

## ACADEMIE DES SCIENCES ET LETTRES DE MONTPELLIER

*Conférence 3419*

Séance 20/12/1999-Bull. 30, pp. 309-330

### C.WALTON LILLEHEI et l'épopée de la chirurgie à cœur ouvert

*par André Thevenet*

**Mots clés** : C.Walton Lillehei, Minneapolis, Université de Minnesota, chirurgie à cœur ouvert, circulation extra corporelle, réparations intracardiaques, stimulateur cardiaque, valves mécaniques.

**Résumé** : C.Walton Lillehei (1918-1999), précurseur de la chirurgie cardiaque à cœur ouvert dans le département de chirurgie de l'Université du Minnesota à Minneapolis, a été à l'origine du cœur poumon artificiel, des réparations intracardiaques, du stimulateur cardiaque et des valves mécaniques.

**Abstract**: C.Walton Lillehei (1918-1999) from the Surgery Department of the University of Minnesota in Minneapolis (MN, USA), was the precursor of open heart surgery. He successively introduced heart lung machine, intracardiac repairs, pacemaker, and mechanical cardiac valves.

La Chirurgie à cœur ouvert est considérée généralement comme un des plus importants progrès de la médecine du XXème siècle. Aujourd'hui son application est si répandue, des milliers d'opérations chaque jour dans le monde, réalisée si facilement à tous les âges, des nouveaux nés aux octogénaires, qu'il est très difficile, pour la génération actuelle des cardiologues et chirurgiens de se rendre compte qu'il y a quarante cinq ans la paroi du Cœur humain vivant représentait une barrière anatomique impénétrable au bistouri du chirurgien et aux incroyables réalisations thérapeutiques qui sont aujourd'hui si courantes. En effet, il y a peu de lésions cardiaques congénitales ou acquises qui ne peuvent être réparées. Pour celles qui ne peuvent l'être, le remplacement cardiaque par transplantation est devenu une réalité.

La clé de voûte de cet étonnant progrès a été la dérivation du cœur et des poumons par circulation extra-corporelle qui a permis au chirurgien d'assécher le cœur, d'arrêter les

battements à la demande, d'ouvrir la cavité cardiaque désirée et d'entreprendre avec sécurité les procédés de réparation ou même de remplacement total.

Avant de poursuivre, je voudrais dire les raisons qui m'ont amené à vous proposer aujourd'hui cette communication. La première est que le "père de la chirurgie à cœur ouvert", mon Maître américain C. Walton Lillehei est mort cet été, le 5 juillet 1999 dans sa maison de Saint Paul, la cité jumelle de Minneapolis, Minnesota. Je voudrais vous faire partager ma reconnaissance et mon admiration pour ce grand chirurgien et grand humaniste qui est à l'origine de toutes les conquêtes et de tous les progrès de la chirurgie cardiaque moderne, figure emblématique et une des plus importantes de ce siècle dans ce domaine. C'est à Walton Lillehei que je dois la passion de cette chirurgie qui m'a animé pendant près de 40 ans. Il est celui qui m'a accueilli et formé dans cette discipline, dans son service de chirurgie cardiaque de l'Université de Minnesota à Minneapolis dans les années 1957- 1958.

La deuxième raison est de rappeler que 1999 est une date anniversaire, celle de la première opération à cœur ouvert à Montpellier, le 22 juillet 1959, il y a 40 ans. Dernière raison, "*la chirurgie mérite d'être contée*" comme l'a écrit Jean Paul Binet et en particulier l'histoire de la chirurgie cardiaque, car c'est la seule spécialité qui en moins de quarante ans (une vie professionnelle de chirurgien) a fait sa révolution, conduisant de l'acte mineur qui approchait le cœur sans le toucher à la transplantation de celui-ci.

Pour cette communication, j'ai utilisé dans le titre le terme d'épopée, car, selon les définitions du Littré ou du Robert, il s'agit bien du récit d'événements historiques, d'actions non seulement intéressantes et mémorables mais également magnifiques et héroïques, d'une des grandes conquêtes médicales de ce siècle.

### **C. WALTON LILLEHEI (1918-1999)**

Clarence Walton Lillehei est né le 23 octobre 1918 à Minneapolis, aîné de trois garçons, dont le père Clarence I., Minnesotan d'origine scandinave, était dentiste dans cette ville. Le second fils James a été un spécialiste confirmé de médecine interne. Le dernier, Richard, brillant chirurgien et chercheur reconnu pour ses travaux sur le choc et la transplantation pancréatique, professeur de chirurgie en 1966, est mort accidentellement en 1981, à l'âge de 54 ans. Les réussites des trois frères ont résulté des qualités d'autodiscipline, de courage et de responsabilité que leur ont inculquées leurs parents.

Après ses études à Minneapolis et son internat au "General Hospital", Walton Lillehei obtint son diplôme de docteur en médecine de l'Université de Minnesota en 1942. Il effectue alors son service militaire comme officier commandant de la 33ème unité chirurgicale mobile (MASH) en Angleterre et sur les théâtres d'opération d'Afrique du Nord et d'Italie pendant quarante mois. Pourchassant Rommel en Afrique, son unité fut attaquée par des Messerschmitt. Le matériel fut totalement détruit mais les hommes épargnés. Il reçoit de nombreuses décorations et citations le ruban du théâtre européen avec trois étoiles, la "Bronze

Arrow Head” pour opérations amphibies et la “Bronze Star Medal” pour services exceptionnels à la tête de pont d’Anzio (Italie) en reconnaissance de sa remarquable efficacité d’organisation médicale : assurant les appels d’urgence pendant 24 heures pour les troupes aéroportées, opérant dans un dispensaire mobile pour les unités de troupes sans personnel médical, dirigeant les équipes de premier secours pour le traitement des civils blessés dans le bombardement et le pilonnage du port, organisant l’évacuation des blessés sur le bateau hôpital à partir du rivage et supervisant le débarquement du matériel médical et du personnel tout en servant comme inspecteur sanitaire de la région d’Anzio. Il quitte l’armée en 1946 comme lieutenant colonel.

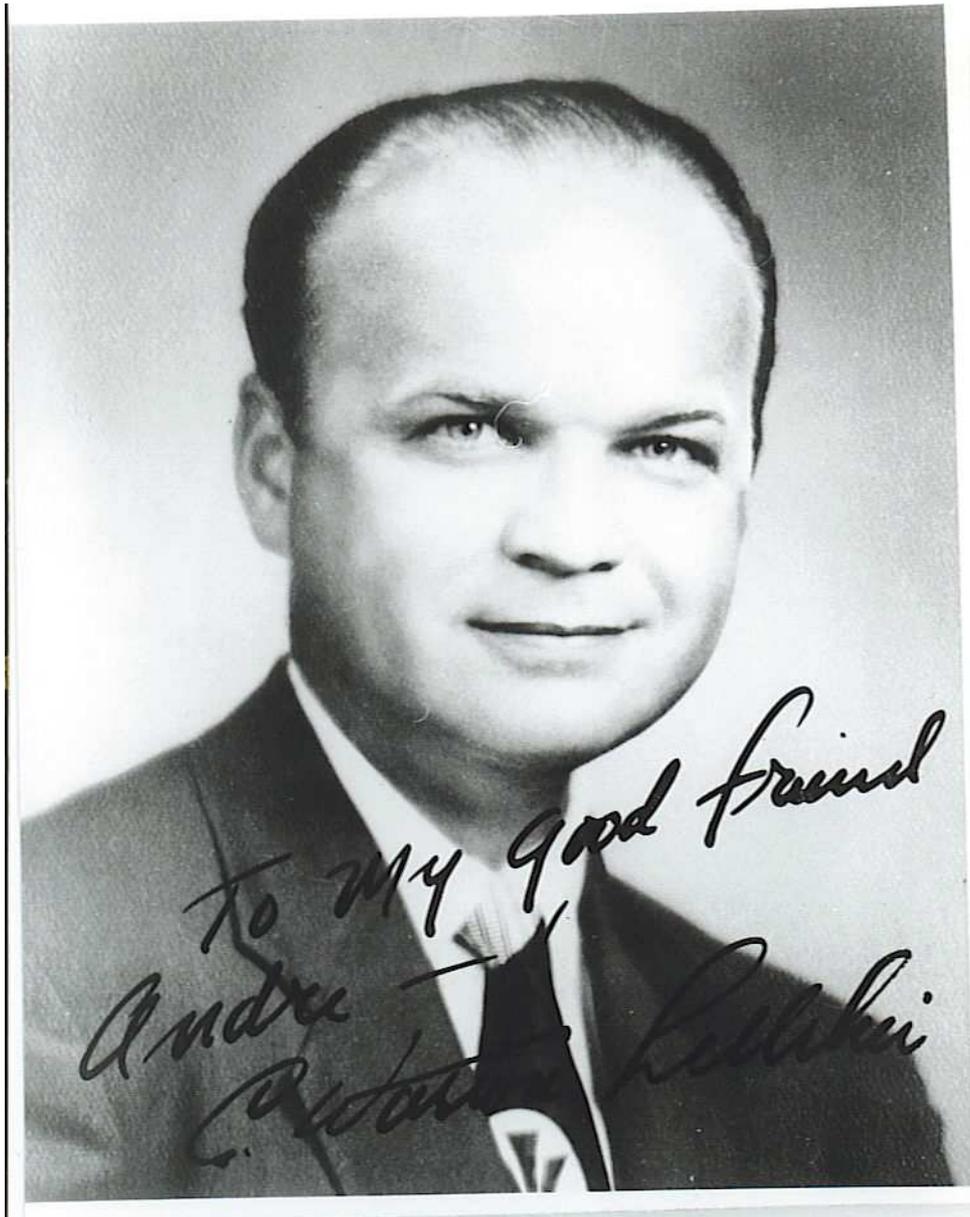
Il retourne à Minneapolis pour parfaire sa formation de chirurgien dans le Département de Chirurgie du Professeur Owen Wangensteen et épouse Mademoiselle Kaye Lindberg le 31 décembre 1946.

Le Dr Wangensteen avait fait de l’Ecole médicale de Minnesota un des plus grands centres de formation de troisième cycle en chirurgie. La résidence universitaire durait de 4 à 6 ans et comportait un an de recherche en physiologie et un programme de recherche dans le laboratoire de chirurgie expérimentale. Le résident chirurgical sortait non seulement parfaitement entraîné aux techniques chirurgicales mais aussi solidement formé en physiologie, en sciences fondamentales et en méthodes de recherche.

