Introduction aux systèmes adhésifs en dentisterie restauratrice



AS

P L A N

I. Objectifs

II. Définition

III. Critères requis

- A. Biocompatibilité
- B. Adhésion et étanchéité
- C. Durabilité
- D. Simplicité et fiabilité de mise en œuvre

IV. Classifications

- A. L'approche historique
- B. L'approche rationnelle

V. Mécanismes d'action des différents systèmes

- A. M&R
  1. M&R III
  2. M&R II
- B. SAM
  1. SAM II
  2. SAM I

UNIVERSEL / MULTI-MODES

VI. Efficacité des systèmes adhésifs

- A. Influence de l'acidité des agents de mordançage
- B. Compatibilité
- C. Considérations pratiques et sensibilité post-opératoire
- D. Qualité et durabilité de l'interphase dentine -adhésif

VII. Choix du système adhésif

- A. Type de substrats
- B. Temps de mordançage
- C. Type de matériau à coller
- D. Risque de sensibilité post-opératoire accru
- E. En fonction de la situation clinique
- F. Dans tous les cas faire attention

VIII. Bibliographie

I. OBJECTIFS

- Comprendre et retenir les mécanismes d'action des adhésifs amélo-dentinaires

- Savoir mettre en œuvre le système adhésif



II. DEFINITION

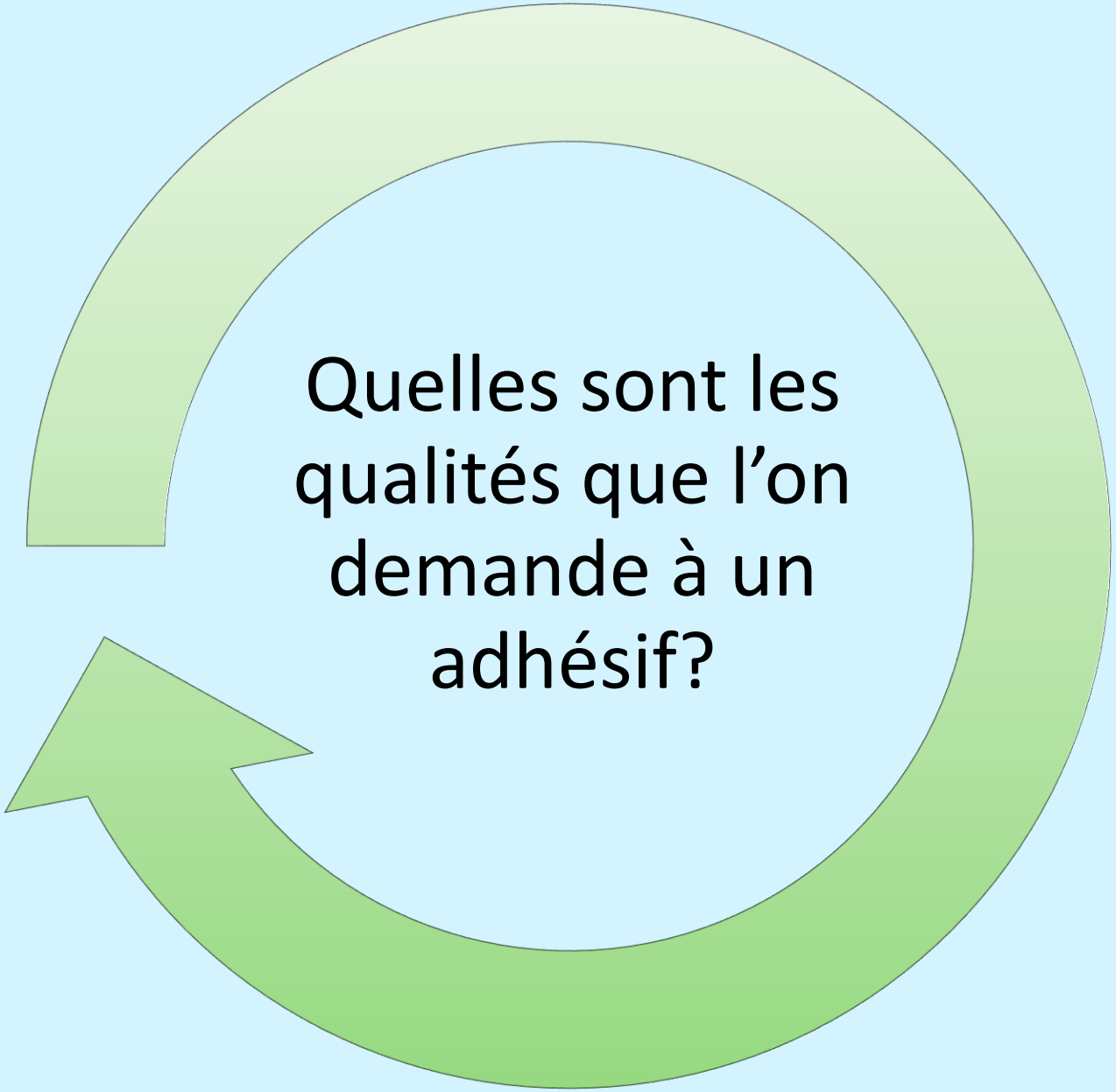
01

Les adhésifs amélo-dentinaires sont des biomatériaux d’interfaces.

02

Ils contribuent à former un lien idéalement adhérent et étanche entre les tissus dentaires calcifiés et des biomatériaux de restauration ou d’assemblage.

III. CRITERES REQUIS



- Biocompatibilité
- Adhésion et étanchéité
- Durabilité
- Simplicité et fiabilité de mise en œuvre

A. Biocompatibilité

- *L'adhésif idéal*
  - Non néfaste pour le praticien ou pour le patient
  - Non Toxique
  - Non Allergique
  - Non Mutagène
  - Non Cytotoxique pour la pulpe

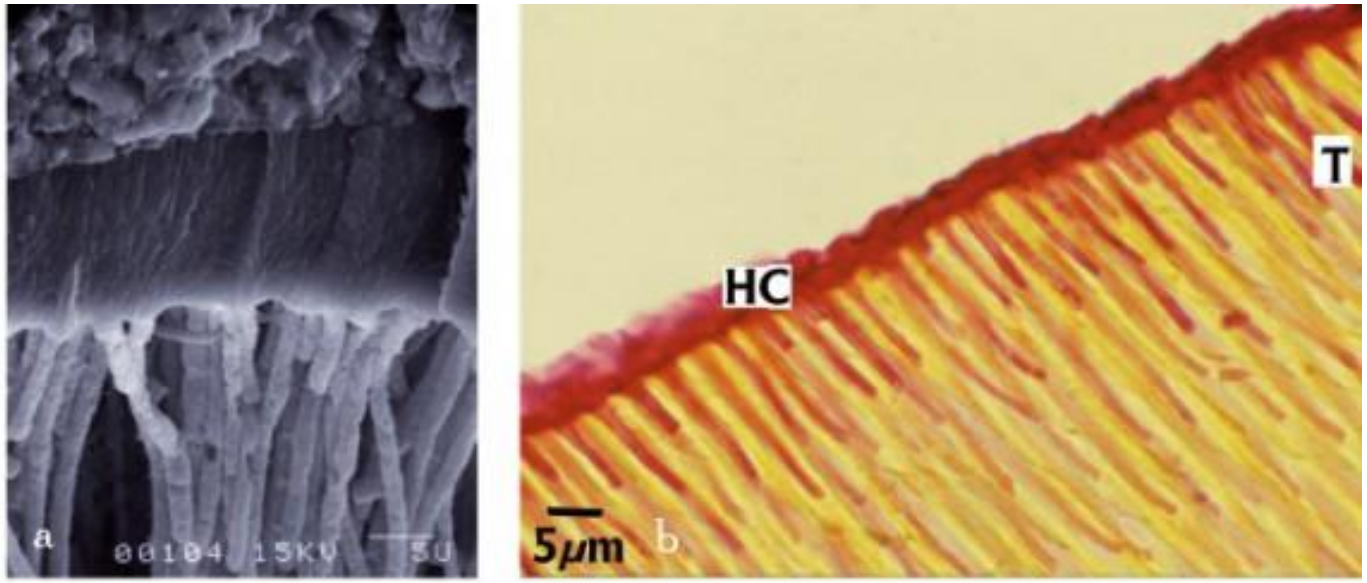


B. Adhésion et étanchéité

- Doit **COLLER**
- Assurer un joint adhérent
- Joint et résistance immédiate
- Étanche à l'échelle du nanomètre :

  - éviter la percolation bactérienne (µm)

  - éviter la pénétration de fluides générateurs de sensibilités post-opératoires (nm)

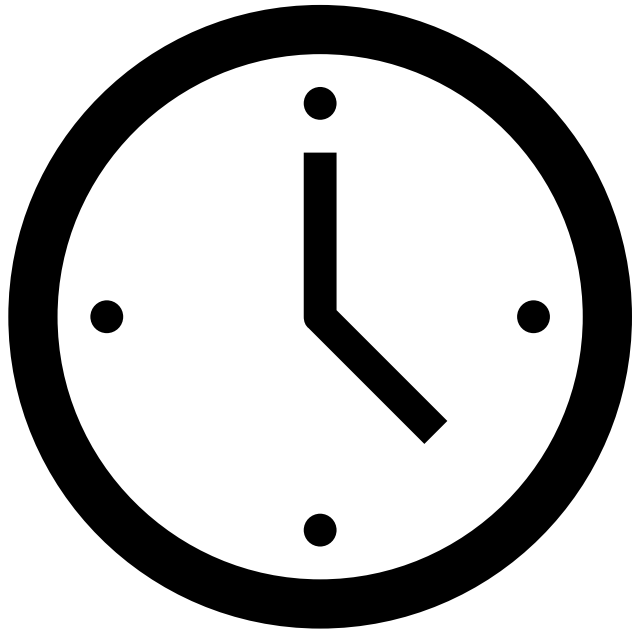


Interface obtenue après application d'un système adhésif à mordançage préalable

(Tay FR, 1996).

C. Durabilité

- Qualité d'adhérence et d'étanchéité doivent être immédiates et durables dans le temps pour éviter:
  - colorations marginales
  - caries récurrentes
  - sensibilités
  - perte de la restauration



D. Simplicité

- **Fiable et reproductible.**

- Actuellement très sensible à la manipulation
  - ➔ Prérequis obligatoire : **DIGUE**

- La mise en œuvre peut compromettre la durabilité du collage.



IV. CLASSIFICATION

Approche historique – Approche rationnelle

A. Approche Historique

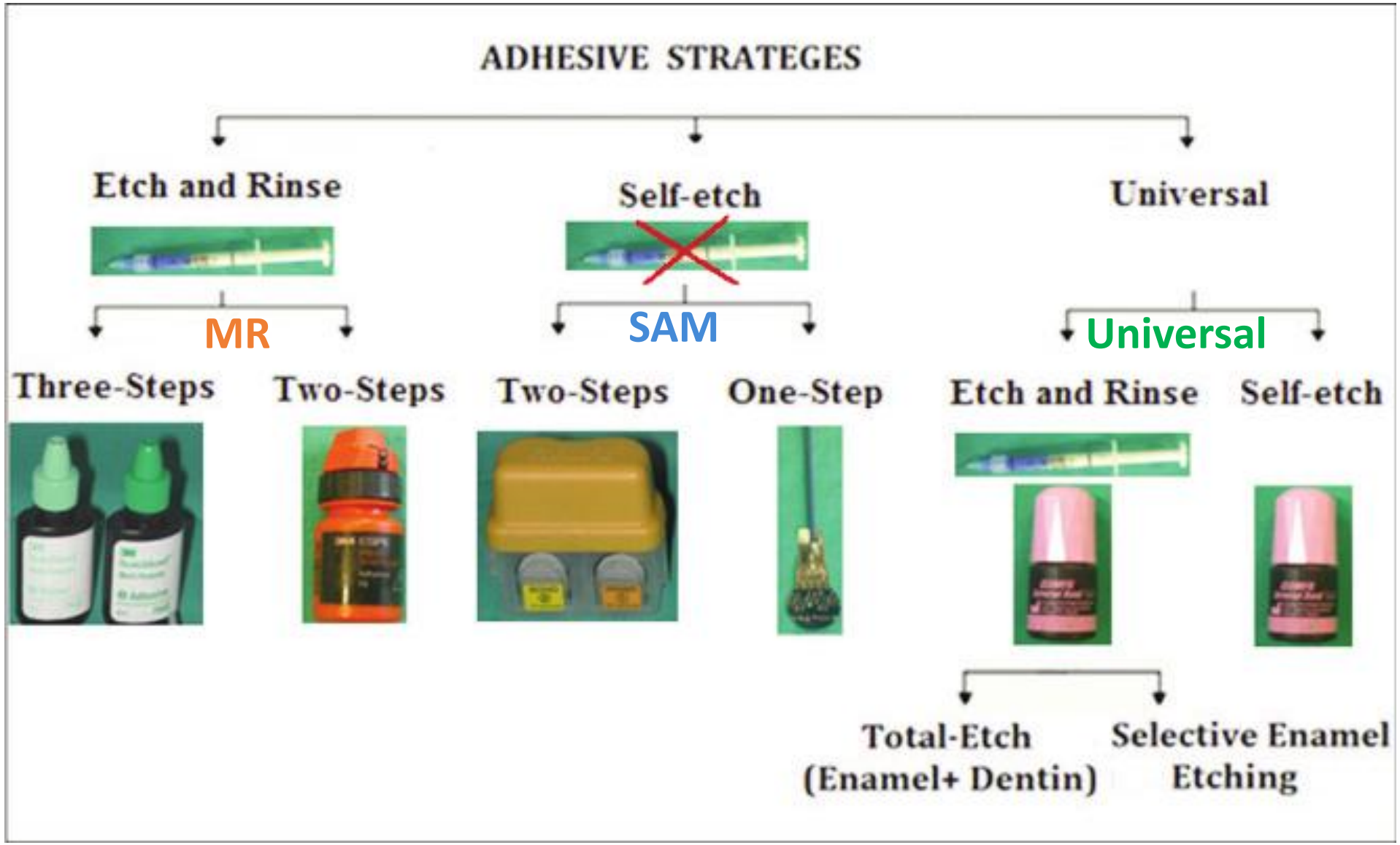
1ère génération	• Couche hybride
2ème génération	• Aucun traitement préalable • Adhérence de la boue dentinaire sur la dentine = 5 MPa
3ème génération	• Concept de SYSTÈME adhésif • Adhérence à la dentine = 8 à 12 MPa
4ème génération	• Concept du mordançage simultané de la dentine et de l'émail = acide phosphorique ➔ adhésion micromécanique
5ème génération	• Ergonomie ➔ primaire et adhésif dans le même flacon
6ème génération	• Système auto-mordançant = mordançage et primaire réunie
7ème génération	• Les systèmes adhésifs « tout en un »

B. Approche Rationnelle

En fonction du mode d'action

Adhésifs total etching
(Mordançage/Rinçage)
=MR

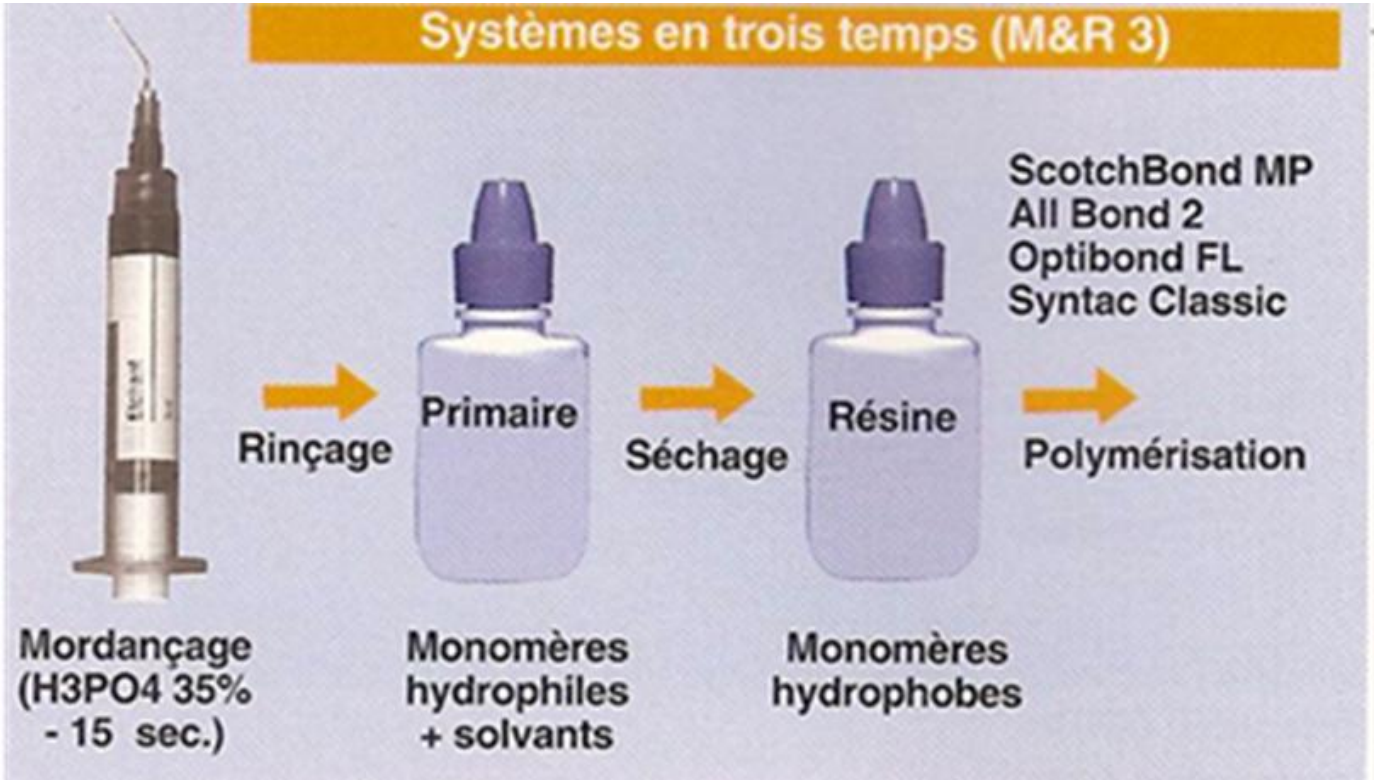
Adhésifs self etching
(Système Auto-Mordançant)
= SAM


