

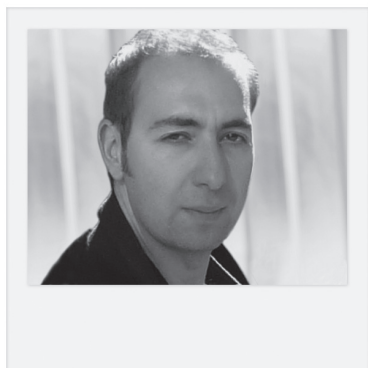
## REVUES GÉNÉRALES

### Kératocône

# Chirurgie du kératocône : mise au point

**RÉSUMÉ :** La connaissance de la complémentarité physiopathologique des différentes cornéoplasties est importante pour l'effet à long terme du traitement. L'association de plusieurs procédures, dans les limites des possibilités, est souvent nécessaire. Le volet chirurgical est proposé pour stabiliser la maladie et, en cas d'incompatibilité avec la solution contactologique, pour réhabiliter la vision en choisissant les associations dans un ordre logique de synergies et toujours du moins invasif au plus invasif.

En cas d'échec, la greffe lamellaire antérieure profonde (KLAP) doit être proposée comme solution de replis. Un message positif doit être communiqué au patient, ce dernier devra comprendre les enjeux, garder une attente réaliste et comprendre qu'il existe des solutions tout à fait compatibles avec une bonne qualité de vie, même s'il faut un certain temps pour les mettre en œuvre.



→ D. TOUBOUL

Centre National de Référence  
pour le Kératocône,  
CHU de BORDEAUX.

### Le cycle d'aggravation des ectasies

Le mécanisme d'apparition et de progression de l'ectasie cornéenne n'est pas bien connu. Cependant, certaines hypothèses sont régulièrement reformulées. Les plus récentes propositions impliquent la notion de déficit biomécanique focal induisant un gradient anormal de dureté tissulaire dans une zone précise de la cornée, aussi appelée zone d'anisotropie élastique anormale. Celle-ci pourrait se révéler, suite à des frottements mécaniques excessifs (atopie), des agressions enzymatiques, toxiques, éventuellement de manière spontanée lorsque le phénotype est génétiquement prédisposé. Si la contrainte mécanique exercée dans cette zone devient trop importante, le maintien de la forme de la cornée peut être compromis.

Pour expliquer ce mécanisme, il faut se souvenir que la cornée est en permanence naturellement soumise à diverses contraintes : pulsations de

la pression intraoculaire, aller-retour du clignement palpébral et multiples tractions des muscles extra-oculaires. Normalement, les forces de compression et de cisaillement ainsi générées et transmises au tissu sont en équilibre pour assurer l'homéostasie géométrique du dioptré cornéen. En cas d'anomalie biomécanique focale du tissu, la cornée perd son niveau d'anisotropie élastique physiologique, et entame un bombement compensatoire afin de rétablir l'équilibre des forces. Le glissement des lamelles de collagène entre elles est le corolaire de ce bombement et explique l'amincissement cornéen associé. Ainsi, la cornée tente de s'adapter en se déformant afin de répartir plus harmonieusement le gradient de contraintes.

Ce mécanisme étant néanmoins imparfait, assez rapidement, la composante plastique du phénomène (élongation sans retour à la position initiale possible) l'emporte sur la composante viscoélastique (élongation avec retour à la position initiale possible). S'installe de la sorte un cycle d'auto-aggravation

progressif et irréversible dans cette zone défailante, pouvant évoluer jusqu'à la fracture de la cornée (hydrops aigu, ruptures de la membrane de Bowman). Pour résumer, on pourrait retenir que l'élargissement de l'ectasie est un mécanisme en rapport avec l'excès localisé d'anisotropie élastique, impliquant un glissement des lamelles de collagène plus ou moins important.

D'un point de vue thérapeutique, on comprend bien que le traitement de l'ectasie doit impérativement passer par une action sur la biomécanique cornéenne. Les outils actuellement disponibles vont viser, d'une part, à harmoniser la répartition des contraintes

mécaniques par l'usage des anneaux intracornéens (AIC) et de la photoablation au laser Excimer (PKR) et, d'autre part, à limiter le glissement des lamelles par photoréticulation du collagène (*Corneal collagen cross-linking* [CXL]).

