

# La technique de la membrane induite

## Comment naît et se développe une idée, jusqu'à l'innovation

Alain C. Masquelet

Paris

**Résumé** – La technique en deux temps de la membrane induite pour la reconstruction des pertes de substance osseuse a été découverte en grande partie accidentellement et représente une bonne illustration de ce que l'on appelle la sérendipité, qui consiste à tirer parti d'une découverte imprévue. Le point clé de la technique est la conservation de la membrane induite par l'espaceur en ciment déposé dans la perte de substance osseuse lors du premier temps opératoire. Il a été prouvé que cette membrane favorise la consolidation d'une greffe osseuse, grâce à la sécrétion de facteurs de croissance et au recrutement de cellules-souches. Les multiples étapes de la pensée, l'expérience personnelle de « l'essai et l'erreur » du père de la technique et l'importance des diverses conséquences sont ici rapportées. De nombreux rapports cliniques et études de base dans le monde entier ont maintenant confirmé la validité de la technique qui peut être caractérisée comme une véritable innovation. Pour améliorer l'efficacité de la technique, les orientations actuelles concernent les différents types de greffes et les possibilités d'augmentation des propriétés biologiques de la membrane. L'autogreffe d'os spongieux reste l'étalon-or, combinée avec le matériau RIA (*Reamer, Irrigator, Aspirator*). La composition et la forme de l'espaceur, ainsi que les propriétés de la membrane résultante sont discutées pour améliorer la formation osseuse. Cela signifie que la découverte initiale qui a été initiée par la pratique chirurgicale est susceptible d'être améliorée et de susciter d'autres innovations.

**Mots clés:** perte de substance osseuse, membrane induite, facteurs de croissance osseuse.

**Abstract** – The two stages technique of the induced membrane for reconstruction of bone defects was discovered largely by accident and is a good illustration of what is called serendipity, which is to take advantage of an unanticipated finding. The key point of the technique is the preservation of the membrane induced by the cement spacer at the first stage, which has been proved to promote bone consolidation of a bone graft, thanks to the secretion of growth factors and recruitment of stem cells. The multiple steps of thinking, the personal experience of « trial and error » of the father of the technique and the importance of various inputs are here reported. Numerous worldwide clinical reports and basic studies have now confirmed the validity of the technique which can be characterised as a true innovation. To improve the efficacy of the technique, current orientations concern the different types of graft and the possibilities of increasing the biological properties of the membrane. Cancellous bone autograft remains the gold standard, combined with RIA material. The composition and the shape of the spacer, and the manipulation of the resulting membrane are being discussed to enhance bone formation. That means that the initial discovery which was initiated by surgery practice is likely to be improved and to arouse other innovations.

**Keywords:** bone defects, induced membrane, bone growth factors.

## Introduction

La technique de la membrane induite illustre assez bien l'histoire d'une découverte. À ce titre, la mise au point de la technique a été le fruit d'une réflexion qui s'est déployée sur des années, avec ses zones d'ombre et de lumière, j'entends par là la coexistence de facteurs irrationnels et d'arguments logiques. Les présentations multiples depuis trente ans dans des instances scientifiques n'ont concerné que les faits et les moyens possibles d'améliorer les résultats. Le stade actuel des avancées qui concerne la membrane induite est illustré, de façon neutre, par ce résumé d'une communication faite récemment à l'Académie de chirurgie (20 septembre 2017) qui masque le cheminement initial, les questionnements intermédiaires et les spéculations sur le devenir.

« Mise au point dans les années 80 du siècle dernier, la technique de la membrane induite pour la reconstruction des pertes de substance osseuse segmentaire est à présent

*largement diffusée dans le monde entier. Le procédé consiste en deux séquences opératoires comportant l'insertion temporaire d'une entretoise en ciment suivie d'une greffe osseuse. La durée de consolidation du segment reconstruit est indépendante de son étendue. La clé de la technique est la formation d'une membrane, induite par la présence du ciment. Cette membrane est l'acteur principal d'un processus biologique complexe dans lequel interviennent des facteurs de croissance et des cellules-souches mésenchymateuses. Les recherches actuelles portent sur les facteurs conduisant à une consolidation plus rapide en considérant l'interaction entre membrane et greffe. Le meilleur complément à l'autogreffe spongieuse reste encore à déterminer. Quant à la membrane elle est la résultante d'une réaction à corps étranger qui contient les ingrédients biologiques de la régénération. Il est envisageable d'accroître les capacités biologiques de la membrane en activant ou en réactivant les processus d'excitation tissulaire.*

*Les indications cliniques de la technique de la membrane induite ont été élargies à toutes les pertes de substance des os longs quelle qu'en soit l'étiologie et aux pseudarthroses rebelles sans perte de substance pour lesquelles est désormais utilisée la technique de la membrane induite dite « engainante. »*

Le but de ce chapitre est précisément de mettre à jour les ressorts cachés de ce qui apparaît à l'heure actuelle comme une découverte heureuse.