ADHESIVE STRATEGES
Etch and Rinse
Self-etch
Universal
MR
SAM
Universal
Three-Steps
Two-Steps
Two-Steps
One-Step
Etch and Rinse
Self-etch
Total-Etch
(Enamel+ Dentin)
Selective Enamel
Etching

M&R III

MORDANÇAGE ET RINÇAGE

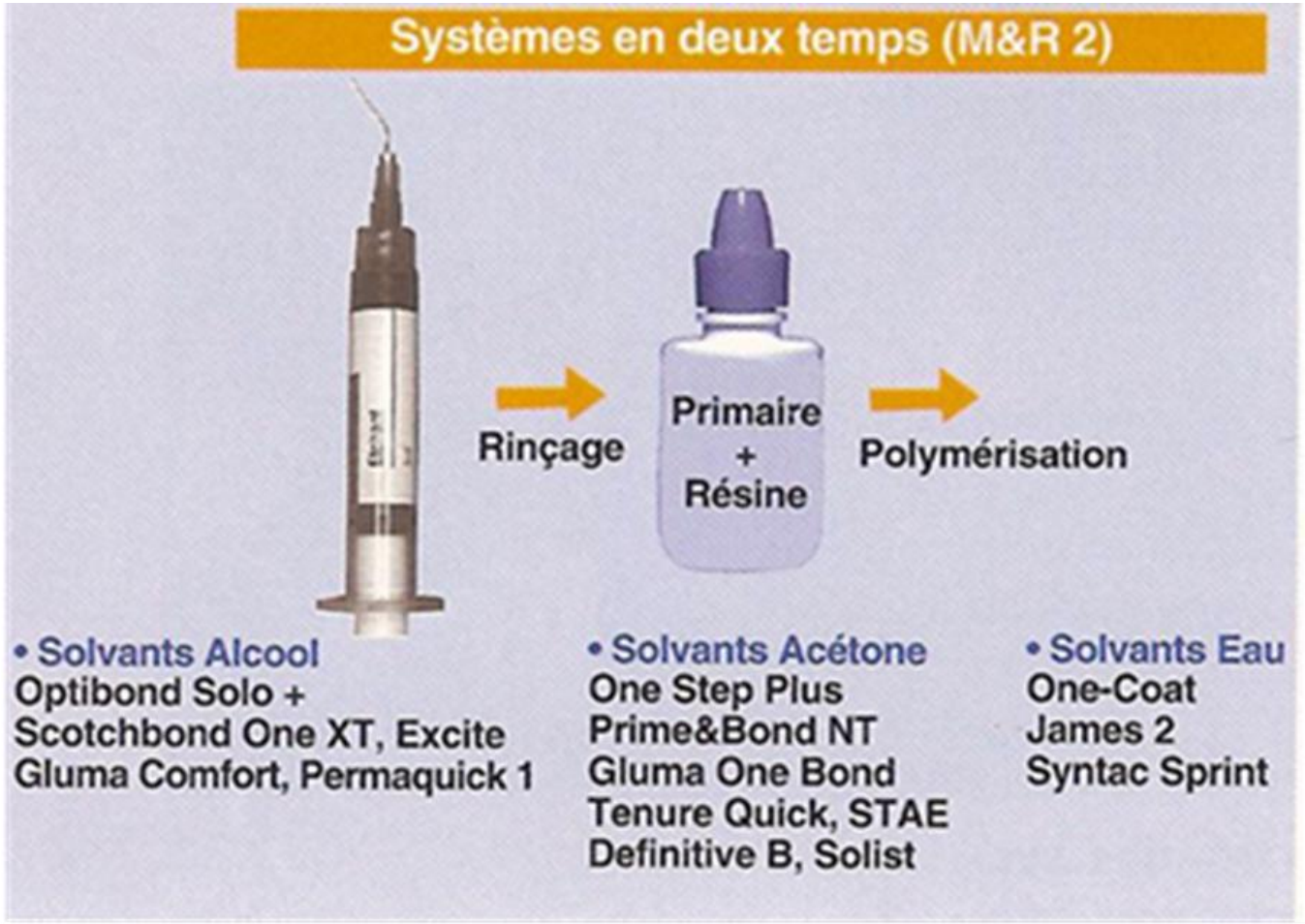
- **3 temps (M&R III)**
- 2 temps (M&R II)



M&R II

MORDANÇAGE ET RINÇAGE

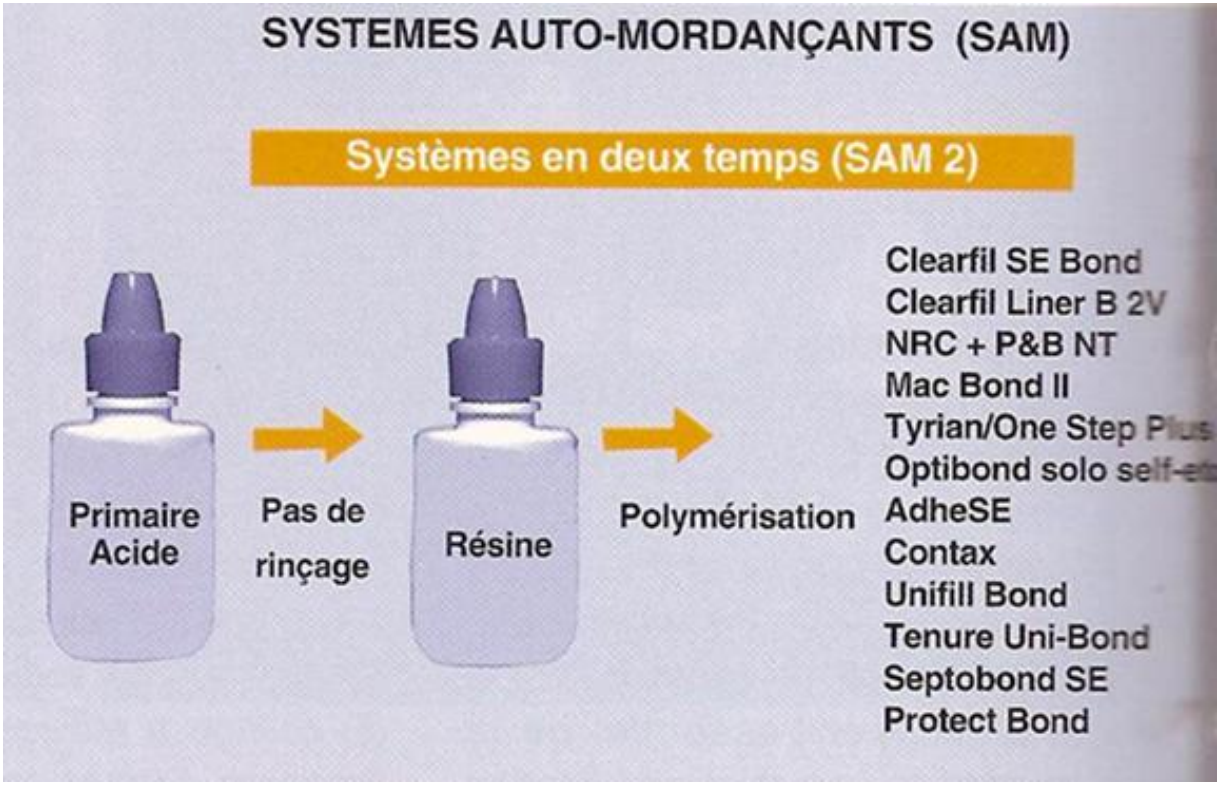
- 3 temps (M&R III)
- **2 temps (M&R II)**



SAM II

SYSTÈME AUTO-MORDANÇANT

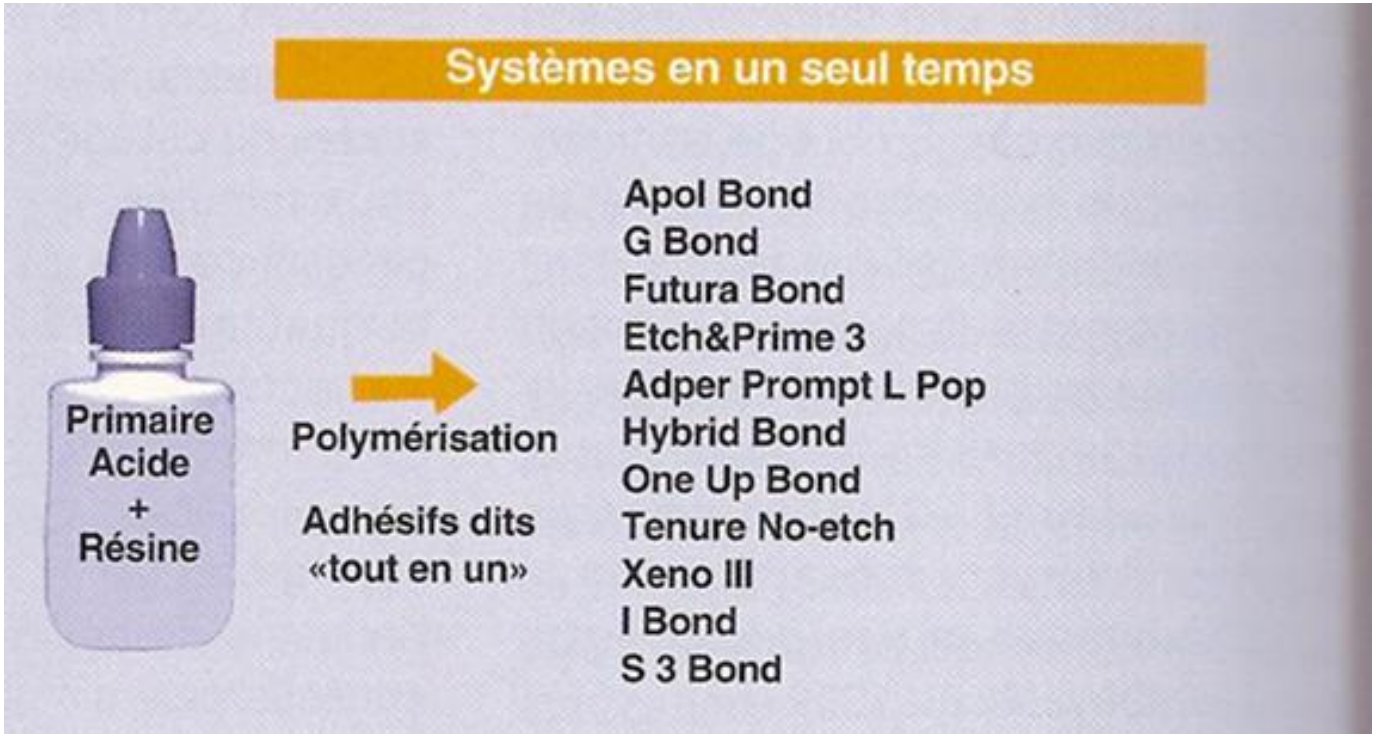
- **2 temps (SAM II)**
- 1 temps (SAM I)



SAM I

SYSTÈME AUTO-MORDANÇANT

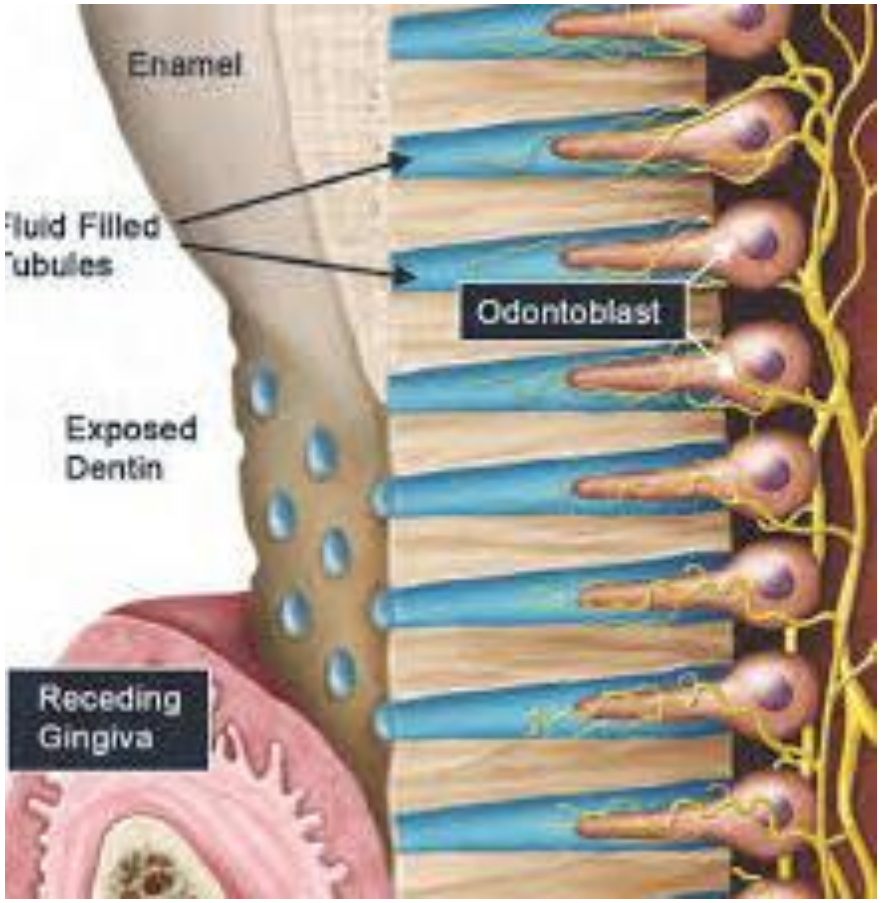
- 2 temps (SAM II)
- 1 temps (SAM I)



V. MÉCANISMES D'ACTION DES DIFFERENTS SYSTEMES

Email : hydroxyapatite

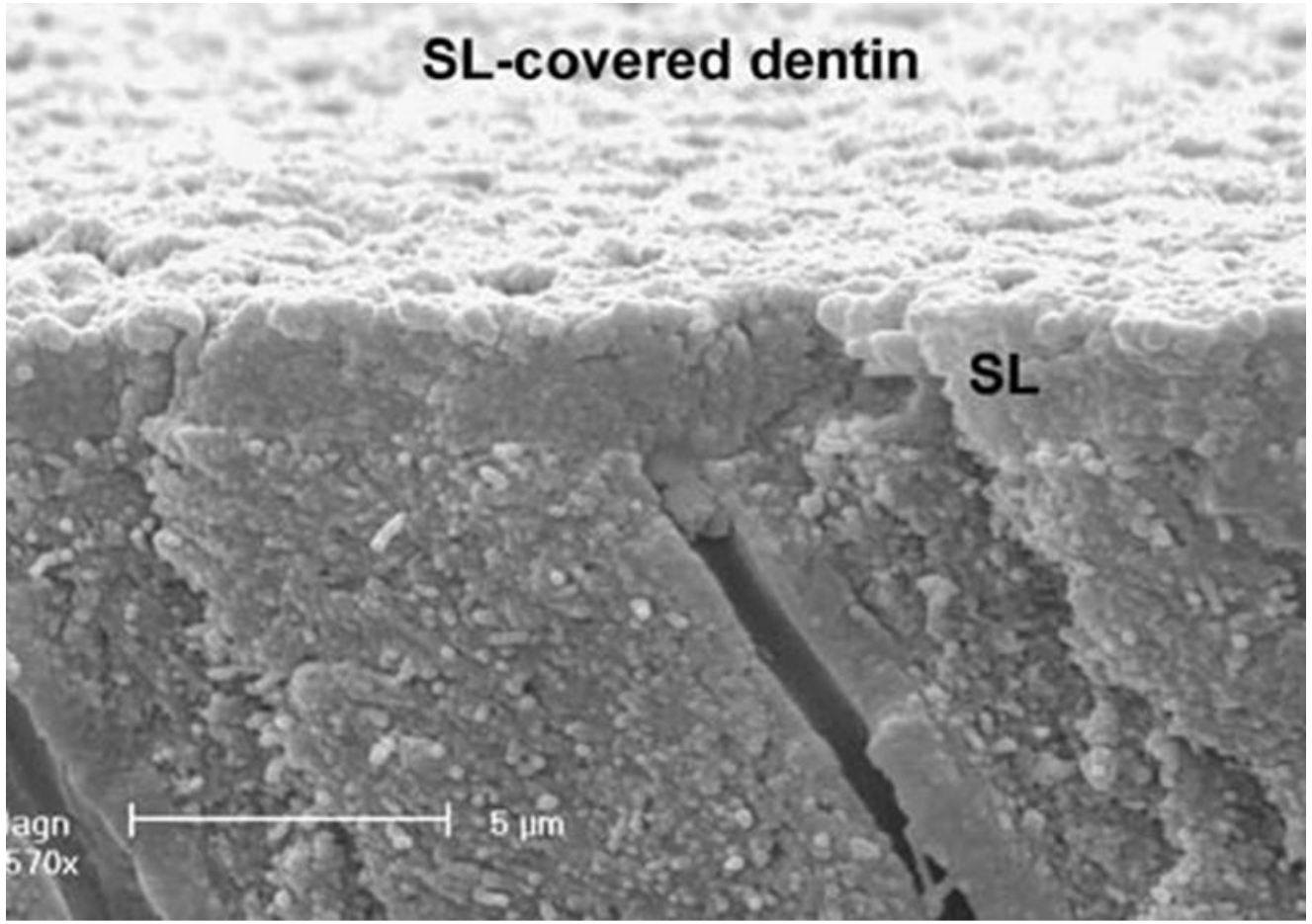
Dentine = Complexe Pulpo-Dentinaire



BOUE DENTINAIRE (*smear layer*)

- Couche poreuse et hétérogène formée de débris de fraisage (hydroxyapatite, protéines, bactéries).