Pendant sa résidence, Walton Lillehei entreprit des recherches nouvelles sur la genèse de l’ulcère gastrique dans le laboratoire du Professeur Wangensteen et sur “l’induction et l’étude de l’insuffisance cardiaque chronique chez le chien” par création de fistules artério-veineuses dans le laboratoire de physiologie du Pr Maurice Visscher. Il observa la survenue d’endocardites et de glomérulonéphrite. Il y acquit une réputation de travailleur acharné et son étude lui valut le prix Théobald Smjth de l’American Association for Advancement of Science. Il obtint un Master de Sciences (maîtrise) en Physiologie et un Ph. D (doctorat) de Chirurgie en 1951.

A la fin de sa formation comme senior résident en juin 1950, sa carrière fut interrompue par l’ablation d’une tumeur parotidienne gauche qui se révéla être cancéreuse. Il accepta, quatre mois après, une lourde opération radicale de curage ganglionnaire cervical et médiastinal, suivie d’un traitement radiothérapique intensif, ce qui, avec diverses complications, l’éloigna de toute activité pendant plusieurs mois.

Ce n’est qu’au printemps de l’année suivante que Walton Lillehei se remit au travail et fut nommé professeur associé dans le département de Chirurgie de l’Université de Minnesota en juillet 1951. Il sera nommé professeur en 1956.



*C. Walton Lillehei (1918-1999)*

On peut se demander ce qui se serait passé sans cette interruption de carrière et s'il n'aurait pas été orienté dans une autre voie que celle de la chirurgie cardiaque qu'il emprunta alors. Deux circonstances sont à l'origine de son engagement. Pendant l'été 1951, Walton Lillehei visitait à l'hôpital universitaire une jeune malade, fille d'amis de sa famille, en train de mourir d'insuffisance cardiaque. Assistant à l'autopsie quelques semaines après, il vit un orifice entre les deux oreillettes d'environ 2,5 cm de diamètre, qui était responsable de l'importante dilatation du cœur et de la mort. Il pensa que s'il avait pu opérer à l'intérieur du cœur, il aurait pu fermer cet orifice anormal et la jeune fille aurait vécu normalement. Pour cela, il était nécessaire d'assécher le cœur pour voir exactement la lésion et donc disposer d'un cœur poumon artificiel.

Au même moment, le Professeur Clarence Dennis en charge dans le service de Wangensteen de la recherche sur le cœur-poumon artificiel venait d'être nommé au New York College of Medicine et quittait Minneapolis. Il avait fabriqué une machine cœur poumon et avait fait deux tentatives de chirurgie à cœur ouvert sans succès. Les droits de l'Université sur cet appareil étaient rachetés par l'établissement new-yorkais, laissant au Dr Wangensteen quelques milliers de dollars qu'il attribua à la recherche en circulation extracorporelle et accéda au désir de Walton Lillehei de s'attaquer à ce problème. Ce dernier était déterminé à chercher des voies nouvelles, avec un regard neuf, en abandonnant les idées reçues et décidé de faire sortir la chirurgie à cœur ouvert du laboratoire pour entrer en salle d'opération.

Le temps de la Chirurgie à cœur ouvert allait naître à l'Université du Minnesota.

## **LA CHIRURGIE CARDIAQUE EN 1951**

Pendant des siècles, le cœur "siège de l'âme" était sacro-saint et des chirurgiens éminents comme Théodore Billroth et Stephen Paget affirmaient, à l'orée du 20ème siècle, que non seulement le cœur représentait la limite placée par la nature à la chirurgie mais aussi que le chirurgien qui tenterait de suturer une plaie du cœur perdrait le respect de ses contemporains. Ludwig Rhen, bravant les interdits, sutura une plaie du cœur droit avec succès le 8 décembre 1896 et Jules Fontan, chirurgien de la marine, le 1<sup>er</sup> janvier 1900 guérit le premier cas de plaie du ventricule gauche. Sherman commentant ces succès révolutionnaires écrivait : « *La voie directe au cœur ne mesure que 2 à 3 centimètres, mais il a fallu 2400 ans pour la parcourir* ».

La chirurgie actuelle est récente et débute avec la généralisation de la transfusion sanguine, de l'antibiothérapie, de l'anesthésie-réanimation et pour le domaine qui nous intéresse de l'anticoagulation et de l'usage de l'héparine, c'est à dire après la deuxième guerre mondiale. L'évolution a été très rapide au cours du dernier demi- siècle sous l'effet de la spécialisation des techniques et des progrès fantastiques des sciences fondamentales. L'histoire de la chirurgie cardiaque comporte trois étapes

- La chirurgie extracardiaque est celle du traitement de certaines malformations touchant les gros vaisseaux du cœur et ayant un retentissement cardiaque. Elle débute avec la ligature du canal artériel persistant par R.Gross à Boston en 1938, la réparation de la coarctation de l'aorte en 1944 par Crafoord à Stockholm et Gross à Boston et l'anastomose systémo-pulmonaire de Blalock, en 1945, dans la tétralogie de Fallot ou "maladie bleue".

- La chirurgie intracardiaque à cœur fermé, aveugle, commença en 1948. Sans arrêter la circulation sanguine, avec le doigt ou un instrument, on pénétrait le cœur pour dilater une valve rétrécie, le plus souvent la valve mitrale, la valve pulmonaire et plus rarement la valve aortique. C'était le début de la chirurgie du cœur proprement dit, avec ses possibilités, mais

aussi ses limites dues à un nombre réduit d' affections cardiaques accessibles à ce genre d'intervention.

- La chirurgie à cœur ouvert, débute en 1952. L'idée d'interrompre la circulation à travers les cavités cardiaques avait séduit depuis longtemps chercheurs et chirurgiens. Sa réalisation était retardée par l'absence de moyens capables de pallier les conséquences de l'arrêt circulatoire par clampage des gros vaisseaux entrant et sortant du cœur. La tolérance normale est d'environ 3 minutes, ne donnant pas une marge suffisante pour ouvrir le cœur et exécuter une opération. Cette étape fut franchie en utilisant deux procédés, l'un visant à réduire les besoins métaboliques en oxygène par hypothermie, l'autre en dérivant la circulation entre les veines caves et l'aorte et, en assurant artificiellement les fonctions du cœur et des poumons. C'est la circulation extracorporelle.

## **L'HYPOTHERMIE**

Le refroidissement par hypothermie modérée (entre 28 et 30°C) était réalisé sous anesthésie par un bain d'eau glacée. Son rôle comme seule méthode a été relativement court mais a permis à John Lewis, collègue et ami de W.Lillehei, après une longue expérimentation en laboratoire, de réaliser la première opération mondiale à cœur ouvert sous vision directe en fermant avec succès une communication anormale entre les deux oreillettes chez une fillette de 5 ans, assisté des docteurs Varco et Lillehei. Cette date du 2 septembre 1952 est une date historique pour la chirurgie à cœur ouvert et pour l'Université de Minnesota. Ce type d'opération devint courant à Minneapolis et la connaissance de ses succès se répandit rapidement dans le monde médical. Cette méthode n'autorisait que des interruptions circulatoires de 6 à 8 minutes et de ce fait que des opérations très simples ne portant que sur l'oreillette droite ou la valve pulmonaire. Bien que rapidement abandonnée en faveur de l'appareil coeur-poumon, l'hypothermie continue d'être utilisée, associée à la circulation extracorporelle et pour protéger le cœur. Une autre méthode d'hypothermie profonde (10°C) avec circulation extracorporelle permet un arrêt circulatoire total prolongé de près d'une heure pour corriger des lésions complexes.

## **LE DÉBUT DE L'APPAREIL COEUR-POUMON, - ÉCHECS ET DÉCOURAGEMENT.**

La première tentative d'utilisation d'un appareil coeur-poumon pour permettre une chirurgie intracardiaque chez l'homme fut également réalisée à l'hôpital universitaire du Minnesota en Avril 1951 par Dennis, sur deux patients, avec un échec immédiat en salle d'opération pour les deux cas. L'étape suivante se situe en mai 1953, lorsque le Dr John Gibbon, qui avait commencé en 1937 à travailler sur un appareil coeur-poumon, réussit à réparer une communication entre les oreillettes avec une circulation extracorporelle de 26

minutes. Il ne put répéter ce succès et après 5 échecs successifs abandonna définitivement la chirurgie cardiaque.

Cependant l'appareil de Gibbon, mis au point avec IBM entre 1946 et 1951, eut un important prolongement à la Clinique Mayo. Il y fut amélioré en un prototype très complexe (le Mayo-Gibbon-IBM) et après une rigoureuse expérimentation permit à John Kirklin de commencer en 1955 la chirurgie à cœur ouvert dans cette institution. Ces échecs et la décision de Gibbon d'arrêter aggravèrent le peu d'enthousiasme du milieu cardiologique. Il ressortait, de tous les cas d'échecs rapportés par des chirurgiens expérimentés (18 tentatives par 6 équipes différentes) et de ceux non publiés, que les problèmes ne provenaient pas des cœurs poumons artificiels. Le succès était obtenu chez l'animal et l'échec lors de l'application chez l'homme. Ils vinrent à émettre une théorie du "cœur humain malade" qui atteint d'insuffisance ne pouvait pas récupérer immédiatement d'une opération importante et donc tolérer une circulation extracorporelle.

Ainsi le découragement et le pessimisme sur l'avenir de la chirurgie à cœur ouvert étaient largement répandus au début de 1954.

## **LA CIRCULATION CROISÉE - UNE APPROCHE RADICALEMENT NOUVELLE**

Au cours d'expérimentations animales pour tester les limites de tolérance du cerveau et du cœur à l'interruption circulatoire, l'équipe de Lillehei découvrit que les organes vitaux des chiens toléraient des périodes d'au moins 30 minutes lorsqu'on laissait pénétrer dans le cœur seulement le sang de la veine azygos (les veines caves étant occluses), entraînant un très petit débit cardiaque.

En 1952, à la même période, une observation similaire était publiée par des chercheurs anglais Andreason et Watson. Ces deux études démontraient que pendant une période raisonnable de temps les animaux pouvaient être maintenus en vie avec seulement 10% du débit cardiaque dit basal. Le débit minimum théorique accepté alors pour une circulation extracorporelle était de 100 à 165 ml/kg/minute, tandis que le débit azygos mesuré était de 8 à 14 ml/kg/minute.

Le principe du "débit azygos" a été indiscutablement une des plus importantes observations dans la réalisation clinique de la circulation extracorporelle. Lillehei fut persuadé qu'à partir de ce concept, on devait trouver un moyen d'assurer un débit de perfusion de 20 à 25 ml/kg/minute et de rendre possible la chirurgie à cœur ouvert.

