

# La peau vue par différentes méthodes d'imagerie cutanée non invasive

Dre CAROLINE GALLAY<sup>a,\*</sup>, Dre SARAH VENTÉJOU<sup>a,\*</sup>, Dr OLIVIER GAIDE<sup>b</sup> et Dre STÉPHANIE CHRISTEN-ZAECH<sup>a,b</sup>

Rev Med Suisse 2021; 17: 624-9

**Le développement de technologies d'imagerie cutanée in vivo est en plein essor depuis plusieurs dizaines d'années. Leurs avantages sont indéniables compte tenu notamment de leur caractère non invasif. Leur place est déjà bien établie en onco-dermatologie et leur utilité est également prometteuse dans beaucoup de domaines en dermatologie, y compris en dermatologie pédiatrique. Nous allons détailler ici trois de ces techniques utilisées en dermatologie au CHUV, à savoir la tomographie en cohérence optique (OCT), la microscopie confocale par réflectance (MCR) et la plus récente : la tomographie en cohérence optique confocale en champ linéaire (LC-OCT).**

## Cutaneous visualization by different non-invasive skin imaging methods

*The development of in vivo skin imaging technologies has been booming for several decades. Their advantages are indisputable, especially as they are non-invasive. Their place is already well established in onco-dermatology and it is just a question of time for them to be used with success in other fields of dermatology, including pediatric dermatology. In this paper we will discuss 3 of these skin imaging techniques used in dermatology at the CHUV, including Optical Coherence Tomography (OCT), Reflectance Confocal Microscopy (RCM) and the most recent: Line-field Confocal Optical Coherence Tomography (LC-OCT).*

## INTRODUCTION

Depuis plusieurs dizaines d'années, les outils d'imagerie cutanée non invasive ont intégré progressivement la consultation dermatologique. La dermatoscopie optique et digitale est devenue aujourd'hui un outil indispensable. D'autres techniques permettent de pousser encore un peu l'œil du dermatologue au-delà de la couche cornée. Parmi elles, certaines se basent sur les principes de l'ultrason comme l'échographie cutanée à haute fréquence, la spectrométrie (spectroscopie de Raman ou la spectroscopie d'impédance électrique), ou encore le laser avec la tomographie en cohérence optique (OCT; Optical Coherence Tomography), la microscopie confocale par réflectance (MCR; Reflectance confocal microscopy) et la tomographie en cohérence optique confocale

en champ linéaire (LC-OCT; Line-Field Confocal Optical Coherence Tomography).<sup>1</sup> Dans cet article non exhaustif, nous aborderons plus en détail les 3 dernières méthodes, dont la LC-OCT, la plus récente, qui combine l'OCT et la MCR.

## CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'IMAGERIE CUTANÉE NON INVASIVE

### Tomographie en cohérence optique (OCT)

L'OCT est une méthode d'imagerie cutanée établie depuis 30 ans. Son principe est la mesure des interférences d'un faisceau de lumière contrôlé avec ceux réfléchis par les tissus rencontrés.<sup>2</sup> La source lumineuse est un laser infrarouge à 1300 nm.<sup>2</sup> De manière générale l'OCT a une pénétration de 1000 µm. Sa résolution axiale et latérale est respectivement de 5 µm et 7,5 µm.<sup>2,3</sup> Elle ne permet pas de voir la morphologie cellulaire et donne uniquement des informations sur l'agencement de groupes de cellules.<sup>2,4</sup> Les images obtenues sont orientées verticalement comme les coupes histopathologiques.<sup>2</sup> Il existe plusieurs types d'OCT tels que la FD-OCT (OCT en domaine de fréquence; Frequency Domain OCT) qui a une pénétration jusqu'à 2000 µm, la D-OCT (OCT dynamique; Dynamic OCT) qui permet de visualiser des patterns vasculaires et la HD-OCT (OCT à haute définition; High Definition OCT) avec une meilleure résolution que les deux précédentes, mais au détriment de la profondeur de pénétration. Certains de ces modèles permettent d'obtenir des coupes horizontales créant ainsi des images en 3 dimensions.<sup>2</sup>