### Concept des cornéoplasties combinées

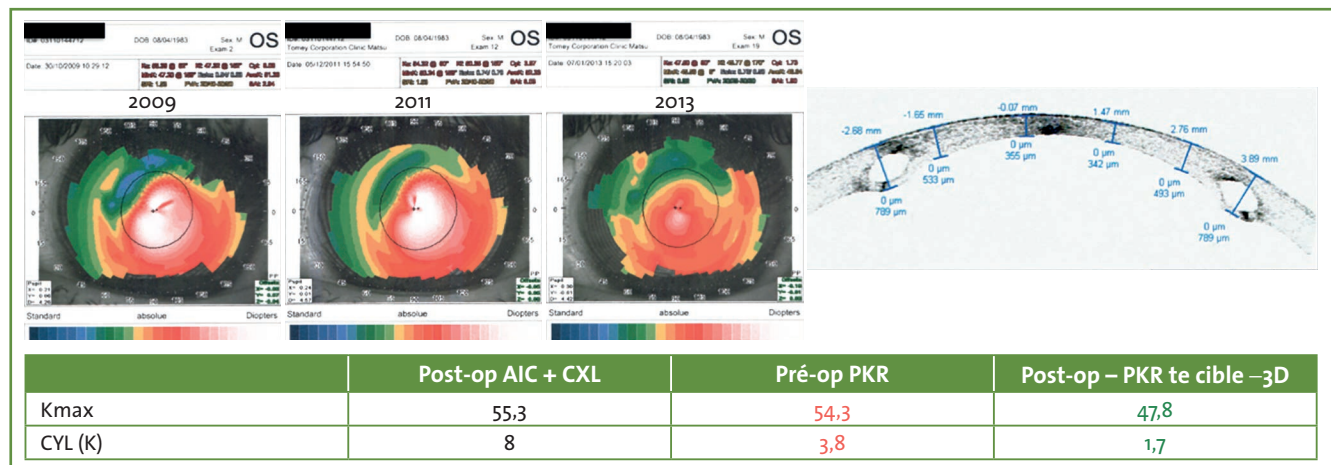
Le premier objectif de la prise en charge du kératocône (KC) est sans doute de stabiliser la maladie, le second est de réhabiliter la vision de la manière la moins invasive possible. Il existe, d'un point de vue physiopathologique et réfractif, diverses procédures asso-

ciables afin d'atteindre ces objectifs et, si possible, de manière synergique. Les cornéoplasties combinées séquentielles (CCS) sont, à ce titre, de plus en plus populaires pour la prise en charge du KC et des ectasies post-laser à excimère.

Le **tableau 1** montre les différentes associations possibles en fonction des mécanismes d'action et des limitations liées à la sévérité de l'ectasie. La **figure 1** montre un exemple de patient porteur d'un KC de stade 3 évolutif, ayant bénéficié de l'association anneaux et CXL, soulignant un effet sur la stabilisation et la possibilité de réaliser un complément de remodelage réfractif par PKR, ultérieurement.

| Mode d'action vs/moyens ttt |           | AIC                       | CXL  | Excimer                | LIO       | LR                  | KLAP            |
|-----------------------------|-----------|---------------------------|------|------------------------|-----------|---------------------|-----------------|
| Régularisation LOA          |           | ++                        | +    | ++                     | ++++      | ++++                | ++              |
| Régularisation HOA          |           | ++                        | +    | ++                     | +<br>(AS) | ++++<br>(face ant.) | ++              |
| Néo-réticulation            |           | —                         | ++++ | +<br>(haze)            | —         | —                   | —               |
| Sévérité KC                 | FFKC      | NON                       | OUI  | PKR seule?             | OUI       | ±                   | NON             |
|                             | Stade 1-2 | ± laser<br>± CXL<br>± LIO |      | PKR + CXL<br>PMC > 450 |           |                     |                 |
|                             | Stade 3-4 | ± laser<br>± CXL<br>± LIO |      | NON                    |           | OUI                 | Dernier recours |

**TABLEAU 1 :** Classement des procédures de CCS en fonction des mécanismes d'actions et de la sévérité du KC. LOA : aberrations optiques d'ordre inférieur (astigmatisme et défocus) ; HOA : aberrations optiques d'ordre supérieur : coma, trefoil, aberration sphérique (AS).



**FIG. 1 :** Exemple de la prise en charge d'un patient porteur d'un KC de stade 3 initialement, combinant de manière séquentielle AIC + CXL puis PKR te (transépithéliale). L'imagerie finale en coupe OCT est figurée à droite.

