

PASSAGE DE L'EPIDERME – Dr J.C Guimberteau

Afin de faciliter la compréhension de ce nouveau film, il faut tout d'abord rappeler ce que le film « Promenade sous la peau » a démontré.

Le corps semblerait constitué d'une architecture interne, un ensemble de tissus, essentiellement collagéniques en tramage, un réseau à forme multimicrofibrillaire, continu, d'organisation irrégulière, pseudo-fractale, enserrant des espaces multi micro-vacuolaires de taille variable entre 10 μ et 100 μ .

Ces structures participeraient non seulement à l'élaboration de la forme, mais aussi sont le canevas du maintien de la forme, douées de qualités intrinsèques, leur donnant un rôle majeur pour la réalisation du mouvement et du glissement.

Ces microfibrilles, ont un diamètre d'environ dix à vingt microns, et sont constituées de collagène I ou III.

En s'entrecroisant, elles déterminent le volume de la micro-vacuole, lui même rempli d'une ambiance hydrophyle de glyco aminoglycanes. Par accumulation et superposition, ces ensembles polyédriques multi micro-vacuolaire, vont constituer une forme élaborée. La cellule qui en assure l'entretien, prospère, s'intègre parfaitement dans cet ensemble, avec des dimensions comparables entre 10 et 60 μ .

L'adaptabilité du volume ainsi crée, va être assurée par les propriétés internes des fibrilles, qui sont tout d'abord, bien sûr la distension, la rétraction, assumant peut être la première réponse à la traction, mais d'autres propriétés vont rentrer en jeu, comme la mobilité des fibres les unes sur les autres, faisant appel à des phénomènes de dépolymérisation, qui sont pour l'instant mal connus, et aussi, la division fibrillaire, phénomène qui permet en un instant une dispersion, une répartition de la contrainte et de la force dans l'espace.

Ainsi, grâce ces 3 mouvements, il y en a peut-être d'autres, la microvacuole est capable de s'adapter à toutes les sollicitations mécaniques, dans les 3 dimensions de l'espace tout en gardant son volume.

Toutes ces structures bougent les unes avec les autres, s'influencent, s'interconnectent, et répondent à la moindre contrainte, la plus douce comme la plus violente.

Toutes les déformations sont possibles dans les 3 dimensions, grâce à cet ensemble multi micro-vacuolaire. Nos corps, nos formes, peuvent alors se décrire et s'interpréter au travers de cette architecture d'intérieur mobile, introduisant alors à une véritable ontologie structurante.

La progression des tendons, qui, sans aucune influence sur les tissus avoisinants, assure un coulissement optimal, ou le simple geste de pincer ou étirer la peau avec son retour à la position initiale, peuvent être ainsi expliqués de façon cohérente.

Mais cette vision globalisante de notre matière vivante, basée sur une architecture interne microfibrillaire et multimicrovacuolaire, trouve une limite dans l'espace. Et cette limite, c'est la peau, frontière entre le Moi et l'Autre, entre deux mondes, l'un extérieur intemporel et l'autre intérieur, temporaire, mortel. Peau, interface entre matières en mouvement.

Alors maintenant, partons à la découverte de la peau, pour apprendre ce que deviennent toutes ces fibrilles que nous avons vu partir en direction de la surface cutanée.

Nous n'allons pas, cette fois ci, partir de l'intérieur du corps pour remonter vers la surface cutanée, mais nous allons adopter un cheminement inverse, nous allons pénétrer par la surface de la peau comme le font les chirurgiens et essayer de retrouver cette architecture fibrillaire, qui semblait donc se fondre dans le derme.

Nous savons déjà beaucoup de choses sur la peau, car bien évidemment elle n'a jamais laissé indifférent le monde des poètes, philosophes et savants.

La peau a bien évidemment, représenté pour l'homme, depuis la nuit des temps, la protection de son être, et peu à peu, il a donné à celle-ci un rôle majeur de préservation, de garant de survie et d'identification.

La symbolique, d'ailleurs, a développé à ce sujet des expressions très parlantes. Vendre chèrement sa peau, faire la peau de quelqu'un, y laisser la peau, risquer sa peau, avoir quelqu'un dans la peau, être bien dans sa peau et faire peau neuve.

Cette importance culturelle, a trouvé très rapidement son prolongement scientifique, et la peau a été étudiée sous toutes les coutures.

Tous les composants de la peau sont maintenant clairement identifiés.

Mais ce sont essentiellement les éléments cellulaires et organites qui sont bien étudiés, soit disposés en palissade dans l'épiderme, soit plus dispersés dans le derme en protection, ou à visée de renseignements, pression, température, sensibilité.