### Microscopie confocale par réflectance (MCR)

La MCR est une méthode d'imagerie utilisée en dermatologie depuis une quinzaine d'années. Son principe se base sur la réflexion de la lumière par les molécules contenues dans la peau. La source lumineuse est un laser infrarouge à 830 nm. Cette lumière émise est réfléchiée par les couches superficielles de la peau, puis recueillie par l'objectif et transmise à un détecteur après passage par un diaphragme qui permet de recueillir sélectivement la lumière provenant de la région d'intérêt (plan confocal). L'image complète est ensuite reconstruite point par point par balayage du laser à la surface cutanée.<sup>5</sup> La MCR permet d'aller seulement à une profondeur de 200 à 250 µm.<sup>3,5</sup> Cependant, sa résolution est haute, 3 à 5 µm en axial et 0,5 à 1 µm en latéral,<sup>3,5</sup> permettant de voir la morphologie des cellules in vivo en coupe horizontale.<sup>5</sup> La haute résolution est l'atout majeur de cette méthode. Ses désavantages sont la faible pénétration en profondeur ainsi que des coupes horizontales, donc perpendiculaires aux images histologiques conventionnelles, rendant la lecture des images complexe et peu intuitive.<sup>3</sup>

<sup>a</sup>Unité de dermatologie pédiatrique, Départements de dermatologie et vénéréologie et pédiatrie, CHUV, Université de Lausanne, 1011 Lausanne, <sup>b</sup>Département de dermatologie et vénéréologie, CHUV, Université de Lausanne, 1011 Lausanne caroline.gallay@chuv.ch | sarah.ventejou@chuv.ch | olivier.gaide@chuv.ch stéphanie.christen@chuv.ch

\*Ces deux auteurs ont contribué de manière équivalente à la rédaction de cet article.

## Tomographie en cohérence optique confocale en champ linéaire (LC-OCT)

La LC-OCT a très récemment fait son apparition sur le marché de l'imagerie cutanée non invasive (**figure 1**). Elle combine les principes temporels de l'OCT et spatial de la MCR.<sup>3</sup> Elle mesure le retard d'écho-temps et l'amplitude de la lumière rétrodiffusée à partir des microstructures cutanées associée au filtrage spatial confocal.<sup>3</sup> Sa source lumineuse est un laser supercontinuum de classe 1 avec une longueur d'onde centrale de 800 nm. La LC-OCT a une pénétration de 500 µm soit le double de la MCR (**figure 2**).<sup>3</sup> Cette pénétration permet d'étudier le derme superficiel tandis que la MCR n'atteint que la jonction dermo-épidermique.<sup>5</sup> Sa résolution est comparable à celle de la MCR et donc bien meilleure que celle de l'OCT.<sup>3</sup> La LC-OCT avec une résolution axiale de 1,15 µm, latérale de 1,3 µm et isotropique de 1 µm permet ainsi de visualiser une cellule isolée et sa morphologie.<sup>4</sup>

FIG 1

Utilisation de la LC-OCT en dermatologie pédiatrique

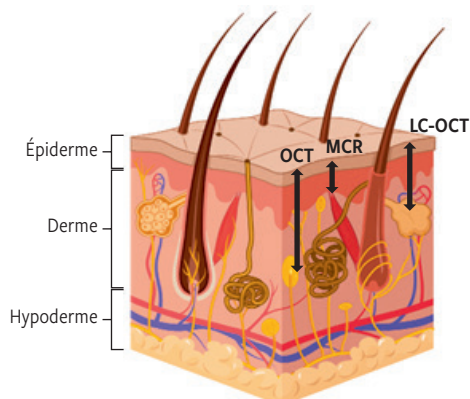
LC-OCT: tomographie en cohérence optique confocale en champ linéaire.



FIG 2

Pénétration des différentes méthodes d'imagerie cutanée

Profondeur de pénétration: OCT: 1000 µm, MCR 250 µm et LC-OCT 500 µm. LC-OCT: tomographie en cohérence optique confocale en champ linéaire; MCR: microscopie confocale par réflectance; OCT: tomographie en cohérence optique.