## REVUES GÉNÉRALES

### Kératocône

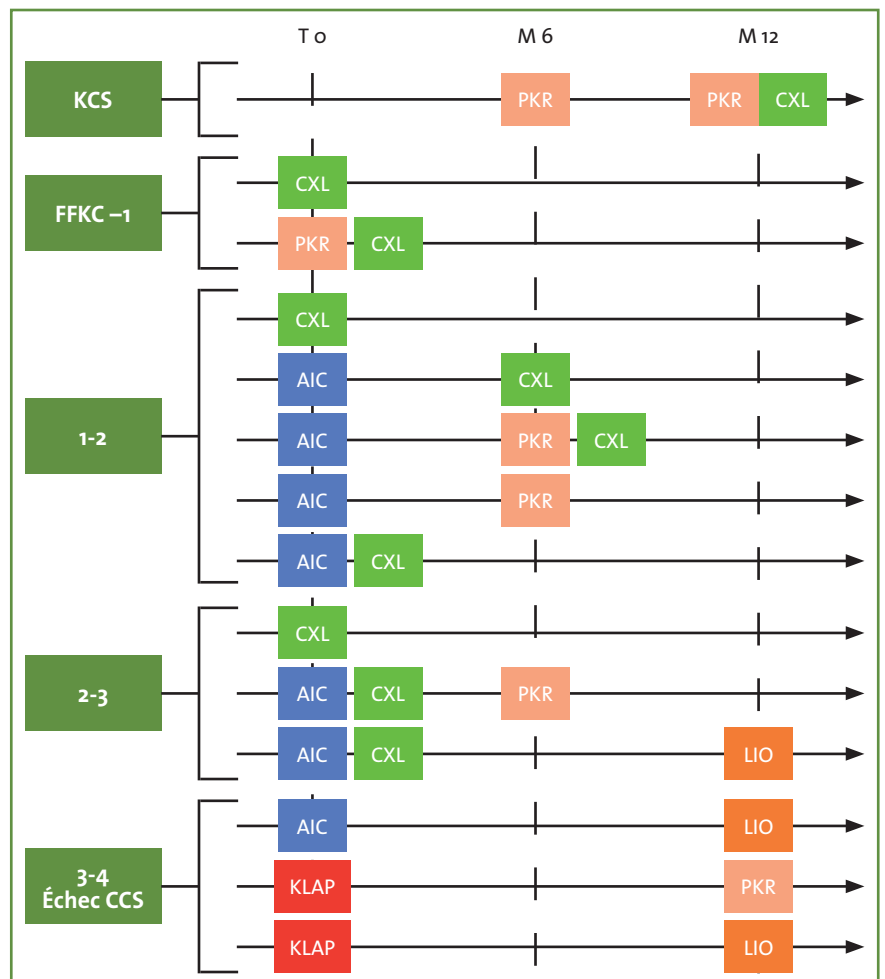
#### Les combinaisons possibles

La combinaison des procédures dépend de multiples facteurs listés dans le **tableau II**, reprenant un grand nombre d'items portant sur l'histoire de la maladie, l'examen réfractif et biomicroscopique, la sévérité géométrique, les contraintes technologiques et biométriques. Il est assez clair que, dans ce contexte, la prise en charge du patient respecte un certain nombre de grands principes, mais n'est jamais stéréotypée. Elle se construit au cas par cas, et fait l'objet d'une stratégie séquentielle pouvant s'étendre sur plusieurs années. L'importance de l'expérience du chirurgien vis-à-vis de cette maladie relativement rare et de l'accès à un plateau technique complet inscrivent obligatoirement les CCS dans le décor d'une prise en charge nécessitant un haut niveau de spécialisation.

La **figure 2** montre les principales associations chirurgicales pouvant être proposées, en fonction du temps de suivi et de la sévérité de la maladie. On remarque que le CXL epi-off conventionnel n'est possible que pour les trois premiers stades (plus de 400 microns de pachymétrie centrale minimale), que les anneaux sont possibles à tous stades mais sont insuffisants seuls, une fois arrivé aux stades les plus avancés, que la PKR n'est possible que pour les stades débutants à moyens (plus de 450 microns de pachymétrie centrale minimale) [1]. L'association simultanée AIC et CXL est logiquement proposée d'emblée pour les cas évolutifs [2], le CXL est volontiers proposé secondairement dans les cas difficiles, en cas de succès, ou à l'occasion d'un complément par le laser à excimère [3]. Les lignes de cette prise en charge sont en mouvement permanent au gré des raffinements chirurgicaux tels que : les nouvelles procédures de CXL trans-épithéliales, les nouvelles gammes d'anneaux, l'essor des implants phaqes ICL [4] etc. Enfin, il ne faut pas oublier

| HDM                             | Réfraction/LAF          | Topo/Tomographie Biométrie |
|---------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Âge/Profession                  | SPH/CYL                 | Sévérité<br>SIMK max/AST K |
| Évolution/Tolérance LR          | AVSC<br>MAVC lunette    | Position/taille cône       |
| Frottements oculaires<br>Atopie | AV binoculaire lunette  | PACHY                      |
| Maladies associées              | Anisométrie             | PCA                        |
|                                 | Transparence cornée     | Comptage endothélial       |
|                                 | Transparence cristallin | Plateforme laser/LIO       |

**TABEAU II :** Multiplicité des paramètres à prendre en compte pour la prise en charge du KC par CCS. HDM : histoire de la maladie ; AST K : astigmatisme kératométrique ; LR : lentille rigide. PCA : profondeur chambre antérieure. LIO : lentille intraoculaire.