Mais même si la constitution cutanée est parfaitement définie, reste un constat simple. Comment la peau bouge t'elle ?

Comment se font le lien et l'adaptation de tous ses composants lors du mouvement. Essayons donc de comprendre son aspect morphodynamique.

Commençons par une évidence qui nous initie d'emblée à l'essentiel, c'est à dire la variété morphologique, à la diversité.

Car la peau et surtout l'épiderme, n'ont pas une forme, mais des formes, et toutes issues d'un même dessin polyédrique basique.

Tout d'abord les poils. Chaque humain a une pilosité variable, et cette pilosité est plus ou moins dense, en fonction des zones et de l'âge. Il est des zones totalement glabres.

La couleur est aussi un sujet de diversité. Il est des peaux blanches, des peaux plus bronzées, des peaux noires avec toutes les nuances possibles entre elles.

Mais la diversité ne s'arrête pas là et loin de là. Au sein d'un même individu en fonction des zones anatomiques, on peut observer que ces formes pseudopolyédriques peuvent se transformer en carré,... en cylindres parallèles rappelant des dunes de sable,... en panneaux losangiques aux allures océanes.

Ces formes peuvent resplendir par les vertus de la jeunesse, se flétrir au gré du temps, se rider par les intempéries, ou perdre leur relief et s'affiner dans l'amaigrissement .

On peut voir des changements en fonction de l'activité, comme ici, la paume d'un ouvrier maçon, ou là, la voûte plantaire d'un coureur à pied, mais aussi en fonction d'influences internes comme cette dermatose creusant des sillons profonds, ce naevus colorant la surface, ou ces vergetures , fractures du derme pendant la grossesse.

La peau est diverse mais reste cependant toujours tramée par ces dessins polyédriques irréguliers, fondamentaux, et pourtant peu décrits dans la littérature. Des questions se posent alors :

Pourquoi ces polyèdres de surface ? Pourquoi la surface cutanée n'est elle pas parfaitement lisse ?

L'épiderme, zone la plus superficielle, est une surface imprimée de petits polyèdres instables en forme, tous irréguliers, tous différents, limités à 3, 4, 5 cotés, chaque coté mesurant environ 500μ , avec des sillons entre les polyèdres d'environ 50μ de large.

Aucun polyèdre ne ressemble au voisin, leur répartition est très irrégulière.

Ces polyèdres ont une mobilité dans les 3 dimensions de l'espace, et lors de leurs mouvements, on peut discerner des changements au sein même de leur surface, ce qui témoigne déjà d'une organisation probablement fractale.

Quand la peau s'étire, se plisse au cours des circonstances banales de nos vies, ces petits polyèdres bougent, changent de forme, d'aspect, et à la fin de la contrainte reviennent à leur état initial.

Tous les instants de nos vies procurent ces changements imperceptibles et non remarqués. Pourtant, à l'observation, on note bien ces lignes de forces, qui de verticales, deviennent horizontales, puis s'estompent pour réapparaître en fonction de la force de notre appui.

Ces lignes de force, ont une réalité physique, et le filtre en lumière polarisée, permet déjà de se faire une idée sur la complexité de ce tramage constitutif.

Cette diversité, prend encore une autre ampleur, quand nous approchons le microscope opératoire, mais alors, la difficulté de prise de vue s'accroît, car la profondeur de champ diminue, et le patient, même immobile, reste soumis aux vibrations de son rythme cardiaque et de sa respiration.

Nous allons cependant, en faire une étude précise, par vidéo enregistrement, avec grossissement, et surtout des ralentis.

Voyons tout d'abord le mouvement en grossissement 10 fois.

Les polyèdres sont orientés vers droite. Faisons un appui à gauche. Ils se réorganisent tous rapidement, d'une façon apparemment désordonnée, changent tous de forme et rapidement les lignes de force vont vers la gauche.

La soumission à la contrainte, à la force physique est évidente, mais cette gymnastique des polyèdres, cette apparente facilité mécanique à changer de forme et d'orientation, nécessitera plus d'investigations.

La séquence suivante, va être très riche en enseignements.

Etudions ces mouvements en approchant de plus près le microscope avec un grossissement de 25 fois.

Concentrons nous sur cette séquence et voyons cet ensemble d'éléments polyédriques.

Au repos, repérons les angles A, B, C, D.

Exerçons une traction vers le bas, douce, pour rester dans le plan, et sans changer la profondeur de champ.

