

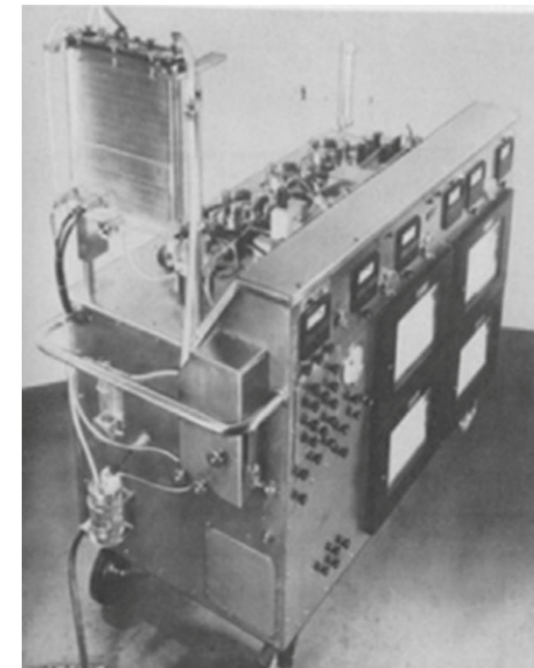
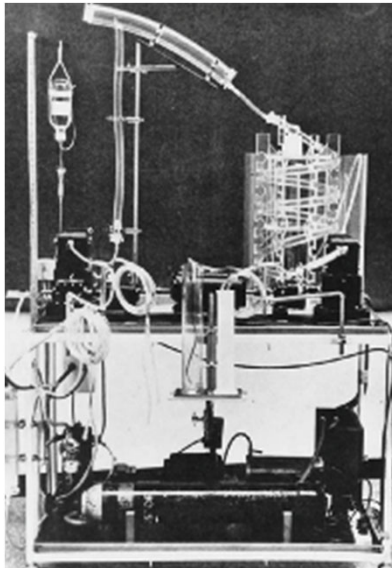
HISTORIQUE DE LA CIRCULATION EXTRA-CORPORELLE

Prof. Alexandre OUATTARA

*Service d'Anesthésie-Réanimation cardiovasculaire Hôpital cardiologique Haut-Lévêque, CHU Bordeaux
Unité INSERM 1034-Biologie des maladies cardiovasculaires, Université de Bordeaux*



université
de BORDEAUX



Principe...

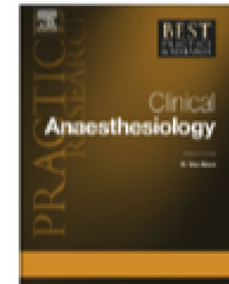
- Mise en place d'une circulation extra-corporelle (para-corporelle) qui va shunter le bloc cœur-poumon (« *cardio-pulmonary bypass* ») afin d'assécher les cavités cardiaques (cœur exsangue), d'arrêter les battements du cœur (solution de cardioplégie) et d'ouvrir les cavités cardiaques.
- Maintien de l'homéostasie du patient
- Suppléance de la fonction « cœur » par une pompe (péristaltique ou centrifuge) et de la fonction « poumon » (oxygénation, décarboxylation) par une membrane d'oxygénation (microporeuse ou de diffusion)
- Mise en contact du sang un matériel étranger (bio-compatibilité)



Contents lists available at ScienceDirect

Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/bean



History of cardiopulmonary bypass (CPB)



Eugene A. Hessel II, MD, FACS, Professor Anesthesiology,
Surgery (Cardiothoracic), Neurosurgery, and Pediatrics ^{*,1}

University of Kentucky College of Medicine, Lexington, KY, USA

“The development of cardiopulmonary bypass (CPB) to permit cardiac surgery is considered as one of the greatest advances in Medicine in the 20th century. Many currently practicing cardiac anesthesiologists, surgeons and perfusionnists are unaware of how recently this has developed...”