## Contexte

Le début de l'aventure remonte à la fin des années 1970, époque à laquelle nous étions encore fort démunis face aux fractures de jambe ouvertes stade 3 (de Cauchoix et Duparc). L'intérêt pour la réparation chirurgicale des parties molles venait d'émerger grâce au développement extraordinaire de la microchirurgie et des lambeaux libres et pédiculés.

Il faut ici souligner le mérite d'une poignée de chirurgiens français, issus des spécialités de chirurgie plastique et de chirurgie orthopédique, d'avoir grandement contribué à façonner la chirurgie réparatrice moderne par les avancées de la microchirurgie, la description anatomique et clinique de nombreux lambeaux inédits et surtout d'avoir délimité les concepts, cerné les indications et défini les diverses stratégies de réparation. Bref, le problème des fractures ouvertes récentes était résolu au début des années 1980, tout au moins dans un petit nombre de centres spécialisés, qui par ailleurs commençaient à recueillir, en seconde main, les complications infectieuses des fractures ouvertes et fermées dont le traitement impliquait un sacrifice osseux.

L'histoire de la membrane induite débute donc par la confrontation avec cette entité clinique redoutable qu'est la pseudarthrose septique de jambe ou la fracture ouverte infectée, ce qui revient au même d'un point de vue stratégique.

Au début des années 1980, nous disposions de quatre techniques pour traiter les pseudarthroses septiques de jambe :

- La greffe inter-tibiofibulaire, héritée des travaux de R. Merle d'Aubigné et J. Évrard, solution astucieuse qui permettait d'obtenir la consolidation dans des cas où les pertes de substances osseuses et des parties molles étaient limitées et l'infection peu agressive, au prix toutefois d'une ostéite résiduelle dans de nombreux cas.
- L'opération de Papineau, diffusée en France par Roy Camille dans les années 1970, opération qui consistait en une greffe spongieuse à l'air libre, après excision radicale. Cette opération qui connut un franc succès avait toutefois pour inconvénient une durée d'hospitalisation longue, une consolidation fragile et de fréquentes récidives septiques.
- Les transferts osseux vascularisés, notamment la fibula controlatérale, qui avaient fait la preuve de leur supériorité pour la consolidation puisqu'il s'agissait d'un os vivant, mais dont la mise en œuvre se révélait délicate en cas de perte de substance étendue des parties molles, ce qui était pratiquement toujours le cas dans les pseudarthroses septiques de jambe.

- Enfin la technique de transfert osseux segmentaire progressif d'Ilizarov, introduite en Europe par les Italiens, qui donnait des résultats spectaculaires mais dont l'attitude vis-à-vis de l'infection et de la perte de substance des parties molles restait mal définie. En outre la durée de consolidation était proportionnelle à l'étendue de la perte de substance osseuse.

La première réflexion fut qu'aucune de ces quatre techniques, à des degrés divers, n'accordait la prééminence à la nécessaire réparation des parties molles à la face antérieure de jambe qui résultait inmanquablement d'un parage radical. Même les transferts vascularisés étaient focalisés sur la réparation osseuse. Quelques timides essais de transferts composites avaient été rapportés dans la littérature mais leur réalisation s'avérait complexe et les échecs redoutables en raison de la morbidité du site donneur.