Les éléments B, C, et D se dirigent vers le bas.

Les lignes de séparation sont simplement étirées. Mais A, reste plutôt stable. Puis, la traction s'exerçant plus fortement, apparaissent de nouvelles lignes de forces, E, F, H, orientées dans le sens de la contrainte, traversant les structures préexistantes, et même modifiant légèrement les lignes structurelles initiales. La distance A/H, a augmenté de 25%.

Appliquons une traction à droite, et le même phénomène se produit.

Etirement dans le sens de la contrainte, puis apparition de nouvelles lignes de forces se surajoutant, mais différentes, et changeant la forme globale.

Par ailleurs, au sein de chaque polyèdre, on peut observer des sous unités de dimensions et de formes très variables, restant inactives jusqu'à ce que la tension devienne excessive, puis se mettant à participer à l'arrangement final.

L'impression, est celle d'une cascade de solutions structurelles en attente. Il s'agit sûrement d'une fractalisation aidant à la dispersion de la force. Ce phénomène n'est pas sans rappeler celui que nous avons déjà décrit pour la transmission des forces autour des tendons.

Cette dynamique fractalisante, est un phénomène très intéressant, s'observant parfois de façon manifeste, sur certaines peaux exposées aux agressions, comme celle de cette paume, où les reliefs sont particulièrement visibles.

A l'intérieur des polyèdres de 500μ de côté, s'observent des sous polyèdres de 50μ , sous structures parfaitement bien individualisées morphologiquement, mais aussi mécaniquement, car chaque petit polyèdre, a un ajustement mobile et solidaire avec son voisin, au sein du plus grand.

Enfin, ces séquences montrent que ces polyèdres, certes s'étirent et changent de forme, mais que les sommets de ceux-ci bougent tout compte fait assez peu, leur déplacement reste modeste. Un lien de stabilité avec la profondeur peut déjà être évoqué.

L'hypothèse éventuellement avancée d'un renforcement fibrillaire à chaque sommet, tel un pilier ou une colonnade, sera certes fautive, mais renforcera l'impression que la forme de l'épiderme est modelée par des éléments venant de sa profondeur. Il faut aussi rajouter, que ces piliers associés à d'autres sous piliers, ne sont certainement pas verticaux mais obliques, dispersés, car le déplacement n'est pas du tout linéaire.

On retrouve là le fractal et l'irrégulier. Cette organisation mécanique, rappelle dans son fonctionnement, certains principes basiques de la théorie de la tension-compression, et ressemble de façon forte, aux mouvements fibrillaires, permettant le glissement entre les organes, tel que nous l'avons déjà établi. Il y a là une similitude de fonctionnement qui ne peut pas laisser indifférent.

Notre épiderme n'est pas disposé comme un carrelage bien régulier mais en mosaïque chaotique. Il faut admettre que rien ne sera régulier. Cela incite à poursuivre l'exploration.

L'architecture cutanée n'est donc pas inerte, elle est vivante, sous tension. Elle revient toujours à sa position de départ, avec une mémoire tissulaire parfaite, comme nous l'avons rencontré lors du « voyage sous la peau ».

Cette tension tissulaire est aussi une évidence à l'incision, soit au niveau de la peau, soit au niveau des aponeuroses.

La pression sanguine bien sûr, donne une explication à cette tension, mais elle n'est pas la seule, car sous garrot, l'incision peu profonde de la peau, montre aussi que des liquides translucides sourdent aussitôt et de façon assez abondante.

La tension extracellulaire et extravasculaire, est essentielle pour comprendre la persistance de la forme, car elle sous tend les architectures au même titre, et peut être plus que la pression vasculaire.

Nous allons continuer l'exploration mais cette fois ci en utilisant un endoscope peropératoire de contact,

C'est un endoscope grossissant 25 fois avec enregistrement simultané. Une analyse des séquences, sera faite le soir même, pour conserver intactes les impressions de l'instant.

La section de l'épiderme et d'une partie du derme, nous permet dès le départ, de conforter nos hypothèses. Nous retrouvons en profondeur, pénétrant dans le derme, les fibrilles que nous avons abandonnées dans « Promenades sous la peau ». Indiscutablement, ces microfibrilles avec leur biomécanisme, s'infiltrèrent dans le derme, elles le pénètrent.

Durant toute notre analyse, nous devons tenir compte de cette observation. Elle est incontournable, mais aussi de cette perception d'un monde de grande mobilité, comme par exemple les mouvements de ces adipocytes, au sein d'un lobule graisseux de l'hypoderme.