L'étape suivante a été de trouver une méthode simple d'oxygéner le sang. La logique conduisait à l'organe naturel, le poumon. Une longue expérimentation utilisant le principe du débit azygos sur un circuit d'auto-oxygénation avec un lobe pulmonaire du même animal montra qu'en raison de difficultés pratiques, le poumon autogène n'était pas la solution, mais

que par contre, elle existait dans l'utilisation d'un animal donneur séparé pour assurer l'oxygénation : la circulation croisée.

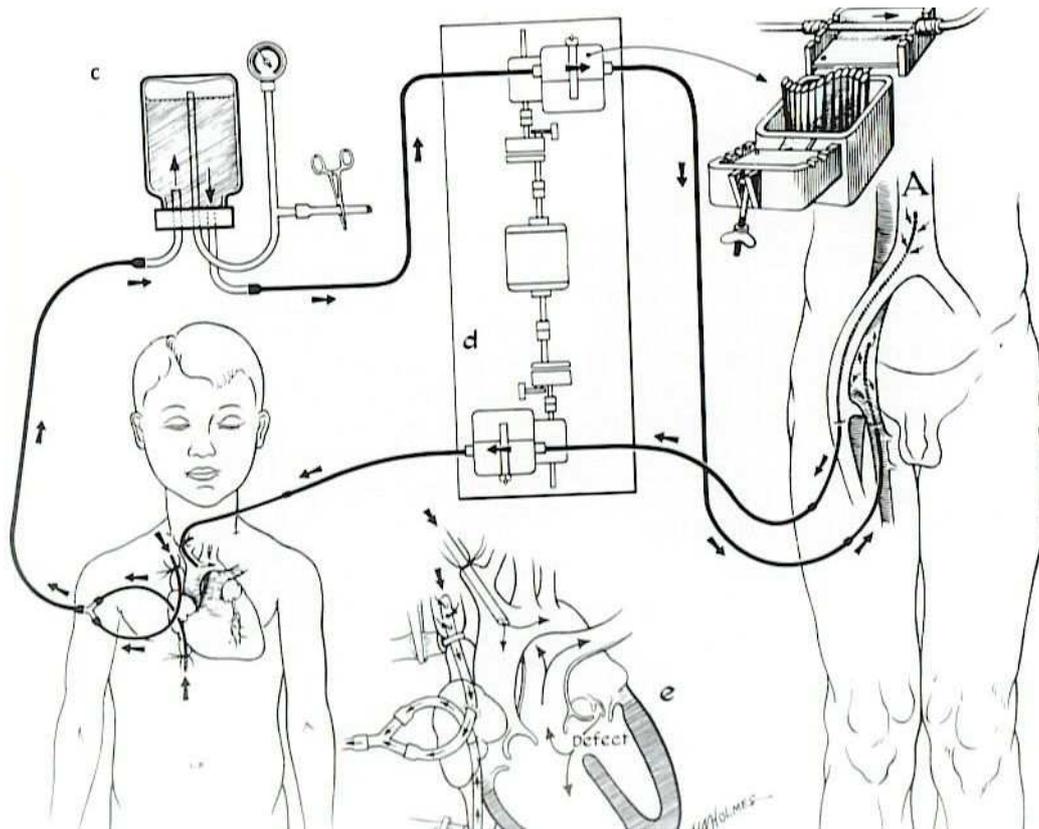
Initialement les perfusions extracorporelles utilisant la circulation croisée étaient seulement destinées à des expériences à cœur ouvert chez l'animal. Au fur et à mesure de la progression de l'expérimentation, il devint évident que les chiens subissant une circulation croisée à faible débit pendant 30 minutes, non seulement survivaient en plus grand nombre mais récupéraient plus rapidement que des chiens observés auparavant et subissant une perfusion de même durée à haut débit avec oxygénateur.

Après de longues séries d'expérimentations, pour perfectionner le procédé et les techniques chirurgicales, Lillehei et ses collaborateurs jugèrent cette méthode simple et efficace pour réaliser des opérations intracardiaques chez l'homme.

La circulation croisée consiste à dériver le sang veineux de l'enfant receveur vers celui du donneur et à ramener le sang artériel oxygéné du donneur dans l'aorte de l'enfant.

Utiliser une "circulation croisée contrôlée" sans surcharger le cœur du "donneur" sain qui servirait d'oxygénateur, habituellement le père ou la mère du jeune enfant, était une idée révolutionnaire. C'était physiologiquement la solution idéale pour corriger automatiquement les perturbations hématologiques et métaboliques de la perfusion par une "circulation placentaire" des mécanismes homeostasiques du donneur. Une analyse complète des résultats expérimentaux fut soumise au Pr Wangensteen, chef du département de chirurgie qui approuva.

Lillehei était conscient du problème de mettre en danger un individu parfaitement sain, fut-t-il le père ou la mère, pour sauver un enfant malade. Il était sévèrement critiqué de faire une opération avec un risque potentiel de mortalité de 200%. La veille de la première opération programmée et devant l'opposition de certains collègues de l'hôpital, Walton Lillehei rappelle : *"lorsqu'il sembla que l'opération devait être annulée, je laissais la veille au soir une note au Dr Wangensteen : Est ce que notre cas doit être maintenu demain matin. Sa réponse affichée sur la porte de mon bureau fut : Cher Walt, mais certainement, allez-y"*.



*Circulation croisée extra-corporelle (1954)*

*a) enfant perfusé b) adulte perfuseur d) pompe de circulation e) schéma des canulations*

Le 26 mars 1954, eut lieu la première opération à cœur ouvert pour fermer une communication entre les ventricules chez un enfant d'un an dont le père, au groupe sanguin compatible, servit de donneur. La technique de circulation croisée fut un succès spectaculaire. Les mois suivants virent se succéder des "premières chirurgicales" de corrections de cardiopathies congénitales jusque là inopérables, telles que communications entre les ventricules, tétralogies de Fallot, canaux atrioventriculaires et autres malformations complexes. La circulation croisée comme moyen de circulation extracorporelle pour travailler à l'intérieur du cœur humain fut utilisée en l'espace de 15 mois chez 45 enfants, la majorité des jeunes enfants en insuffisance cardiaque terminale qui ne pouvaient être de plus mauvais risques. Il n'y eut aucune mortalité de donneur. En transformant du jour au lendemain le pessimisme mondial concernant la chirurgie à cœur ouvert en optimisme et en réfutant la théorie en vigueur du "cœur humain malade", la circulation croisée a été une étape absolument essentielle.

A cette époque, il n'y avait pas de moyens de mesurer les perturbations biologiques (pH et gaz du sang), les mesures d'électrolytes demandaient de 4 à 6 heures. Il n'y avait pas d'équipement d'assistance respiratoire pour les nourrissons et les enfants et il n'y avait ni moniteurs, pacemakers, défibrillateurs, ni d'unités de soins intensifs. En reconstituant la

circulation placentaire avec la circulation croisée, le donneur corrigeait automatiquement les variations biologiques. Cela expliquait les remarquables résultats obtenus aussi rapidement face à la connaissance limitée d'alors des conséquences de la circulation extracorporelle. Pour cela, le Dr Lillehei et ses collaborateurs reçurent la prix Albert Lasker de l'Association Américaine de Santé publique en 1955 pour "Contributions exceptionnelles à la chirurgie cardiaque".

Ces résultats ont été possibles par la simplicité et l'efficacité physiologique de la méthode de circulation croisée fournissant au patient un sang parfaitement oxygéné avec l'application d'un débit faible.

Des années plus tard, en 1986, John Kirklin rappelle : *"Au printemps de 1954, le monde cardiologique et chirurgical fut galvanisé par les compte-rendus provenant du Dr Lillehei et de ses collègues à Minneapolis, faisant part des succès dans le traitement des malformations congénitales du cœur par les opérations à cœur ouvert avec l'aide de la circulation croisée contrôlée. Vous ne pouvez pas réaliser qu'à ce moment-là c'était une première dans l'histoire mondiale, brillamment conçue et exécutée"*.

La circulation croisée avait permis l'accès à l'intérieur du cœur humain et avait montré qu'un large spectre de malformations existait et que certaines n'étaient pas encore décrites ou même reconnues par les cliniciens ou les pathologistes. Les méthodes chirurgicales pour traiter ces lésions inconnues devaient être souvent improvisées sur place. De plus, compte tenu de l'état technologique, les diagnostics préopératoires étaient souvent faux ou incomplets.

Lors de la présentation en avril 1955, par Walton Lillehei, des résultats de la "correction complète de la tétralogie de Fallot", Alfred Blalock, qui en 1945 créa avec Helen Taussig une opération palliative pour cette cardiopathie congénitale complexe, utilisée chez des milliers d'enfants "bleus", ouvrit la discussion comme suit *"je dois dire que je ne pensais jamais vivre pour voir le jour où ce type de procédé chirurgical pouvait être réalisé. Je désire faire l'éloge du Dr Lillehei pour son imagination, son courage et sa ténacité. Je ne pense pas que le type de circulation utilisée soit la réponse définitive, mais que le cœur poumon artificiel le sera ..."*. Lillehei conclu en prédisant un brillant avenir pour les oxygénateurs artificiels, mais pas pour les modèles complexes, décrits jusqu'à présent. Il dit qu'il était impatient d'utiliser cette année un oxygénateur artificiel si simple qu'il coûtait seulement quelques dollars, à usage unique et qui était développé dans son laboratoire par Richard DeWali.

Seize jours plus tard, le 13 mai 1955, Lillehei réalisa sa prédiction en introduisant en salle d'opération, et pour des milliers d'interventions ultérieures, l'oxygénateur bulleur Lillehei-DeWall.