CONCEPT CIRCULATION EXTRA-CORPORELLE



« Circulation artificielle d'un organe
séparé du cœur permet de préserver sa fonction »

Physiologiste français : Jean-Jacques Le Gallois (1812)

Perfusion de sang dans les carotides de tête de lapins décapités

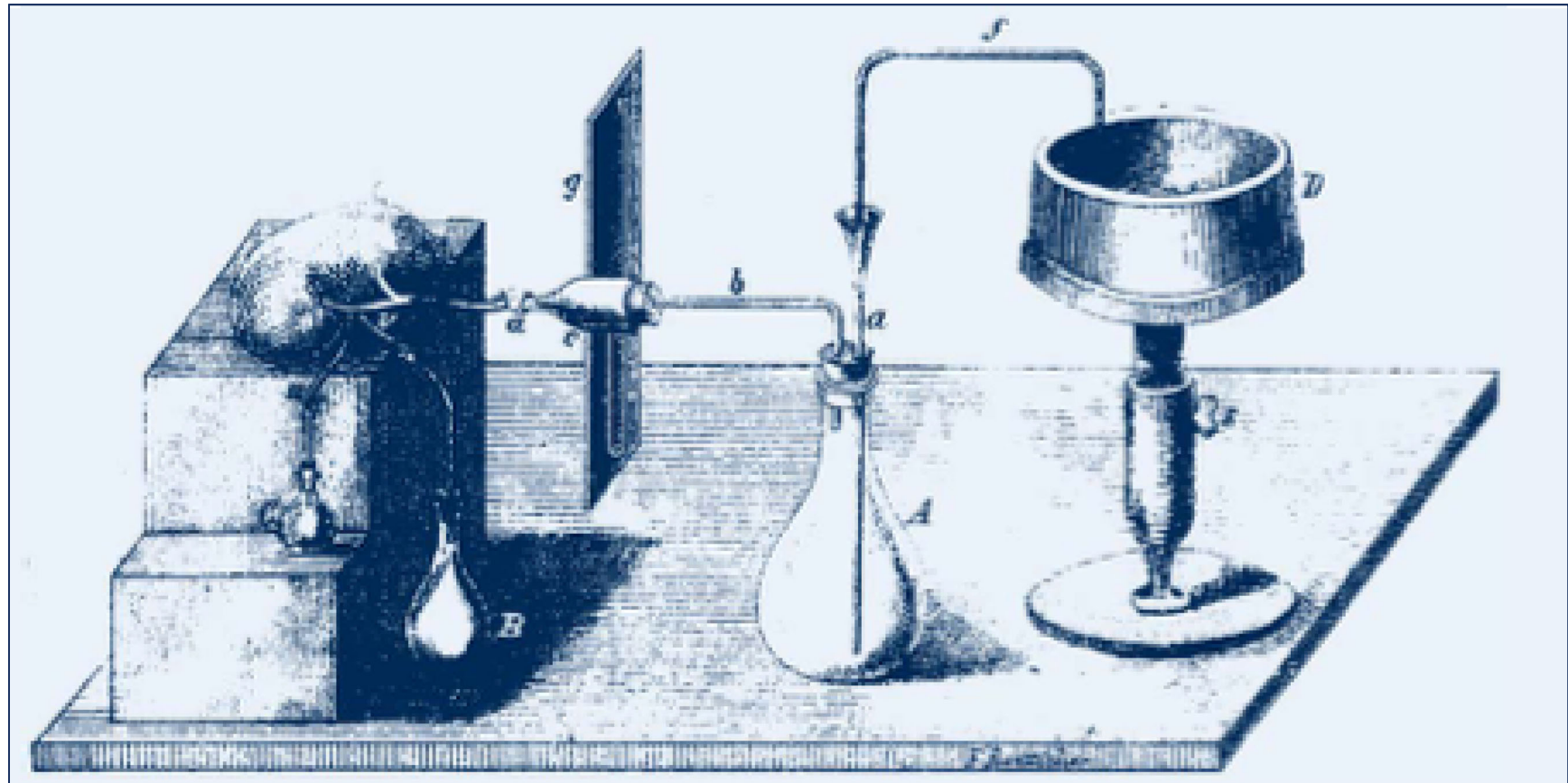


LAURENCE O'SHAUGHNESSY (LANCET 1939)

- He reported on his experiments that had been going on for the 3 previous years. He had perfused the brains of dogs and cats with Ringer's solution and the addition of hemoglobin, as blood replacement, to maintain cerebral circulation artificially during heart operations. Experiments of this kind were survived by several dogs and cats.
- O'Shaughnessy ended his report on the future of cardiac surgery with these words:

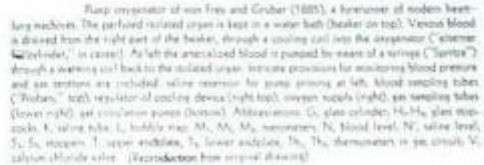
“This method of cerebral perfusion is clearly unfitted for immediate clinical application, but it is presented as an example of the sort of work necessary for the further advance of the surgery of the heart»





