

## ARCHITECTURES D'INTERIEUR

Regarder une main de pianiste interpréter une Ballade de Chopin, fléchir les doigts, les étendre, les écarter avec une rapidité déconcertante semble tout à fait banal.

Et pourtant ...qui se doute que quand nous plions les doigts, les tendons bougent à l'intérieur de la paume de la main, de plus de 2 cm et cela, sans que cela ne se voit à la surface de la peau.

Quand nous massons, étirons, soulevons la peau, nous sentons peu à peu une résistance à la traction et puis, dès que nous la relâchons, elle se redrape lentement et revient toujours à sa position initiale.

Cette capacité à sauvegarder la forme corporelle, à maintenir notre intégrité ne nous émeut pas beaucoup. A quoi bon en effet, expliquer un miracle quotidien.....

Les médecins, depuis longtemps, ont résolu sémantiquement ce phénomène par les termes d'élasticité, de plasticité, de souplesse.

Au XXème siècle, avec une perception fortement mécanistique, les études anatomiques tentèrent de l'expliquer en faisant appel à des notions de coulissage avec des espaces virtuels ou à des montages en couches stratifiées à diamètres dégressifs au sein d'éléments fibrillaires qui vont et viennent, et qui ont été appelé le tissu conjonctif.

Mais l'anatomie descriptive s'est arrêtée là. Puis ce fut l'ère du microscope optique, électronique, à fente, à balayage, à transmission qui s'occupa du vivant mais à un étage très différent, celui de la cellule.

La cellule occupa alors tout l'espace de la recherche.

L'introduction de l'endoscopie per opératoire change cette perception et va nous confronter à de nouvelles situations, celles de la vie, des couleurs, du vivant en mouvement.

Elle va permettre de découvrir un monde de fibrilles d'une diversité morphologique extrême et sans le savoir, va nous faire aborder une organisation biologique structurelle insoupçonnée, ouvrant à des abîmes de réflexion.

L'endoscopie va se faire lors d'interventions chirurgicales sous garrot, après accord écrit des patients.

Cette technologie nécessite une caméra Haute Définition, dite full HD avec un tube gainé de fibres de verres, une optique et une source de lumière froide.

Les diamètres des optiques sont soit de 4mm soit de 2.5mm avec une mise au point excellente mais sur une profondeur de champ extrêmement réduite.

Grâce à cette nouvelle technologie, il est possible d'obtenir des niveaux de détail jamais atteints.

**Voyons par exemple ce qui se passe sous la peau, au niveau de la paume de la main de notre pianiste autour des tendons fléchisseurs des doigts.**

**Observons en premier lieu deux choses, tout d'abord l'extrême variété des vaisseaux autour des tendons et ensuite le fait que, lors du mouvement, seul le tendon bouge, alors qu'autour tout reste stable. Il existe donc à l'évidence un système d'absorption des forces.**

**Sélectionnons cette image vasculaire originale en Y grec avec 2 branches 1 et 2, en connexion vers le haut au point A et leurs extrémités plus basses B et C**

**On s'aperçoit que lors d'un mouvement de flexion puis d'extension, les points B et C s'éloignent puis se rapprochent. Cela peut sembler cohérent avec une analyse mécanistique linéaire.**

**Mais analysons plus finement les déplacements. Les gros vaisseaux 1 et 2 s'éloignent certes, mais par rapport à un plus petit vaisseau 3 non seulement ils vont plus vite et en plus, entre eux la vitesse n'est pas la même car la distance BC a doublé. Il semble donc exister au sein d'une matière vivante homogène plusieurs types de vitesse et de progression. Comment l'expliquer ?**

**D'abord influencé par notre perception réductionniste et linéaire, nous avons pensé que la seule explication rationnelle pouvait être l'existence de plusieurs couches conjonctives coaxiales glissant entre elles de diamètre dégressif, armant les structures vasculaires. La plus proche du tendon allant la plus vite et la plus éloignée étant censée aller plus lentement.**

