sa ténacité diminue de la Mantle Dentin en direction de la pulpe

Charges biomécaniques

- La proprioception de l'os alvéolaire et du ligament participe à cette dissipation des contraintes occlusales (régulation des contacts dento dentaires) par les mécanismes d'adaptation du système nerveux central
 - Adaptation contraction musculaire
 - Réflexes d'évitement

La dent fragilisée

- Perte de substance qui fragilise le plus la dent (carie, fracture, cavité d'accès, rétention) orientera le choix du type de reconstruction, partielle ou totale et des biomatériaux (céramique....;union)
- Le cerclage cervical de environ 3 mm due à l'intégrité des tissus durs dans cette zone " ferule effect", sa perte majeure les contraintes radiculaire et leur fracture. Notion tempérée par le collage
- Résistance mécanique
 - Quantité émail résiduel au niveau cervical
 - Rapport hauteur/épaisseur des parois
 - Continuité des parois

La dent fragilisée

- Résistance mécanique

- Quantité émail résiduel au niveau cervical
- Rapport hauteur/épaisseur des parois
- Continuité des parois
- Perte d'1/3 de l'émail Vest. → ↑ de 15% de la flexibilité coronaire de la dent
- Perte total de l'émail Vest. → ↑ de 116% de la flexibilité coronaire de la dent

Critères de choix d'une reconstruction

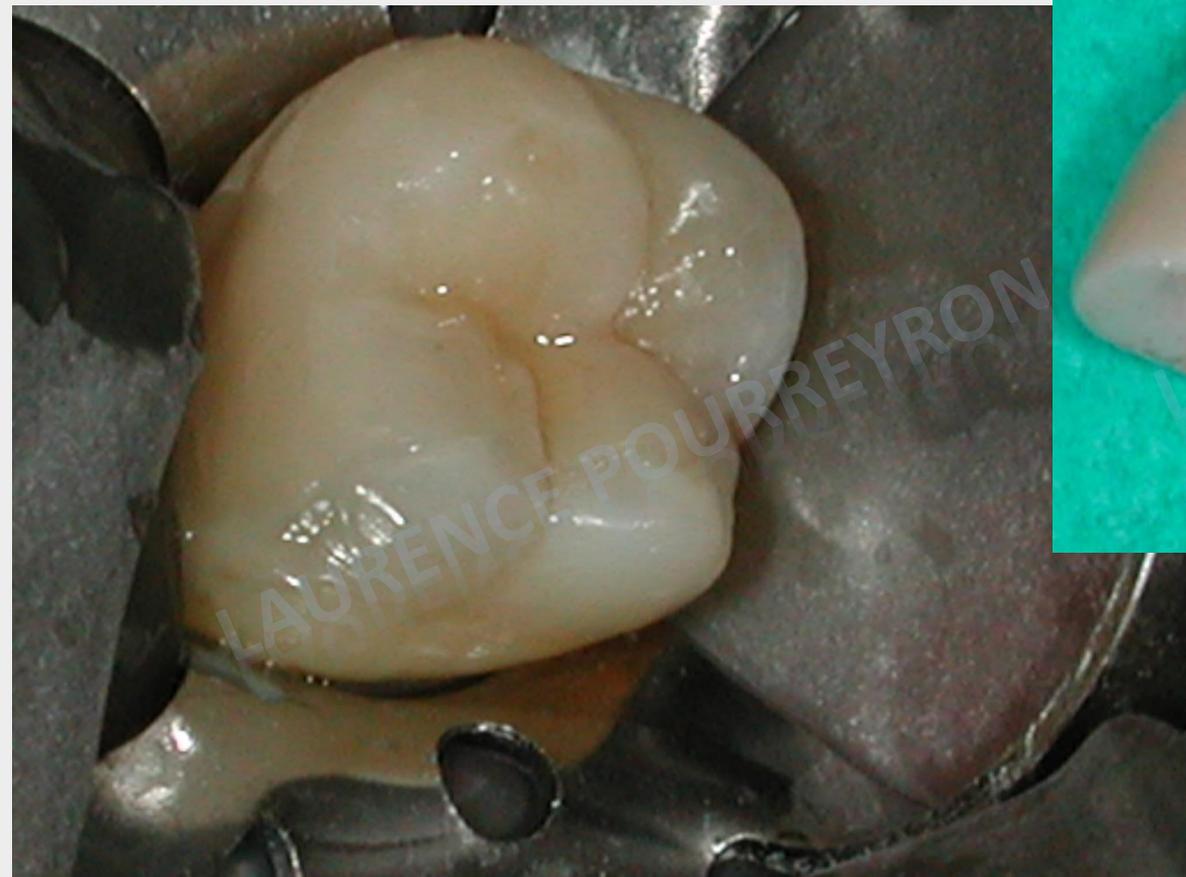
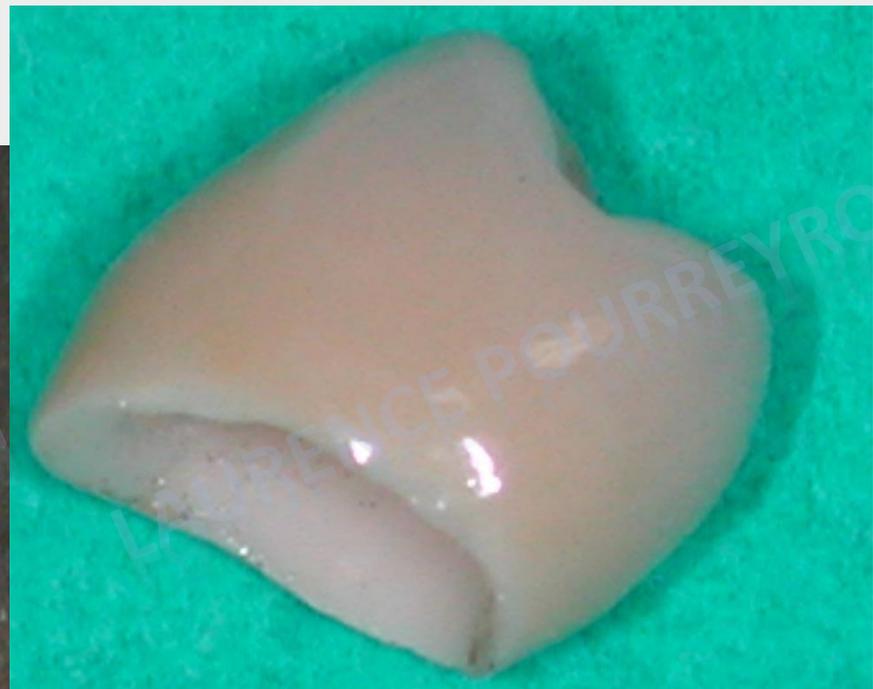
- Perte de substance
- Étendue de la zone de collage
- Zone de la dent
- Occlusion