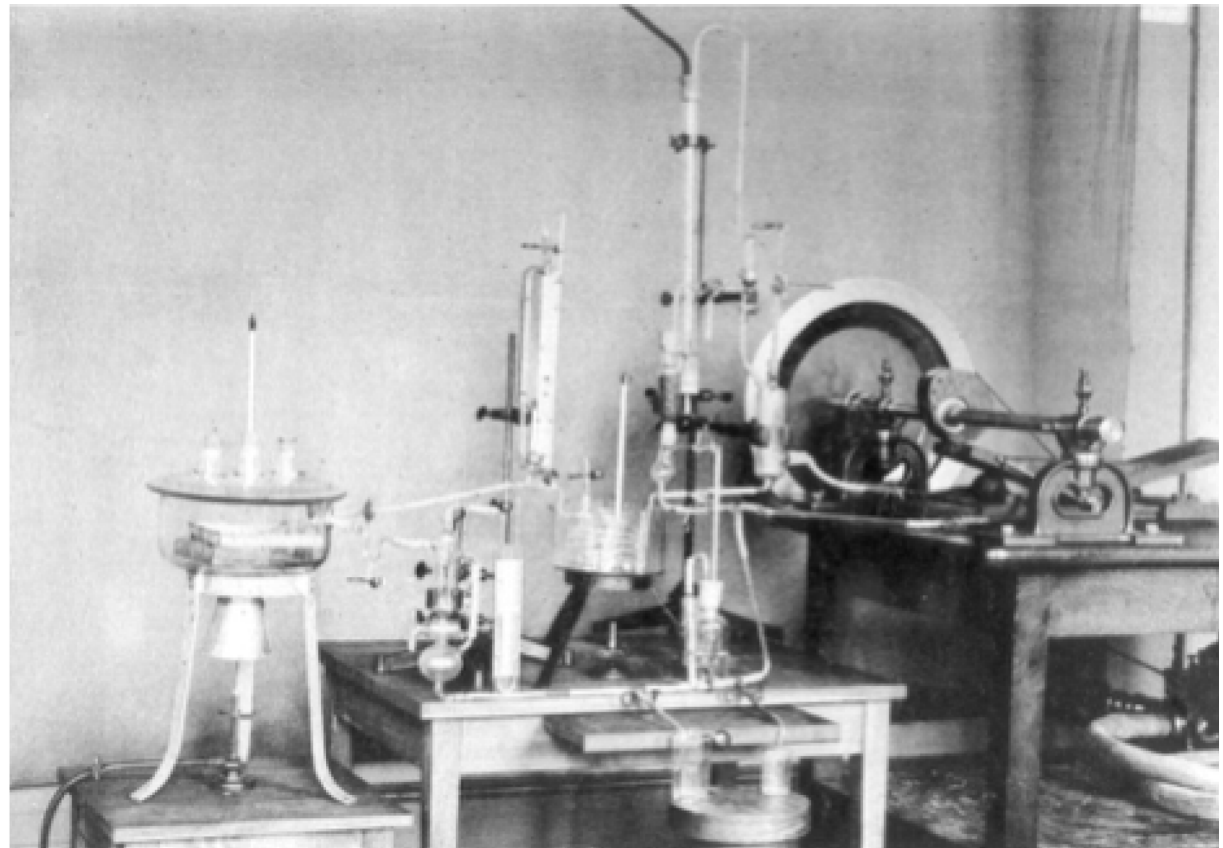
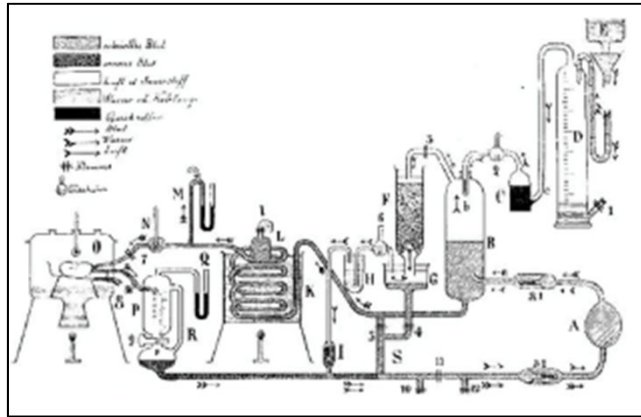
First illustration of a perfusion apparatus from the Doctoral thesis
of Ernst Bidder (1862)