**Mais cette notion de couches annulaires coulissant entre elles faisait appel à une répartition hiérarchique histologique.**

**Or, l'observation in vivo la rend inacceptable, car il n'y a pas de couches superposées distinctes, avec des lamelles stratifiées rangées sagement les unes à côté des autres.**

**Pour commencer à comprendre, on se trouvait alors confronté à la nécessité incontournable de poser le problème en termes de matière continue, de dynamique globale, et donc d'introduire dans la perception du vivant le concept de continuité tissulaire dans le mouvement. C'est en effet toute la matière qui bouge lors du mouvement et les vaisseaux sont dans la matière. Tout est lié.**

**Mais un autre constat laisse aussi perplexe lorsque nous regardons la main du pianiste virtuose. En effet, quand il étend les doigts, le tendon extenseur bouge sur la face dorsale de la main de quelques centimètres transversalement et longitudinalement, mais les veines sous cutanées, ici légèrement bleutée, qui sont juste au dessus, bougent beaucoup moins et la peau encore moins.**

**Comment expliquer cette capacité à absorber le mouvement entre des structures si peu éloignées et en si peu de temps ?**

**Car si tout est lié, si tout bouge en même temps mais à des degrés différents, il faut pouvoir expliquer comment se font le lien et l'adaptation de tous les composants lors du mouvement.**

**Pour essayer de répondre à ces questions de fond mais totalement négligées, examinons tout d'abord la peau de l'artiste.**

La surface de la peau est toujours tramée par des dessins polyédriques irréguliers, fondamentaux, peu décrits dans la littérature alors que tous ses constituants cellulaires sont parfaitement étudiés. Et pourtant chacun d'entre nous peut observer sur son propre corps ces dites « formes polyédriques », et chacun d'entre nous pourrait alors se demander : Pourquoi ces polyèdres de surface existent ? Pourquoi la surface cutanée n'est pas parfaitement lisse ?

Voyons sous microscope opératoire la surface de la peau.

L'épiderme, notre limite extrême, est une surface imprimée de petits polyèdres instables en forme, tous irréguliers, tous différents, limités à 3, 4, 5 cotés, chaque coté mesurant environ 500 $\mu$ , avec des sillons, les séparant, d'environ 50 $\mu$  de large.

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

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 remarquables. 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 indéniable, et le filtre en lumière polarisée, permet déjà de se faire une idée de la complexité dynamique de ce tramage constitutif.

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

La moindre tension à droite oriente les polyèdres vers la droite. Puis 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, nécessite plus d'investigations.

La séquence suivante va être très riche en enseignements.

Approchons de plus près le microscope avec un grossissement de 25 fois.

Au repos, repérons un polyèdre irrégulier avec les angles A, B, C, D et regardons en détail les déformations.

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, s'orientant vers le sens de la contrainte, traversant les structures déjà existantes. Puis la traction continuant, surviennent d'autres lignes, ici en rose modifiant légèrement les lignes structurelles initiales. La contrainte s'amplifiant, apparaissent encore de nouvelles lignes, en vert. La distance A/C, a augmenté de 25%.

Relâchons et appliquons une traction à droite, et un phénomène comparable va se reproduire.

En résumé, nous avons un étirement dans le sens de la contrainte avec apparition successivement de nouvelles lignes de forces différentes de celles de la position de repos, 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.

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 de main, où les reliefs sont particulièrement visibles.

A l'intérieur des polyèdres de 500 $\mu$  de côté, on observe des sous polyèdres de 50 $\mu$ , 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.

L'architecture cutanée n'est donc pas inerte. Elle est sous tension puisqu'elle revient toujours à sa position de départ, avec une mémoire tissulaire parfaite. Par ailleurs, à l'observation des modifications de surface lors de la tension, il semblerait que la surface de la peau soit en continuité avec la profondeur et que la forme en polyèdres changeants de l'épiderme soit façonnée par des structures sous jacentes. Mais de quelle nature sont ces structures ?