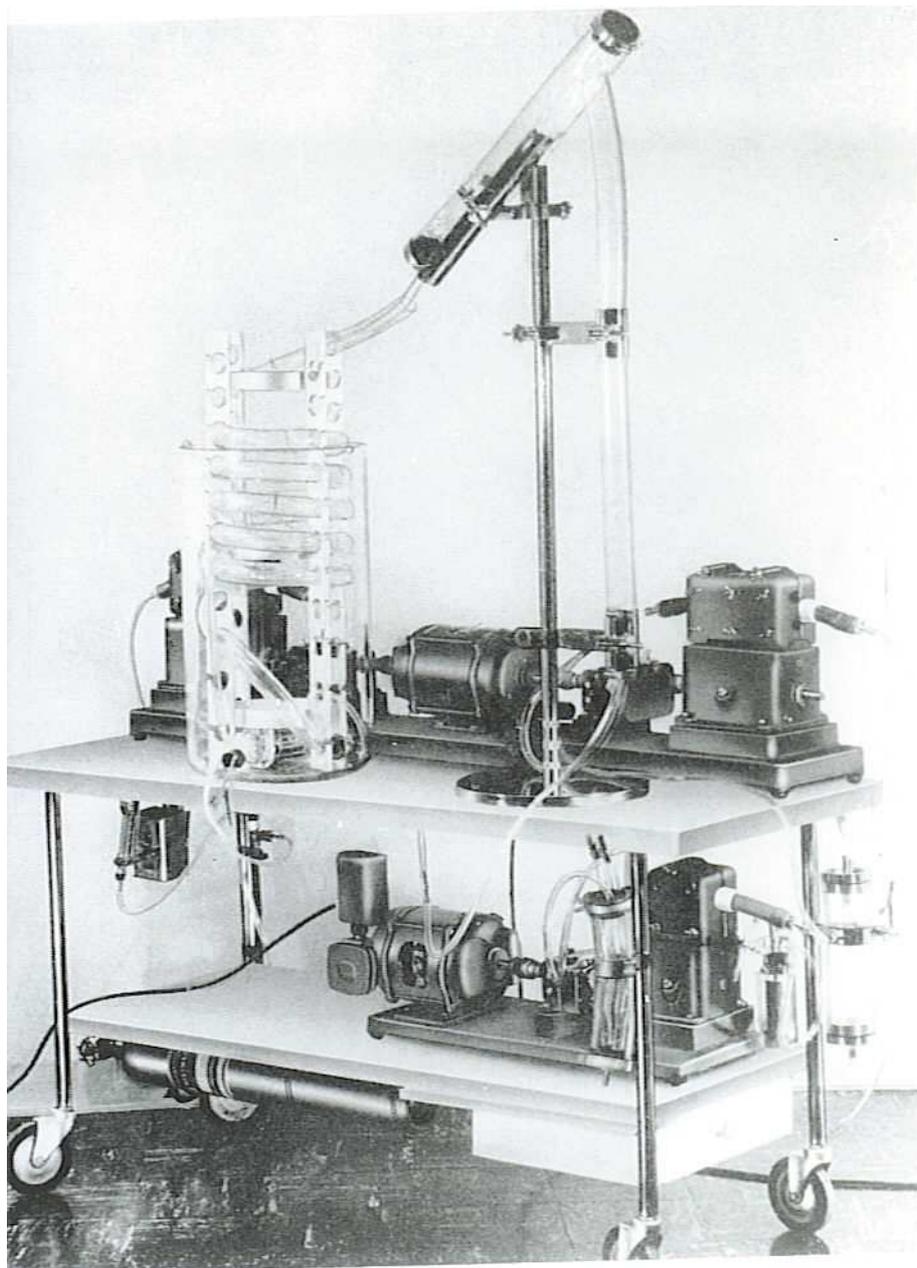
## **L'OXYGÉNATEUR BULLEUR LILLEHEI -DEWALL**

Pendant les mois passionnants de la circulation croisée opérationnelle, le laboratoire expérimental de l'équipe Lillehei travaillait sur un oxygénateur artificiel simple. Lillehei avait opté pour le procédé d'oxygénation par bullage plutôt que par étalement. Richard DeWall, affecté au Laboratoire depuis l'été 1954, était chargé de résoudre le problème de débullage. Il construisit un modèle simple fait d'un tube de polyvinyle dans lequel l'oxygène se mélangeait avec le sang veineux sous forme de larges bulles qui favorisaient l'échange de CO<sub>2</sub> et d'oxygène. Le débullage se faisait à l'aide de silicone antimousse appliqué à l'intérieur d'un tube incliné suivi du tube réservoir hélicoïdal où s'accumulait le sang artériel. Ce système fut modifié à plusieurs reprises et expérimenté intensément sur l'animal jusqu'à son introduction en salle d'opération au printemps 1955. L'oxygénateur bulleur de Lillehei-DeWall devint alors la méthode courante pour la chirurgie à cœur ouvert à l'Université du Minnesota.

En l'espace de trois ans (mai 1955-Août 1958) plus de 500 opérations à cœur ouvert ont été réalisées à l'Hôpital universitaire de Minnesota. Les résultats en ont été publiés dans la Presse Médicale en 1959.

A nouveau, les facteurs importants du succès étaient un débit faible physiologique, et un appareil simple, efficace, stérilisable, facile à assembler et à usage unique. La révélation qu'une circulation pouvait être maintenue avec une pompe, quelques longueurs de tube plastique et un peu d'oxygène, eut un effet explosif sur le développement à travers le monde de la chirurgie cardiaque. Le rêve du chirurgien de réaliser couramment les corrections intracardiaques à cœur ouvert était devenu une réalité.

Des améliorations furent apportées à l'oxygénateur bulleur par Vincent Gott et DeWall, en faisant réaliser en 1956 un oxygénateur sous forme d'une feuille de plastique souple incorporant les principes de celui de DeWall, à usage unique et fabriqué industriellement. Cette simplification, jointe à l'efficacité, est à l'origine de la très grande diffusion qui suivit dans le monde entier et l'extraordinaire expansion de la chirurgie à cœur ouvert les années suivantes. Plus tard, en 1966, DeWall développa un nouvel oxygénateur intégrant un échangeur de température dans une coque plastique rigide qui a été la base des futurs oxygénateurs à bulles et surtout à membranes, utilisés aujourd'hui.



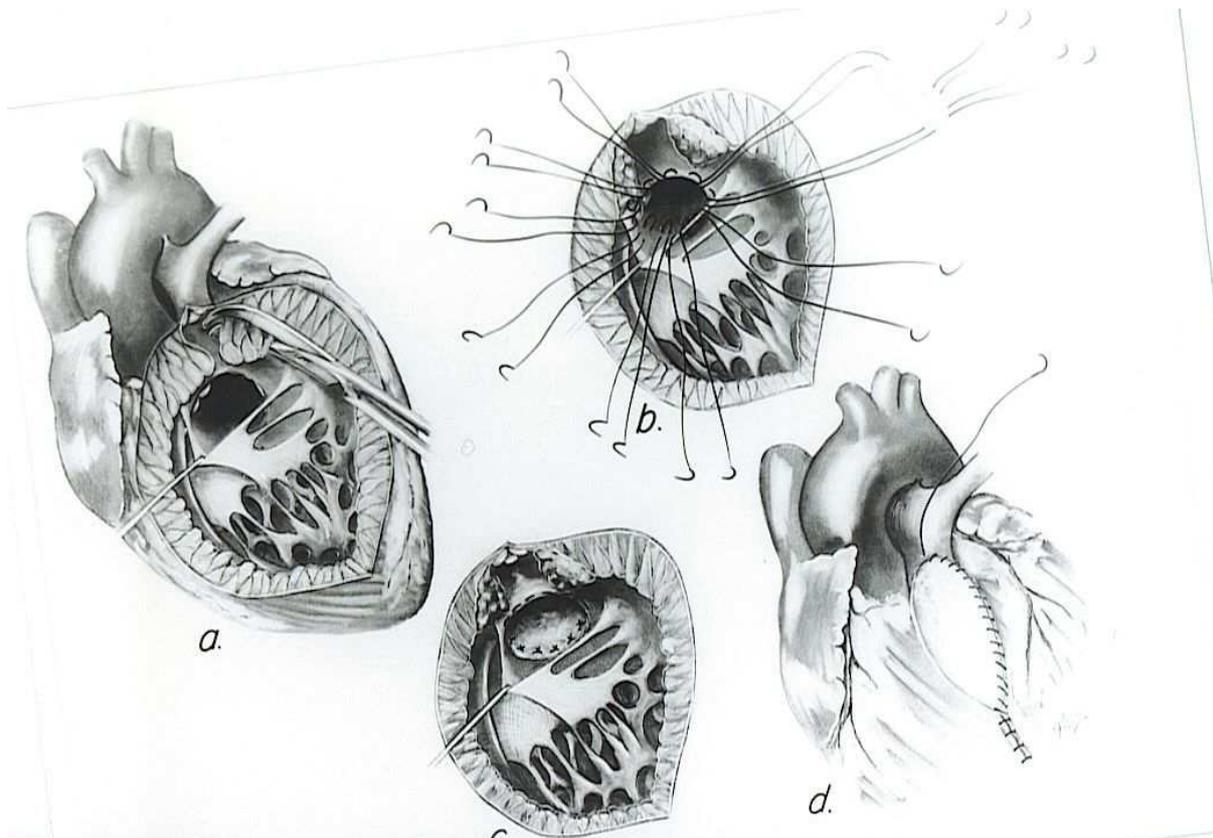
*Oxygénateur-bulleur de Lillehei-DeWall (1955)*

## **MINNEAPOLIS ET LA CLINIQUE MAYO**

En 1954, il y avait un seul endroit au monde faisant régulièrement de la chirurgie à cœur ouvert sous circulation extracorporelle et ce centre était l'Hôpital universitaire du Minnesota en utilisant la circulation croisée. A partir du printemps 1955 et en 1956, il y eut deux endroits dans le monde réalisant ces opérations, l'Université de Minnesota à Minneapolis et la Clinique Mayo à Rochester, Minnesota, distantes seulement de 130 kilomètres et ce par deux chirurgiens de grande envergure. Les deux utilisaient la circulation extracorporelle avec un cœur poumon artificiel. Mais il existait une différence considérable entre les deux appareils. L'appareil Mayo-Gibbon-IBM, utilisé par John Kirklin était un

modèle unique, complexe, coûteux, impressionnant mais difficile à utiliser et à maintenir, nécessitant la présence pour le faire fonctionner d'un personnel spécialisé (ingénieur, physiologistes, cardiologues, anesthésistes). De l'autre côté, l'oxygénateur bulleur, utilisé par Walton Lillehei, était incroyablement simple, stérilisable, à usage unique, coûtant seulement quelques dollars et réglé par un résident.

Au cours de ces années, des chirurgiens de toutes les parties du monde visitaient ces deux centres pour observer la chirurgie à cœur ouvert et voir opérer les deux chirurgiens. Le Minnesota était la Mecque de la Chirurgie cardiaque. Mais c'est l'oxygénateur bulleur à réservoir hélicoïdal monté sur place qui conquiert le monde et aide de très nombreuses équipes à se lancer dans la correction des malformations intracardiaques d'une manière précise et sûre. C'est avec cet appareil que Charles Dubost réalisa à Paris en 1956 la première opération à cœur ouvert en Europe.