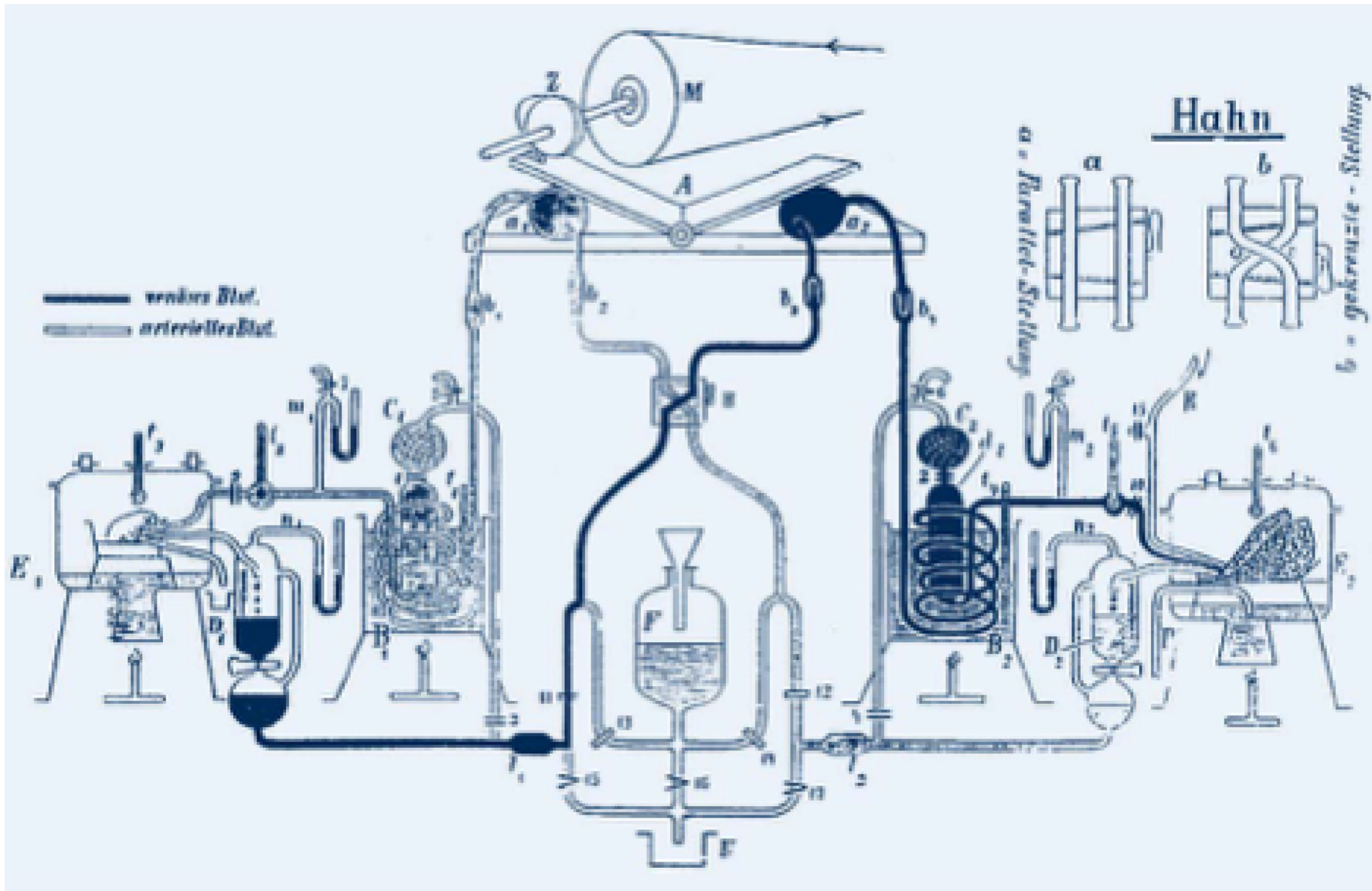
CONFIDENTIAL
SECRET
TOP SECRET



Max Von Frey (1852-1932)

Experimental set up of JACOBJ with pulsatile flow (1890)





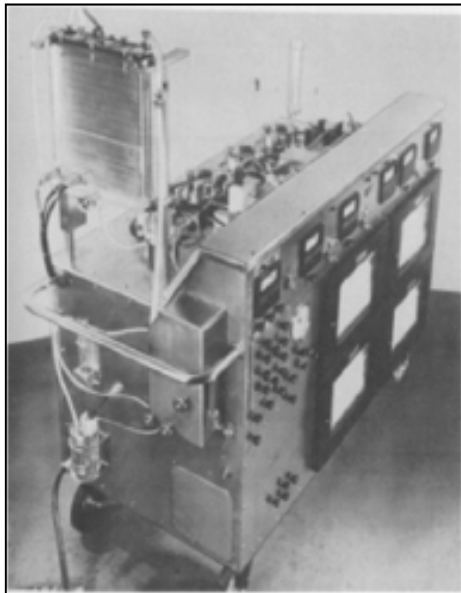
DÉCOUVERTES MAJEURES QUI ONT CONTRIBUÉ À L'AVANCÉE DE LA CIRCULATION EXTRA-CORPORELLE EN CHIRURGIE CARDIAQUE