Tout bouge. La matière vivante est d'abord mouvement.

Mais restons fidèle à notre quête. Comment ces microfibrilles, venant de la profondeur, se transforment t'elles en polyèdres irréguliers à la surface de la peau ?

Poursuivons notre exploration.

Ce qui impressionne le plus, c'est cette souplesse globale de l'épiderme et du derme, pliable, déformable comme une pâte homogène, solidarissant tout, sans plans de décollement, sans couches stratifiées, tout est en continuité dans la différence et dans le mouvement.

L'apport sanguin est incorporé dans cet ensemble à tous les niveaux, avec des réseaux verticaux, horizontaux, obliques.

Souplesse, énergie et information, sont indissociables.

La coupe transversale observée de l'épiderme, va se dessiner en fonction du relief de la surface.

Parfois en tuiles romanes, parfois sans relief notable, mais ce que l'on perçoit immédiatement comme un repère évident, c'est la limite de l'épiderme avec le derme, au niveau de la lamina densa, et les petits vaisseaux papillaires verticaux.

L'épiderme est homogène sur toute sa hauteur, et le stratum corneum, composante ultime, participe lui aussi à sa dynamique, qui est globale.

L'épiderme bouge donc, mais en plus, regardez bien cette séquence, on peut déterminer au sein de l'épiderme, une architecture en maillage, légèrement convexe, et qui s'invagine vers la profondeur, comme vers un attracteur.

Ce que nous avons pensé avant d'inciser est donc confirmé. Le modelage de la surface de l'épiderme, est construit dans son épaisseur par des axes dont la direction est aléatoire, mais presque verticale dans ce cas précis.

A l'occasion d'une séquence, nous avons pu identifier ces axes intraépidermiques. Regardons cette coupe d'épiderme en mouvement. En son sein on observe des travées obliques vers la droite, lorsque le mouvement va vers la droite, et aussi vers la gauche, lorsque le mouvement est contraire.

Mais si vous regardez de plus près, vous constaterez que ce ne sont pas les mêmes axes ou lignes de force qui sont utilisées.

Pour aller à droite, nous observons 3 lignes. Puis pour aller vers la gauche, ces 3 lignes disparaissent, et 4 nouvelles lignes apparaissent, et ces lignes viennent du

voisinage des précédentes, mais ce ne sont pas les mêmes, elles ne sont pas en continuité directe.

Il y a donc différents axes qui traversent l'épiderme, le partagent, et qui en s'entrecroisant dans l'espace, permettent le mouvement.

Cette autre séquence montre une trifurcation de fibrille dans l'épiderme, dont la continuité dans le derme probable, incite à continuer l'aventure en profondeur.

Mais avant d'aller plus loin, faisons un bref récapitulatif.

La surface de la peau est faite de polyèdres fractalisés en plus petites unités.

Chaque polyèdre a une forme déterminée par des liens en profondeur, liens dont l'organisation est irrégulière, sans ordre apparent, mais cependant à tendance verticale.

L'épiderme est aussi constitué d'un maillage, dans lequel sont situées les cellules, et en continuité attractive avec ces pseudopiliers.

A ce niveau, tout est mobile, sous tension, en continuité, mais sans aucun vaisseau sanguin.

Nous allons retrouver la vascularisation avec le derme.

Le derme n'est pas facile à filmer car soit sous garrot, il est blanc et inexpressif, soit tout rouge, hyperhémie, après revascularisation. Son étude, tient parfois de la bonne surprise cinématographique. Essayons tout de même.

On retrouve la vascularisation, au niveau appelé papillaire.

Cette zone contient de nombreux vaisseaux qui donnent l'impression de se terminer en petite boucle verticale, mais qui en fait, diffusent sous l'épiderme en un véritable réseau.

Ce qui est le plus surprenant, est que ce réseau vasculaire, issu du derme est mobile avec la profondeur de l'épiderme.

En effet si on regarde bien ces séquences, on voit une mobilité entre le derme et l'épiderme.

Cela est très étonnant, quand on l'associe à la notion d'une réelle continuité tissulaire, et si vous vous concentrez maintenant sur le point rouge, vous verrez que l'épiderme bouge après le derme, avec environ une demi seconde de retard.

La notion de crête papillaire, peut y trouver son explication. A la surface du derme, Les vaisseaux papillaires et leur trame multifibrillaire, butteraient contre la couche de Malpighi, et la repousseraient un peu. La répartition des crêtes n'est pas régulière et pas toujours en adéquation avec les reliefs de l'épiderme sus jacent.