*Correction complète de la Tétralogie de Fallot*

- a) résection de l'hypertrophie infundibulaire
- b et c) fermeture de la communication interventriculaire
- d) patch d'élargissement de la voie pulmonaire

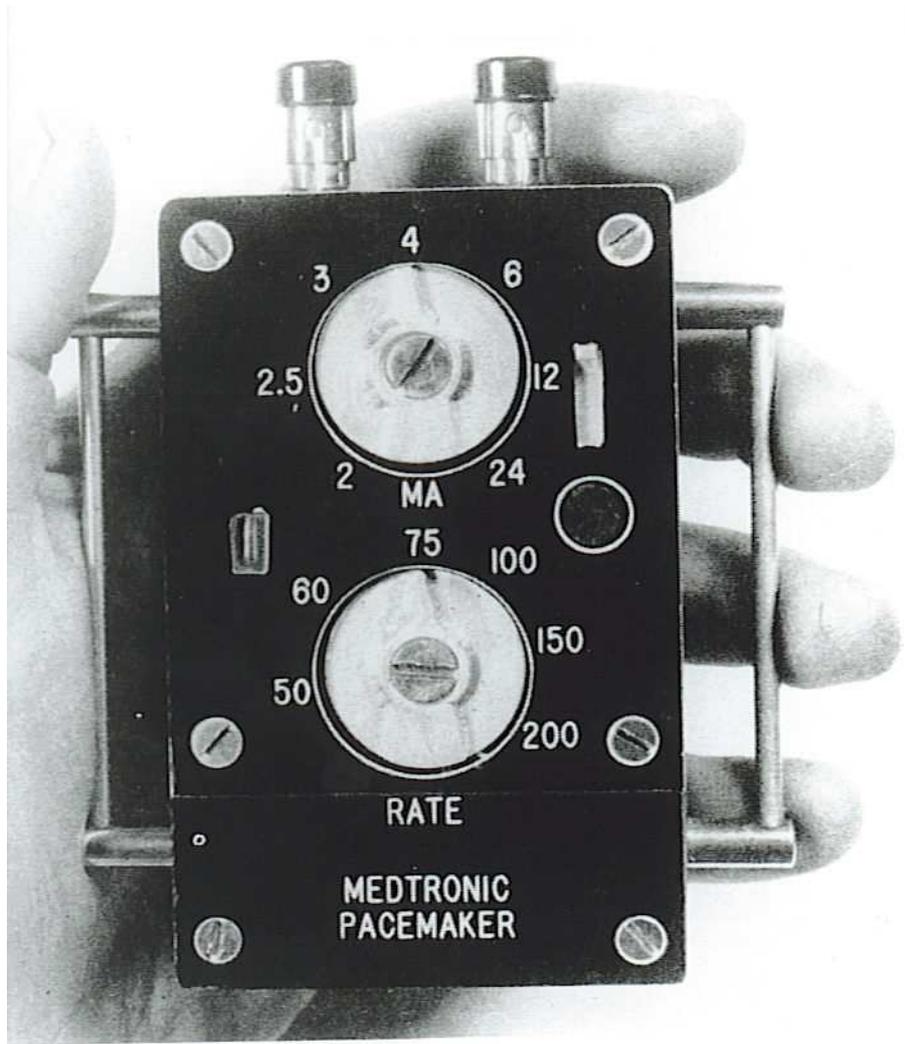
La route de la chirurgie à cœur ouvert avait été ouverte.

Dans son discours présidentiel, à l'Association Américaine de Chirurgie Thoracique en 1979. John Kirklin rend hommage à Walton Lillehei en ces termes *“il a réellement commencé l'ère moderne de la chirurgie cardiaque, il a été et est encore mon héros, en raison de son énorme talent et de sa chaude amitié. C'est un tour cruel du sort qu'il n'y ait aucune opération appelée opération de Lillehei car, il a été un des plus grands innovateurs de la chirurgie cardiaque et fait un grand nombre de premières opérations”*.

## **DÉVELOPPEMENT DU STIMULATEUR CARDIAQUE**

Au début de la chirurgie à cœur ouvert, le système de conduction intracardiaque était mal connu. Lors des corrections complètes des anomalies intéressant la cloison qui sépare les cavités du cœur un bloc cardiaque complet avec ralentissement sévère du rythme cardiaque, par interruption de la conduction auriculo-ventriculaire survenait dans près de 10% des opérations. Le pronostic en était très souvent défavorable. Ce problème fut examiné au laboratoire par l'équipe Lillehei en 1956, qui montra qu'une électrode fixée au myocarde ventriculaire et reliée à un stimulateur électrique de faible intensité (5 à 10 mA) permettait de contrôler le rythme cardiaque. Ce procédé fut introduit chez l'homme en janvier 1957 avec succès pour le traitement des blocs cardiaques complets post-chirurgicaux. Le premier appareil stimulateur électrique, provenait du laboratoire de physiologie, était volumineux et limitait la mobilité du patient à la longueur des fils électriques qui le reliaient à la prise de courant. Walton Lillehei demanda à Earl Bakken, ingénieur électronicien qui réparait à temps partiel les appareils des salles d'opérations (électrocardiogrammes, ...) de son service, de lui réaliser un stimulateur de petit volume, fournissant un courant faible et une vitesse réglable de 50 à 110 pulsations par minute, permettant au patient d'être à la fois stimulé et mobile. Le pacemaker externe, transistorisé, à pile et portable, fut construit et utilisé la première fois le 14 avril 1958. Il devint très rapidement l'accessoire incontournable de tous les services de chirurgie cardiaque du monde, et son succès est à l'origine de la fondation de la Compagnie Medtronic, numéro un mondial.

Le développement suivant a été de miniaturiser le stimulateur et de l'encapsuler pour pouvoir l'implanter à l'intérieur du corps (1960) puis sous la peau, générant de nombreux modèles successifs de stimulateurs cardiaques devenus plus “physiologiques”, plus petits et plus fiables, avec des sondes intracardiaques, et utilisés aujourd'hui non seulement pour les blocs auriculo-ventriculaires “médicaux” mais aussi pour de nombreux troubles du rythme cardiaque.



*Premier stimulateur cardiaque à transistor (1958)*

Cette histoire de Earl Bakken et de la Compagnie Medtronic avec Lillehei est exemplaire et typiquement américaine. C'est le départ de l'industrie du stimulateur cardiaque qui est devenu le plus lucratif, économiquement, des projets de transfert de technologie des recherches de Lillehei. Le premier, mais pas le dernier. Cet exemple type de transfert de technologie et de développement économique entre l'Université de Minnesota et une Compagnie industrielle, fut le début de ce qui est appelé "l'allée médicale du Minnesota" qui regroupe aujourd'hui plusieurs centaines de compagnies bio-médicales situées dans une zone géographique, la "medical alley", qui va de Duluth à Rochester en passant par les cités jumelles Minneapolis-St Paul. Ces industries bio-médicales de plusieurs milliards de dollars sont le premier employeur du Minnesota et sont devenus leaders mondiaux. Les secteurs d'activité sont multiples : stimulateurs cardiaques ou neurologiques, oxygénateurs divers, appareils coeur-poumons, matériel chirurgical ou médical, accessoires dérivés, valves cardiaques mécaniques ou biologiques, pompes d'assistance, cathéters ... Un rapport d'avril 1997 sur les 25 plus grandes compagnies techno-médicales révélait que la majorité d'entre-

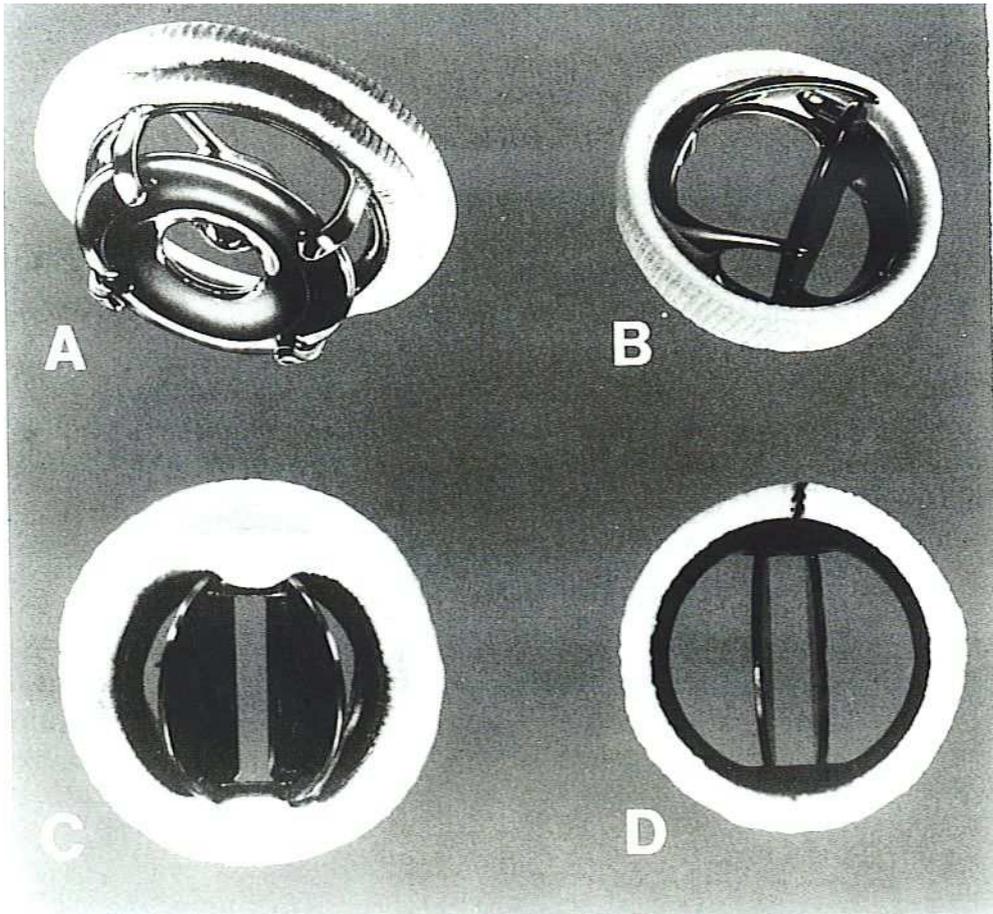
elles provenaient directement des appareils développés dans le laboratoire de recherche de Walton Lillehei. En classant ces compagnies par revenu, la compagnie Medtronic était première avec un revenu 1996 de 2,1 milliards de dollars et 13500 employés. La compagnie St Jude Medical se classait deuxième avec un revenu 1996 au dessus de 800 millions de dollars et 3600 employés.