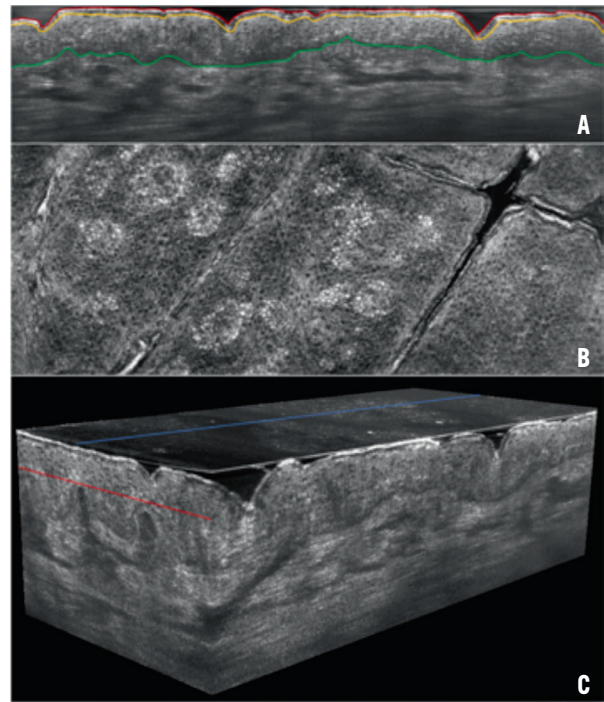
(Crée par BioRender.com bio).

FIG 3

Peau saine analysée par LC-OCT

A. Image en coupe verticale (entre les lignes rouge et jaune la couche cornée et au niveau de la ligne verte la jonction dermo-épidermique); B. Coupe horizontale; C. Reconstruction 3D (la ligne bleue correspondant au niveau de la 2D verticale et la ligne rouge au niveau de la 2D horizontale).

LC-OCT: tomographie en cohérence optique confocale en champ linéaire.



Les images sont obtenues en coupe horizontale comme avec la MCR et en coupe verticale comme avec l'OCT.<sup>3</sup> De plus, la LC-OCT permet aussi les reconstructions en 3D (**figure 3**).<sup>3,6</sup> Elle a donc une meilleure pénétration que la MCR,<sup>6</sup> une plus haute résolution que l'OCT et la lecture des images verticales et en 3D peut être plus aisément corrélée à l'examen dermatopathologique.<sup>3</sup> Le **tableau 1** compare les différentes méthodes d'imagerie cutanée.

## PEAU SAIN VUE PAR CES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'IMAGERIE CUTANÉE NON INVASIVE

### Analyse de la peau saine par OCT

L'analyse de la peau saine de l'adulte par OCT a fait l'objet de plusieurs études.<sup>7,8</sup> L'OCT permet de visualiser les différentes couches structurales de la peau avec la couche cornée, l'épiderme et le derme. Au sein du derme sont reconnues certaines structures comme les vaisseaux, les follicules pileux et les glandes sébacées. L'OCT peut être utilisée pour l'évaluation quantitative des structures cutanées<sup>7</sup> mais sa moins bonne résolution limite l'évaluation qualitative. À notre connaissance, il n'y a pas d'études dédiées uniquement à la caractérisation de la peau pédiatrique saine avec l'OCT. En revanche, les études sur la peau saine décrites précédemment avaient également inclus quelques enfants.<sup>7,8</sup> Shlivko et coll. décrivaient une épaisseur de couche cornée chez l'enfant comparable à celle de l'adulte jeune et un épiderme plus épais chez l'enfant de < 10 ans (n = 6) comparé aux autres sujets (n<sub>total</sub> = 43, 4-74 ans).<sup>8</sup>

**TABEAU 1** Comparaison des caractéristiques d'imagerie cutanée non invasive OCT, MCR et LC-OCT

LC-OCT: tomographie en cohérence optique confocale en champ linéaire; MCR: microscopie confocale par réflectance; OCT: tomographie en cohérence optique.

	OCT	MCR	LC-OCT
Profondeur	1000 à 2000 µm	200 à 250 µm	500 µm
Résolution • Axiale • Latérale • Isotropique	3 à 5 µm 3 à 7,5 µm	3-5 µm 0,5-1 µm	1,15 µm 1,3 µm 1 µm (reconstruction 3D)
Coupe	• Verticale • Horizontale selon les modèles	Horizontale	• Verticale • Horizontale
Reconstruction	3D selon les modèles		3D
Points forts	• Image verticale de même orientation que l'histologie cutanée • Reconstruction 3D	Image avec résolution à un niveau cellulaire	• Meilleure résolution que l'OCT • Meilleure pénétration que la MCR • Image verticale avec corrélation possible à l'histologie • Reconstruction 3D
Limites	Résolution d'image limitée et inférieure à la MCR et à la LC-OCT	• Pénétration faible • Coupes horizontales	Méthode émergente avec moins de recul