- ❖ Découverte des propriétés anticoagulante de l'héparine (*Jay McLean 1916*)
- ❖ Antagonisation par la **protamine** (Chargaff et Olsen 1937)
- ❖ Chimie des polymères (*Polychlorure de Vinyle, 1926 et Silicone, 1943*)

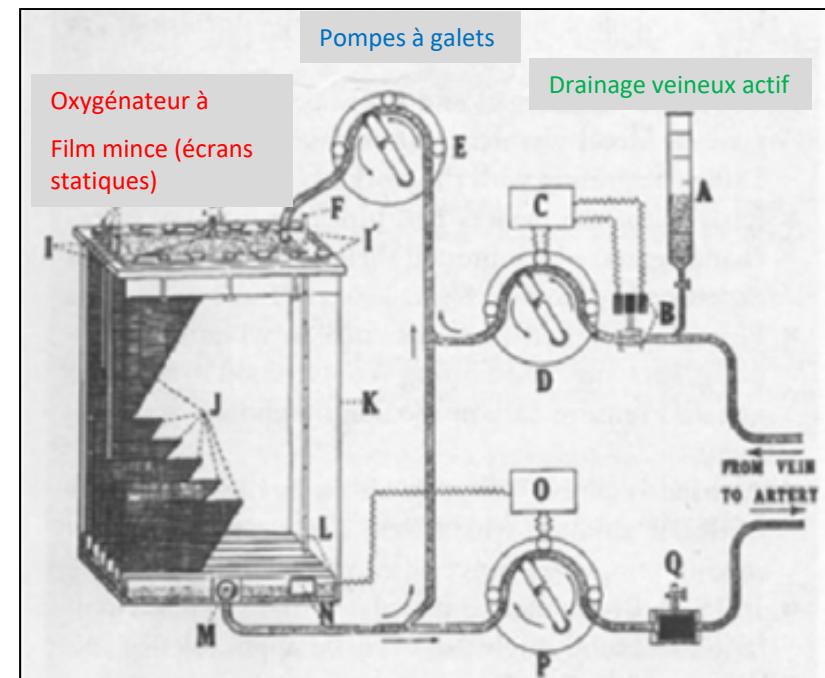
LA « LONGUE MARCHÉ DE 20 ANS » DE JOHN GIBBON

En 1930 au Massachusetts General Hospital à Boston (surgical research fellow...) avec l'aide de sa femme... et d'ingénieurs d'IBM (recherche expérimentale sur chiens)