L'Université est bénéficiaire de ce développement par plusieurs fondations créées par les industriels, dont la Fondation Medtronic qui lui assure plus de 2 millions de dollars annuels et soutient le Centre d'ingénieur biomédical de l'Université, et par plusieurs dotations de chaires dont celle de professeur de recherche du département d'Ingénieur Chimiste par la Cie Mayon Plastics.

## **UNE AUTRE RÉVOLUTION : LES VALVES ARTIFICIELLES**

Avec la disponibilité, dès 1955, de l'appareil coeur-poumon, Walton Lillehei ouvrit la voie dans le traitement chirurgical des cardiopathies valvulaires acquises. Pour la première fois, des valves pouvaient être réparées ou ouvertes complètement sous vision directe.

En 1958, il introduisit une nouvelle révolution dans la chirurgie à cœur ouvert en réalisant le premier remplacement mondial d'une valve cardiaque malade par un substitut artificiel. Ce succès ouvrit un nouveau domaine de recherche, les valves cardiaques prothétiques. Les premières valves mécaniques à bille furent implantées en position mitrale par Albert Staff en 1960 et en position aortique par Dwight Harken en 1963. Lillehei et ses résidents s'attachèrent à concevoir et à tester de nouvelles valves mécaniques. Il réussit en concevant trois des valves les plus efficaces, sûres et durables. La valve Lillehei-Nakib à disque toroïdal, conçue en 1966 a été utilisée en position mitrale entre 1967 et 1970. La valve à disque pivotant en pyrolite de carbone de Lillehei-Kaster décrite en 1967, dont plus de 65000 ont été implantées, à partir de 1970, sans dysfonction, a été suivie par la valve Omni-Carbon, de même concept.



*Valves mécaniques cardiaques*

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| a) Lillehei-Nakib (1967) | b) Lillehei-Kaster (1970)    |
| c) Kalke-Lillehei (1968) | d) Saint-Jude Médical (1977) |

Enfin fut introduite la valve à double ailette, Kalke-Lillehei, dont le design conçu en 1965, a été utilisé une seule fois en 1968. La fabrication a été entreprise en 1976 par la Compagnie St Jude Médical. Cette valve a été améliorée et commercialisée sous le nom de valve Saint Jude à partir de 1977, avec un succès considérable puisque plus de 500.000 valves ont été implantées, plus que toutes les autres valves dans l'histoire.

Dans le but d'éviter un traitement anticoagulant à vie, indispensable avec des valves mécaniques, différents types de xenogreffes porcines ou bovines ou bioprothèses ont été utilisés, dont la première par J.P.Binet en 1965, et le sont encore aujourd'hui. Depuis 1971, Alain Carpentier développe une chirurgie de reconstruction de la valve mitrale par plastie, conservant la valve naturelle, qu'il a diffusée dans le monde entier et dont les résultats sont excellents.

## **PROGRÈS ULTÉRIEURS**

De nombreuses innovations et recherches développées et utilisées par Lillehei dans la deuxième moitié des années 50 n'ont été reconnues que plus tard. Un certain nombre de techniques que la génération actuelle considère comme relativement nouvelles font partie de ses contributions (stemotomie médiane, réparation directe de l'insuffisance mitrale, perfusion rétrograde du sinus coronaire, conservation de la connexion anneau-muscle papillaire dans la chirurgie mitrale, entre autres).

Après le traitement des cardiopathies congénitales puis des maladies valvulaires cardiaques acquises, la chirurgie à cœur ouvert a élargi son domaine en s'attaquant à la maladie cardiaque la plus répandue, l'atteinte des artères coronaires. C'est grâce à la radiographie des artères coronaires par angiographie, la coronarographie à l'aide de cathéters mise au point par Mason Sones que les pontages des coronaires sont devenus l'intervention chirurgicale la plus pratiquée à partir des années 70 (huit mille en France chaque année, quarante mille aux Etats Unis) malgré les progrès spectaculaires de la thérapeutique médicale et les résultats des méthodes de dilatation coronaire et de "stent" intraluminal. Il faut rappeler que déjà en 1956, Lillehei et son équipe, établissaient les bases expérimentales de la chirurgie des artères coronaires par endartériectomie et par pontage avec l'artère mammaire interne.

Il n'est pas de domaine en chirurgie cardiaque où l'on ne trouve des contributions de l'équipe de l'Hôpital universitaire de Minneapolis. Pour les quelques conditions congénitales ou acquises qui n'étaient pas du ressort des techniques de correction, le remplacement du cœur devient une réalité pratique.

En 1967, l'ultime étape fut atteinte avec le succès de la transplantation cardiaque humaine, qui restera comme une des plus spectaculaires réalisations de la médecine du **XXe** siècle. L'histoire de la transplantation mérite aussi d'être contée en raison des longues recherches et expérimentations, mais ceci est une autre histoire. Il importe cependant de mentionner que ce premier succès résulte du travail de deux chirurgiens, les docteurs Shumway et Barnard, formés ensemble de 1956 à 1958 par Walton Lillehei dans le programme de chirurgie cardiaque de l'Université du Minnesota à Minneapolis.

Norman Shumway, parti à l'Université de Stanford (Californie), entreprit, dès son arrivée, une expérimentation animale avec Lower. En 1961, ils obtinrent chez le chien une première survie de 21 jours. En 1965, après avoir décrit une technique originale (toujours utilisée), testé et utilisé une thérapeutique immunosuppressive et un procédé de détection du rejet, ils obtinrent une survie de 250 jours. La longue expérimentation avait porté ses fruits. Shumway avait établi la faisabilité et la technique de la transplantation cardiaque et était en 1967 en attente du premier patient mais l'environnement législatif en vigueur aux Etats Unis ne reconnaissait pas encore l'état de "mort cérébrale".

Christiaan Barnard, de retour au Cap et après une série expérimentale et quelques visites à Lower, réalisa la 1ère transplantation cardiaque, le 3 décembre 1967. Ce fut un

déchaînement médiatique pour celui qui avait osé franchir le pas. Ce fut aussi une vague d'enthousiasme incroyable (et de critiques) de par le monde, telle que les chirurgiens des centres les plus prestigieux se ruèrent dans ce domaine nouvellement ouvert. Dans la première de ces années, irrationnellement euphorique, 1968, 101 transplantations cardiaques furent réalisées par 58 équipes. En 1971, tous les centres qui avaient transplanté en 1968, avaient arrêté, sauf Shumway à Stanford, Barnard au Cap et Cabrol (élève aussi de Lillehei) à Paris.

Norman Shumway, investigateur imaginatif et infatigable, qui a refusé d'abandonner, est l'homme qui a façonné la stratégie du succès.

C'est incontestablement le programme systématique interdisciplinaire du groupe de Shumway qui a sorti la transplantation cardiaque de la dépression qui a suivi les échecs de l'année 1970 et de l'état de désillusion universelle pour l'amener à une discipline parfaitement standardisée, telle qu'elle est aujourd'hui.

De nombreux problèmes, non seulement techniques et biologiques, mais aussi éthiques et législatifs, ont été résolus au fur et à mesure que l'expérience pratique s'accumulait. Il est encore trop tôt pour mesurer l'impact historique de la transplantation cardiaque et pulmonaire. Il n'en reste pas moins qu'elle représente le couronnement des efforts d'une coopération interdisciplinaire associant les avancées de la science biomédicale et les progrès de la chirurgie à cœur ouvert.

Le défi en cours est le besoin d'élargir davantage les bénéfices du remplacement cardiaque par un cœur artificiel permanent, efficace et intracorporel, de même que la poursuite des recherches sur les xenogreffes.

Il faut mentionner également la chirurgie-robot assistée par ordinateur pour la chirurgie des artères coronaires et des valves cardiaques.

L'ère de la télé-chirurgie n'en est qu'à ses balbutiements mais la médecine du troisième millénaire a déjà pris son envol technologique. Il faudra à coup sûr rééquilibrer ces avancées technologiques par un surcroît d'humanisme dans la relation médecin-malade.

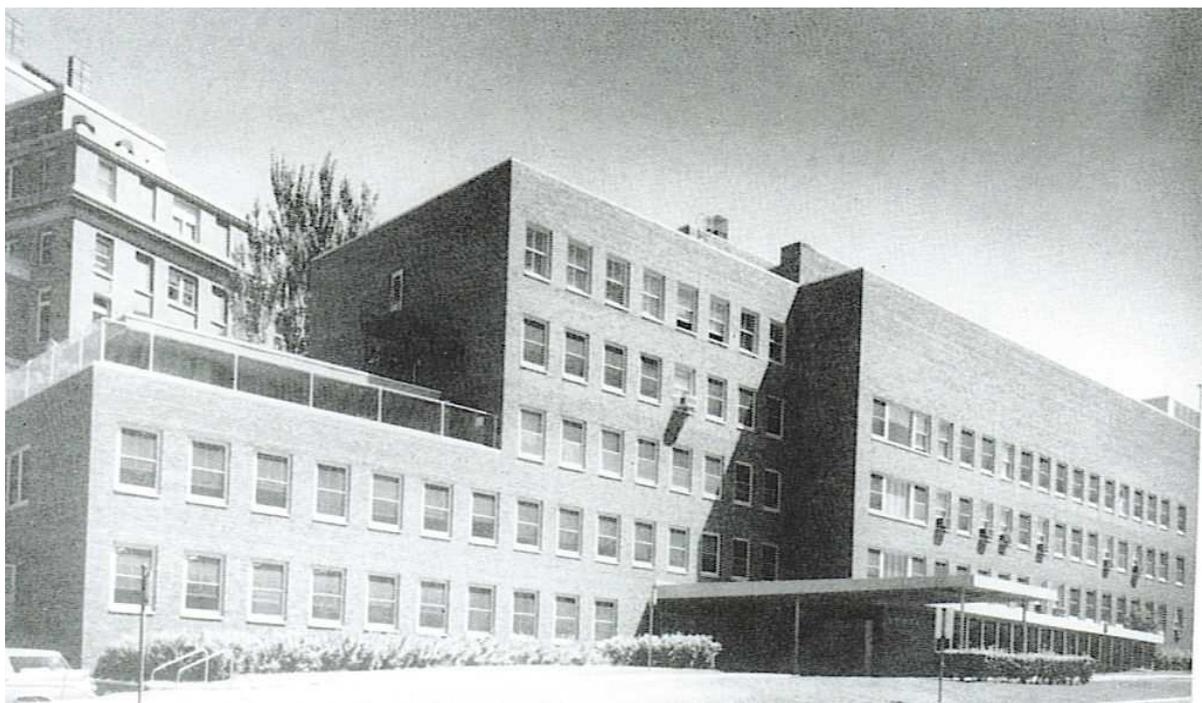
## **L'ENVIRONNEMENT : LE DÉPARTEMENT DE CHIRURGIE DE L'UNIVERSITÉ DE MINNESOTA**