### Analyse de la peau saine par MCR

La peau saine de l'adulte et de l'enfant a été caractérisée par MCR. Plusieurs études attestent d'une bonne corrélation entre l'histologie et la MCR, avec possibilité de différencier la couche granuleuse et épineuse de la couche basale de l'épiderme notamment.<sup>5</sup> Au niveau de la jonction dermo-épidermique et du haut des papilles dermiques, les fibres de collagène et les vaisseaux capillaires peuvent être partiellement observés. La portion superficielle des follicules pileux est aussi visible.<sup>5</sup> Chez l'enfant, des spécificités de la peau pédiatrique ont été mises en évidence telles qu'un nouveau pattern de fibre de collagène présent uniquement chez les nouveau-nés.<sup>9</sup> De plus, la première semaine de vie, il n'y a pas de papilles dermiques, celles-ci apparaissent pendant les 3 premiers mois de vie et sont responsables d'une augmentation de l'épaisseur épidermique.<sup>10</sup> De façon synchrone, des structures microvasculaires complexes étaient aussi observables dans la peau néonatale mais disparaissaient progressivement.

### Analyse de la peau saine par LC-OCT

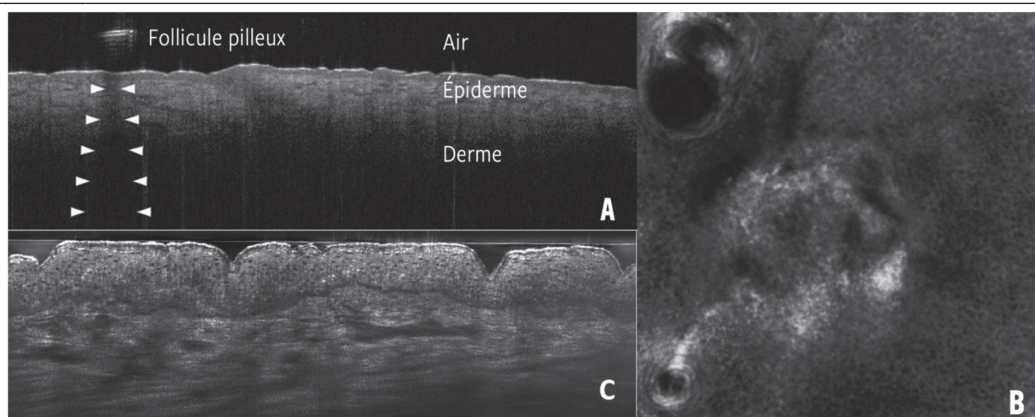
La LC-OCT a déjà été utilisée pour caractériser de la peau saine chez l'adulte.<sup>4</sup> Comme l'OCT et la MCR, les différentes couches de la peau sont appréciables (couche cornée, épiderme, derme). De plus, les noyaux des kératinocytes sont bien visibles. L'évaluation qualitative est bonne, les follicules pileux, les glandes sébacées, les vaisseaux et les fibres de collagène sont visibles avec une définition cellulaire.<sup>4</sup> La figure 4 montre des images de peau saine obtenues par les différentes méthodes d'imagerie décrites.

L'Unité de dermatologie pédiatrique du CHUV est pour le moment le seul centre au monde qui utilise la LC-OCT dans la population pédiatrique et le seul centre dermatologique en Suisse à être muni de cette technologie. Cette unité est un centre de références qui accueille plus de 6600 patients pédiatriques adressés par des pédiatres, dermatologues ou autres collègues médecins par an. Actuellement, un travail dans le but de caractériser la peau saine chez des enfants de 0 à 16 ans au

**FIG 4** Comparaison d'imagerie cutanée non invasive de la peau saine

A. Par OCT: épiderme et derme dans lequel les vaisseaux sont visibles, et un follicule pileux donnant un cône d'ombre (flèches), B. par MCR: plan focal dans la couche épineuse, présence de 3 follicules pileux, et C. par LC-OCT, sont visibles la couche cornée, l'épiderme avec les noyaux des kératinocytes, la jonction dermo-épidermique, le derme avec les vaisseaux et les fibres de collagène.