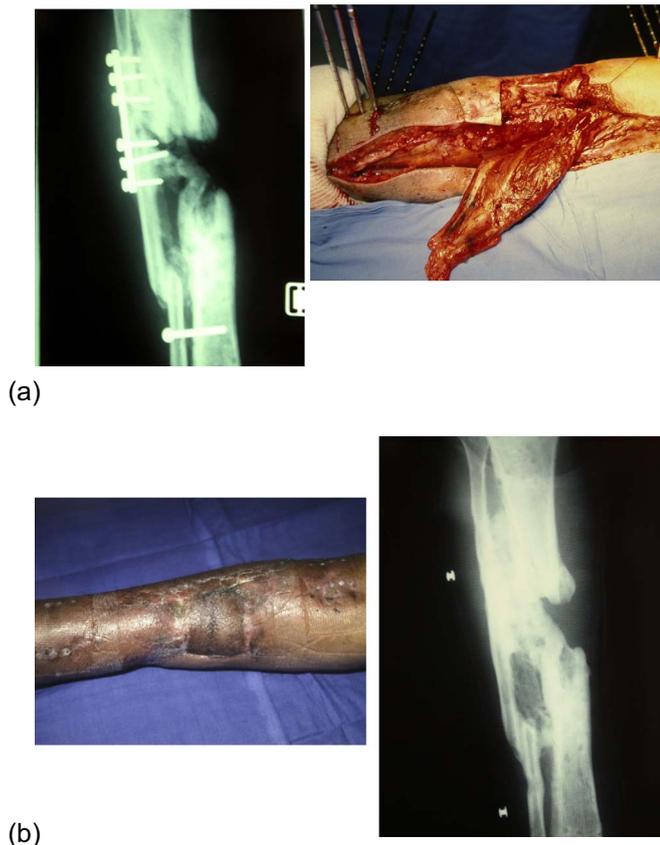
## L'observation « initiatrice »

J'avais une bonne maîtrise des lambeaux de réparation, libres ou pédiculés, grâce notamment à un long séjour à Shanghai en 1982 dans un service de chirurgie plastique. Le premier cas qui força la réflexion se présenta alors que j'étais jeune chef de clinique chez mon maître J.Y. Nordin à l'hôpital Avicenne. J.Y. Nordin a toujours fait montre d'une confiance totale dans les propositions, souvent non académiques, que je pouvais émettre en staff sur des situations difficiles et je lui en suis éternellement reconnaissant. Le cas en question était une pseudarthrose septique de jambe, consolidée partiellement par une greffe inter-tibiofibulaire qui pontait une perte de substance du tibia de plusieurs centimètres avec un revêtement cutané de très mauvaise qualité, centré par une fistule (fig. 1).

L'intervention avait consisté en une excision radicale des parties molles et un parage limité des extrémités osseuses, et j'avais utilisé le lambeau de muscle soléaire pour combler la perte de substance créée par l'excision.

La seconde réflexion qui ouvrit la porte à la technique de la membrane induite fut la suivante : le lambeau de soléaire occupait très précisément la perte de substance du tibia et je pensais *a posteriori* que même si ce patient particulier était guéri de son infection avec une jambe solide, il avait été dommage de ne pas tirer profit d'un espace de reconstruction osseuse secondaire. Grâce à mes maîtres successifs (J. Duparc, H. Carlioz, Y. Nordin, Tchang Ti Cheng), j'étais rompu aux techniques de débridement-parage des lésions infectées et l'opération de Papineau nous avait appris à réaliser des parages extensifs et itératifs.

Une double contrainte devait donc être négociée : la première était de ne jamais faire la reconstruction osseuse dans le même temps opératoire que l'excision des lésions infectées et la seconde était de ménager un espace de reconstruction secondaire sous la réparation des parties molles par lambeau. D'où l'idée, somme toute assez simple, mais directement issue des principes précédemment exposés, de mettre en place dans la perte de substance osseuse une entretoise temporaire, le temps d'être assuré de l'absence de récurrence infectieuse.



**Figure 1.** Observation initiatrice. a. Pseudarthrose septique de jambe partiellement consolidée par tibialisation de la fibula. Excision large des parties molles et des extrémités osseuses. Réparation des parties molles par lambeau de soléaire. b. Résultat final. Consolidation assurée par un complément de greffe intertibiafibulaire, sans reconstruction du tibia. Le lambeau remplit l'espace de la perte de substance osseuse tibiale.