On peut se demander en jetant un regard en arrière pourquoi et comment les avancées majeures qui ont permis à la chirurgie à cœur ouvert de se développer, sont nées et se sont passées, pour la grande majorité, au même endroit dans un laps de temps relativement court. Ce n'est pas par hasard que "l'âge d'or de la chirurgie à cœur ouvert" s'est produit à l'Université de Minnesota dans le Département de Chirurgie à Minneapolis au cours des années cinquante alors que de nombreuses équipes tant aux Etats-Unis qu'en Europe cherchaient depuis des années à résoudre les problèmes de la circulation extracorporelle. Cela tient à un certain nombre de facteurs liés à l'environnement et aux hommes qui s'y trouvaient. Un des atouts a été l'existence du premier hôpital du cœur au monde consacré entièrement au

diagnostic et au traitement médical et chirurgical des maladies cardiaques. Cet établissement de 80 lits pour adultes et enfants avait été donné à l'Université par le "Variety Club" du Nord Ouest des Etats Unis en 1951. Le facteur le plus important était la présence de laboratoires de recherche dans le département de chirurgie et surtout l'unique "système Wangensteen" pour la formation des jeunes chirurgiens. Il exigeait que ses chirurgiens et leurs élèves apprennent les sciences fondamentales telles que la physiologie et la biochimie et appliquent cette connaissance à la recherche pour trouver des solutions aux problèmes chirurgicaux. Le Professeur Owen Wangensteen (1898-1981) a été le Chef du Département de Chirurgie à la faculté de médecine de l'Université de Minnesota de 1939 à 1967. Il était un enseignant et un chirurgien chercheur extrêmement dynamique. Ses contributions à la physiologie et au traitement de l'occlusion intestinale (sonde d'aspiration de Wangensteen) et du cancer abdominal (opération second look) sont bien connues. Il choisissait ses élèves et, en dehors d'une préparation rigoureuse dans les techniques chirurgicales et les soins postopératoires, il insistait sur l'importance de l'innovation basée sur la recherche fondamentale et appliquée. Il considérait que la recherche donnait aux jeunes chirurgiens la confiance pour ne pas tenir compte des idées reçues et des croyances traditionnelles, pour avancer sur la base de leur propre jugement et connaissance, pour aborder les problèmes non résolus. Un de ses adages était : *"La tradition est importante pour la Légion étrangère française ou l'équipe de football de Notre Dame, mais c'est habituellement une catastrophe en Science, parce que souvent elle représente des erreurs transmises et enseignées de génération en génération sans contestation ou expérimentation"*.

Proverbiale aussi était sa capacité à repérer talent et possibilités chez des jeunes hommes dont les aptitudes n'étaient pas évidentes aux autres ni même parfois à eux-mêmes. Il leur fournissait alors un environnement à la fois de stimulation intellectuelle et d'assistance matérielle pour devenir eux-mêmes des pionniers créatifs à la pointe du progrès.

Parmi eux, trois se sont consacrés à la chirurgie cardiaque, Clarence Dennis, John Lewis et Walton Lillehei. Dennis, à la demande de Wangensteen et de Maurice Visscher, professeur de physiologie, entreprit dès 1947 de développer un cœur poumon artificiel et fit sans succès en 1951 deux tentatives de chirurgie à cœur ouvert. Il continua alors ses recherches à New York lorsqu'il fut nommé professeur chef de département et abandonna son laboratoire à Walton Lillehei. Lewis orienta ses recherches vers l'hypothermie pour réduire les besoins en O<sub>2</sub> et augmenter la durée d'arrêt circulatoire. Ce qui lui permit de réaliser en 1952 la première opération à cœur ouvert suivie de succès. Il poursuivit plus tard à l'Université NorthWestern de Chicago où il fut nommé professeur, ses travaux sur l'hypothermie et son association avec la circulation extracorporelle.



*Hôpital du cœur de l'Université du Minnesota (Minneapolis)(1957)*

Le Département de Chirurgie de Wangenstein comportait les différents services de spécialités chirurgicales qui étaient désignés par une couleur, celui de Wangenstein était le “purple”. Le service de chirurgie cardiovasculaire était le “green” service que dirigeaient Richard Varco et Walton Lillehei. En 1956 le service fut séparé et Varco qui opérait beaucoup de chirurgie générale eut un service autonome. On ne peut évoquer la chirurgie cardiaque à Minneapolis sans dire un mot de Richard Varco, qui a certainement joué un rôle moteur dans son développement en soutenant les initiatives de ses collègues plus jeunes. Né en 1912, il a été parmi les premiers à pratiquer l’opération de Blalock pour maladie bleue en dehors de Blalock, à Baltimore et la chirurgie aveugle à cœur fermé. Il aida Clarence Dennis dans sa tentative de circulation extracorporelle en 1951 et John Lewis dans sa première opération à cœur ouvert sous hypothermie en 1952. Il encouragea Lillehei dès le début et l’assista dans toutes ses opérations de circulation croisée et ses premières opérations avec le cœur-poumon artificiel de Lillehei-DeWall. Tel était l’environnement qui a favorisé l’exceptionnel ferment d’innovation qui a jailli à l’Université de Minnesota dans le “green” service de Walton Lillehei. L’ère Wangenstein se termina en 1967 à la retraite de ce dernier et Walton Lillehei fut nommé Professeur au New York Hospital Cornell University où il restera jusqu’en 1975. Il retournera, plus tard, à St Paul Professeur à l’Université de Minnesota et Consultant de chirurgie thoracique et cardiovasculaire.

## L'ÉCOLE LILLEHEI

En plus de s'être donné entièrement à la chirurgie cardiaque, Walton Lillehei s'est consacré également à l'enseignement et la formation des jeunes chirurgiens et par ses qualités de leadership créa une véritable école chirurgicale. Pendant 15 ans, il a formé 134 chirurgiens cardiothoraciques à l'Hôpital Universitaire de Minnesota et plus tard 20 autres au Centre Médical Cornell à New York. En dehors de 51 élèves des Etats-Unis et 10 du Canada, les autres venaient de différentes parties du monde, de 39 pays.

Une vingtaine de ses élèves sont devenus des chefs d'école et ont formé à leur tour plusieurs centaines de chirurgiens cardiaques. Ces jeunes gens, déjà formés en chirurgie, étaient attirés par ce qui se passait d'extraordinaire à Minneapolis, la réalisation de la chirurgie à cœur ouvert avec le développement des techniques nécessaires au traitement de toutes les variétés de maladies cardiaques et l'ouverture d'un avenir passionnant et prometteur pour cette discipline.

La formation en chirurgie cardiovasculaire était d'un an ou plus et comportait plusieurs mois dans le laboratoire de recherche avant d'aider en salle d'opération et d'assurer les soins pré et post opératoires des patients.

Comme l'a écrit Lillehei : *“ces jeunes gens emportaient leur formation en chirurgie cardiaque avec eux, mais un certain nombre ont laissé derrière eux un très important héritage de contributions à notre programme de développement de la chirurgie à cœur ouvert”*. Parmi ses élèves il cite dans plusieurs articles : Barnard (Le Cap), Bittencourt (Sao Paulo), Cabrol (Paris), Castaneda (Boston), Cohen (Winnipeg), Cuello (San Antonio), DeWall (Dayton), Goor (Tel Aviv), Gopinath (New Delhi), Gott (Baltimore), John (Vellore), Kalke (Bombay), Lee (Seoul), Lepley (Milwaukee), Levy (Petah), Lima (Brasilia), Moil (Lodz), Paneth (Londres), Shumway (Stanford), Stirling (Melbourne), Taguchi (Hiroshima), Tanaka (Saitama), Thevenet (Montpellier), Venturini (Florence), Warden (Morgantown), Zudhi (Okiahoma).

Ses anciens élèves, collègues et amis ont fondé en 1986 la “C. Walton and Richard C. Lillehei Surgical Society” qui se réunit chaque année à l'occasion du Congrès de Chirurgie Thoracique Américain et en 1988 ont doté par souscription une Chaire de Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire à l'Université Médicale du Minnesota, la “C. Walton and Richard C. Lillehei Professorship”.

## DISTINCTIONS

Pendant sa carrière, Walton Lillehei a obtenu 5 diplômes universitaires, a été l'auteur de près de 700 publications scientifiques et ouvrages médicaux. Il a été membre de 45 sociétés scientifiques et président de “L'American college of cardiology”. Il était également

membre de 35 sociétés étrangères et “docteur honoris causa” de 5 universités internationales. Ses réussites ont été reconnues internationalement avec près de 80 prix et distinctions prestigieux qui sont venus couronner une carrière et une oeuvre scientifique exceptionnelles, l’ayant fait proposer à plusieurs reprises pour le prix Nobel de médecine.

Désigné comme “numéro un des dix personnes les plus importantes en Santé Publique”, on peut citer parmi ces distinctions : le prix Lasker, le “Hektoen Gold Medal” de l’Association médicale américaine, le “Modern Medicine achievement”, le prix “Harvey in Science and Technology”, et le prix de l’Université de Minnesota.

Walton Lillehei est aussi le seul chirurgien à avoir été reconnu et honoré par un numéro spécial du “Journal of Cardiovascular Surgery” (la revue phare pour les chirurgiens thoraciques et cardiovasculaires du monde entier) publié en 1989 et contenant les articles scientifiques présentés au “C. Walton Lillehei Surgical symposium” organisé à l’occasion de son 70ème anniversaire en octobre 1988. De même un numéro spécial de la seconde grande revue de la spécialité “The Annals of Thoracic Surgery” publié en septembre 1999 contient les communications scientifiques présentées à la célébration de son 80ème anniversaire en octobre 1998.

Ces manifestations vraiment uniques pour un chirurgien vivant témoignent de la considération de ses contemporains et aussi de l’admiration et de l’amitié que lui portaient ses élèves, ses collègues et ses amis.