- 1 à 3 µm



Images MEB de la topographie de la dentine produites par une préparation sèche
L'épaisseur de la couche de boue dentinaire est d'environ 3 µm

Bortolotto T, (2009)

Mordançage



Déminéralisation par un acide des surfaces dentinaires et amélaires.

TRAITEMENT ACIDE

Mordançage

EMAIL ET DENTINE

ELIMINER

BOUE DENTINAIRE

STABILISER

BOUE DENTINAIRE

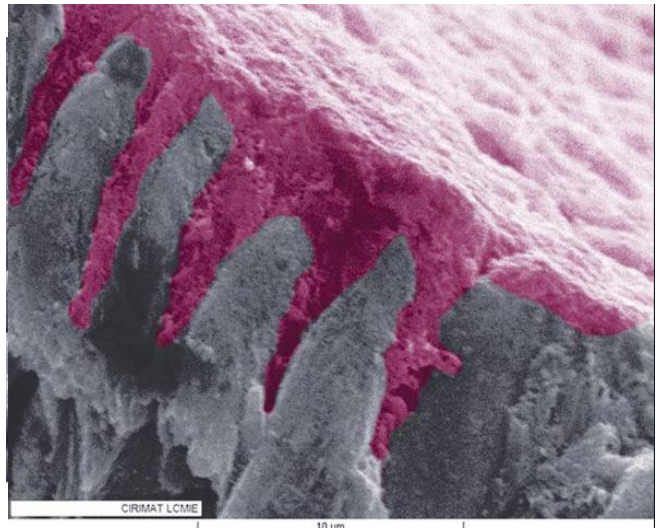
MICRO-RUGOSITÉS

MICRO-POROSITÉS

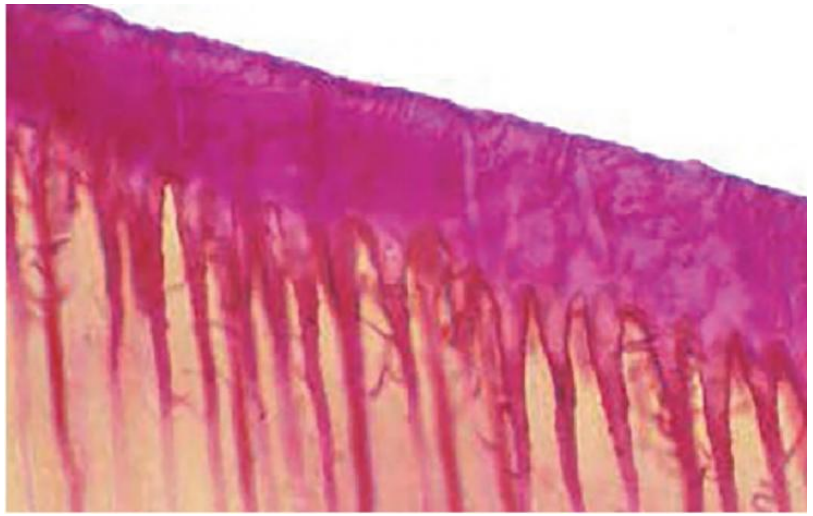
EMAIL ET DENTINE

INFILTRATION

MONOMÈRES



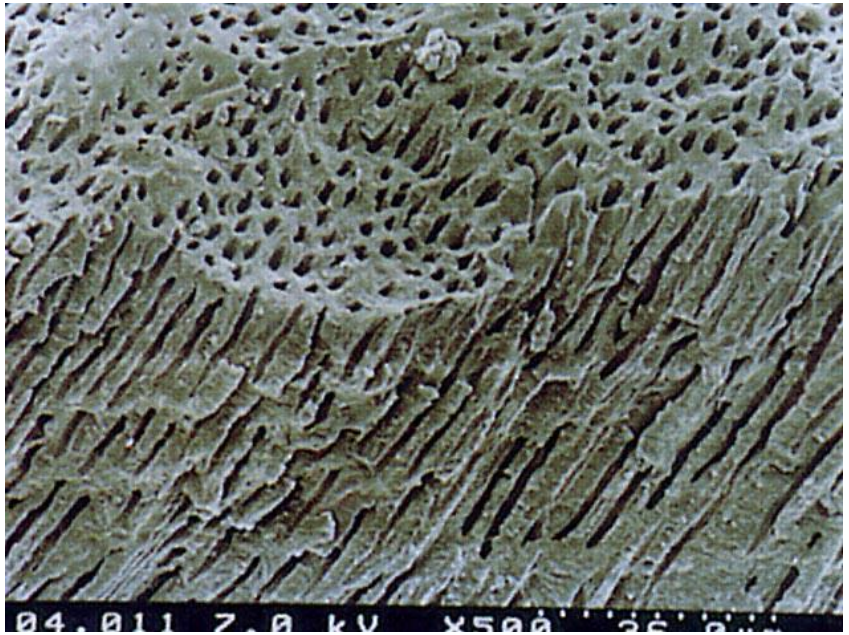
Microphotographies de microscopie électronique à balayage de l'action d'un gel d'acide phosphorique à 37 % sur l'émail.

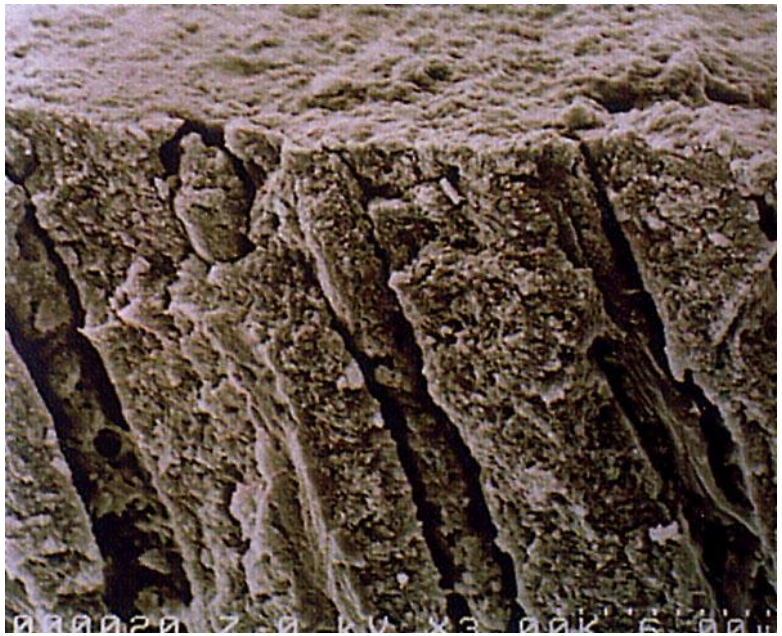


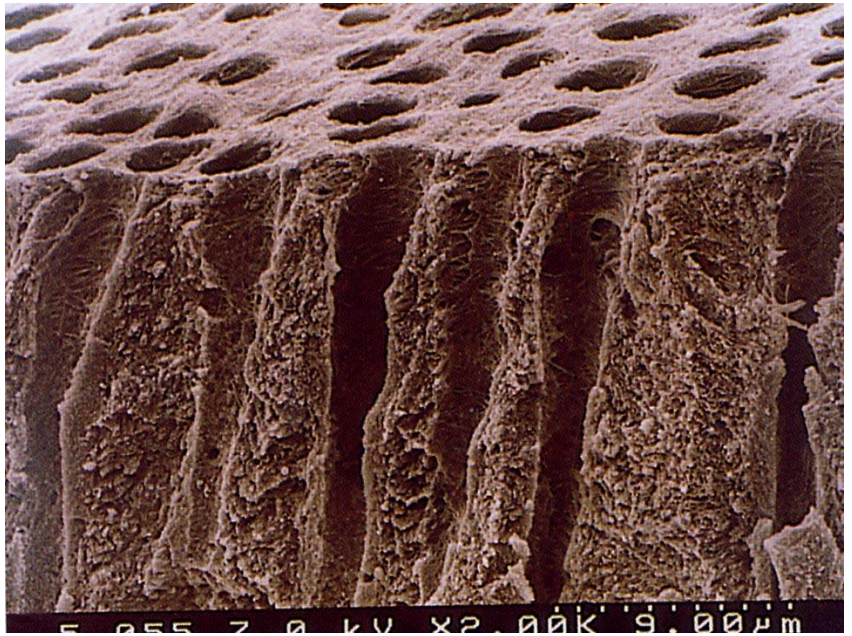
Microphotographie de microscopie électronique à balayage montrant l'action d'un gel d'acide phosphorique sur la dentine.

http://_65430983298_1_1430251200.id.elteg.net/011025-23498-Les-systemes-adhesifs-amelo-dentinaires-avec-mordancage-prealable-et-rincage.html_3

Le **mordançage** de la dentine

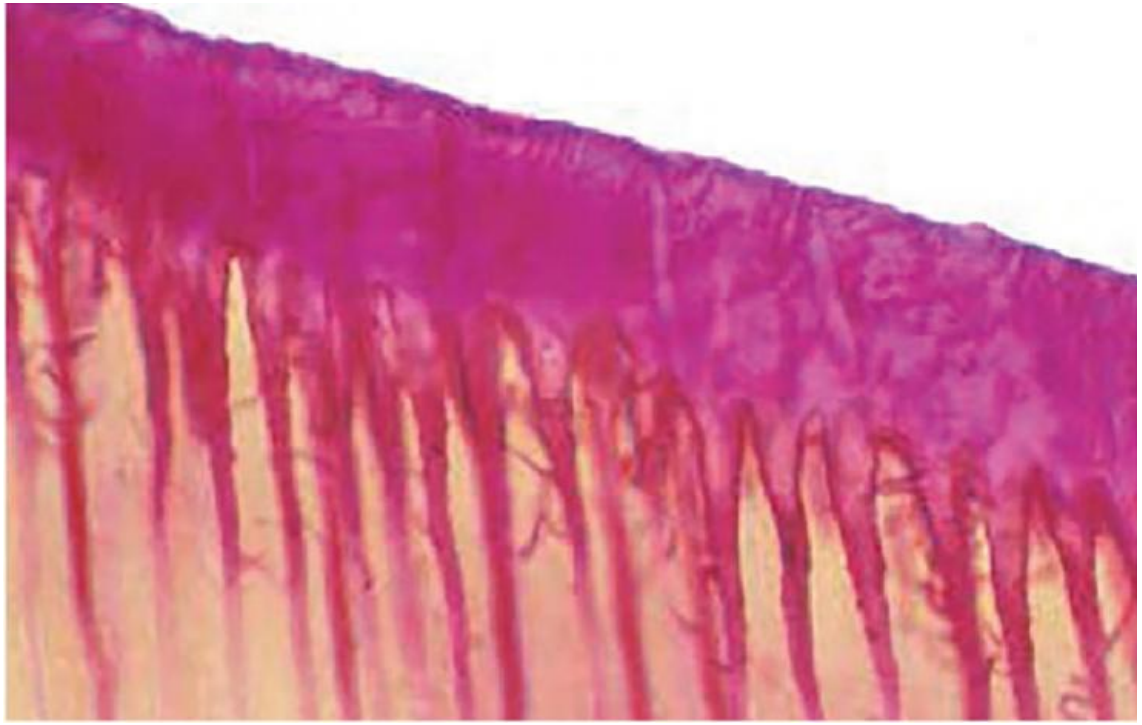






La couche hybride:

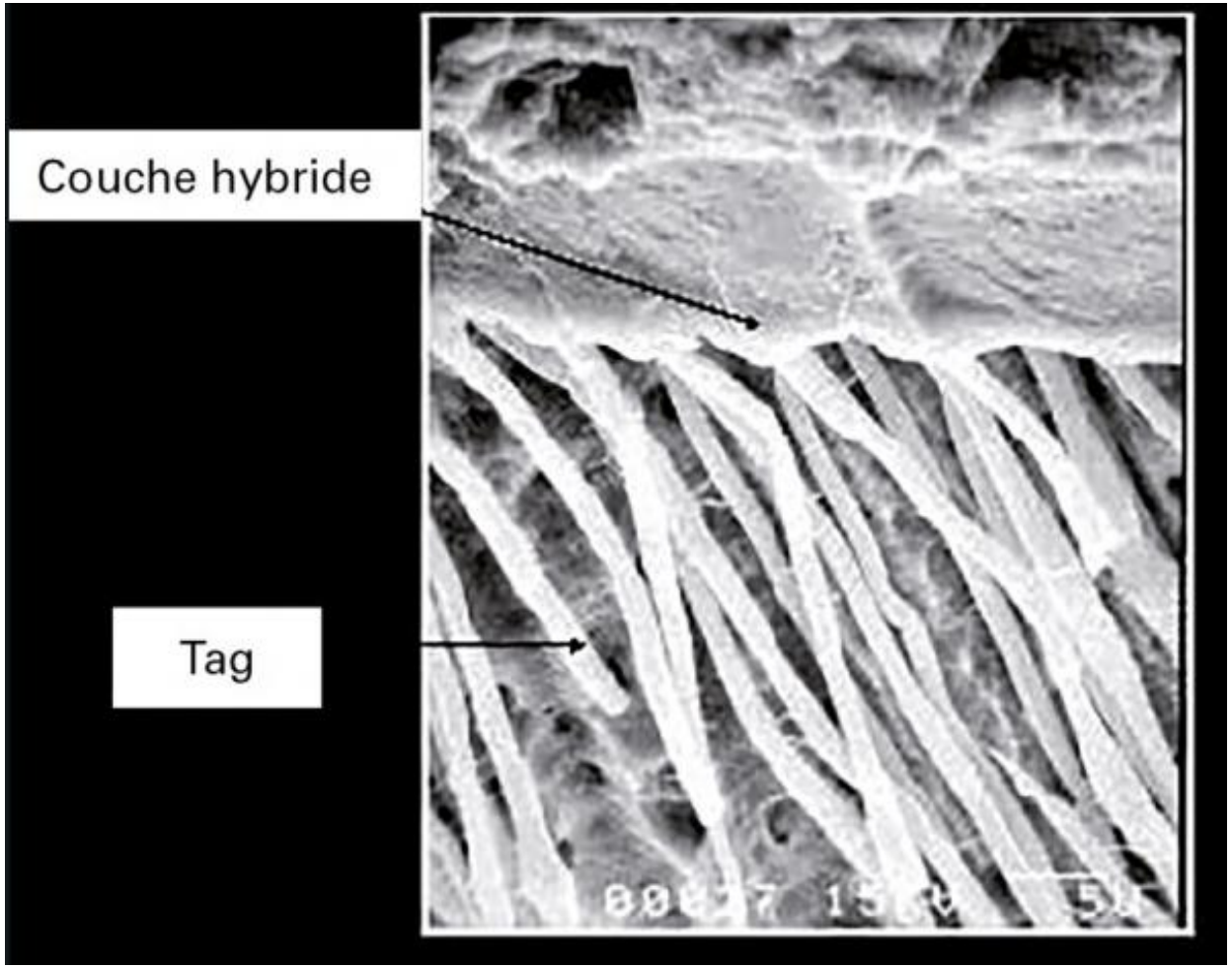
- formée par la pénétration et la polymérisation de la résine entre les fibres de collagènes



La couche hybride:

- *Resin Tags* à l'intérieur des tubuli

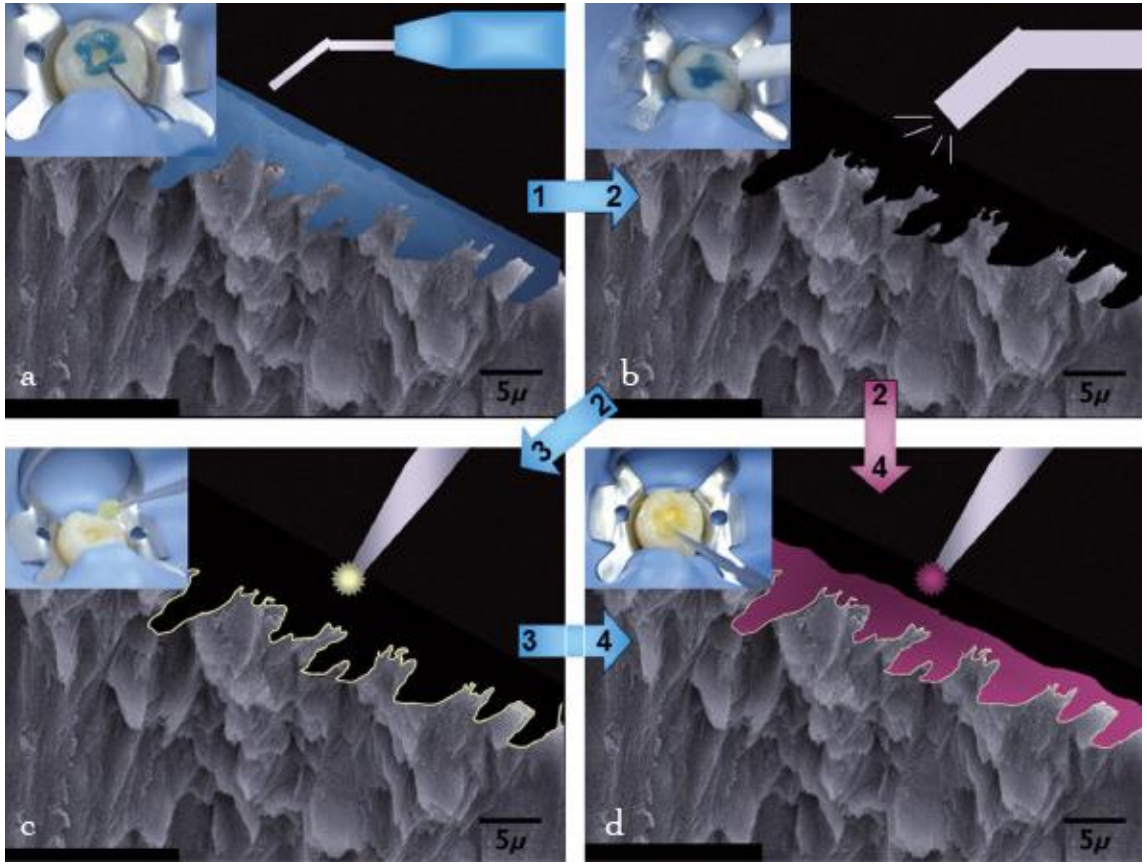
- Adhésion micro-mécanique



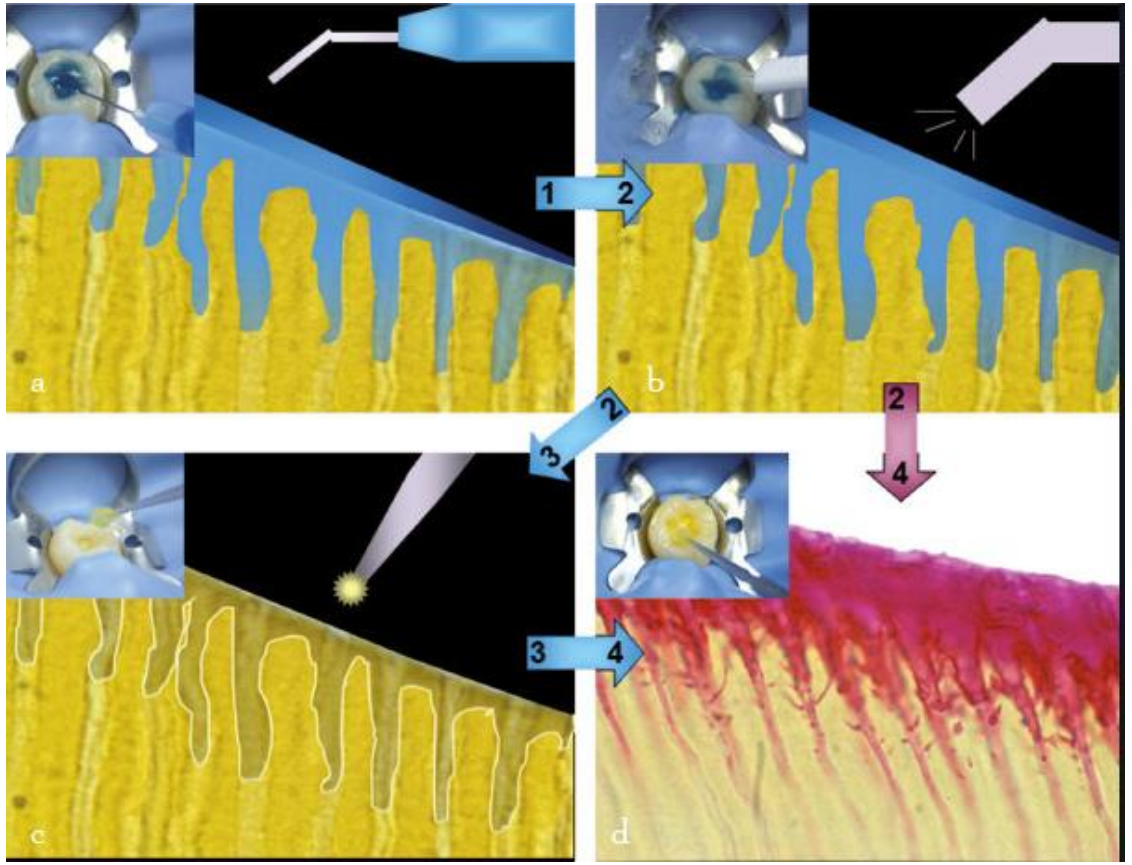
A. M&R

M&R

Email



Dentine



M&R III / M&R II


Kerr
OptiBond™ FL
Bonding Agent


DENTSPLY
DeTREY
Prime&Bond®NT
Nano-Technology Dental Adhesive
纳米技术多功能粘接剂
2 x 4.5 ml Prime&Bond
For dental use only

1. M&R III



a) Le Mordançage (Etching)



- Applications d'acide phosphorique 37% (acide fort):

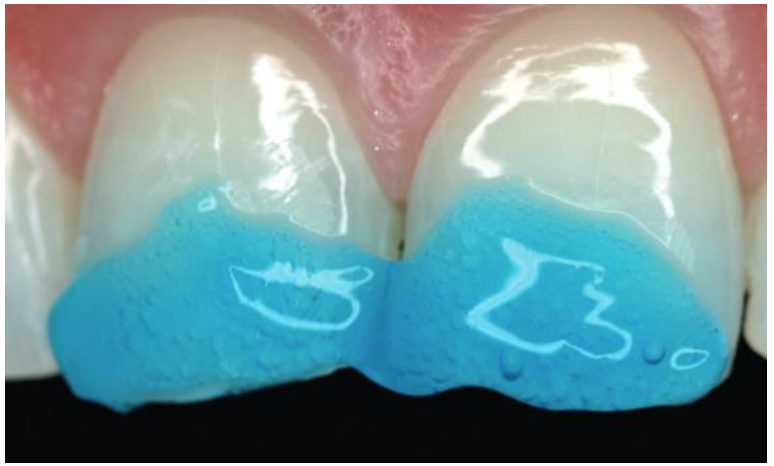
  - 30 sec sur l'émail
  - 15 sec sur la dentine



Rinçage 30 sec

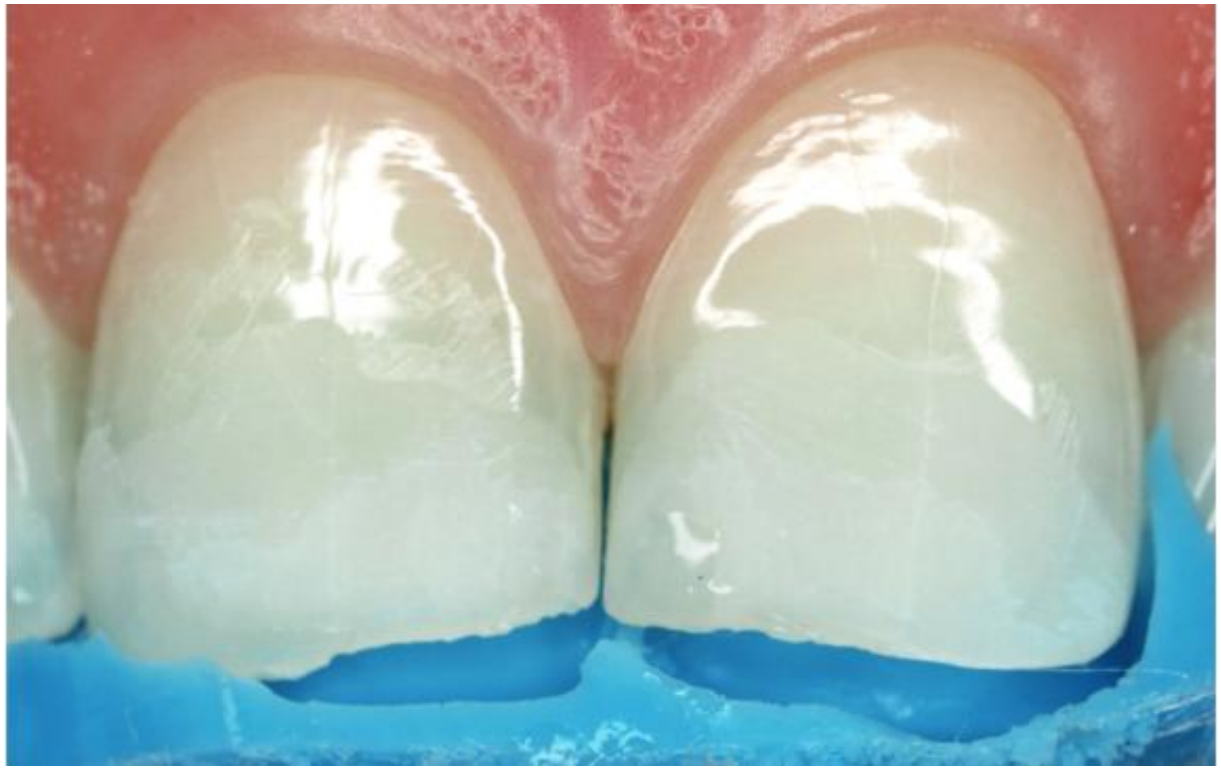


Séchage

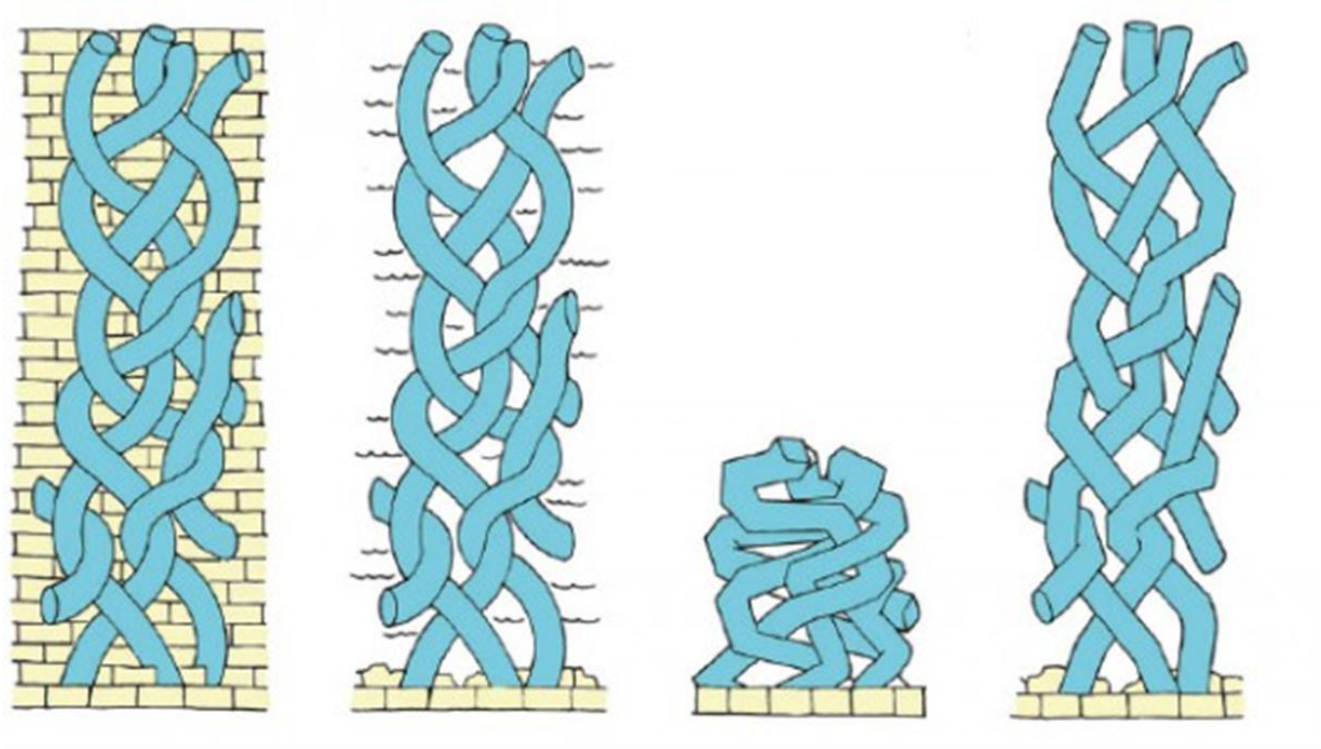


- Email: aspect blanc mat crayeux.

- Dentine: élimination de la boue dentinaire, ouverture des tubuli et déminéralisation de la zone superficielle péri et inter-tubulaire sur quelques µm.



aspect blanc mat crayeux de l'émail



Changement de taille des espaces entre les fibrilles de collagène

a. Matrice de dentine minéralisée.
b. Matrice de dentine déminéralisée remplie d'eau.
c. Matrice de dentine déminéralisée et séchée, elle est effondrée et rigide.
d. Le faisceau de collagène est raidi par les solvants organiques qui ont été employés.

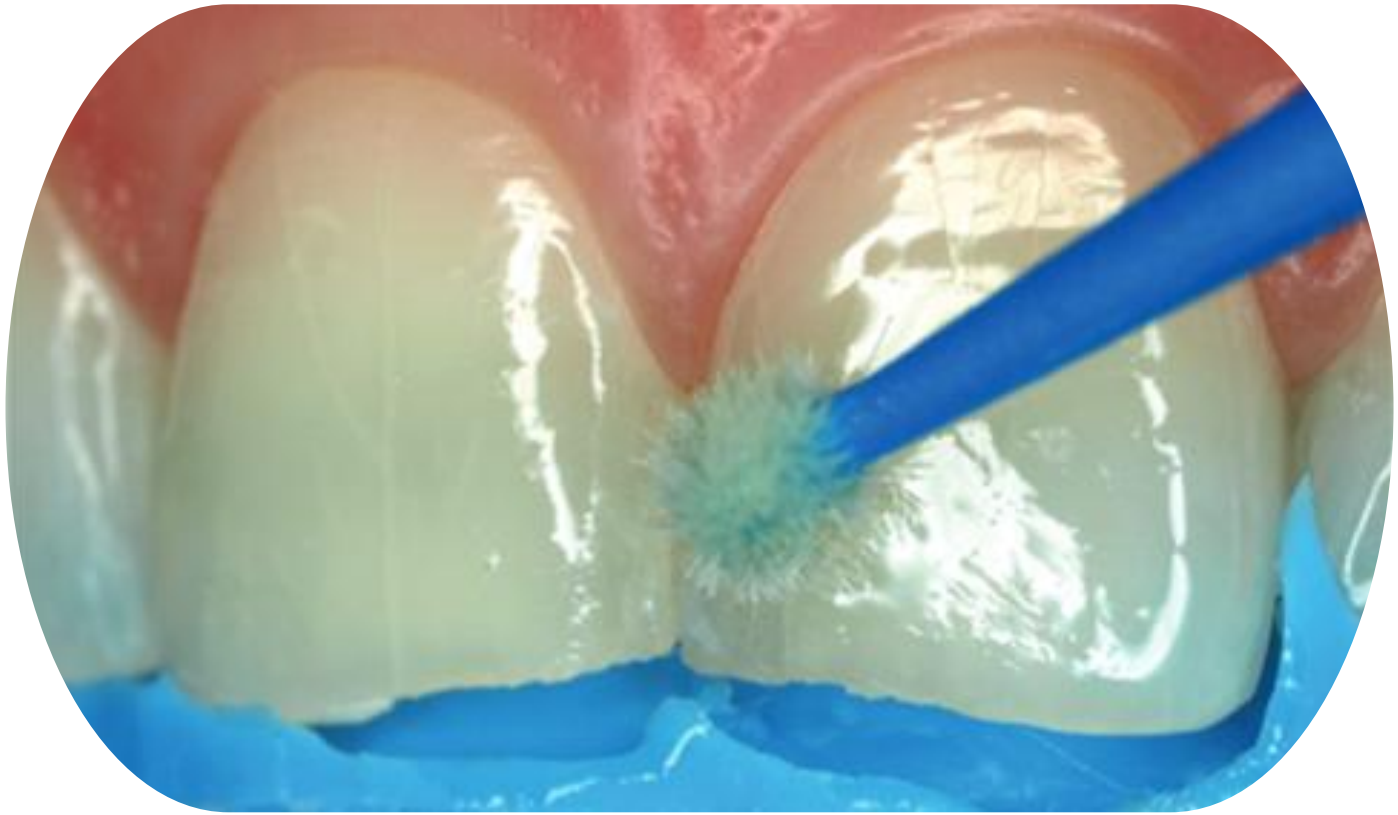
Pashley DH, (1996)

b) Le Primaire « primer »





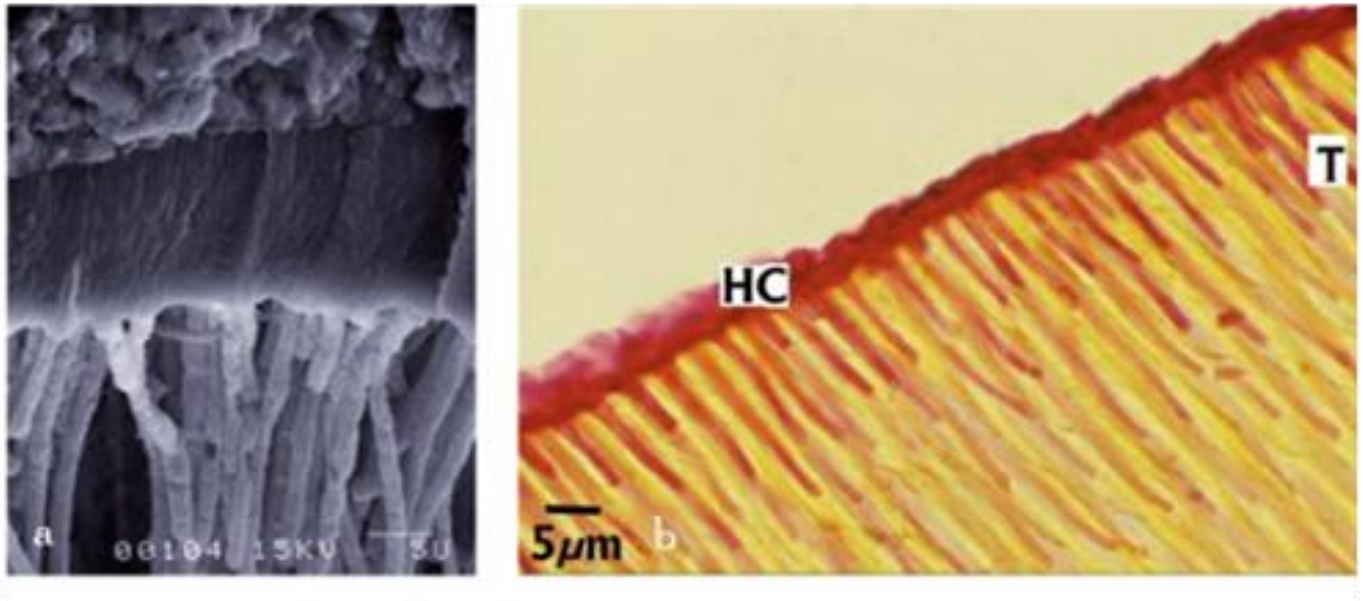
- Rôle majeur dans le processus de collage
  - maintenir suffisamment poreux le réseau de collagène
  - permettre sa ré-expansion s'il a été collapsé lors du séchage.