La section de l'épiderme et d'une partie du derme va nous mettre sur la piste et confortera nos hypothèses.

Tout d'abord rien qu'à l'incision, nous observons l'écartement des berges cutanées, témoignant que même au repos, la peau est sous tension. Puis nous retrouvons les fibrilles, venant de l'hypoderme et des tissus sous cutanés, pénétrant dans le derme mesurant quelques dizaines de microns d'épaisseur, s'entrecroisant.

La coupe du derme en dynamique confirmera en mettant en évidence des axes fibrillaires nets traversant le derme, épousant ses volutes de souplesse, remontant vers les sillons et délimitant ainsi les polyèdres de surface.

Indiscutablement, ces microfibrilles avec leur biomécanisme, s'infiltreront dans le derme, le pénétreront et manifesteront ainsi la continuité fibrillaire et donc le lien physique identifiable entre la surface de la peau et la profondeur tout en permettant la souplesse de la peau, sans aucune rigidité. L'épiderme n'est pas une simple moquette de cellules. D'où viennent donc ces microfibrilles vues dans le derme, et remontant dans l'épiderme ?

Toujours en utilisant un vidéo-endoscope, nous allons poursuivre notre promenade sous la peau pour essayer de comprendre, ce monde de glissement, de mobilité, assurant sans aucun à-coup des mouvements rapides, violents, mais aussi doux et minutieux.

**Juste après avoir franchi le derme et l'hypoderme, on découvre un tissu très mobile, plan, totalement globalisant, réparti sur toute la surface des structures et s'infiltrant dans tous les espaces. Un véritable spectacle de structures fibrillaires existe entre le muscle, la peau, la graisse. Ce spectacle occupe l'intégralité de la scène.**

**Immergeons-nous dans ce monde de fibrilles.**

**Si on saisit et tracte ce tissu avec des pinces, on retrouve tout de suite cette organisation multifibrillaire, multimicrovacuolaire surprenante car très confuse, sans harmonie, et sa traction vive provoque des mouvements étranges qui sont l'éclatement des vacuoles à la pression atmosphérique, mettant en évidence, des systèmes hydrauliques sous pressions différentes.**

**Ces microfibrilles peuvent avoir des surfaces assez larges, réfringentes comme des lames d'acier, surfaces diaphanes d'apparence proche, mais elles peuvent être aussi, élancées, fines, longues ou courtes, renflées ou cylindriques. La diversité est partout et la variété totale. Filins, mâturs, attaches, avec des anneaux diaphragmés raidisseurs renforçant la solidité comme la tige articulée d'un bambou, voiles transparents, gouttes de rosée.**

**La continuité tissulaire est totale, mais l'organisation complètement irrégulière, désordonnée, fractale, à savoir, que l'on trouve entre les grandes fibrilles d'autres plus petites de même nature et ainsi de suite...**

**Il s'agit là d'un véritable chaos fibrillaire retrouvé dans tout le corps, au moindre recoin de notre organisme, que ce soit au niveau des autres tendons comme les extenseur, mais aussi au niveau de la paroi abdominale près des muscles Grand Droit, au contact du thorax près du Grand Dorsal, au niveau de l'œil dans le sillon rétro conjonctival et au niveau des structures musculaires dont elles constituent, semble t'il à la fois le lien avec les autres muscles et tendons, mais peut être aussi l'architecture première. Même des structures appelées à peu de mobilité telles que le nerf et le périoste sont constituées de ce système tissulaire fibrillaire mais avec des différences de constitutions, dans la trame et dans les proportions.**

**Alors puisque cette organisation semble exister dans tout le corps, comment cette continuité fibrillaire, cette cohésion tissulaire, peut elle assurer dans les doigts, les mains du pianiste, ou les jambes et épaule du gymnaste, à la fois le mouvement, le glissement, sa non répercussion sur les tissus avoisinants, son retour à la position de repos, mais aussi l'apport d'énergie nerveuse ou vasculaire et enfin le maintien constant de la notion de forme de nos corps? Car tout ce que nous venons d'énoncer là, sont les impératifs essentiels que toute tentative d'explication morphodynamique du vivant doit respecter.**