### Le premier « cas »

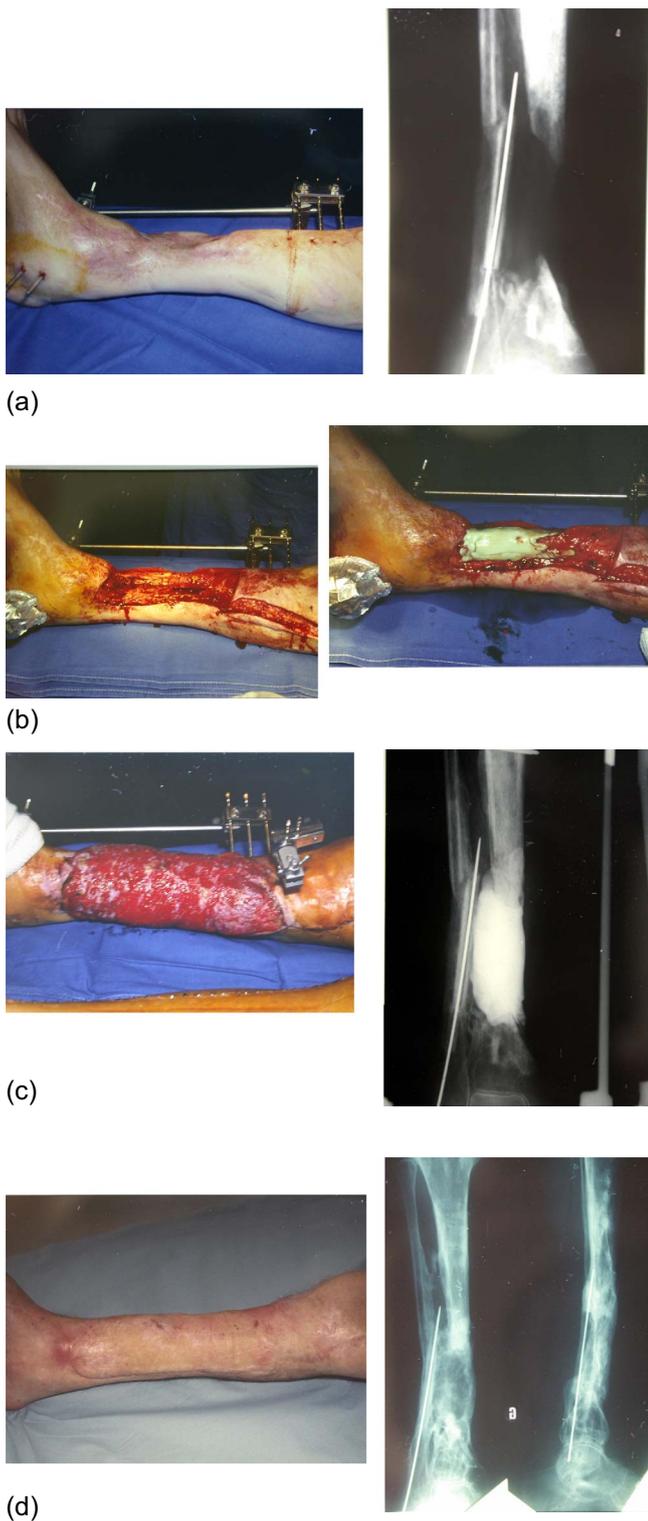
Le premier cas fut réalisé en 1986 (fig. 2). Il m'avait été confié par J. Évrard de Cochin : une pseudarthrose septique du tiers distal de jambe avec une perte de substance osseuse de l'ordre de 10 cm. La double séquence opératoire était simple, du moins dans son principe. Excision radicale, mise en place d'un cylindre de ciment et réparation des parties molles par un lambeau libre de grand dorsal dans un premier temps, la stabilisation étant assurée par un fixateur externe. Puis après cicatrisation et vérification de l'absence de processus infectieux actif, relèvement du lambeau, ablation du ciment et comblement de la cavité par du greffon spongieux morcelé, prélevé en quantité sur les crêtes iliaques. La consolidation fut étonnamment rapide, de bonne qualité sans aucune résorption de l'os greffé. J'ai un souvenir précis de l'étonnement de J. Évrard qui avait présenté le résultat au staff de Cochin. Ce qui retenait l'attention c'était précisément l'absence de résorption du spongieux qui était habituelle dès que la perte de substance segmentaire s'étendait au-delà de 5 cm.