LC-OCT: tomographie en cohérence optique confocale en champ linéaire; MCR: microscopie confocale par réflectance; OCT: tomographie en cohérence optique.

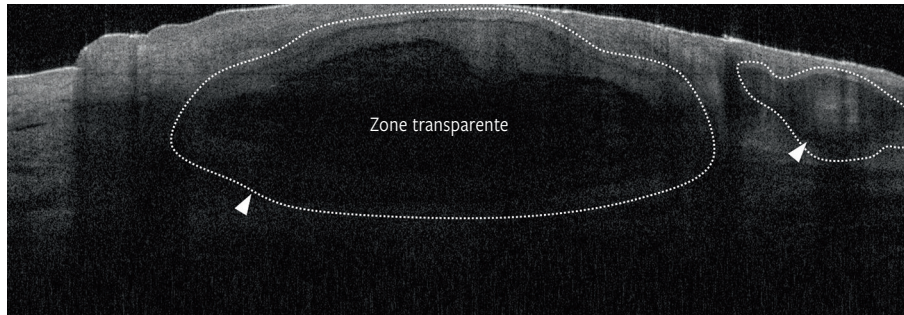




<b>FIG 5</b>	<b>Carcinome basocellulaire nodulaire (OCT)</b>
--------------	---

Dans le derme, présence de 2 nodules sombres (entourés avec flèches), à bordure bien délimitée, dont l'un contient une zone transparente. Cette image est pathognomonique de CBC nodulaire.

CBC: carcinome basocellulaire; OCT: tomographie en cohérence optique.



moyen de la LC-OCT est en cours de réalisation. De plus, une base iconographique de certaines pathologies cutanées de l'enfant est établie.

### DOMAINES D'APPLICATION DES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'IMAGERIE CUTANÉE NON INVASIVE OCT en pratique clinique

Dans la pratique quotidienne, l'OCT est une aide au diagnostic des cancers cutanés non mélanocytaires tels que le carcinome basocellulaire (CBC).<sup>2</sup> Sa grande pénétration permet de voir les nids profonds des tumeurs, de reconnaître les caractéristiques morphologiques et d'améliorer la précision diagnostique des CBC (**figure 5**).<sup>2,6</sup> Toutefois, l'OCT est limitée par sa résolution qui ne fait pas de lui un outil de choix pour des lésions mélanocytaires, pour lesquelles la MCR est préférable.<sup>2,6</sup>

À notre connaissance, il n'y a pas d'études dédiées à l'OCT et au CBC chez l'enfant. Cependant l'OCT a déjà été utilisée pour étudier, dans la population pédiatrique, les brûlures (afin de déterminer plus précisément la profondeur des lésions et donc le degré de sévérité),<sup>11</sup> l'acné (pour évaluer les changements de vascularisation des lésions inflammatoires lors d'une cure d'antibiotique)<sup>12</sup> et les angiomes plans (pour caractériser les vaisseaux pathologiques), ce qui pourrait faciliter l'ajustement des paramètres de traitements par laser.<sup>13</sup>

### MCR en pratique clinique

En pratique clinique, la MCR est principalement utilisée pour le diagnostic de lésions mélanocytaires.<sup>2,5</sup> La plupart des lésions visualisées (kératoses actiniques, CBC, mélanomes) avec la MCR sont bien corrélées avec l'histopathologie (bien qu'orientées différemment).<sup>5</sup> Avec la MCR, la sensibilité (90 à 93%) et la spécificité (76 à 85%) sont élevées pour le diagnostic de mélanome.<sup>5</sup> La MCR permet de visualiser des mélanocytes atypiques (**figure 6**), l'ascension pagétoïde de ceux-ci, et la perte d'architecture précoce, avec des thèques mélanocytaires polymorphes au sein de la jonction dermo-épidermique,<sup>5</sup> ce qui peut aider à la délimitation des marges chirurgicales.