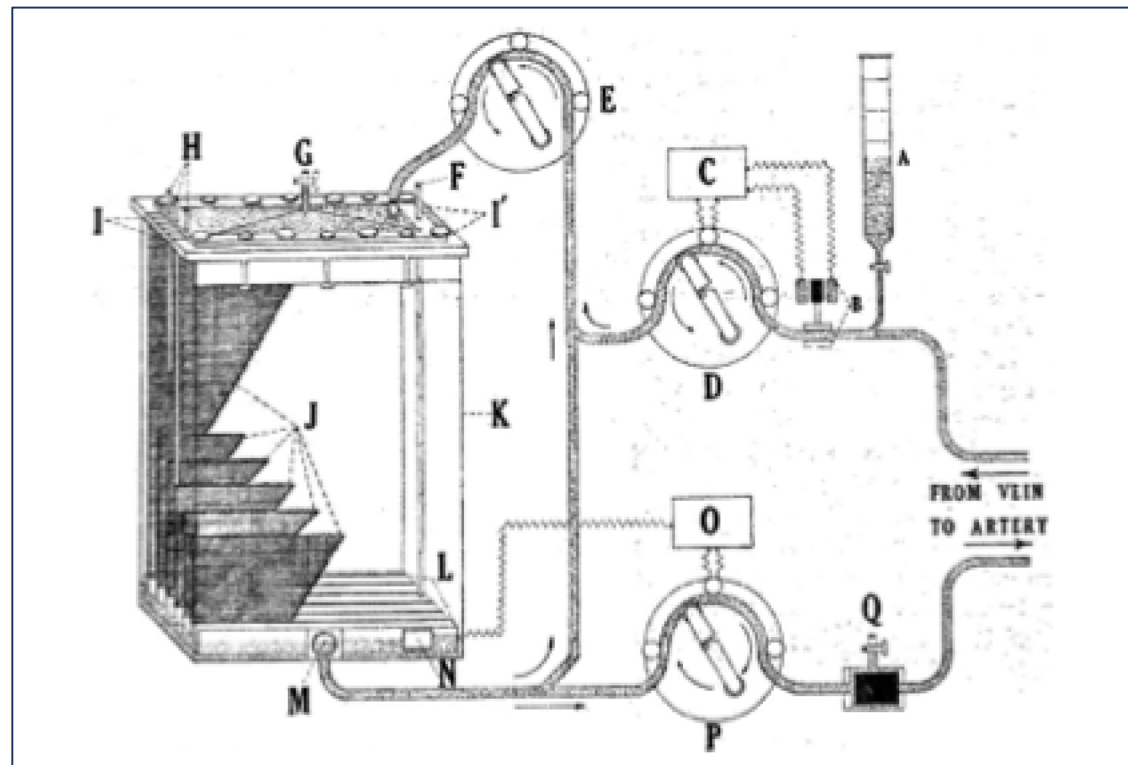
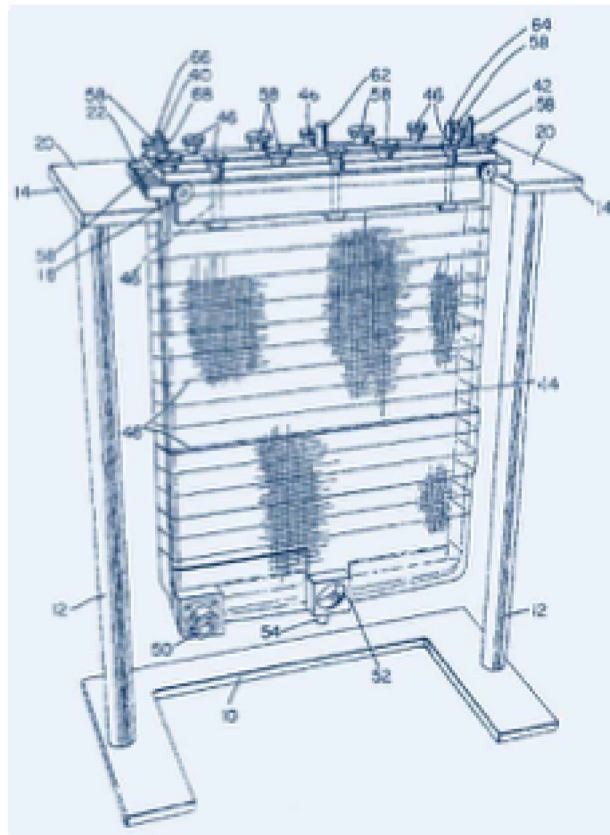
Gibbon Heart-Lung machine

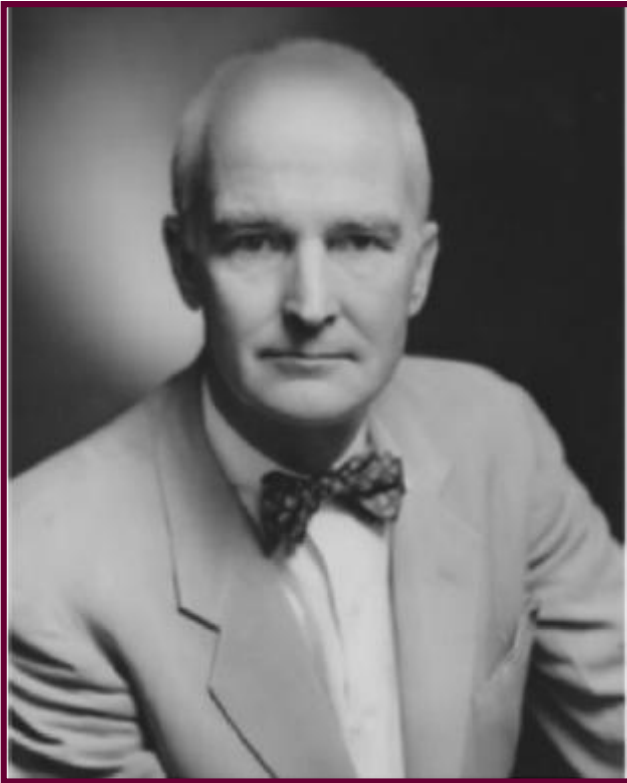


John Gibbon (1964)