BALSAMO M. , Comment améliorer la technique adhésive, 2014 Brésil Dentoscope n°136 : 12 -26

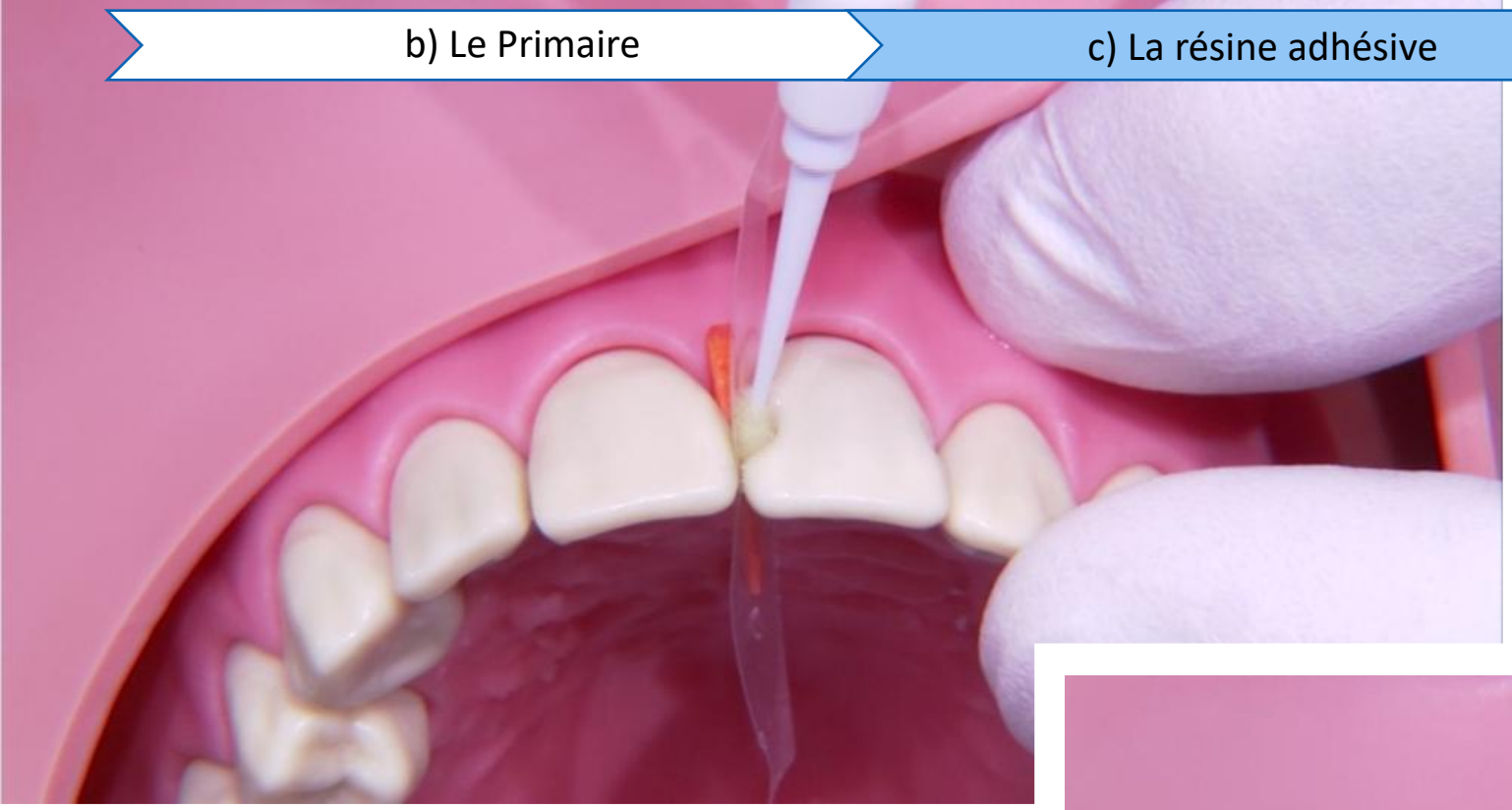
c) La résine adhésive

- Pénètre les tubules
- S'infiltre dans les canaux du réseau protéique inter et péri-tubulaire



Interface obtenue après application d'un système adhésif à mordançage préalable.

Tay FR, (1996)



Mise en place de l’adhésif (imprégner la dentine)

Sécher sans dessécher

Couche uniforme de l’adhésif



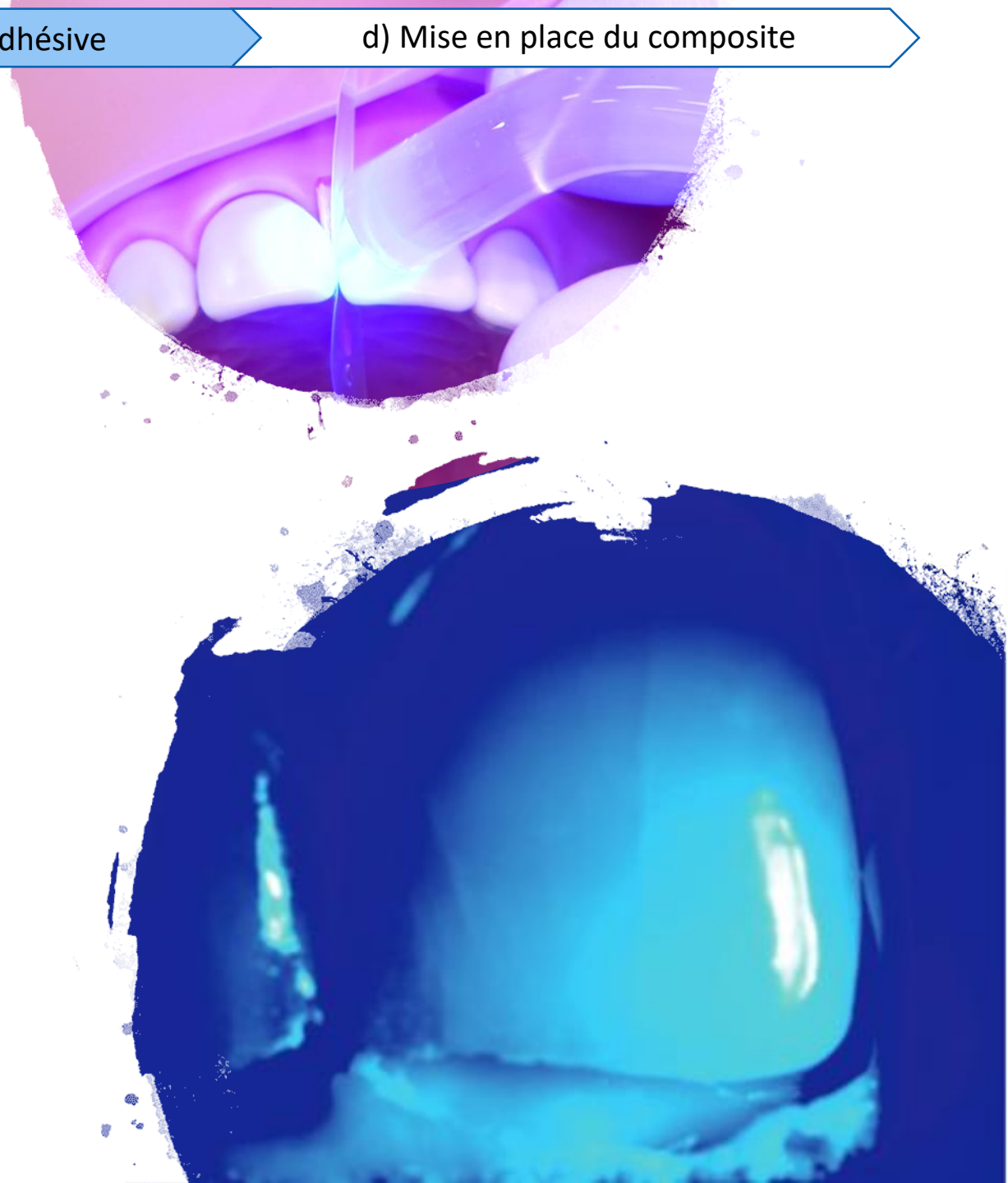
WET BONDING

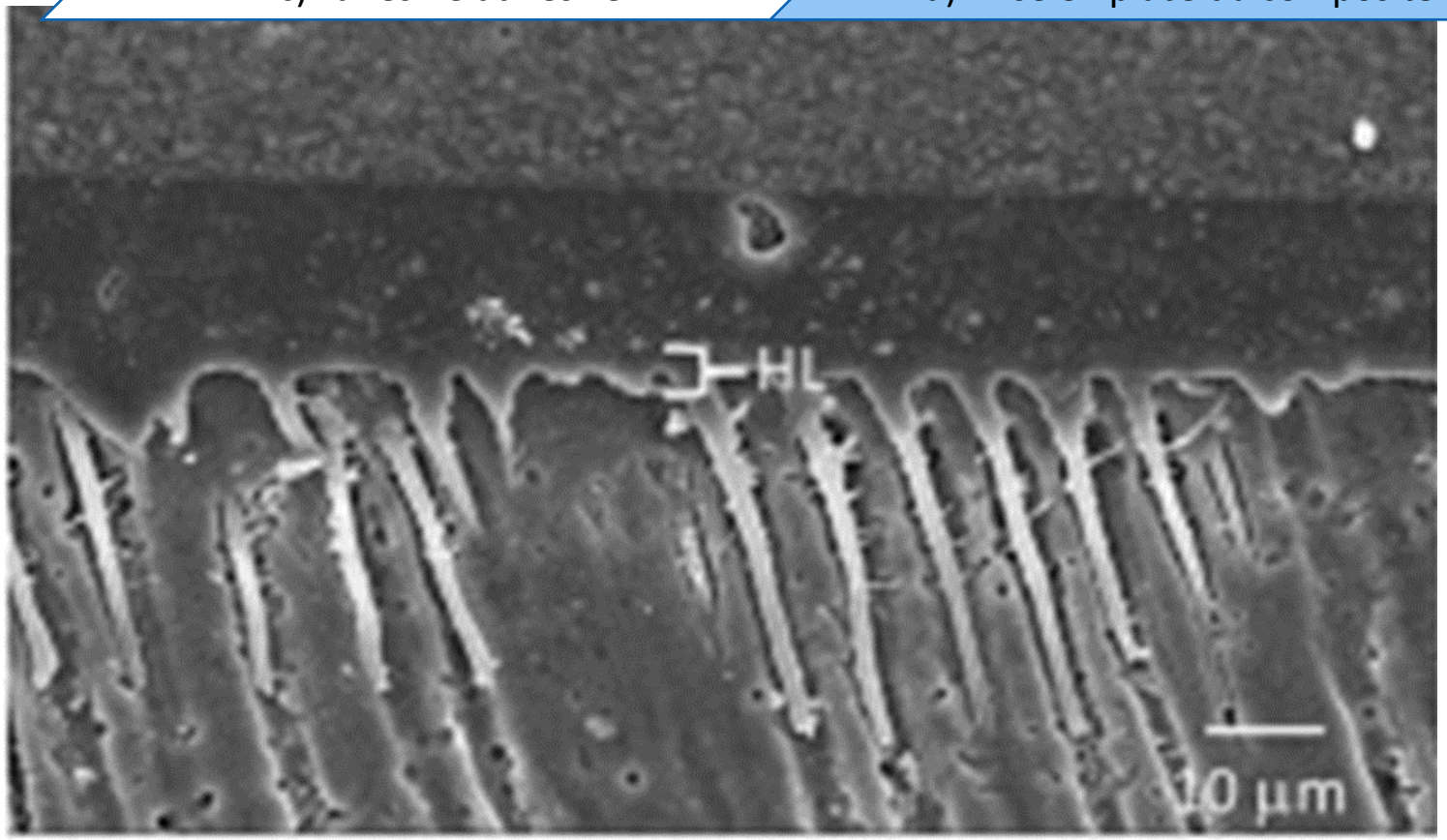


Sécher sans dessécher

Ne pas oublier de photopolymériser

- Aspect brillant de l’adhésif après photopolymérisation





d) Mise en place du composite.

- Après polymérisation de celui-ci : formation d'une interphase adhérente et étanche entre le composite et la dentine.
- Couche hybride inter et péri-tubulaire de brides (« tags ») résineuses intra-tubulaires.

Microstructure de l'interface entre une résine adhésive et la dentine traitée avec un acide fort présentant une couche hybride définie (HL) de quelques micromètres d'épaisseur

J.L. Ferracane 2016

MR3



Mordançage

RINCAGE



Primaire

AIR



Adhésif



Photopolym.

COMPOSITE

2. M&R II


DENTSPLY
DeTrey
Prime&Bond NT
Nano-Technology Dental Adhesive
纳米技术多功能粘接剂
2 x 4.5 ml Prime&Bond
For dental use only
606.67.275-C

MR2



Mordançage

RINCAGE



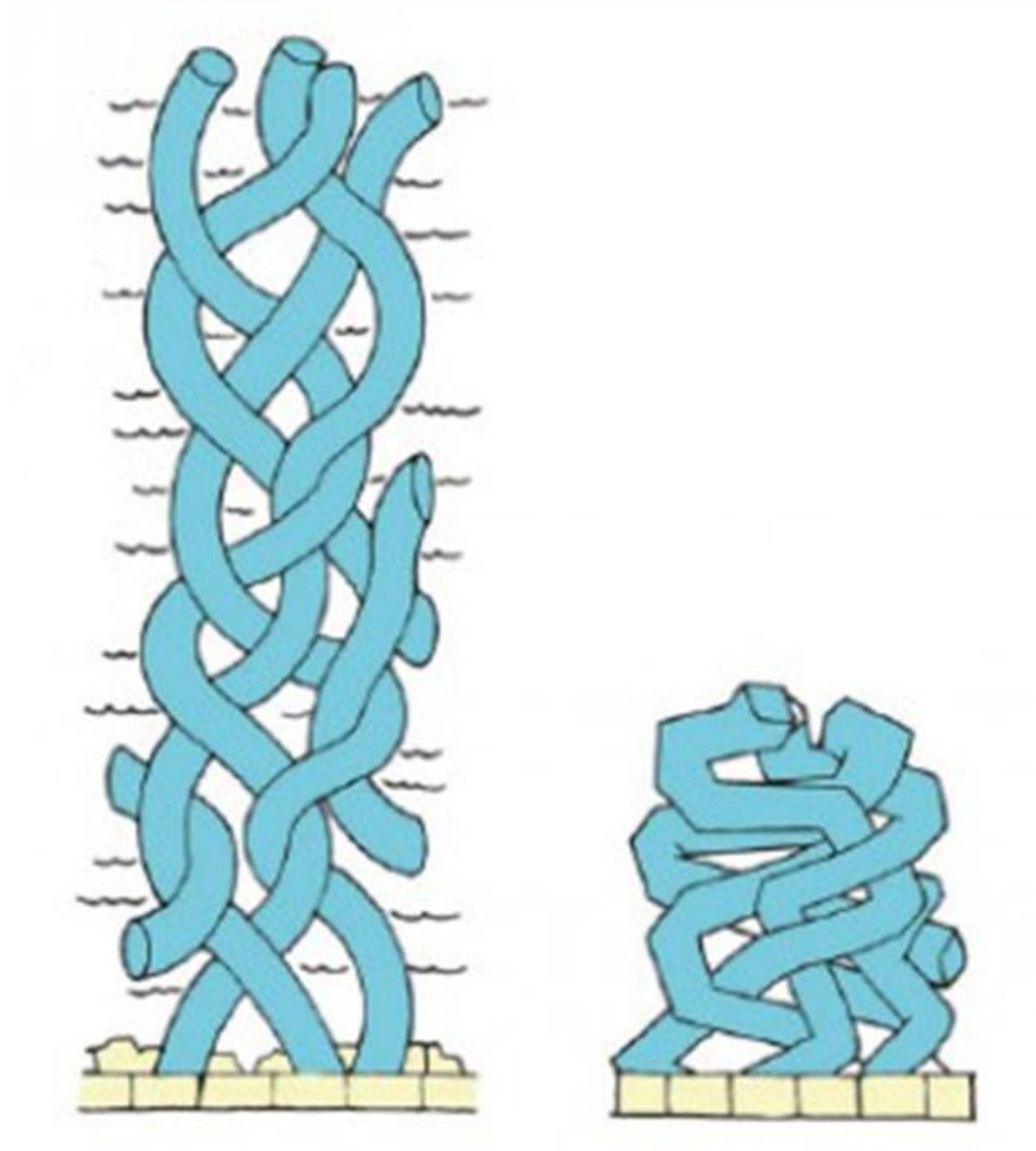
Primaire + Adhésif

AIR



Photopolym.