**Pour comprendre, il faut raisonner en 3 dimensions et penser nos corps, nos doigts, nos épaules, nos jambes, en terme de volumes.**

**La plupart des séquences, mettent en évidence des formes pseudogéométriques, résultant de l'entrecroisement des fibrilles. Cette impression visuelle d'accumulation de polyédres, qui n'est pas sans rappeler la surface de la peau, trouve sa traduction élémentaire, dans le concept de microvacuole, microvolume crée par l'entrecroisement des fibrilles, qui est l'élément basique associant un cadre fibrillaire polyédrique de taille variable entre 10 $\mu$  et 100 $\mu$ , avec un gel à l'intérieur.**

Ces microfibrilles, d'un diamètre d'environ dix à vingt microns sont constituées de collagène I ou III à 80% et 20% d'élastine. Mais ces proportions sont très changeantes en relation avec la localisation anatomique et la fonction tissulaire.

En s'entrecroisant de façon irrégulière, fractale, elles déterminent le volume de la micro-vacuole, microvolume, rempli d'une ambiance hydrophile de glyco aminoglycanes.

Par accumulation et superposition, ces ensembles polyédriques multi micro-vacuolaire, vont constituer une forme élaborée.

La cellule, s'intègre parfaitement dans cet ensemble, avec des dimensions comparables entre 10 et 60  $\mu$ .

Alors on comprend déjà mieux ce qui se passe dans les mains du pianiste ou dans les cuisses du gymnaste. C'est un véritable feu d'artifices de mouvements fibrillaires, s'entrecroisant, se chevauchant, se remplaçant avec cependant une apparente logique, qui est l'orientation dans le sens de la force imposée. Ainsi grâce à cette organisation en réseau fractalisé, les contraintes sont diffusées partout permettant d'assurer la réalisation de la mobilité dans les 3 dimensions de l'espace.

Mais alors se posent de nouvelles questions. Comment ce chaos de fibrilles peut-il se traduire par une efficacité totale, par une cohérence mécanique parfaite en force et précision ?

Comment cet ensemble multimicrovacuolaire, peut-il assurer la progression adaptée des structures mobiles, sans que rien ne bouge autour tout en préservant la forme. C'est à dire un rôle dynamique absolu et d'amortissage total, donc deux rôles dynamiquement contraires combinés avec une mémoire de retour.

Et enfin comment ces fibres assurent-elles la cohésion tissulaire, le volume et le maintien de la forme ?

La réponse est peut-être là :

Regardez sur cette fibrille, en un instant, trois mouvements sont exécutés : Glissement, division, étirement.

Ces trois types de mouvements associés en 3 dimensions introduisent à une dynamique jusqu' alors insoupçonnée. Il semblerait tout d'abord que, les fibres possèdent en elles, de par leur organisation moléculaire, une capacité intrinsèque à la distension ou à la rétraction. Une étude attentionnée permet de conclure à des superpositions annelées intra fibrillaires, qui se distraquent avant le mouvement plus global. Cette réaction pourrait être la première étape pour faire face à la sollicitation.

Pour répondre à l'orientation de la contrainte, la biomécanique de la microvacuole est supplée aussi par une capacité de la fibre à migrer autour d'un point nodal, le long d'une autre fibre, comme une sorte de charnière mobile.

Enfin, il existe cette capacité à la scission-soudure du collagène à se dissocier en plusieurs parties comme les hydres de l'Antiquité, puis à se recomposer immédiatement ad integrum, répondant à toutes les exigences mécaniques et cela dans les 3 dimensions de l'espace.