Chez l'enfant, la MCR a permis de décrire des mastocytomes par un élargissement des espaces interkératinocytaires mais sans pattern typique identifié,<sup>14</sup> des xanthogranulomes juvéniles se présentant avec un élargissement des papilles dermiques remplies de grandes cellules arrondies et hyper-réfractiles<sup>15</sup> et des histiocytoses langerhansiennes avec un infiltrat dermo-épidermique de grandes cellules dendritiques hyperréfléchissantes.<sup>16</sup>

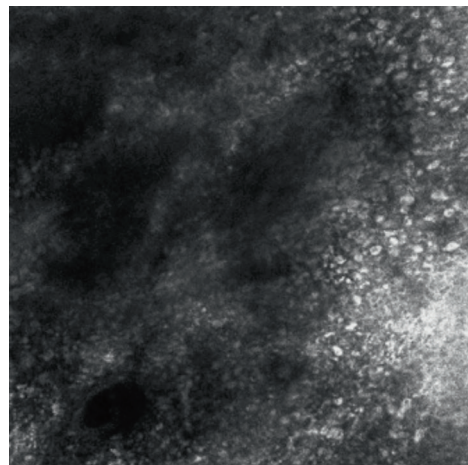
### LC-OCT en pratique clinique

La LC-OCT est utilisée, en pathologie tumorale chez l'adulte, pour le diagnostic des CBC, des kératoses actiniques et des mélanomes.<sup>3,6,17</sup> Pour ces 3 pathologies, Ruini et coll. ont comparé les différentes méthodes d'imagerie: OCT, MCR et LC-OCT.<sup>6</sup> Les images en coupe horizontale de CBC et de mélanomes obtenues par LC-OCT étaient comparables à celles de la MCR. En coupe verticale comme horizontale, la résolution était à un niveau cellulaire, donc meilleure que celle de l'OCT.<sup>6</sup> Cependant certains nids tumoraux de CBC plus profonds pourraient être manqués avec la LC-OCT et la MCR,

<b>FIG 6</b>	<b>Lentigo maligna melanome (MCR)</b>
--------------	---------------------------------------

Présence de cellules pigmentées, rondes, dans l'épiderme, signant une ascension pagétoïde.

MCR: microscopie confocale par réflectance.



du fait d'une pénétration moindre que celle de l'OCT.<sup>6</sup> Une récente étude a permis d'établir des critères diagnostiques de CBC à l'aide de la LC-OCT.<sup>17</sup> Les images de CBC et mélanomes obtenues avec la LC-OCT étaient fortement corrélées à l'histologie.<sup>3</sup> La LC-OCT semble donc prometteuse pour le diagnostic des CBC, mais sa place reste à être déterminée pour le mélanome. La **figure 7** donne un exemple de la corrélation entre un examen histologique et une image de LC-OCT pour un nævus cliniquement atypique.

De façon plus anecdotique, la LC-OCT a permis de visualiser in vivo le demodex ainsi que le sarcopte de la gale. Des pathologies plus rares, telles que le sarcome de Kaposi, la kératodermie aquagénique et l'hypokératose palmaire circonscrite ont également été décrites par cette méthode.

### EXAMEN HISTOPATHOLOGIQUE ET IMAGERIE CUTANÉE NON INVASIVE

Les biopsies cutanées restent indispensables dans de nombreuses pathologies pour confirmer un diagnostic.<sup>2</sup> Les divers types d'imagerie non invasive peuvent apporter des informations supplémentaires en les associant entre elles ou en les combinant avec des biopsies. Ces différentes techniques d'imagerie cutanée non invasive pourraient permettre de

limiter les biopsies ou le cas échéant de mieux guider les marges d'excision ou préciser l'endroit de la biopsie, notamment pour certains cancers cutanés.<sup>3</sup>