COMPOSITE



- Mise en œuvre plus simple mais plus délicate
- L'évaporation de l'eau en excès lors du séchage est l'étape cruciale :
  - eau en excès = « sur mouillage », pas de joint adhésif continu. *(Tay et coll. 1996)*
  - séchage trop intense = collagène collapsé



Over dry

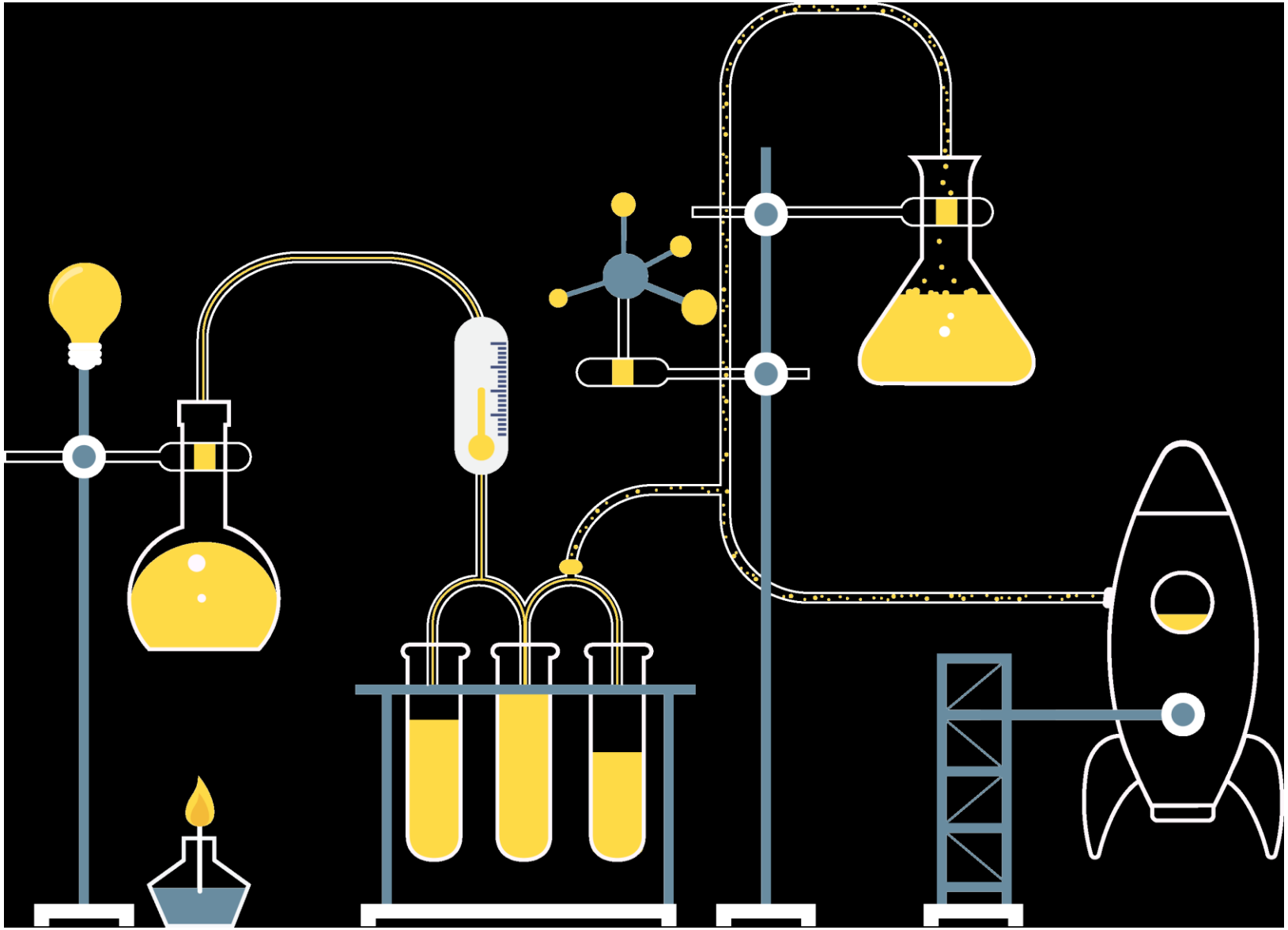


Over wet

- Mise en œuvre plus simple mais plus délicate
- L'évaporation de l'eau en excès lors du séchage est l'étape cruciale :
  - eau en excès = « sur mouillage », pas de joint adhésif continu. *(Tay et coll. 1996)*
  - séchage trop intense = collagène collapsé

Manipulation opérateur dépendant

Ne pas oublier de photopolymériser



B. SAM

SAM II – SAM I


1
Primer
OneCoat
SELF-ETCHING BOND
2
Bond
OneCoat
SELF-ETCHING BOND


Futurabond M
Lichthärtendes Self-Etch-Bond
Light-curing self-etch-bond
5 ml
Cuxhaven · Germany

SAM

1

Pas d'application d'acide phosphorique au préalable.

2

Auto-mordançage

3

Tous les SAM contiennent de l'eau = nécessaire pour l'activation des monomères acides

➔ Pas de rinçage après leur application.

4

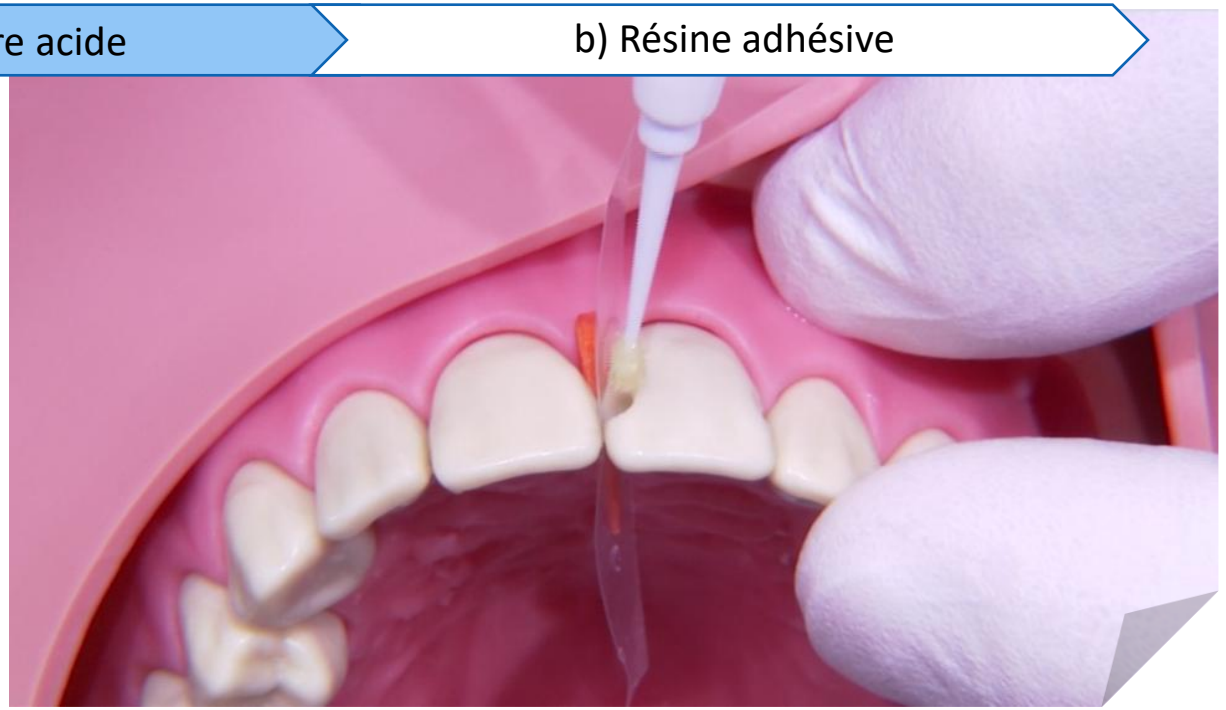
Pas de gestion de l'humidité résiduelle

1. SAM II


1
Primer
OneCoat
SELF-ETCHING BOND
2
Bond
OneCoat
SELF-ETCHING BOND

a) Primaire acide « self etching primer »

- Diffusion en profondeur = 20 à 30 sec.
- Séchage

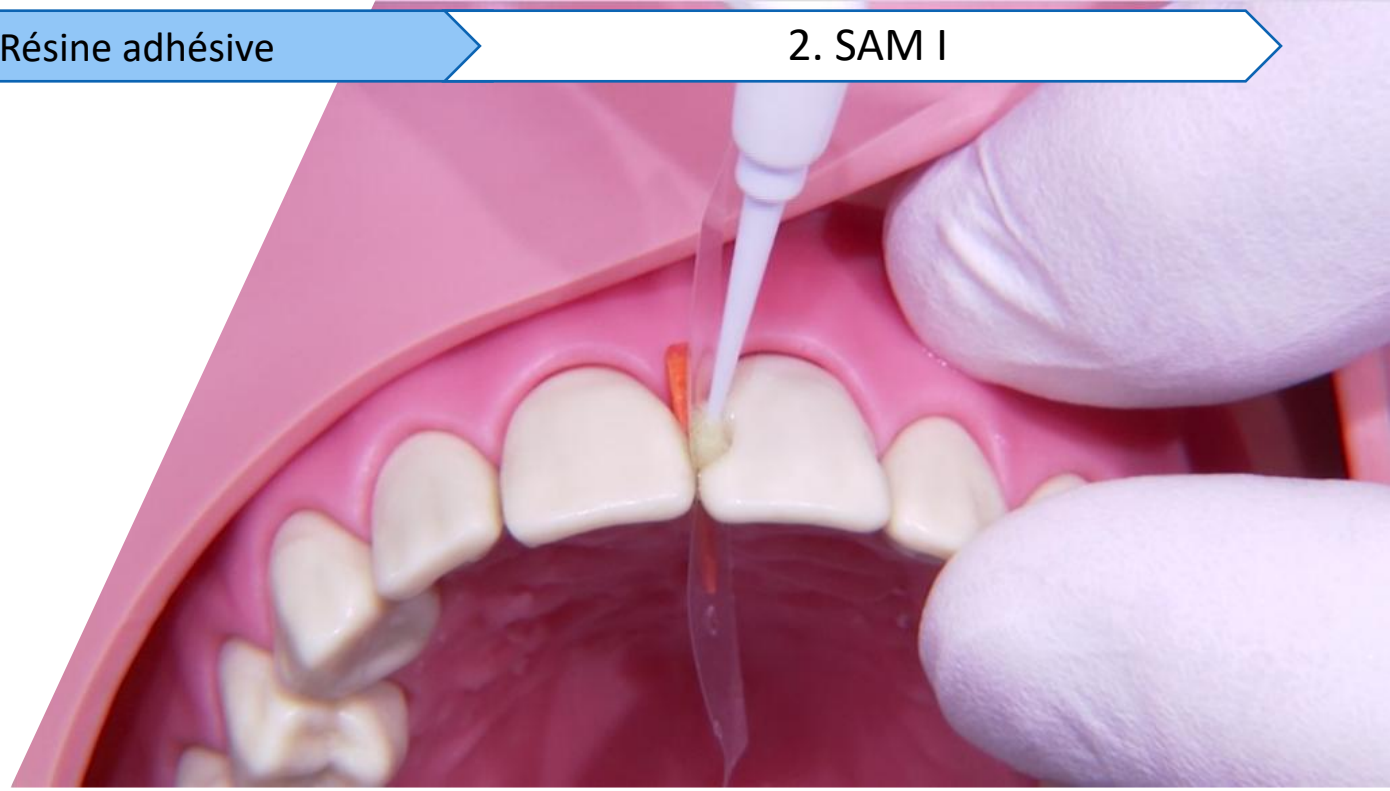




b) Résine adhésive

- Recouvrir d’une résine hydrophobe similaire à celles des M&R III.

- Photopolymériser la résine adhésive.







- Cette deuxième couche permet d'obtenir une cohérence entre l'adhésif et le composite

- Réduit les contraintes dues au retrait de polymérisation du composite.



- Limite l'incompatibilité du système adhésif avec certains composites et colles chémo-polymérisables ou duales.

SAM2



Acide + Primaire

AIR



Adhésif



Photopolym.

COMPOSITE


Futurabond M
Lichthärtendes Self-Etch-Bond
Light-curing self-etch-bond
5 ml
Cuxhaven · Germany

2. SAM I

SAM1



Acide + Primaire + Adhésif

AIR



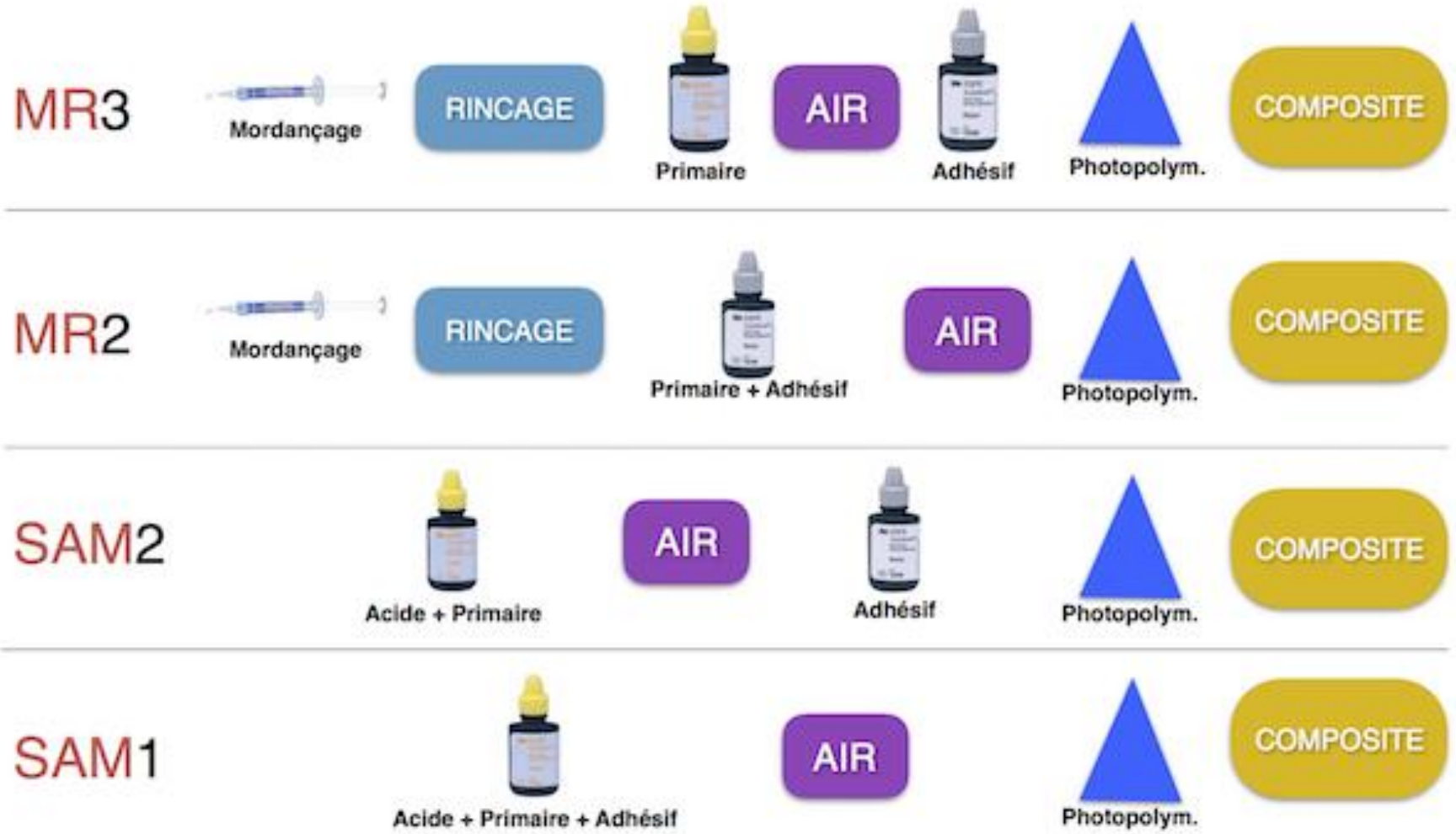
Photopolym.

COMPOSITE

Attention

- Possibilité de séparation de phase lors de l'application si évaporation de l'eau insuffisante.
- Résultat opérateur dépendant.
- Bien respecter le protocole donné par le fabricant
- Travail sous digue obligatoire.
- Vieillissement de l'adhésif si en flacon

LA CLASSIFICATION DES ADHESIFS



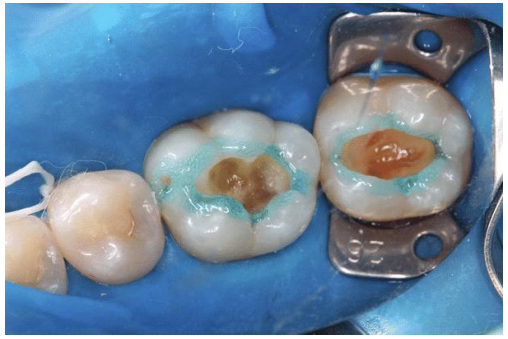
C. UNIVERSEL MULTI-MODES

UNIVERSEL MULTI-MODES

✓ M&R Email

- Mordançage sélectif de l ‘émail
- Meilleur adhésion et scellement

a/n surface amélaire mordancée



✓ SAM

- Interaction chimique avec HA
- Moins de sensibilté post-op
- Réduit sensibilité dentinaire



DES QUESTIONS ?

Degrange M. : Systèmes Auto-mordançants : Une Mode Ou La Voie Du Futur ? Information Dentaire 2004 ;15 : 917-92

Chuang Sf, Chang Lt, Chang Ch, Yaman P, Liu Jk. : Influence Of Enamel Wetness On Composite Restorations Using Various Dentine Bonding Agents: Part Ii Effects On Shear Bond Strength. J Dent. 2005; 17: In Press

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B : A Critical Review Of The Durability Of Adhesion To Tooth Tissue: Methods And Results. J Dent Res. 2005;84:118-132.

Pashley Dh, Tay Fr, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho Rm, Ito S. : Collagen Degradation By Host-derived Enzymes During Aging. J Dent Res. 2004; 83: 216-221.

Roulet Jf, Degrange M. Collages Et Adhesion. : La Révolution Silencieuse. Quintessence Edit. Paris 2000

Pashley Dh, Sano H, Yoshiyama M. Et Al :. The Effects Of Dentin Bonding Procedures On The Dentin/Pulp Complex. In: Shimono M, Maeda T, Suda H, Takahashi K (Eds). Dentin/Pulp Complex. Tokyo: Quintessence 1996:193-201.

Marshall Gw, Marshall Sj, Kinney Jh, Balooch M. : The Dentin Substrate Structure And Properties Related To Bonding. J Dent 1997;25:441-58.