Classification
de SisTa
lésions peu
étendues;
occlusales
→ MOD (2,3
& 4)

- Préservation de la vitalité pulpaire
- Composite collé
- Inlay collé, composite ou céramique (dent restaurée plus résistante que composite collé grâce au collage)







Occlusion et dent concernée

- Bon calage, bon centrage, pas d'interférence ni prématurités, guidage antérieur fonctionnel → molaires et prémolaires travaillent en compression.

Molaires et prémolaires sont donc principalement sollicitées en occlusion d'intercuspidie maximale (OIM), ou à proximité : inlay

- Si perte de substance telle que les parois de l'isthme de l'inlay sont inférieures à 1 mm ou que l'occlusion est défavorable, forces transversales sur les joints de colle : onlay par recouvrement des cuspidés



Occlusion et dent concernée

Molaires mandibulaires

- Les contraintes sont absorbées par la dentine de la FO vers le collet
- En ICM , forces verticales, travaillent en compression
- Mastication , forces obliques, travaillent en tension



- Majoration des contraintes région amélaire cervicale linguale



- Risque de fractures cuspidales linguales



Occlusion et dent concernée

Dents dépulpées

- Si dent dépulpée avec importante perte de substance (2/3 coronaire):
endocouronne mais uniquement en céramique plutôt sur les molaires
- Si prémolaires, possibilité de endoVprep (Jacques Raynal, Michel Fages)

Dents dévitalisées très délabrées

- Nombre de parois : 3 ou 4
- Hauteur de tissu dentaire résiduelle cervical; < 2 mm
- Endocouronne sur molaires et/ou ACR fibré collé et couronne collée
- Prémolaires et molaires ACR fibré collé et couronne collée
- Risques d'échecs majorés par la perte de tissu cervical et la perte de l'arche de renfort que sont les crêtes marginales

Occlusion et dent concernée

Dents antérieures

- délabrement peu conséquent : facette

En raison des propriétés mécaniques des céramiques dentaires et de la qualité des joints de collage, on estime que le collage de la facette, en rigidifiant la face vestibulaire de la dent, suffit à contrer les mouvements de flexion de celle-ci lors des contraintes occlusales