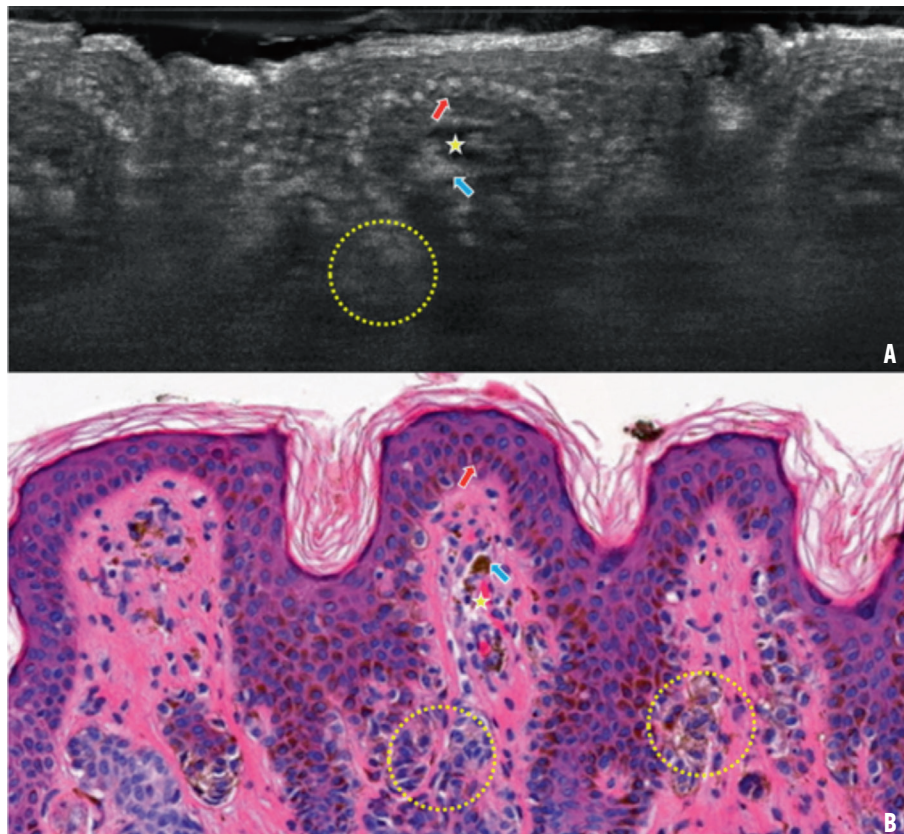
En dermatologie pédiatrique, les actes invasifs sont plus complexes. Chez les jeunes patients, cela génère plus d'anxiété et de stress et demande des ressources supplémentaires (mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote (MEOPA), hypnose ou anesthésie générale). Dans l'Unité de dermatologie pédiatrique du CHUV, nous réalisons une centaine de biopsies et excisions par an. Ainsi, notre centre est particulièrement sensibilisé à cette problématique. Nous sommes donc attentifs à toute technique non invasive qui pourrait améliorer la prise en charge de nos patients, telle que la LC-OCT, dont nous nous sommes récemment dotés. Nous espérons qu'avec cette nouvelle méthode d'imagerie non invasive comme aide au diagnostic, un quart des biopsies pourraient, à terme, potentiellement être évitées ou, si réalisées, être mieux ciblées.

### CONCLUSION

Les objectifs des techniques d'imagerie cutanée OCT, MCR et LC-OCT sont de donner un diagnostic plus rapide, non invasif, de limiter ou mieux guider les biopsies indispensables

**FIG 7** Nævus cliniquement atypique

Corrélation entre l'image par LC-OCT (A) et l'histologie (B) dans le cas d'un nævus cliniquement atypique. Flèche rouge: kératinocyte avec cytoplasme pigmenté; étoile jaune: vaisseau; flèche bleue: mélanophage; cercle pointillé jaune: amas de mélanocytes. LC-OCT: tomographie en cohérence optique confocale en champ linéaire.



et d'améliorer la délimitation des marges en chirurgie onco-dermatologique.<sup>3</sup>

La LC-OCT est une nouvelle technologie prometteuse qui dépasse certaines limites des méthodes d'imagerie cutanée jusqu'à présent utilisées. La LC-OCT peut être employée comme outil diagnostique dans certaines pathologies cutanées tumorales, inflammatoires ou infectieuses.

Des études avec la LC-OCT sur la population pédiatrique n'ont pas encore été menées, alors que l'intérêt de développer des outils non invasifs, indolores et sans danger pour cette population est évident. L'Unité de dermatologie pédiatrique du CHUV joue un rôle pionnier en Suisse dans l'utilisation de la LC-OCT et vise à établir une iconographie de la peau normale des enfants ainsi que de certaines pathologies cutanées pédiatriques.