Walton Lillehei est venu deux fois à Montpellier sur mon invitation. En octobre 1977, il a donné une conférence à la Faculté de Médecine “Jalons dans le développement de la chirurgie à cœur ouvert” et la médaille de la Faculté lui a été remise par le Doyen Mirouze. A cette occasion, il a revu, dans mon service, un jeune français qu’il avait opéré 20 ans auparavant d’une Tétralogie de Fallot. Il revint en septembre 1992, à l’occasion du Congrès International de la Société Européenne de Chirurgie Cardio-vasculaire, dont j’étais le Président, et auquel je l’avais invité à prononcer une conférence ainsi que Shumway et quelques-uns de ses anciens élèves.

## **L’HOMME**

Une des clés réelles de la réussite de Walton Lillehei, comme de ceux qui ont émergé dans n’importe quelle branche des sciences ou des arts, a été une détermination extraordinaire, une volonté inhabituelle de mener à bien, jusqu’à l’extrême limite, ce qu’il avait décidé de faire. Il avait de plus une abondance d’énergie physique qui le maintenait à sa tâche, longtemps après le départ de ses collaborateurs, à passer des heures à retravailler et mettre au clair les articles scientifiques et les rapports médicaux provenant de son laboratoire et de la salle d’opération. C’était un travailleur acharné et persévérant. Son laboratoire de recherche était ouvert à tous ceux qui avaient une idée et voulaient faire l’effort nécessaire de recherche chirurgicale.

Sa personnalité chaleureuse, amicale, permettait aux résidents de l'approcher pour un conseil ou une aide de quelque nature que ce soit. Il ne faisait aucune différence entre une aide pour écrire des articles, une demande de subvention ou la préparation de nouveaux projets. Il était toujours disponible et tous appréciaient sa relation personnelle, partageant sans hésitation son temps, son enthousiasme et sa grande intelligence. Il était un critique sévère et logique de son propre travail. Pour les autres, les résultats étaient revus de façon critique, non pour blâmer mais pour stimuler le progrès. Un de ses aphorismes qu'il citait et qu'il avait fait imprimer sur les T-shirts de toute sa famille cristallisait cette attitude : *“Un bon jugement vient de l'expérience et l'expérience provient d'un mauvais jugement”*.

Son service avait été dénommé “green” (vert). Longtemps après, il expliquait fièrement mais humblement que la couleur appropriée avait été donnée à la chirurgie cardiaque parce que “nous étions vigoureux, et encore en apprentissage”. Il était ouvert aux nouvelles idées, d'où qu'elles viennent, collègues, résidents, étudiants et même techniciens. Lui-même débordait d'innovations et prônait la simplicité. *“Un procédé n'est applicable, un appareil n'est utilisable, que s'il est simple”*. Les progrès, au début de la chirurgie à cœur ouvert, étaient faits en laboratoire et lorsque les résultats étaient confirmés par la preuve expérimentale, immédiatement appliqués aux problèmes cliniques. Un autre de ses aphorismes, qui figurait souvent dans ses conférences, témoigne de sa vision d'avenir : *“Certains voient les choses telles qu'elles sont et demandent pourquoi changer ? D'autres imaginent des choses qui n'ont jamais été et demandent pourquoi pas ?”*

En salle d'opération, il était calme, d'une maîtrise technique précise, des gestes simples, peu de mots, contribuant à un climat serein où chacun savait ce qu'il avait à faire et le faisait bien. Il avait démythifié la chirurgie du cœur. On pouvait arrêter un cœur l'ouvrir, le réparer presque impunément. L'on comprenait alors pourquoi le gotha de la chirurgie cardiaque mondiale faisait, dans la deuxième partie des années cinquante, le pèlerinage aux sources, à Minneapolis.

Ses rapports avec les autres chirurgiens cardiaques ont toujours été bons, chaleureux et généreux, malgré l'extrême concurrence qui existait entre les équipes américaines, en particulier avec John Kirklin à la Clinique Mayo.

Ce dernier écrit *“Je suis extrêmement reconnaissant à Walton Lillehei et très fier pour nous deux, que pendant la période de 12 à 18 mois, lorsque nous étions les seuls chirurgiens au monde à réaliser des opérations intracardiaques avec circulation extracorporelle et à coup sûr avec une intense compétition entre nous, nous partagions nos succès et nos échecs, nous avons continué à communiquer et nous argumentions de nos différences en privé dans les hôtels et les avions et non publiquement. Walton était plus réconfortant et plus optimiste que moi, quand nous discutons de problèmes difficiles et qu'il me disait à propos d'une malformation qui me décourageait que c'était une lésion épineuse mais que nous apprendrions à corriger. Je crois que Walton Lillehei était une des personnes les plus*

*talentueuses que j'ai jamais vu et un des très grands chirurgiens chercheur et clinicien du monde". Denton Cooley, très brillant chirurgien de Houston écrit aussi : "je suis très redevable à Wallon Lillehei pour son rôle de modèle pour les chercheurs. C'est une démarche courageuse lorsqu'il a fait passer la circulation croisée, une technique de laboratoire, en salle d'opération, où elle prouva son succès. Si cela avait échoué, le temps de la chirurgie à cœur ouvert aurait été retardé pour des années. Je suis heureux d'être identifié par lui comme un de ses élèves pour seulement quelques jours de formation et l'adoption de l'oxygénateur bulleur .. ". Lors de la remise du prix Chamberlain à Lillehei en 1985, Denton Cooley déclare dans la discussion : "Walt, vous avez fourni l'ouvre-boîte pour le plus grand picnic que les chirurgiens cardiaques ont jamais connu". Même les chirurgiens de la génération précédente l'admiraient. Dwight Harken de Boston écrivait : "Walt avec vos énormes talents de chirurgien et votre génie créatif, vous avez construit des autoroutes par dessus les horizons..."*

Un dernier point mérite d'être souligné. Walton Lillehei était un universitaire, temps-plein hospitalier, mais ouvert sur l'aspect industriel et commercial de la médecine. Il comprit que pour que les bonnes idées innovantes soient utiles à la communauté médicale, elles devaient être transférées de l'environnement amateur du laboratoire à l'industrie. D'où le transfert de technologies Université-Compagnies industrielles qui a conduit à l'extraordinaire développement économique du Minnesota.

Il restera dans l'histoire médicale comme celui qui a franchi les limites de la physiologie traditionnelle et la barrière anatomique jusque-là inviolée du cœur humain. Celui qui aura révélé aux médecins du monde entier un domaine encore inexploré, l'intérieur du cœur, réalisant ainsi le rêve de plusieurs générations de chirurgiens, à savoir la correction sous vision directe des lésions intracardiaques. Il est de ceux qui ont conçu, étudié longuement en laboratoire, puis appliqué à l'homme des procédés chirurgicaux entièrement nouveaux permettant aujourd'hui la réalisation quotidienne de milliers d'opérations à cœur ouvert. On ne peut qu'admirer l'imagination, le courage, la ténacité et la force morale des acteurs dans cette épopée dramatique et exaltante.

C. Wallon Lillehei est mort le 5 juillet 1999, à l'âge de 80 ans, d'un cancer. Lui survivent sa femme Kaye, une fille Kimberle et deux fils Craig, professeur assistant de chirurgie pédiatrique au Children's Hospital de Boston et Kevin, professeur associé de neurochirurgie à l'Université de Colorado.

Malgré de nombreuses épreuves, Walton Lillehei était résolument optimiste. Il croyait en l'homme et en la science. Il avait l'habitude de mettre en exergue ou en fin de ses présentations une pensée. Une de ses dernières sentences n'est-elle pas *"Ce que l'homme peut imaginer, la recherche et la technologie peuvent le réaliser"*.

**Cette communication est dédiée à ce Maître et à mes amis chirurgiens avec qui j'ai eu la chance de vivre les années les plus passionnantes de notre spécialité, notre**

**génération ayant eu l'unique privilège d'avoir assisté comme témoin et participé, à l'occasion, comme acteur à la grande aventure de la chirurgie du cœur.**

## **REFERENCES :**

- BINET J.P. : L'acte chirurgical 1990. Edit.Odile Jacob Paris
- GIBBON J.H. : Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. Minn Med 1954; 37 : 171-80
- GOTT V.L. : C. Walton Lillehei and his trainees : One man's legacy to cardiothoracic surgery. J Thorac Cardiovasc Surg 1989 ; 98 : 846-51
- KIRKLIN J.W. : The middle 1950 s and C. Walton Lillehei. J Thorac Cardiovasc Surg 1989 ; 98 : 822-4
- LEWIS F.J. TAUFIC M. : Closure of atrial septal defects with the aid of hypothermia : experimental accomplishments and the report of one successful case. Surgery 1953 ; 33 52-9
- LILLEHEI C.W. COFIEN M. WARDEN H.E. et al. : Direct vision intracardiac surgical correction of the Tetralogy of Fallot, Pentalogy of Fallot and pulmonary atresia defects. Report of ten cases. Ann Surg 1955 ; 142 : 418-55
- LILLEHEI C.W. DEWALL R. A. : Design and clinical application of the helix reservoir pump-oxygenator for extracorporeal circulation. Post graduate Med 1958, 23 : 561-73
- LILLEHEI C.W. THEVENET A. : Chirurgie à coeur ouvert sous circulation extra- corporelle. I méthode actuelle de circulation extracorporelle. II Indications et résultats (d'après 500 cas opérés à l'University of Minnesota Hospital). Presse Médicale 1959 ; 67 : 331-405.
- LILLEHEI C.W. : The birth of open heart surgery : then the golden years. Cardiovasc Surg 1994 ; 3 : 308-17
- NAEF A.P. : The story of Thoracic Surgery. 1990 Hans Huber Publish. Toronto.
- SCHUMAKER H.B. : The evolution of cardiac surgery. 1992. Indiana Univ.Press.Indianapolis.
- SHUMWAY N : C. Walton and F. John. Ann Thorac Surg 1999 ; 68 : 534-6
- THEVENET A. HODGES P.C. LILLEHEI C.W. : The use of a myocardial electrode inserted percutaneously for control of complete atrioventricular block by an artificial pacemaker. Dis Chest 1958 ; 34 : 621-31
- THEVENET A. Chirurgie à cœur ouvert sous hypothermie profonde 1960. Causse Graille Castelnau imp. Montpellier
- WARDEN H.E. COHEN M. READ R.C. LILLEHEI C.W. : Controlled cross circulation for open intracardiac surgery. J Thorac Surg 1954 ; 28 : 33 1-43
- WARDEN H.E. : C. Walton Lillehei : pioneer Cardiac surgeon. J Thorac Cardiovasc surg 1989 ; 98 : 833-45