Jee Se, Zhou J, Tan J. Et Al. :Investigation Of Ethanol Infiltration Into Demineralized Dentin Collagen Fibrils Using Molecular Dynamics Simulations. Acta Biomater 2016;36:175-85.

Loguercio Ad, Bittencourt Dd, Baratieri Ln, Reis A. A 36-month Evaluation Of Self-etch And Etch-and-rinse Adhesives In Noncarious Cervical Lesions. J Am Dent Assoc 2007;138(4):507-14.

Perdigão J, Dutra-corrêa M, Anauate-netto C. Et Al. Two-year Clinical Evaluation Of Self-etching Adhesives In Posterior Restorations. J Adhes Dent 2009;11(2):149-59.

Tay Fr, Gwinnett Aj, Wei Sh. The Overwet Phenomenon: A Scanning Electron Microscopic Study Of Surface Moisture In The Acid-conditioned, Resin-dentin Interface. Am J Dent 1996;9(3):109-14.

Bortolotto T., Ferrari M., Susin A., Krejci I. Morphology Of The Smear Layer After The Application Of Simplified Self-etch Adhesives On Enamel And Dentin Surfaces Created With Different Preparation Methods Clin Oral Invest (2009) 13:409–417

Sezinando A. 2014, Looking For The Ideal Adhesive – A Review. Rev Port De Estomatol Med Dent Cir Maxilofac ; 55(4) : 194-206

J.L. Ferracane et al. The mechanical behavior of the material-tissue and material-material interface in dental reconstructions. International Journal of Adhesion & Adhesives 69 (2016) 2–14

Keep in mind…



3P's in

DENTISTRY

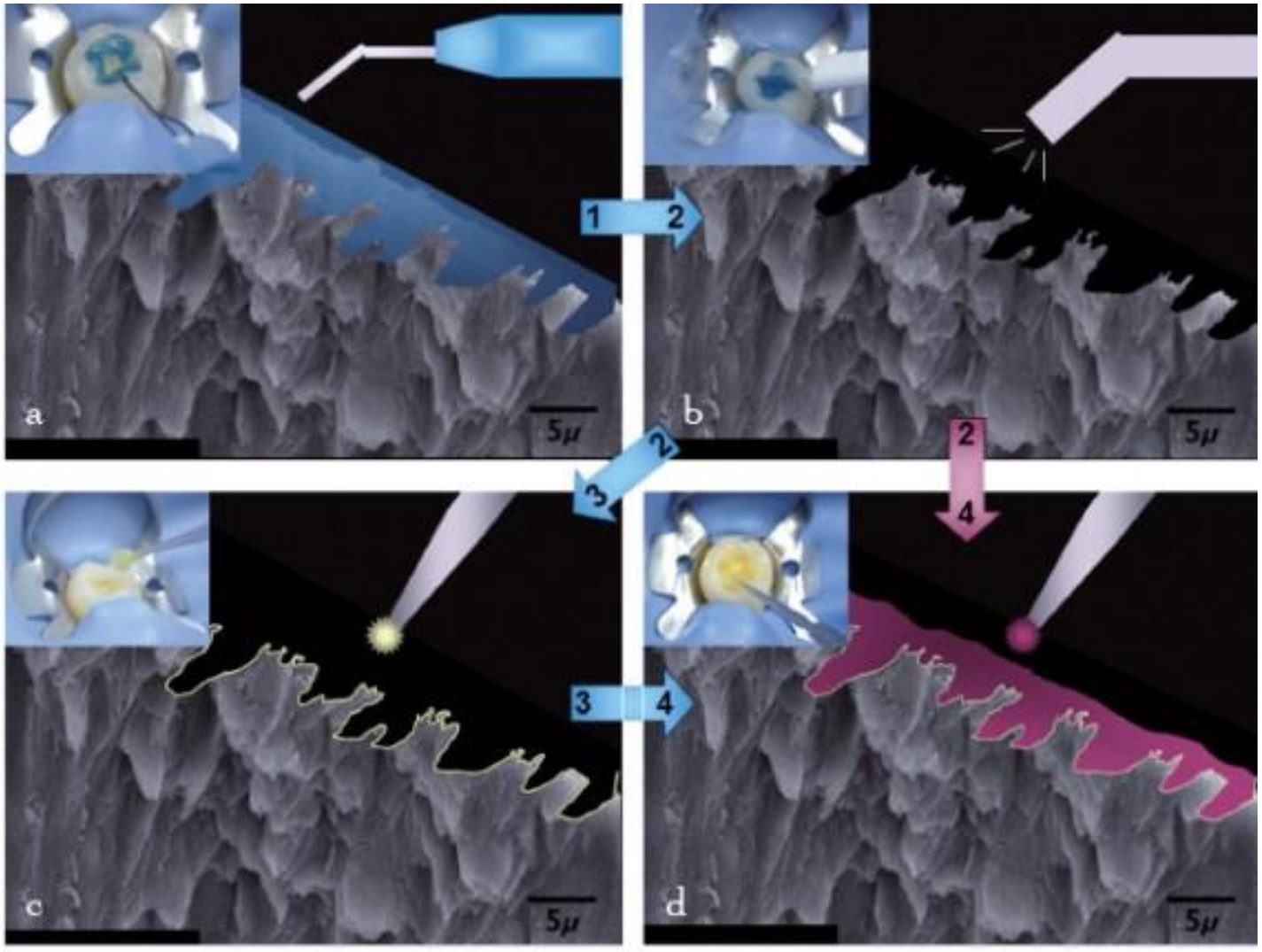
V. EFFICACITÉ DES SYSTÈMES ADHÉSIFS

A. INFLUENCE DE L'ACIDITÉ DES AGENTS DE MORDANÇAGE

Au niveau de l'émail

- La qualité du mordançage est le principal facteur influençant la valeur de l'adhésion.
- Nature de l'acide, concentration, temps d'application et temps de rinçage
- Acide phosphorique : 20% à 40%

1) Application du gel d'acide phosphorique.



2) Rinçage-séchage.

3) Application du primaire.

4) Infiltration de la résine.

<u>Étapes cliniques de la formation de l'interface émail-système adhésif</u>.

Loguercio AD, (2009).

Au niveau de la dentine

M&R: Mordancer durant 15 sec

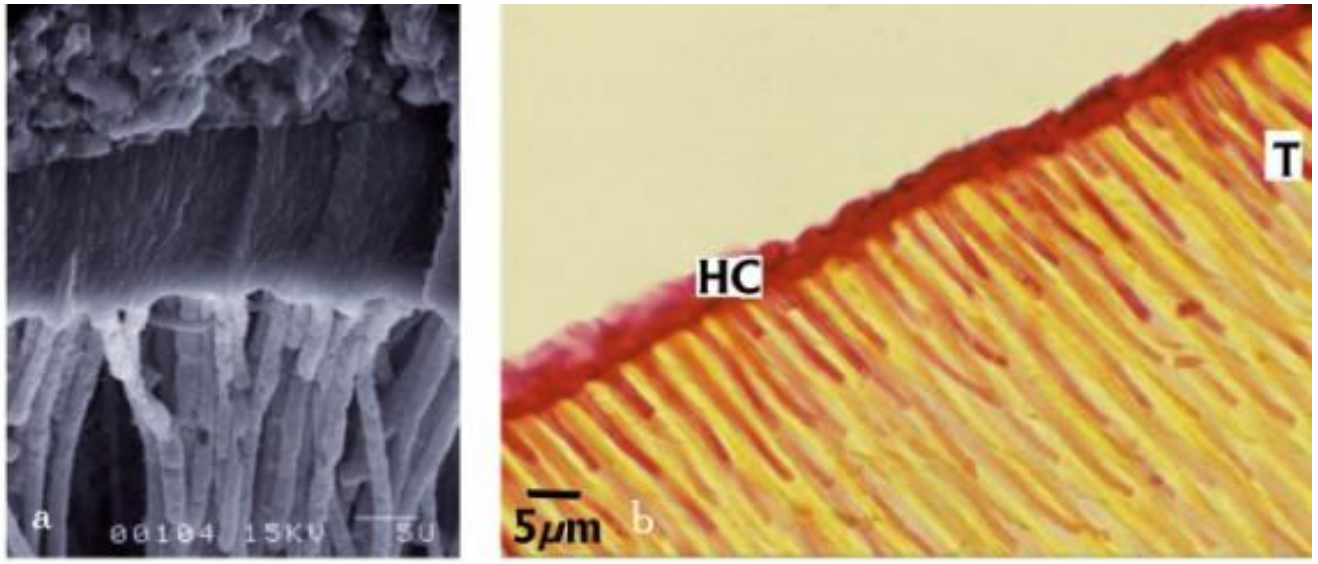
➔ **pas plus de 15 s**

SAM : Temps d'infiltration total pour atteindre la zone dentinaire sous la boue dentinaire.

➔ **Attention aux recommandations du fabricants**

- Infiltration totale et atteinte de la zone dentinaire sous jacente
- Utilisation d'instruments à grains fins conseillée
- Epaisseur de la boue dentinaire dépend du type de fraise utilisé.
  - Fraise diamantée ultrafine = 1 µm
  - Fraise à gros grains = 2,8 µm

(Tani et Finger 2002)



Interface obtenue après application d'un système adhésif à mordançage préalable.

Tay FR, (1996).

C. CONSIDÉRATIONS PRATIQUES ET SENSIBILITÉ POST-OPÉRATOIRE

- **Les SAM :**

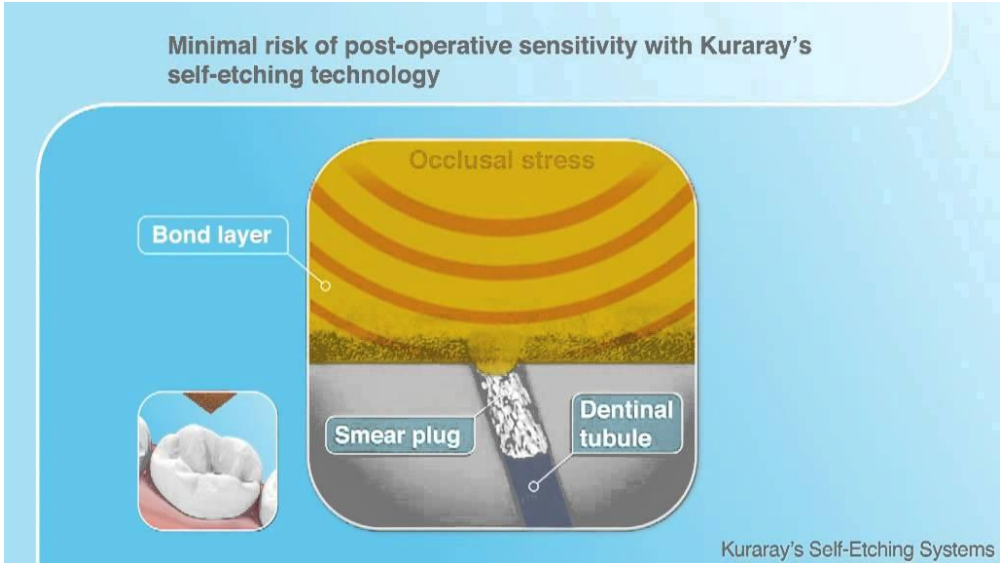
  - Gain de temps

  - Evite le risque de brûlure chimique des tissus buccaux par l'agent de mordançage

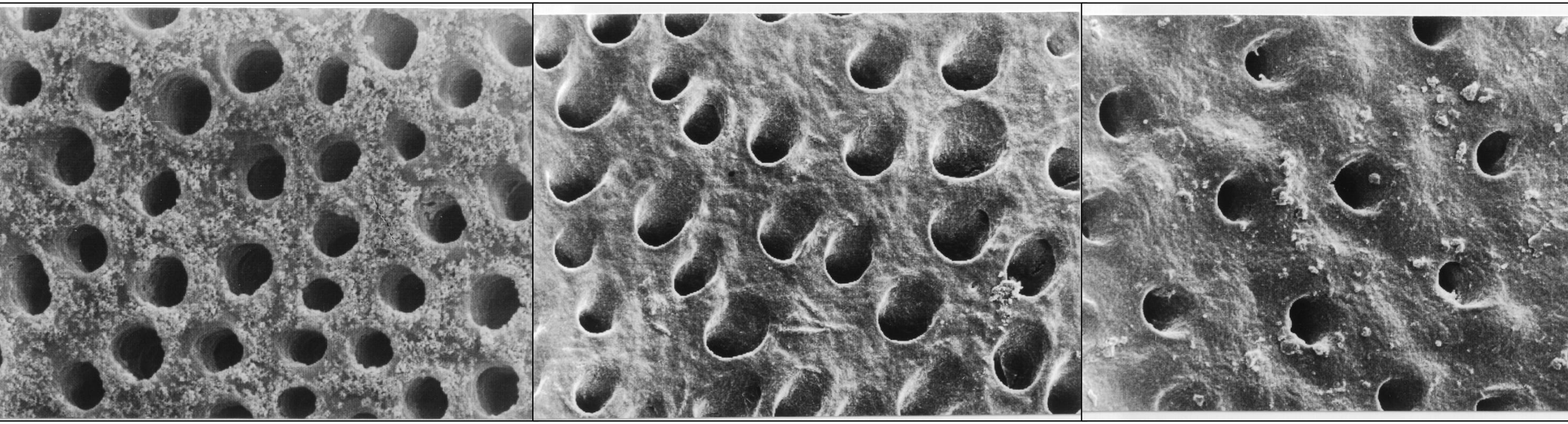
  - Evite le saignement d'un parodonte inflammatoire si cavité juxta gingivale

  - Réduit les sensibilités post-opératoires.

- La sensibilité post-opératoire est causée par des variations de pression intra-tubulaire (Brännström & Astrom 1972)
- Pas de mouvement hydrodynamique du fluide intra-tubulaire = pas de variation de la pression.
- SAM : pas d'élimination de la boue dentinaire mais imprégnation = réduction de la perméabilité dentinaire



Surface de la dentine (SEM x 2000)



Acide Phosphorique 35% , 15 s

Acide Phosphorique 10 %, 15 s

Acide Maléique 10 %, 15s

GOES M. F. (1998)

D. QUALITÉ ET DURABILITÉ DE L'INTERFACE DENTINE-ADHÉSIF



Complexité du substrat dentaire

(dentines secondaires, tertiaires, sclérotiques, carieuses, déminéralisées, reminéralisées ou hyper minéralisées)



Infiltration incomplète de la zone de déminéralisation dentinaire

(temps de mordançage 15 sec avec M&R)



Hybridation partielle (profondeur d’infiltration de la résine)

- Importance du joint collé à l'émail périphérique = protection de la zone de collage dentinaire sous jacente dégradée avec le temps.



=> Phénomène de nanoclavetage.

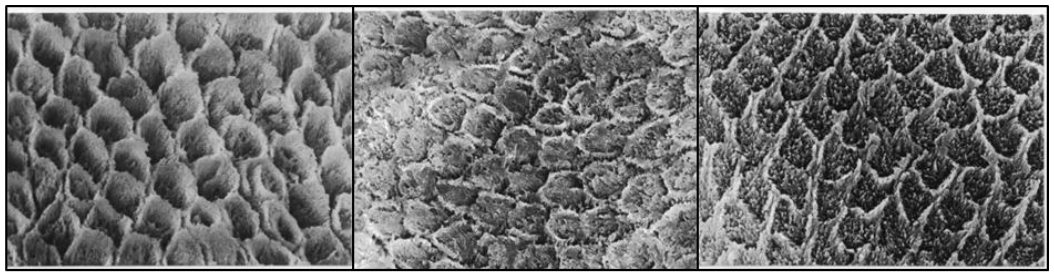
VII. CHOIX DU SYSTEME ADHESIF

A. TYPE DE SUBSTRATS

Email : nécessite un mordançage à l'acide fort (acide phosphorique).

Si application de SAM = mordançage et rinçage de l'émail périphérique avec de l'acide phosphorique.

B. TEMPS DE MORDANCAGE



Acide Phosphorique
35% , 15 s

Acide Maléique
10 %, 15 s

Acide Maléique
10 %, 60 s

GOES M. F. (1998)

- M&R
  - Email : 30 sec
  - Dentine : 15 sec
- SAM
  - 20 à 30 sec selon les indications du fabricant

C. TYPE DE MATERIAU A COLLER



Composite ou colle chémopolymérisable ou duale.



Quand l’absence d’énergie lumineuse ne permet pas l’activation photonique utiliser une solution additionnelle pour rendre l’adhésif dual.