Ces crêtes, peuvent être très visibles, si le relief épidermique est tourmenté, mais peuvent être parfois beaucoup moins saillantes.

Ces axes qui façonnent donc l'épiderme, se retrouvent façonnant la surface du derme. Le même type d'empreinte avec polyèdres et sillons, sera observé, mais cela ne sera pas un calque exact car la répartition des fibres axiales est irrégulière dans l'espace.

Ces sillons, qui impriment le derme en surface, comme l'épiderme, indiquent aussi des relations étroites avec les structures plus profondes dans le derme.

Grâce aux travaux de notre ami le Pr Jean Paul Delage, travaillant pour l'INSERM, nous pouvons dire, au vu des coupes horizontales de la surface du derme, faites tous les 1mm, que ces empreintes disparaissent après 2mm de profondeur. Au delà, il semble que la répartition fibrillaire de collagène et d'élastine, confuse, très enchevêtrée, prenne le pas.

Pourtant d'autres coupes du derme montrent aussi la présence d'axes tissulaires, apparemment moins dispersés, allant de l'hypoderme vers l'épiderme.

Ces axes mieux identifiés, pourraient être la continuité de ces microfibrilles, qui sortent de l'hypoderme et partent à l'assaut du derme.

Le mécanisme de la partie moyenne du derme est difficile à explorer tant les structures sont imbriquées. On peut cependant y trouver des pelotes de fibres ou des tressages extrêmement serrés.

Cette souplesse, mobilité, retour à la forme initiale, et surtout cette continuité de tous les constituants dans le mouvement se retrouve partout. Cette mécanique interfibrillaire répond aux mêmes exigences rencontrées dans le système du glissement tendineux.

Au niveau de l'épiderme, cette mécanique multimicrovacuolaire, serait alors remplie de cellules épidermiques, se lovant dans ce maillage.

Elle pourrait aussi expliquer les mouvements du derme, en continuité avec les mouvements de l'épiderme et de l'hypoderme, et dans ce réseau enchevêtré, tous les axes nerveux, vasculaires, pourraient exister.

Les séquences montrant la chorégraphie des polyèdres, leurs relations vers la profondeur dermique, ainsi que la gymnastique du derme, trouvent alors du sens.

Le lien avec l'hypoderme se fait naturellement.

Et il est indiscutable que les structures hypodermiques sont façonnés par cet ensemble multimicrofibrillaire, qui pénétrant les lobules, façonne aussi leur forme, leur mobilité, et permet aux adipocytes de danser, dans une harmonie proche de celle d'un vol d'oiseau ou d'un banc de poissons.

Le voyage alors aborde des zones déjà explorées et reconnues, les questions du début du film ont trouvé des réponses.

On peut dire que les formes polyédriques de la surface cutanée, sont une traduction de l'organisation multifibrillaire sous jacente. Que la continuité fibrillaire vers la surface ainsi modelée par la profondeur, architecture complètement le derme et l'épiderme.

Dés lors, la déclinaison des structures anatomiques, va pouvoir se faire différemment. Du muscle, du tendon, **au** périoste, le corps n'est qu'une seule et même architecture multifibrillaire, dotée d'un type de mouvement intra et interfibrillaires constantes, avec différentes spécifications cellulaires et morphologiques. La cellule appartient à ce système, elle est ce système, elle est dans ce système, de l'hélice nucléaire, aux microfilaments cytoplasmiques, en passant par les liens des intégrines, tout est en continuité, tout est lien, tout bouge pour s'adapter, tout bouge et toujours revient à sa position originelle, tout bouge et tout se remplace, tout bouge dans la continuité tissulaire.

Le corps apparaît alors comme un entrelac idéal, fait de fibres, fibrilles et microfibrilles, de micro espaces vacuolaires plus ou moins cellularisés, de la mésosphère à la microsphère donnent à la notion de forme vivante un rationalisme structurant permettant d'associer la biodynamique physicochimique moléculaire à la physique quantique. La forme peut alors se décrire et s'interpréter.

Une véritable ontologie structurante peut être élaborée au travers d'une unité fonctionnelle basique qui est la microvacuole, microvolume intrafibrillaire responsable de la forme et de la dynamique .

Refermons la peau maintenant, mais gardons à l'esprit que plus rien ne pourra s'expliquer dorénavant, sans tenir compte de cette organisation tissulaire fractale et chaotique, organisation retrouvée dans biens d'autres domaines, et qui introduit le fait que la mobilité et l'adaptabilité, en biologie, ne sont pas formatées par l'ordre ou par la proportionnalité.