### Des résultats inexplicables

Devant ce premier succès heureux, la même stratégie de prise en charge des pseudarthroses septiques en deux temps opératoires fut poursuivie, avec des réussites similaires : une consolidation acquise, grosso modo, en six mois, indépendante de l'étendue de la perte de substance et une remise en charge prudente qui se prolongeait sur deux mois environ. Le délai entre les deux temps opératoires était dicté par la cicatrisation parfaite des lambeaux et n'était jamais inférieur à six semaines. À dire vrai, la multiplication des cas cliniques et les bons résultats n'intéressaient pas grand monde jusqu'au début des années 1990. De nombreux chirurgiens déclaraient péremptoirement ne pas y croire sans autre argument, d'autres voyaient dans la technique un banal « Papineau fermé ». Il faut reconnaître que la quasi-obligation de faire un lambeau au segment jambier éloignait beaucoup d'orthopédistes qui préféraient la technique d'Ilizarov. Le côté inexplicé de l'affaire rendait les personnes sceptiques, en dépit de la simplicité, la trop grande simplicité de la technique, nonobstant le lambeau de réparation des parties molles.

### L'hypothèse de la membrane

Ce fut une conversation de couloir lors du Congrès européen de microchirurgie à Rome, en 1992, qui éclaira la technique d'un jour nouveau et lui conféra un intérêt certain. J'avais présenté une courte série de reconstructions de très grande étendue qui, comme à l'accoutumée, n'avait déclenché aucune réaction dans la salle. Après la session, un groupe de chirurgiens de Munich m'interpellent courtoisement pour me dire qu'ils réalisaient la même technique mais qu'ils obtenaient régulièrement des échecs tout au moins pour les grandes pertes de substance, et qu'en conséquence ils avaient quelque difficulté à comprendre les résultats de ma série. Je me souviens de leur avoir demandé de me décrire très précisément leur technique. C'est ainsi que je pris subitement conscience que les chirurgiens allemands excisaient la membrane néoformée par le ciment, lors du deuxième temps opératoire, afin de placer la greffe dans un lit bien vascularisé. J'ai su ce jour-là ce que signifiait l'expression « une grande jubilation intérieure » et elle me paraît, même encore aujourd'hui bien pauvre pour traduire ce que j'ai ressenti. Les collègues allemands venaient de me fournir sans le savoir l'explication des succès de mes reconstructions : la membrane ! C'était la membrane que je n'excisais pas pour des raisons de confort (l'exciser aurait entraîné un saignement considérable) et des considérations esthétiques : l'aspect satiné de la membrane et la cavité close qu'elle formait entre les deux extrémités osseuses était une invitation à déposer la greffe osseuse sans autre geste conséquent. De 1986 à 1992, j'étais donc resté dans l'ignorance complète que la membrane pouvait jouer un rôle dans la consolidation. Il s'agit à ce propos d'un bel exemple de sérendipité, car je tenais la solution sans le savoir, j'avais trouvé quelque chose que je n'avais pas cherché. Le rôle joué par la membrane était encore au stade d'hypothèse.



**Figure 2.** Premier cas de reconstruction par membrane induite. a. Pseudarthrose septique avec perte de substance tibiale et dystrophie majeure des parties molles. b. Excision radicale incluant parties molles et extrémités osseuses. Mise en place d'une entretoise en ciment. c. Réparation des parties molles dans le même temps opératoire par un lambeau libre de grand dorsal. d. Aspect clinique et radiologique, six mois après l'autogreffe d'os spongieux.

### Expérimentation animale et recherche fondamentale

R. Ganz qui m'avait invité à Berne à l'instigation de C. Gerber se montra vivement intéressé par les résultats cliniques et l'hypothèse de la membrane. Il m'ouvrit les portes du centre expérimental de Davos et, grâce à une bourse de recherche de l'AO, une étude menée notamment par K. Klaue et cautionnée par G. Perren, montra sans équivoque que la membrane jouait un rôle majeur [1]. Mais la question demeurait du mécanisme intime par lequel cette membrane en apparence fibreuse pouvait favoriser la corticalisation d'une greffe spongieuse sans résorption aucune.

J'eus l'opportunité, par la suite, dans le courant des années 1990, après que le rôle de la membrane eut été confirmé, de rencontrer un jeune chirurgien plasticien de Bordeaux, P. Pélissier, qui cherchait un sujet de thèse de doctorat en sciences. Le résultat de ses travaux publiés en 2004 était au-delà de ce nous pouvions imaginer : la membrane sécrétait des facteurs de croissance ostéogéniques ! [2]

Arrivée à ce stade, la technique de la membrane induite, bien que parfaitement rodée, ne pouvait pas encore être considérée comme une innovation. Il lui manquait la reconnaissance et le crédit qu'on accorde à une technique acceptée et éprouvée.