GIBBON HEART-LUNG MACHINE





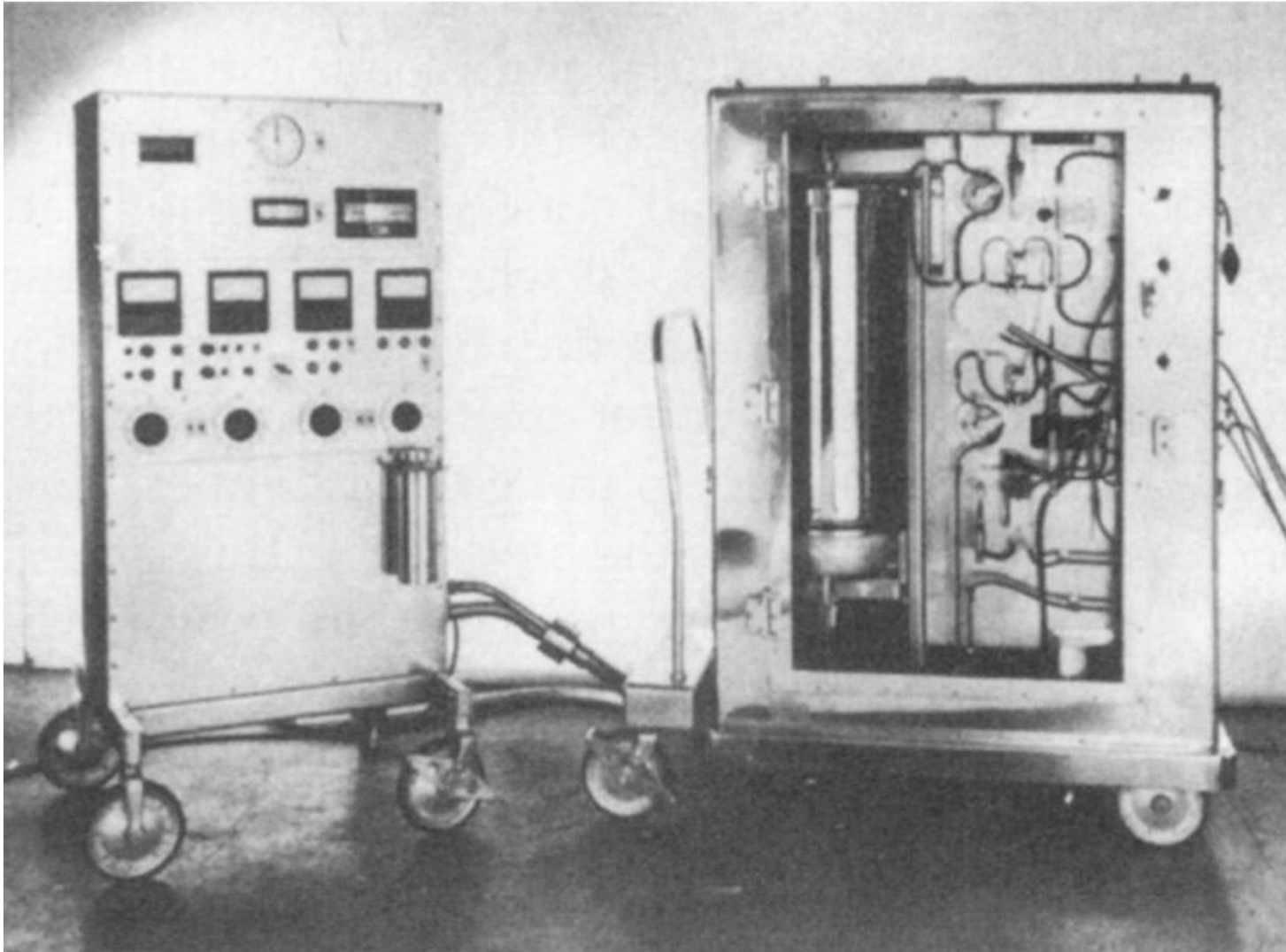
John Gibbon Jr.
(1903-1973)

... elle aboutira, après un premier échec, le **6 mai 1953** à la première opération à cœur ouvert sous CEC avec succès (18 ans, CIA, durée CEC 45 min) à Philadelphie (Pennsylvanie) au Jefferson University Medical Center

Mais John Gibbon va arrêter d'opérer à « cœur ouvert » après la mort des deux patients suivants. De nombreux chirurgiens considèrent alors que le patient de chirurgie cardiaque est trop fragile pour supporter la « *Gibbon Heart-Lung machine* ». Une seule intervention avec succès parmi les 16 essais par six autres équipes entre 1952 et 1954.