**Conflit d'intérêts:** Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

#### IMPLICATIONS PRATIQUES

- La tomographie en cohérence optique (OCT) est une méthode bien établie avec une bonne pénétration permettant d'évaluer des lésions suspectes d'être des carcinomes basocellulaires
- La microscopie confocale par réflectance (MCR) est une méthode avec une haute résolution couramment utilisée pour des lésions mélanocytaires
- La tomographie en cohérence optique confocale en champ linéaire (LC-OCT) est une nouvelle méthode d'imagerie non invasive, avec une meilleure pénétration que la MCR et une meilleure résolution que l'OCT, qui permet d'obtenir des images in vivo en coupes horizontales et verticales ainsi que des reconstructions 3D
- L'OCT, la MCR et la LC-OCT permettent, dans certains cas, d'obtenir un diagnostic plus rapide, de limiter les biopsies et de mieux délimiter les marges chirurgicales

1 Schneider SL, Kohli I, Hamzavi IH, et al. Emerging Imaging Technologies in Dermatology: Part I: Basic Principles. *J Am Acad Dermatol* 2019;80:1114-20.  
 2 \*Rakosi A, Kuonen F, Gaide O. Une nouvelle vision de la peau. *Rev Med Suisse* 2017;13:684-90.  
 3 Dubois A, Levecq O, Azimani H, et al. Line-Field Confocal Optical Coherence Tomography for High-Resolution Noninvasive Imaging of Skin Tumors. *J Biomed Opt* 2018;23:1-9.  
 4 \*\*Monnier J, Tognetti L, Miyamoto M, et al. In Vivo Characterization of Healthy Human Skin with a Novel, Non-Invasive Imaging Technique: Line-Field Confocal Optical Coherence Tomography. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2020;34:2914-21.  
 5 Levy JL, Norrenberg S, Bahadoran P. Microscopie confocale in vivo : quel avenir en dermatologie ? *Rev Med Suisse* 2016;12:1724-8.  
 6 Ruini C, Schuh S, Sattler E, Welzel J.

Line-Field Confocal Optical Coherence Tomography-Practical Applications in Dermatology and Comparison with Established Imaging Methods. *Skin Res Technol* 2020;epub ahead of print. DOI : 10.1111/srt.12949.  
 7 Mogensen M, Morsy HA, Thrane L, Jemec GBE. Morphology and Epidermal Thickness of Normal Skin Imaged by Optical Coherence Tomography. *Dermatology* 2008;217:14-20.  
 8 Shlivko IL, Petrova GA, Zor'kina MV, et al. Complex Assessment of Age-Specific Morphofunctional Features of Skin of Different Anatomic Localizations. *Skin Res Technol* 2013;19:e85-92.  
 9 Fluhr JW, Bellemère G, Ferraci C, et al. Age-Dependent Transformation of Skin Biomechanical Properties and Micromorphology During Infancy and Childhood. *J Invest Dermatol* 2019;139:464-6.  
 10 Miyauchi Y, Shimaoka Y, Fujimura T, et al. Developmental Changes in Neonatal

and Infant Skin Structures During the First 6 Months: In Vivo Observation. *Pediatr Dermatol* 2016;33:289-95.  
 11 Lindert J, Tafazzoli-Lari K, Tüshaus L, et al. Optical Coherence Tomography Provides an Optical Biopsy of Burn Wounds in Children-a Pilot Study. *J Biomed Opt* 2018;23:1-6.  
 12 Manfredini M, Greco M, Farnetani F, et al. Acne: morphologic and vascular study of lesions and surrounding skin by means of optical coherence tomography. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2017;31:1541-6.  
 13 Zhao S, Gu Y, Xue P, et al. Imaging port wine stains by fiber optical coherence tomography. *J Biomed Opt* 2010;15:036020.  
 14 An X, Al-Murieh M, Abdul-Fattah B, et al. Reflectance confocal microscopy as a diagnostic tool for mastocytoma in children. *J Am Acad Dermatol* 2020;83:1781-4.  
 15 Koku Aksu AE, Turgut Erdemir AV,

Gurel MS, Bagci IS, Leblebici C. In Vivo Evaluation of Juvenile Xanthogranuloma with High-Resolution Optical Coherence Tomography and Reflectance Confocal Microscopy and Histopathological Correlation. *Skin Res Technol* 2015;21:508-10.  
 16 Chiaverini C, Le Duff F, Deville A, et al. Reflectance Confocal Microscopy for the Diagnosis of Langerhans Cell Histiocytosis. *Br J Dermatol* 2018;179:186-7.  
 17 Suppa M, Fontaine M, Dejonckheere G, et al. Line-Field Confocal Optical Coherence Tomography of Basal Cell Carcinoma: a Descriptive Study. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2020;epub ahead of print. DOI : 10.1111/jdv.17078.

\* à lire

\*\* à lire absolument