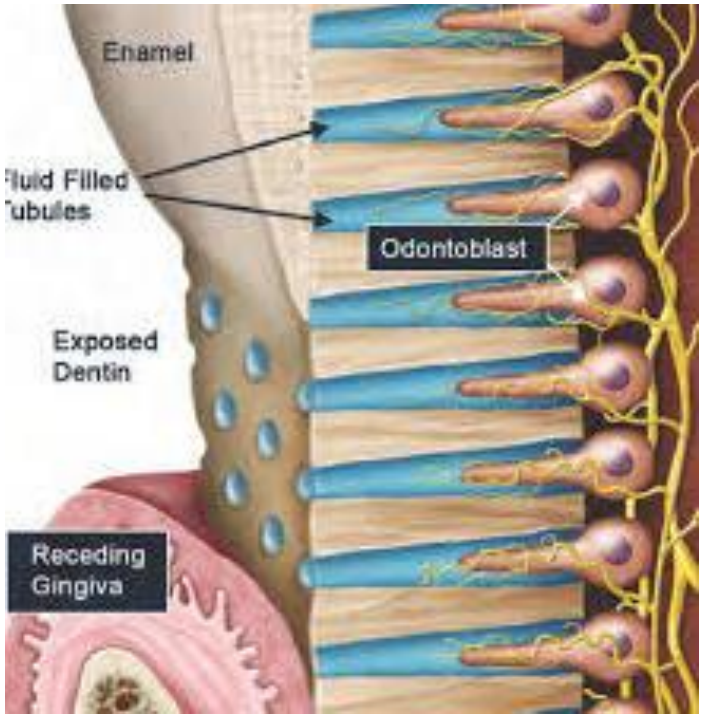


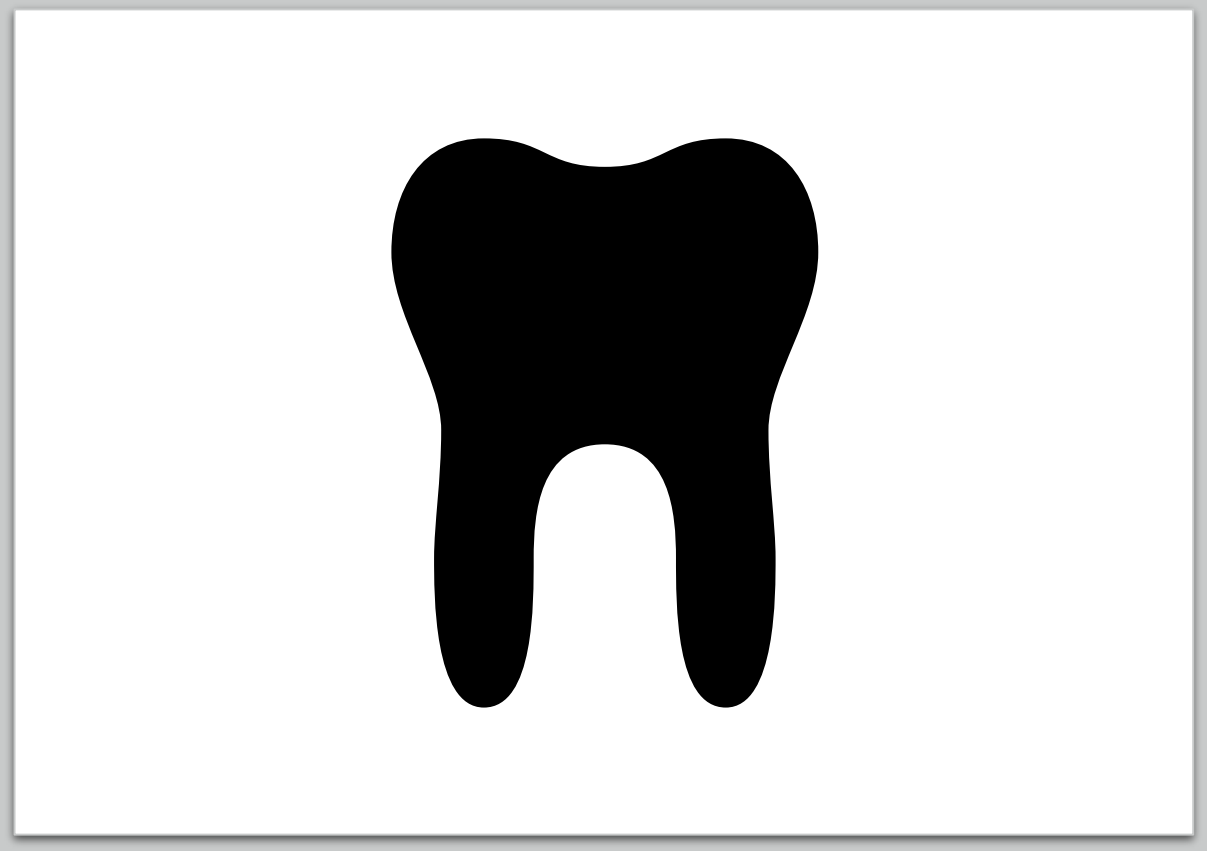
Lire la notice d’utilisation des produits.

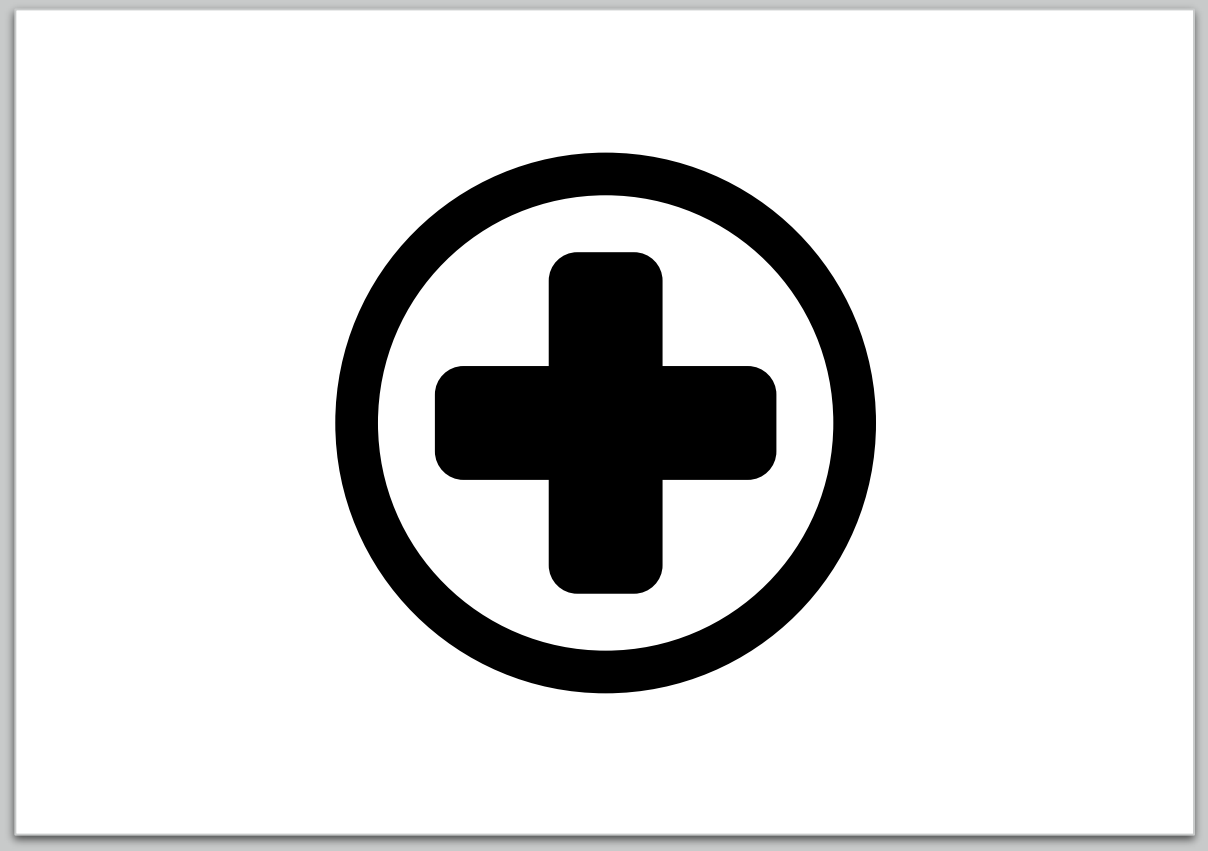
D. RISQUE DE SENSIBILITÉ POST-OPÉRATOIRE ACCRU

- SAM = diminue la sensibilité post opératoire.
- Epaisseur de dentine résiduelle après la taille de la cavité = distance de la cavité à la pulpe.
- Importance de l'étanchéité de zone de collage amélaire périphérique.
- **<u>Attention</u>** lors de la mise en place de protection dentino-pulpaire

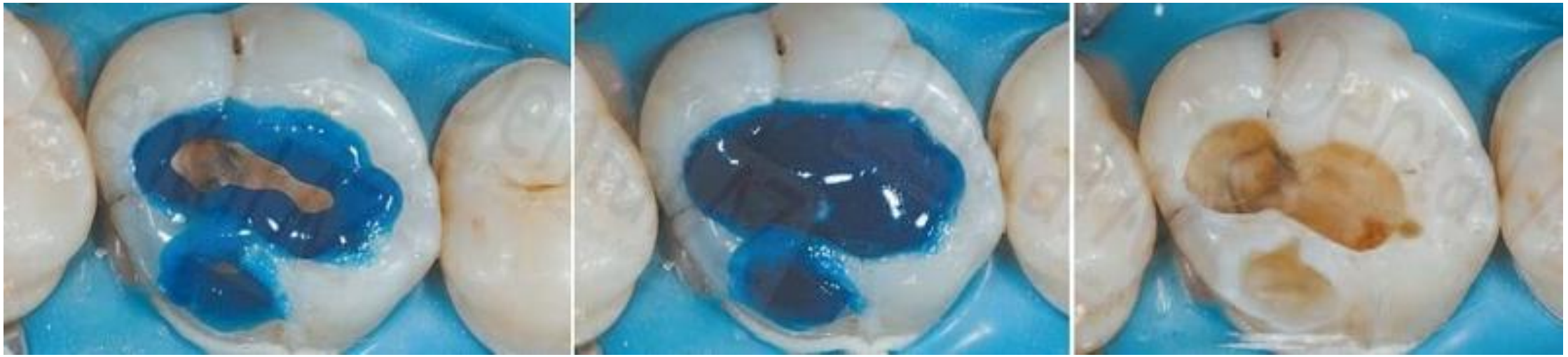
(ex: protection composée d'hydroxyde de calcium).







E. EN FONCTION DE LA SITUATION CLINIQUE



Restaurations de petit/moyen volume (ligne de contour exclusivement amélaire)

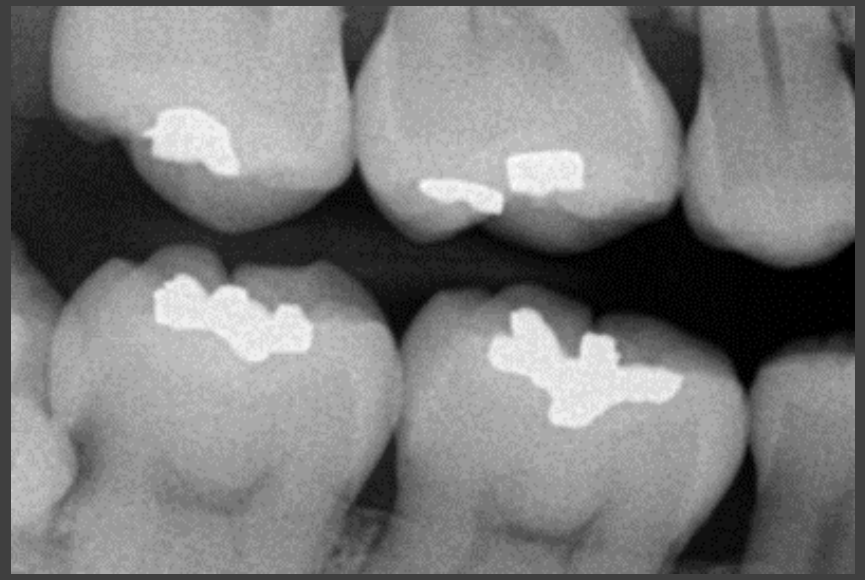
- M&R +++ → mordançage de l'émail avec acide fort





Restaurations volumineuses postérieures (ligne de contour partiellement amélaire)

- M&R ou SAM ➔ + de dentine que d'émail.
- M&R +++ ➔ lorsque contraintes occlusales importantes = adhésion plus forte









Restaurations d'angles immédiates (fractures traitées en urgence)

- SAM I +++ ➔ 1 seul étape
- Mise en place provisoire d'un composite (mono teinte)
- Gain de temps pour éviter la contamination de la zone, protection rapide

Restaurations placées pour traiter des lésions carieuses primaires à progression rapide et profonde chez les sujets jeunes

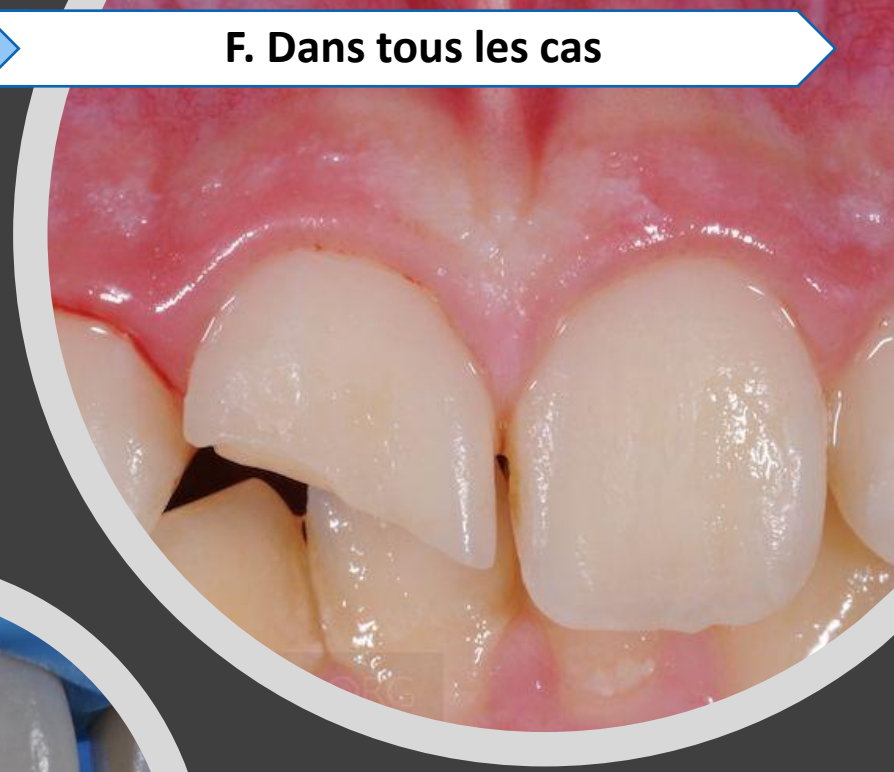
- SAM +++ ➔ proximité pulpaire, organe dentaire jeune avec tubuli dentinaires larges et volume pulpaire important
- Risque de sensibilité post-opératoire +++
- Risque de toxicité pulpaire +++ avec un acide fort
- Nécessité d'une protection pulpo-dentinaire

Restaurations d'angles planifiées (à visée permanente)

- M&R +++ → + d'émail que de dentine

- Joint amélaire étanche grâce au mordançage avec l'acide phosphorique

- Mise en place d'un composite stratifié à vue esthétique







Style Italiano

Restauration cervicale ou radiculaire pour le traitement d'une lésion carieuse active

- M&R +++ ➔ éliminer la boue dentinaire et donc diminuer le taux bactérien lié à la carie





http://www.advanceddentistryofct.com/photogallery/tooth-colored-bonding-12902/decay-on-upper-front-teeth-52538

Restauration placée au contact d'une dentine sclérotique (lésion cervicale d'usure et remplacement d'amalgame en particulier)



- Dépolir la surface avec une fraise à grains fins
- M&R +++ ➔ déminéraliser suffisamment la dentine pour l'imprégnation de la résine

Reconstruction d'une obturation composite fracturée



- M&R III
- SAM II

➔ composants dissociables pour la résine adhésive

F. DANS TOUS LES CAS FAIRE ATTENTION

- Au champ opératoire : poser la digue pour contrôler le taux d'humidité et la contamination lors de la mise en place de l'adhésif et de l'obturation
- Connaître le type de matériau à coller et le système adhésif utiliser
- Respecter le protocole opératoire de chaque produit.
- Porter des gants lors de l'utilisation

BIBLIOGRAPHIE

Degrange M. : Systèmes Auto-mordançants : Une Mode Ou La Voie Du Futur ? Information Dentaire 2004 ;15 : 917-92

Chuang Sf, Chang Lt, Chang Ch, Yaman P, Liu Jk. : Influence Of Enamel Wetness On Composite Restorations Using Various Dentine Bonding Agents: Part Ii Effects On Shear Bond Strength. J Dent. 2005; 17: In Press

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B : A Critical Review Of The Durability Of Adhesion To Tooth Tissue: Methods And Results. J Dent Res. 2005;84:118-132.

Pashley Dh, Tay Fr, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho Rm, Ito S. : Collagen Degradation By Host-derived Enzymes During Aging. J Dent Res. 2004; 83: 216-221.

Roulet Jf, Degrange M. Collages Et Adhesion. : La Révolution Silencieuse. Quintessence Edit. Paris 2000

Pashley Dh, Sano H, Yoshiyama M. Et Al :. The Effects Of Dentin Bonding Procedures On The Dentin/Pulp Complex. In: Shimono M, Maeda T, Suda H, Takahashi K (Eds). Dentin/Pulp Complex. Tokyo: Quintessence 1996:193-201.

Marshall Gw, Marshall Sj, Kinney Jh, Balooch M. : The Dentin Substrate Structure And Properties Related To Bonding. J Dent 1997;25:441-58.

Jee Se, Zhou J, Tan J. Et Al. :Investigation Of Ethanol Infiltration Into Demineralized Dentin Collagen Fibrils Using Molecular Dynamics Simulations. Acta Biomater 2016;36:175-85.

Loguercio Ad, Bittencourt Dd, Baratieri Ln, Reis A. A 36-month Evaluation Of Self-etch And Etch-and-rinse Adhesives In Noncarious Cervical Lesions. J Am Dent Assoc 2007;138(4):507-14.

Perdigão J, Dutra-corrêa M, Anauate-netto C. Et Al. Two-year Clinical Evaluation Of Self-etching Adhesives In Posterior Restorations. J Adhes Dent 2009;11(2):149-59.

Tay Fr, Gwinnett Aj, Wei Sh. The Overwet Phenomenon: A Scanning Electron Microscopic Study Of Surface Moisture In The Acid-conditioned, Resin-dentin Interface. Am J Dent 1996;9(3):109-14.

Bortolotto T., Ferrari M., Susin A., Krejci I. Morphology Of The Smear Layer After The Application Of Simplified Self-etch Adhesives On Enamel And Dentin Surfaces Created With Different Preparation Methods Clin Oral Invest (2009) 13:409–417

Sezinando A. 2014, Looking For The Ideal Adhesive – A Review. Rev Port De Estomatol Med Dent Cir Maxilofac ; 55(4) : 194-206

J.L. Ferracane et al. The mechanical behavior of the material-tissue and material-material interface in dental reconstructions. International Journal of Adhesion & Adhesives 69 (2016) 2–14