- Contrairement aux dents postérieures qui travaillent surtout en compression, les dents antérieures supportent d'avantage de contraintes de cisaillement (Akkayan, 2004).
- La face palatine sera particulièrement sollicitée en traction
- La face vestibulaire enregistre des contraintes de flexion

Choix du matériau prothétique

- Choisir le matériau en fonction de la situation clinique et de ses propriétés (résistance, esthétique, ...)
 - Dents postérieures
 - Disilicate de lithium
 - Polymères à haute performance PHP, en bloc CFAO
- Le concept de biomimétique intègre le choix de la forme, la couleur, le trajet de la lumière, l'opalescence, l'état de surface, le vieillissement et l'usure
- La céramique permet de reproduire la coque que représente l'émail et s'approcher ainsi de sa fonction

LES ALLIAGES METALLIQUES

- Métaux précieux: gold standard des inlays, onlays
- Adaptation, étanchéité, biocompatibilité, remarquables,
- Peu économes en tissus dentaires
- Cout élevé, inesthétique, polymétalisme

COMPOSITE COLLÉ

- 1^{ère} intention en méthode directe
- Solution la plus économe en tissu dentaire
- Réparable
- Taux de survie : 85% à 7 ans
- Dégradation occlusale et marginale, usure, surveillance
- Insuffisance de rigidité qui reproduirait l'émail, la rigidité de la dent ne serait pas restaurée
- En méthode indirecte,
 - - propriétés mécaniques et biologiques
↑↑ (taux de conversion)
 - Retrait de polymérisation ↓↓
 - Propriétés supérieures pour les composites en bloc usinables

Matériaux céramiques

- L'usure de reconstructions RCP céramique dépend des matériaux et tissus en contact, en ordre d'usure décroissant : zirconium < alumineuses < vitrocéramiques. Stratifiées < monobloc
- Vitrocéramique pressée ou usinée (blocs céramique), peu de polycristallines
- Les céramiques sont résistantes à la compression beaucoup moins en cisaillement ou flexion

Critères de choix céramique

- Substrat sur lequel elle sera collée
 - Module élasticité
 - Émail: 70-85 Gpa
 - Dentine : 18-20 GPa
 - Vitrocéramique: 60-95 Gpa
 - Composite; 10-13 à 30 Gpa
- Épaisseur de la restauration
 - Céramique fine et collage émail :
 - ϵ proches donc possible
 - Céramique fine et collage dentine :
 ϵ trop différents, contraintes seront concentrées dans la céramique qui se fracturera
- Biologiques
 - Céramiques parfaitement bio compatible, pas de relargage de monomères

Critères de choix céramique

- Mise en forme
 - Pas d'usinage pour les céramiques de faible épaisseur, préférer les pressées.
- Occlusion
 - Parafonctions, occlusion non équilibrée : composites et non céramiques ou contraintes Importantes: céramique monolithique
- Retouches
 - Faciles pour les composites, plus délicates pour les céramiques
- Ré-intervention
 - Le fraisage beaucoup plus facile avec des composites que de céramiques ou risques de fracture de la restauration et/ou tissu dentaire résiduel
- Esthétiques
 - Céramique pressée et émailage

Tableau 2 - Facteurs fonctionnels, biologiques, esthétiques et techniques orientant le choix vers une restauration partielle en céramique ou en composite

| | En faveur de la céramique | En faveur du composite |
|------------------------------|--|--|
| Facteurs fonctionnels | <ul style="list-style-type: none"> - antagoniste restaurée en céramique (restauration tout-céramique ou céramo-métallique) - nécessité de stabiliser l'occlusion ou les contacts proximaux | <ul style="list-style-type: none"> - antagoniste restaurée au composite - perte de substance essentiellement - dentinaire - épaisseurs fines (par exemple au niveau des bords ou cavité moyennement profonde et dents adjacentes anfractueuses) et préparation en partie dentinaire - bruxisme léger ou modéré - nécessité potentielle de réparation ou ajustement de la face occlusale après collage. |
| Facteurs biologiques | <ul style="list-style-type: none"> - terrain allergique - patient inquiet de la toxicité des matériaux dentaires | <ul style="list-style-type: none"> - dent pulpée symptomatique ou risque de nécessité de traitement endodontique |
| Facteurs esthétiques | <ul style="list-style-type: none"> - patient très exigeant sur le plan de l'esthétique | <ul style="list-style-type: none"> - limite vestibulaire (onlay, overlay) et pas de photographie endobuccale transmise au prothésiste |
| Facteurs techniques | | <ul style="list-style-type: none"> - mise en forme par CFAO (usinage) |