J'avais essuyé quelques déconvenues, notamment auprès de l'AAOS qui, trois années de suite, avait refusé mes propositions de communications. Il fallait un nouveau coup de pouce du destin qui se manifesta un jour par un appel téléphonique de J. Green, ingénieur chez Synthes, qui, entre autres choses, a contribué à mettre au point le procédé RIA (*Reamer, Irrigator, Aspirator*). Ce monsieur, déjà d'un certain âge, avait pour mission de parcourir le monde pour repérer et exploiter les idées intéressantes. Il avait pris connaissance de l'article de Pélissier, lui avait naturellement rendu visite et Pélissier, très obligeamment, lui avait indiqué que le père de la technique officiait dans un hôpital de la banlieue parisienne.

### Diffusion de la technique

Je reçus J. Green, dans mon bureau de l'hôpital Avicenne, un soir pluvieux de novembre 2004 ou 2005. Nous eumes une longue et passionnante conversation sur les problèmes de consolidation et de reconstruction osseuse et je me rendis compte combien cet homme qui n'était pas médecin avait une culture impressionnante, à la fois chirurgicale et biologique. À la fin de notre entretien, je lui confiai mon regret de n'avoir pas été retenu pour une communication à l'AOSS ; il me répondit qu'il fallait trente ans pour qu'une bonne idée puisse s'imposer et il me demanda de lui confier quelques cas cliniques de ma série afin de les montrer dans des réunions d'orthopédistes américains. Je dois à ce monsieur l'introduction aux États-Unis de la technique de la membrane induite. Dès lors les invitations affluèrent, un article de commande me fut demandé pour la revue *Orthopedics Clinics of North America* que je rédigeai avec T. Bégué et qui parut en 2010 [3]. Ce fut le vrai point de départ de la diffusion mondiale de la technique. Depuis cette date, le nombre de publications de séries cliniques et

de travaux fondamentaux ne cesse de croître. J'ai eu le privilège, trois années de suite, de participer aux *Instructional Course Lectures* du Congrès de l'AAOS (New Orleans 2014, Las Vegas 2015, Orlando 2016) sur le thème spécifique de la technique de la membrane induite qui a acquis désormais le statut d'innovation française sous l'appellation de « Masquelet Technique », par les Américains eux-mêmes.

## Enseignements

Le lecteur me pardonnera la faiblesse de penser que l'aventure de la membrane induite est une belle histoire mais surtout qu'elle permet de tirer un certain nombre d'enseignements susceptibles d'inspirer les jeunes générations.

Il ne s'agit pas d'édicter les règles d'une méthode puisque ce qui va suivre constitue une construction *a posteriori*. Il s'agit de tenter de comprendre l'enchaînement des faits et des réflexions qui permet de passer de l'idée à l'innovation.

- La technique de la membrane induite et son support principal à savoir les propriétés biologiques de la membrane néoformée appartiennent originellement au registre des découvertes. En effet il n'y avait pas, initialement, d'idée préconçue qui eût pu servir de guide à l'action, contrairement à l'invention où la claire délimitation d'une problématique spécifique est le moteur de la réflexion aboutissant à une chose nouvelle permettant d'infléchir le réel. Dans l'invention, l'inédit surgit de la pensée sous la forme d'une idée. Dans la découverte, c'est le réel qui se dévoile. Mais invention et découverte ont en commun, en chirurgie, un activateur qui est l'impérieuse nécessité de prendre soin de l'Autre de la meilleure façon possible. Il n'est pas anodin que l'indication première et originelle de la technique de la membrane induite ait été les pertes osseuses segmentaires d'origine infectieuse. C'est l'infection qui rendait judicieuse une technique en deux temps et la mise en place d'un fantôme dont le rôle initial était la préservation de l'espace de reconstruction.

Il est remarquable également de constater que l'expérience clinique a précédé les travaux de recherche fondamentale. Les travaux de recherche continuent d'éclairer un phénomène fondamental résultant d'une action chirurgicale initiale. Il s'agit, et c'est plutôt rassurant et valorisant pour notre activité de chirurgien, d'une démarche ascendante qui chemine de l'expérience de terrain à la science et non pas de la science vers d'éventuelles applications cliniques.