**Et quand vous imaginez que ces myriades de micromouvements apparemment aléatoires s'accomplissent sur des millions de fibres dans l'instant, alors vous comprenez que cette capacité de la matière et son organisation spatiale, offre des potentiels de mouvements infinis. Hautement efficaces, ces architectures fibrillaires, flexibles précontraintes sont sans doute avantageuses par la capacité à prendre diverses formes, stables, adaptées et certainement au moindre coût énergétique.**

**Mais tout n'est pas que mobilité. La forme doit demeurer. Alors il y a aussi des fibres fixes avec les points de croisement stables non mobiles, véritables points d'ancrage. L'édifice architectural peut donc être mobile tout en gardant une forme déterminée et maintenue.**

**Cette forme cependant est soumise à la mère de toutes les forces, la force de gravitation. Comment cette morphostructure multifibrillaire lui résiste t'elle, comment peut-elle éviter de s'écraser ?**

**La biotenségrité et la mécanotransduction sont une forme de réponse ou tout au moins une tentative d'explication qui mérite un fort intérêt.**

**Impliquant la répartition et la transmission de la gravité sur tous les composants du système, elle est conceptuellement adaptée à la composition architecturale et fractale du vivant telle que nous l'observons ainsi que sur des pièces anatomiques en laboratoire.**

**Elle explique aussi la diffusion et donc l'absorption de la force lors de l'application de la contrainte. Elle introduit un état de prétension tissulaire qui est indubitable pour ceux qui manipule la matière vivante humaine, il suffit de faire une incision sur la peau pour voir l'écartement des berges.**

**Enfin, la géométrie des éléments constitutifs, de type polyédrique n'est pas sans rappeler la microvacuole , notion dont la sémantique est certainement à changer mais qui impose la notion de microvolume formé par l' entrecroisement des myriades de fibrilles architecturantes .**

**Cependant il est nécessaire d'ajouter aussi à la biotenségrité, des facteurs dont elle ne tient pas bien compte, à savoir la mobilité des structurants et la notion de pression entre les structurants. La microvacuole est un microvolume constant, d'eau en gel associée avec des GlycoAminoGlycanes très hydrophylles, à pression variable, adaptable, conditionnée aussi par les autres microvacuoles adjacentes. Car si l'eau est partout 85 % du poids du corps, appréciable à la moindre incision, dans tous les tissus en cellulaire et surtout en extracellulaire, comment est-elle distribuée dans le corps ? Comment se répartit elle ? La microvacuole peut être une réponse à cette question mais aussi aux questions de volume et de pression. Et ces notions de différence de pression entre l'intérieur du corps et l'extérieur et de diffusion de gaz sont une réalité évidente lors des interventions, sous la forme de bulles au sein du liquide interstitiel mais aussi à la lumière extérieure.**

**La destruction de cet édifice avec l'endoscope va provoquer l'apparition de gouttelettes le long des fibrilles et explique ces images souvent rencontrées évoquant des gouttelettes de rosée au petit matin.**

**La souplesse et agilité, mobilité, résistance, peuvent ainsi mieux s'expliquer et dès lors, le mouvement de flexion des doigts sur les touches du piano, pourront trouver une explication au travers de ces interprétations animées de la flexion et extension des doigts, ainsi que les prouesses d'étirement de la peau lors d'un mouvement d'épaule.**

**Ces architectures fibrillaires collagéniques et leurs espaces microvacuolaires lubrifiés, sont bel et bien les acteurs principaux de ce ballet chorégraphique.**

**Dés lors, la déclinaison des structures anatomiques, va pouvoir se faire différemment. De la peau au muscle du tendon au périoste, le corps n'est qu'une seule et même architecture multifibrillaire, dotée d'un type de mouvements intra et interfibrillaires, avec différentes spécifications cellulaires et donc 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.**

**Cet entrelac idéal, fait de fibres, fibrilles et microfibrilles, de micro espaces vacuolaires plus ou moins cellularisés, de la mésosphère à la microsphère, donne 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 ces architectures d'intérieur d'organisation fractale et chaotique, vecteurs de la plus belle des efficacités, la vie.**