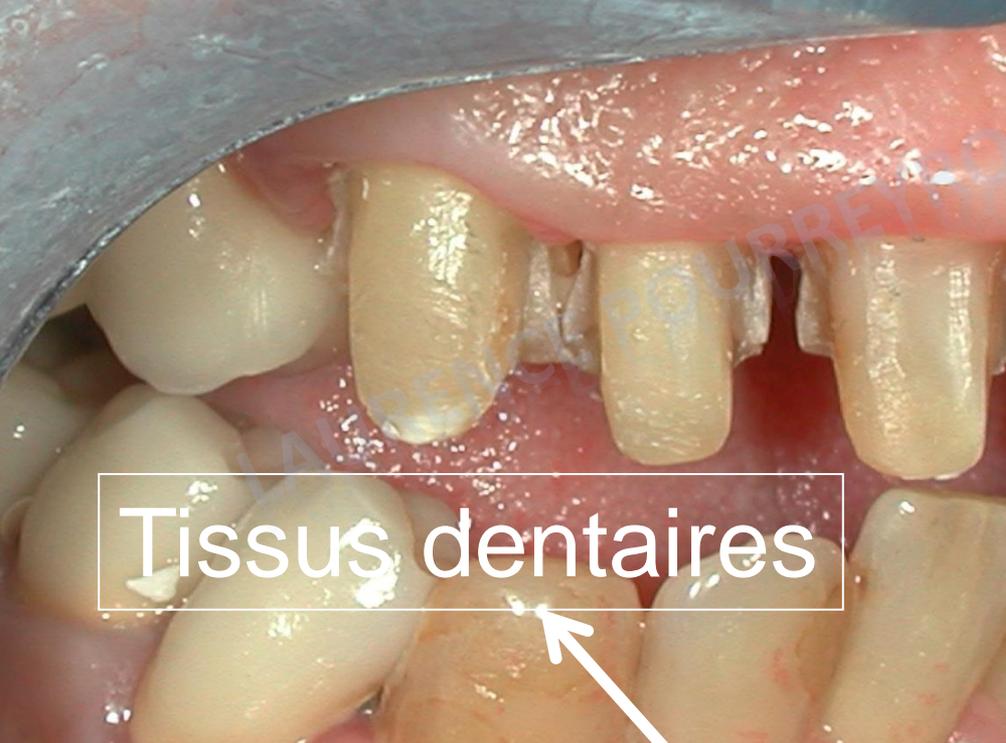


Problématique

Tissus dentaires

Adhésion
Etanchéité

Restauration



Le collage

- Privilégier toujours le collage, (quelque soit le matériau et la vitalité)
- Assure l'étanchéité des restaurations (vitalité pulpaire, caries)
- l'adhésion restaure une unité biomécanique dent-restauration qui reçoit et disperse en son sein les contraintes subies.

L'adhésion doit reproduire la continuité structurelle entre l'émail et la dentine (Magne 2016, Biomatériaux cliniques)

Le collage

- Valeurs cohésives fortes
- Grande résistance à la flexion et à la compression
- Faible solubilité
- Adhésion chimique
- Renforcement des structures dentaires
- Amortissement des contraintes grâce à leurs comportement viscoélastiques

Seuls les systèmes adhésifs chargés peuvent reproduire la JAD, à l'exception des systèmes tout en un et présentent une polymérisation complète respectant la couche hybride (Magne)

Le collage

- Coefficient d'expansion thermique plus élevé
- Contraction de prise (coefficient C)
 - L'épaisseur du joint < 3 fois minimum l'épaisseur de la céramique (cracks par contraction de prise et réactions thermiques)
- Isolation
- Mise en œuvre +/- difficile opérateur dépendant

Réaliser un scellement dentinaire immédiat

Le collage

| Colles | | | |
|---------------------|---|--|--|
| Photopolymérisables | RPC fines, translucides Esthétiques +++++ | Temps de travail +++ Prise rapide | Polymérisation incomplète |
| Chémopolymérisables | Non utilisées | | |
| Colles duales | Toutes les RPC | Temps de travail +/- Prise +/- rapide | Polymérisation plus complète Incompatibilité SAM |