- Il est utile, dans cette histoire, de souligner le rôle de la sérendipité [4] c'est-à-dire le fait que l'on trouve parfois ce qu'on ne cherchait pas. Il arrive qu'une idée soit à la base d'une découverte, mais dans un cas de sérendipité, l'idée, si elle existe, sera détournée de son but initial. Christophe Colomb, dont l'objectif était de trouver une nouvelle route conduisant aux Indes a découvert un nouveau continent, sans jamais le savoir. De même, j'ai utilisé la technique en deux temps opératoires avec insertion temporaire d'une entretoise en ciment acrylique

pendant six ans (1986-1992) sans me douter un seul instant que la membrane jouait un rôle majeur dans les résultats. C'était donc une découverte sans le savoir jusqu'à ce que l'interpellation des collègues allemands me fasse penser, par un travail du négatif (ils excisaient la membrane) que la membrane pouvait jouer un rôle important. La question n'était pas : « comment reconstruire un segment osseux manquant ? » mais « comment expliquer les bons résultats ? ». Tenir la solution sans le savoir, trouver quelque chose sans le chercher, voilà ce qui caractérise la sérendipité. Notons, en passant, que le cri primal de l'invention est « *Eurêka* » (j'ai trouvé la réponse au problème posé) tandis que celui de la découverte sérendipitaire serait plutôt « *Mince, alors !* » (qui exprime la surprise d'une rencontre imprévue).

- À défaut de méthode, quel peut être le cocktail d'ingrédients susceptible de mener à la découverte ou à l'invention ? un ensemble de dispositions qui, à bien les considérer, formait la trame de ce que nous transmettaient nos Maîtres par l'osmose du compagnonnage : l'attention permanente aux détails, l'étonnement devant le rien qui peut se révéler significatif, la curiosité sans bornes qui, passé le stade de l'étonnement, permet d'entreprendre pour comprendre à tout prix. Il s'agit de lutter en permanence contre l'esprit de routine si bien décrit par Bergson [5] et de s'attacher, par esprit de système, à repérer ce qu'il y a de singulier dans ce qui est banal en apparence, comme nous incitait à le faire J. Duparc. J'ajouterai trois facteurs qui me semblent essentiels :

*En premier lieu*, un zest de transgression vis-à-vis de l'académisme ambiant est nécessaire pour « trouver ». J'ai pris conscience sur le tard que, en mettant en œuvre cette technique en deux temps, j'avais opéré une triple transgression :

- la mise en place d'un corps étranger dans un milieu « septique », et je me souviens à ce propos, d'avoir été admonesté par J. Duparc à qui j'avais répliqué que le parage extensif était une condition *sine qua non* et que le ciment (sans antibiotiques) était stérile ;
- la reconstruction par autogreffe spongieuse de pertes de substance supérieures à 15 cm alors qu'il était admis qu'une telle technique n'était guère applicable au-delà de 5 cm en raison du phénomène inéluctable de résorption ;
- le maintien de la membrane, enfin, qui s'opposait à l'époque à la pensée dominante selon laquelle il fallait exciser tout tissu d'interposition au motif de mettre la greffe au contact d'un lit tissulaire bien vascularisé.

*Le deuxième facteur* reste un mystère. C'est la capacité de mettre en relation deux idées ou deux faits très éloignés l'un de l'autre et n'ayant *a priori* aucune relation entre eux ; ce que A. Koestler a décrit sous le terme de « bi-sociation » [6]. Associer la membrane aux bons résultats des reconstructions n'avait rien d'évident dans les années 1990.

*Le troisième facteur* est d'ordre environnemental. Pour trouver quelque chose d'original il faut être aculé par la nécessité. On ne progresse pas dans le confort. Le dénuement

et l'adversité sont souvent des facteurs favorisant l'éclosion de réflexions et de pratiques inédites. Cependant, en milieu hospitalier, l'innovation chirurgicale ne peut éclore qu'au sein de relations professionnelles d'ordre hiérarchique fondées à la fois sur l'exigence et la bienveillance qui présuppose l'absence de jalousie. J'ai déjà exprimé ce que je devais à J.Y. Nordin dans ce domaine. Les conditions matérielles de l'activité peuvent être difficiles, ce n'est pas un obstacle, au contraire. Mais l'animosité d'un chef d'équipe est un sérieux handicap surtout à l'époque actuelle, dominée par un exercice chirurgical encadré par des normes très strictes et parfois stérilisantes.