**Fig. 2 :** Exemples des principales lignes de combinaisons thérapeutiques de CCS en fonction de la sévérité du KC (de bas en haut) et dans le temps. KPS : KC suspect ; FFKC : forme fruste de KC ; LIO : lentille intraoculaire.

## POINTS FORTS

- ➞ La connaissance de la complémentarité des différentes cornéoplasties sur la physiopathologie de l'ectasie est importante.
- ➞ Le choix des associations se fait en fonction du degré d'invasivité des procédures et de sévérité de la maladie.
- ➞ L'approche contactologique est toujours considérée en premier lieu et parfois en combinaison avec la chirurgie.
- ➞ Le patient doit garder une attente réaliste et comprendre qu'il existe des solutions dont la mise en œuvre sera souvent séquentielle et prendra un certain temps.

que l'adaptation en lentilles rigides traditionnelles ou en verres mini-scléaux est toujours à discuter en complément de multiples stratégies.

La connaissance de la complémentarité physiopathologique des différentes cornéoplasties est importante pour l'effet à long terme du traitement.

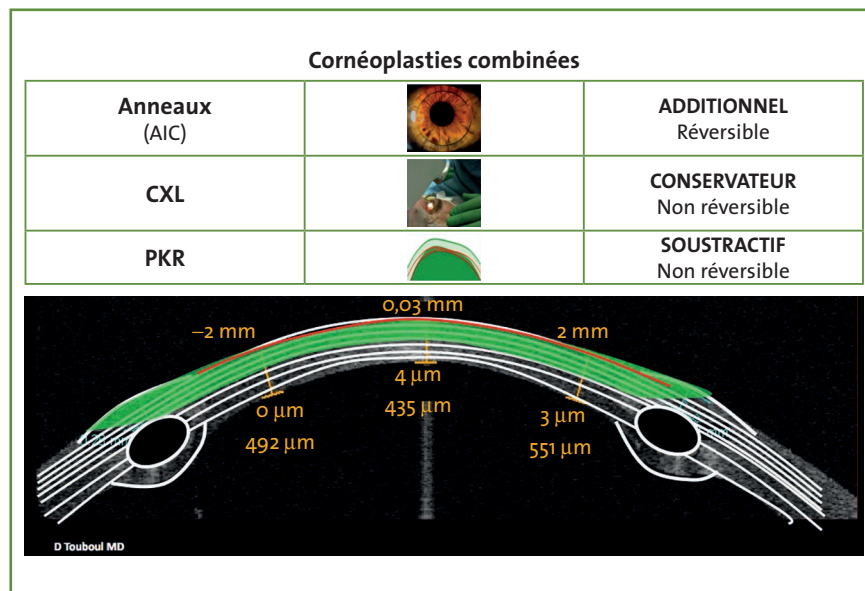
L'association de plusieurs procédures, dans les limites des possibilités, est souvent nécessaire. Le volet chirurgical est proposé pour stabiliser la maladie et, en cas d'incompatibilité avec la solution contactologique, pour réhabiliter la vision en choisissant les associations dans un ordre logique de synergies et toujours du moins invasif au plus invasif. La **figure 3** résume ces différents niveaux "d'invasivité".

En cas d'échec, la greffe lamellaire antérieure profonde (KLAP) doit être proposée comme solution de replis. Un message positif doit être communiqué au patient, ce dernier devra comprendre les enjeux, garder une attente réaliste et comprendre qu'il existe des solutions tout à fait compatibles avec une bonne qualité de vie, même s'il faut un certain temps pour les mettre en œuvre.

## Bibliographie

1. KANELLOPOULOS AJ *et al.* Keratoconus management: long-term stability of topography-guided normalization combined with high-fluence CXL stabilization (the Athens Protocol). *J Refract Surg*, 2014;30:88-93.
2. COSKUNSEVEN E *et al.* Effect of treatment sequence in combined intrastromal corneal rings and corneal collagen crosslinking for keratoconus. *J Cataract Refract Surg*, 2009;35:2084-2091.
3. SHETTY R *et al.* Topography-guided custom ablation treatment for treatment of keratoconus. *Indian J Ophthalmol*, 2013;61:445-450.
4. JARADE E *et al.* Visian toric ICL implantation for residual refractive errors after ICRS implantation and corneal collagen crosslinking in keratoconus. *J Refract Surg*, 2013; 29:444.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.



**FIG. 3** : Illustration des principales CCS disponibles et de leur niveau d'action dans la cornée ainsi que leur niveau "d'invasivité" (d'après D. Touboul, MD).