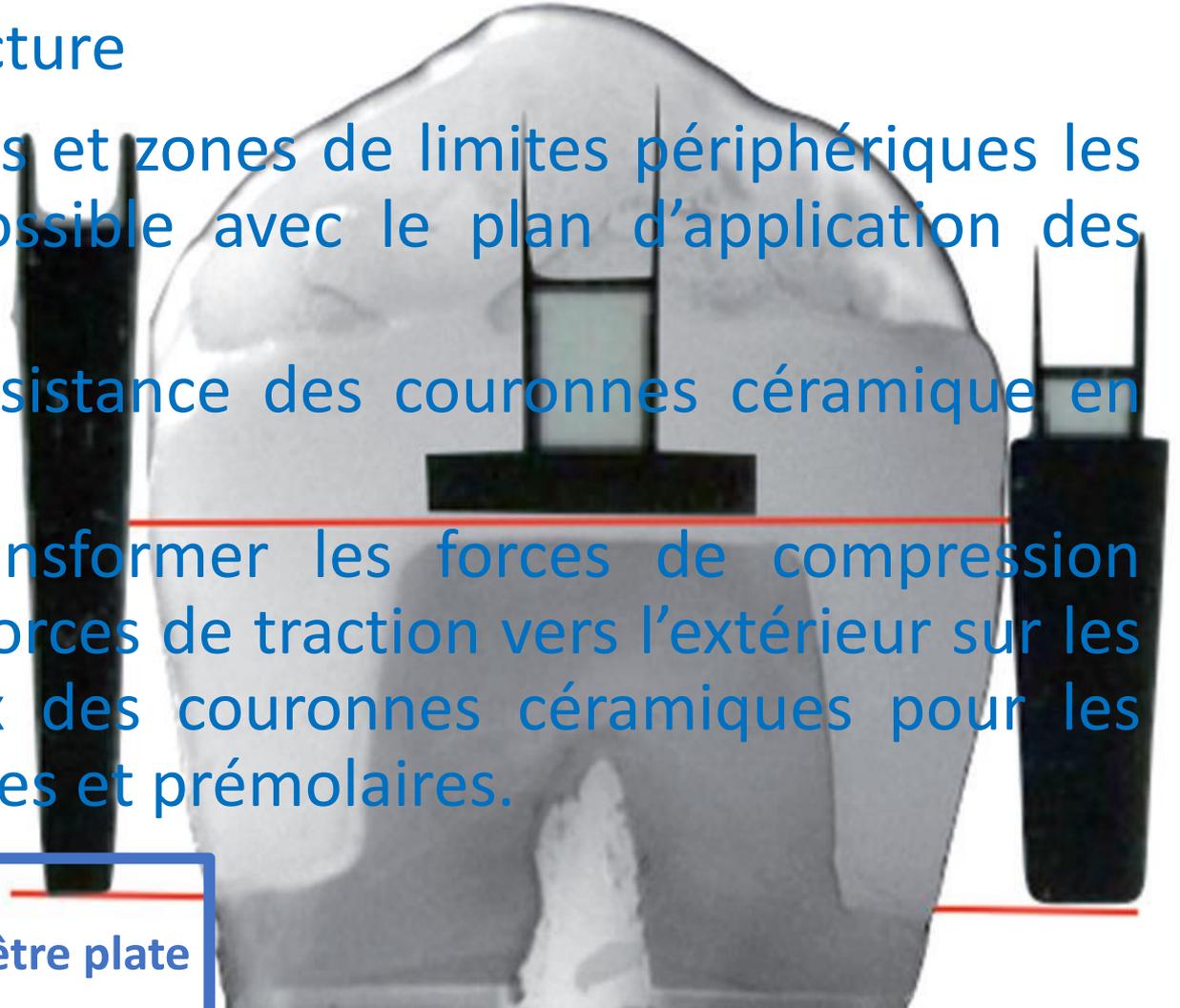


- Ces paradigmes donnent naissance à de nouvelles formes de préparations avec de nouvelles fraises
- La forme de la préparation a une grande incidence sur la résistance des restaurations

Forme des préparations

- FORME DE LA FO

- Arrondie : concentration des contraintes sur le sommet de l'arrondi → fracture
- Surfaces occlusales et zones de limites périphériques les plus parallèles possible avec le plan d'application des forces occlusales
 - facilitent la résistance des couronnes céramique en compression
 - évitent de transformer les forces de compression occlusales en forces de traction vers l'extérieur sur les murs verticaux des couronnes céramiques pour les groupes molaires et prémolaires.



Face occlusale doit être plate

Forme des préparations

- **Forme de la FO**

- Des surfaces occlusales obliques de 60° à 0° (facilitent la mise en forme structurée de faces occlusales sur le principe de la pseudo-homothétie)
 - assurent un usinage précis de la céramique avec des robotiques de 3 à 5 axes.