- Ce qui précède est un message destiné aux jeunes générations de chirurgiens. La réalité c'est que l'on est susceptible de faire des découvertes ou des inventions surtout quand on est jeune, quand on n'a pas l'esprit encore trop encombré par l'expérience et les concepts définis par d'autres. Ce dont il faut se persuader c'est que la « trouvaille », pour nous, chirurgiens, est tout entière dans le réel et non pas dans les laboratoires. Le réel c'est-à-dire le malade, car tout est inscrit dans l'organisme humain et la chirurgie, si on veut bien s'en donner la peine, est un formidable révélateur des potentialités du biologique.
- La mise au point d'une technique chirurgicale comme celle de la membrane induite qui repose sur un processus biologique complexe permet, au-delà de la pratique, d'identifier un ou plusieurs concepts, c'est-à-dire une ou des catégories générales sous lesquelles on peut regrouper et penser des phénomènes en apparence éloignés les uns des autres, en d'autres termes, unifier le réel.

Le premier concept est celui d'**enveloppe** qui protège et active le vivant et qui avait fait dire à Goethe :

« un principe important de l'organisation nous apparaît à nouveau : c'est qu'aucune vie ne peut agir en surface et y déployer sa force génératrice ; mais que l'activité vitale tout entière exige une enveloppe qui la protège du rude élément extérieur. . . Que cette enveloppe apparaisse écorce, peau ou coquille, tout ce qui accèdera à la vie, tout ce qui agira sur le mode du vivant doit être enveloppé » [7].

Le second concept sous-jacent à la technique de la membrane induite est l'**irritation tissulaire** qui, par la libération de facteurs de croissance et la mobilisation de cellules-souches mésenchymateuses, instaure les conditions de la régénération.

Le même concept régit la pratique du coup de curette destiné à aviver une plaie atone ou le pansement pro-inflammatoire qui stimule le bourgeonnement des chairs.

## Conclusion

Le chemin est long et parsemé d'obstacles, qui mène de la découverte ou de l'invention à l'innovation. Trente ans ont été nécessaires pour assurer la diffusion de la technique de la membrane induite, ce qui confirme la réflexion que m'avait faite J. Green.

Il y a des erreurs à ne pas commettre et des obligations auxquelles il faut se soumettre. Dans cet ordre de choses, je suis resté longtemps, trop longtemps sans doute, avec l'impression que la publication princeps dans les *Annales de Chirurgie plastique esthétique* [8] devait suffire à assurer la notoriété de cette technique originale. Il faut au contraire publier en anglais, rapidement et sous diverses formes, dans des revues anglo-saxonnes réputées. C'est tout le problème du faire savoir. Et c'est à ce prix, souvent douloureux, que ce que nous considérons comme une avancée pourra gagner le statut d'innovation. Et il n'y a pas de plus grande satisfaction que de voir un travail qui, une fois qu'il a été largement reconnu outre-Atlantique, inonde, en retour, la totalité de la planète orthopédique.

## Références

- [1] Klaue K., Knothe U., Masquelet A.C. Effet biologique des membranes à corps étranger induites in situ sur la consolidation des greffes d'os spongieux. *Rev Chir Orthop*, Suppl 1995; 109-110 (70<sup>e</sup> réunion annuelle de la SOFCOT).
- [2] Pélissier Ph., Masquelet A.C., Pélissier S., Bareille R., Amédée J. Induced membranes protect bone grafts and secrete bone growth factors. *J Orthop Res*, 2004; 22: 73-9.
- [3] Masquelet A.C., Bégue T. The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects. *Orthop Clin North Am*, 2010; 41(1):27-37.
- [4] Myers MA. *Happy accidents. Serendipity in major breakthroughs in the twentieth century*. New York, Arcade Publishing, 2011.
- [5] Bergson H. Le bon sens et les études classiques. In : *Mélanges*, Paris, PUF, 1972 (p. 360-372).
- [6] Koestler A. *Le cri d'Archimède*. Paris, Les Belles Lettres, 2011.
- [7] Goethe JW. Objet et méthode de la morphologie (1807). In : *La métamorphose des plantes*. Paris, Triades, 1992 (p. 80).
- [8] Masquelet A.C., Fitoussi F., Bégue T., Muller G. Reconstruction des os longs par membrane induite et autogreffe spongieuse. *Ann Chir Plast*, 2000; 45: 346-53.