Face occlusale préparation crocodile

Forme des préparations

La dépouille

Son augmentation $> 7^\circ$

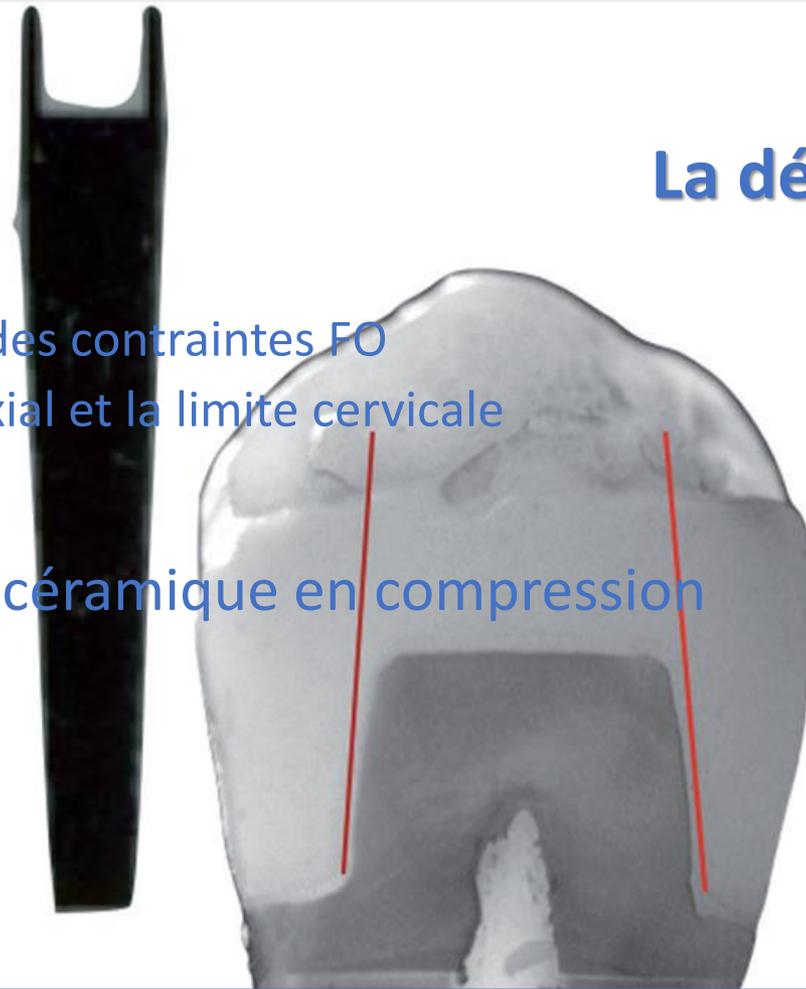
- Favorise une augmentation des contraintes FO
- Ouvre l'angle entre le mur axial et la limite cervicale



Absence de blocage de la céramique en compression



Fracture



Valeur minimale de dépouille : 7% dans l'axe

- Assure la stabilité primaire de la couronne ,opposabilité des murs

Forme des préparations

• **Forme limite**

- Plus la pente cervicale augmente, plus le risque de fracture est important, l'arrondi favorise le glissement de la céramique & l'ouverture de la céramique
- Le congé $\frac{1}{4}$ de rond favorise la résistance de la céramique dans les zones de flexion
- Situation dans les 2/3 FV pour les des raisons esthétiques

L'épaulement à angle interne droit évite le glissement de la céramique, favorise son blocage, permet le travail en compression de la céramique donc favorise sa résistance dans les zones de compression

Pour les dents antérieures

- limite $\frac{1}{4}$ de rond face vestibulaire permet une flexion de la céramique en harmonie avec le support dentaire pour les groupes incisivo-canins dans les zones de flexion:

- limite épaulement angle interne droit augmente la compression de la céramique

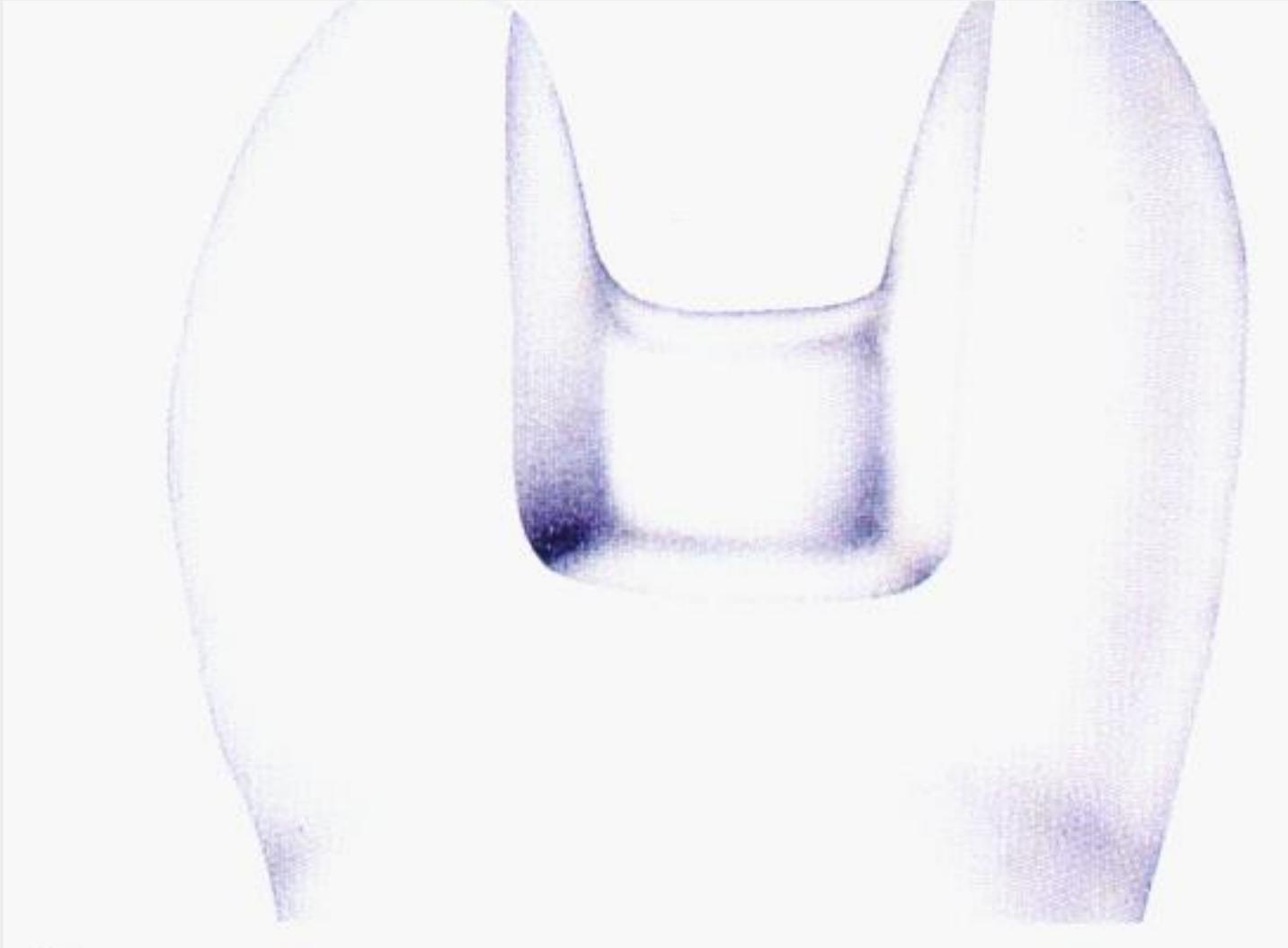


Jacques Raynal

Stratégie prothétique 2014
vol 14, n° 2



Inlay , Onlay céramique



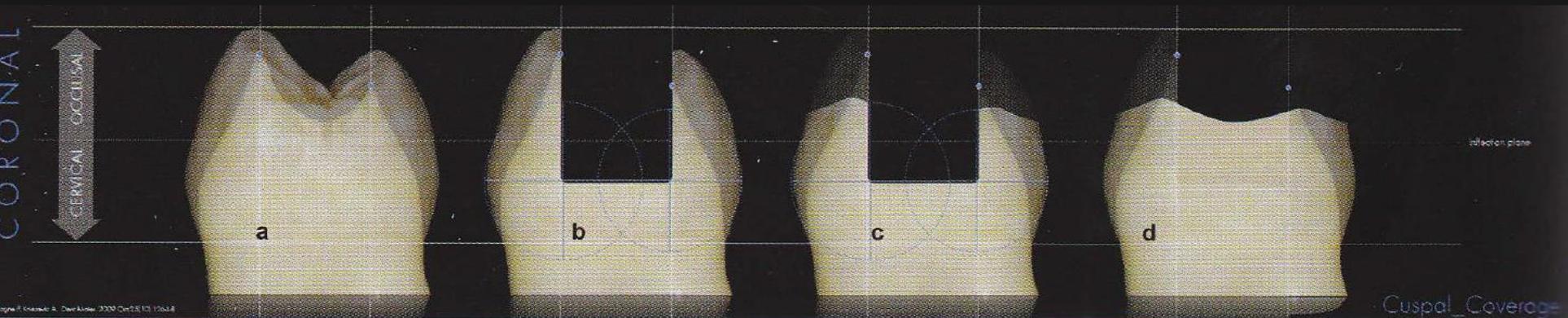


Fig. 3 - Critères histo-anatomiques de réduction cuspidienne (images Panaghiotis Bazos)

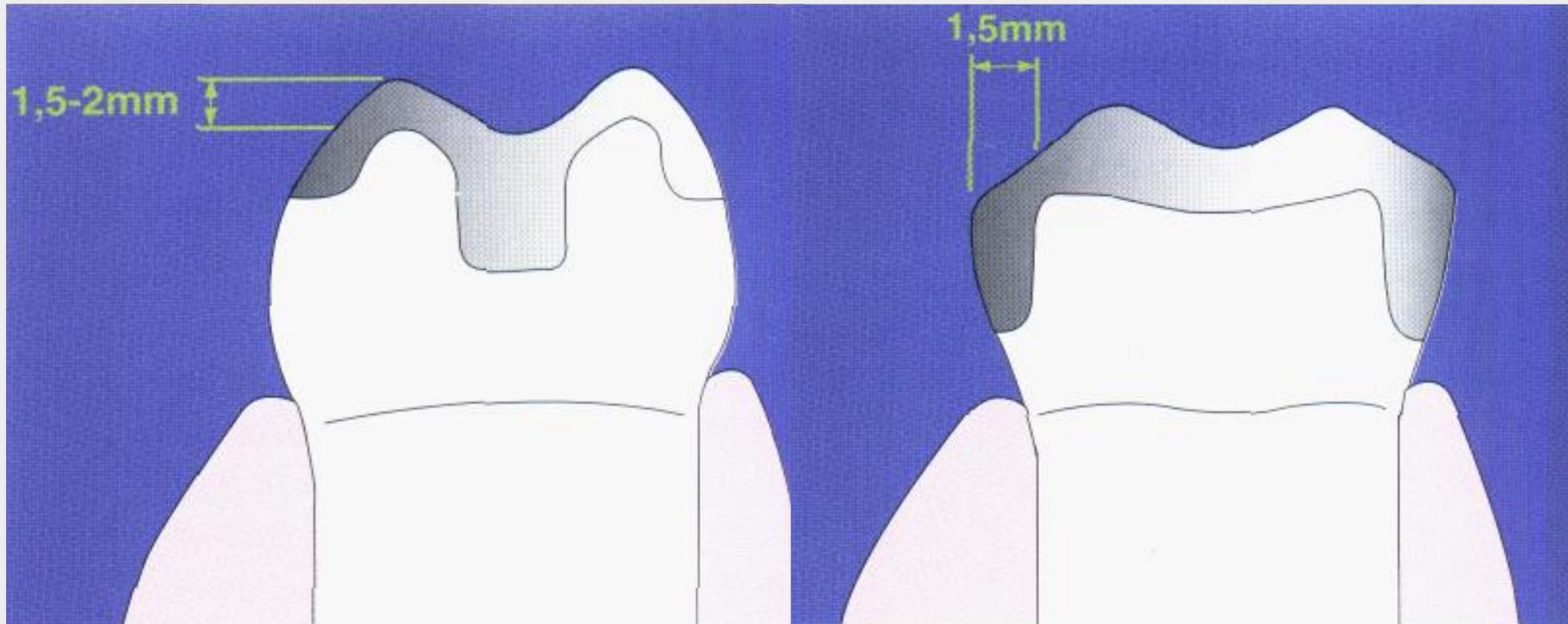
Visualisation de la structure histo-anatomique d'une prémolaire supérieure. La courbure de la dentine, convexe au tiers cervical, s'inverse et devient concave entre le tiers cervical et la moitié de la hauteur coronaire, délimitant deux étages distincts du point de vue biomécanique; l'étage cervical et l'étage occlusal.

Schématisation d'une cavité d'inlay. Si la largeur de la cavité déborde le sommet d'une cuspide dans le sens vestibulo-palatin, cette dernière doit être recouverte. Si la profondeur de la cavité est supérieure à la largeur de la base d'une paroi résiduelle ($\text{hauteur/épaisseur} > 1$), celle-ci doit être recouverte pour réduire le bras de levier.

Du point de vue clinique, le recouvrement cuspidien situe la limite cervicale aux environs du tiers cervical de la hauteur coronaire.

Le reste de la cavité est comblé au composite (rôle de substitut dentinaire), afin de ménager une épaisseur constante pour la pièce prothétique.

Inlay , Onlay céramique



- Concept mécaniste
voir réalités cliniques
 - 2010 21 2 et 3
 - 2013