John H. Gibbon Jr peut donc être considéré comme un des fondateurs de la chirurgie cardiaque sous CEC et sa femme comme la première perfusionniste

GIBBON HEART-LUNG MACHINE



COURANTS DE PENSÉES EN FAVEUR DU « HEART-LUNG MACHINE »...



Clarence Dennis
(University of Minnesota)



AM Dogliotti
(University of Turin)

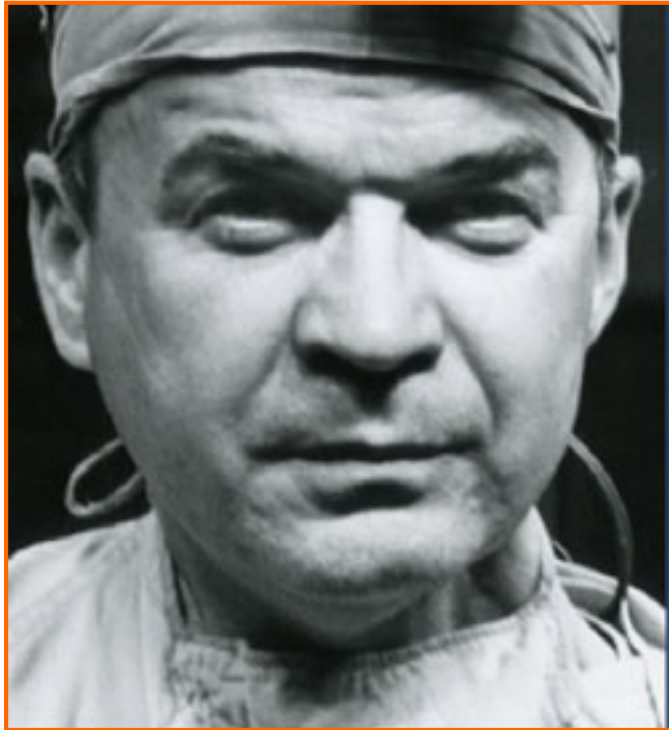
1951

C. Dennis (05/04/1951) Minneapolis Echec
(Rotating mesh screens oxygenator with membrane pumps)

AM Dogliotti (09/08/1951) Turin Echec
(Roller pump 1 L/min and oxygenator for large mediastinal tumor resection)

1953

Gibbon Philadelphie I succès
puis 2 échecs



Clarence Walton Lillehei

1918-1999

Université du Minnesota (Minneapolis)

Principe du
Facteur Azygos
1952

Circulation
croisée
1954

Principe du débit azygos

548

THE BRITISH JOURNAL OF SURGERY

EXPERIMENTAL SURGERY

EXPERIMENTAL CARDIOVASCULAR SURGERY

By A. T. ANDREASEN AND F. WATSON

FROM THE LABORATORIES OF THE ROYAL COLLEGE OF SURGEONS, BUCKINGHAM SQUARE, LONDON, W.1

This paper records the preliminary results of a series of experiments, the object of which was to define the conditions under which immediate and remote survival of dogs occurs after temporary caval occlusion. The series forms the first part of a research into the possibility of obtaining a 'dry heart' for intracardiac surgery.

THE AZYGOS FACTOR

Whilst nobody would doubt that prevention of the

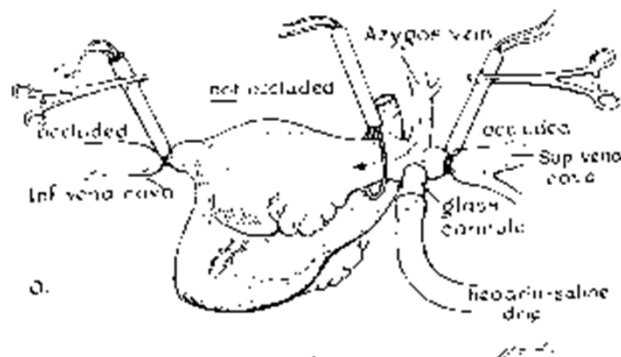
As a complement to these data it was necessary to know the answer to the following:

3. Do all dogs die before completion of 10 minutes' caval occlusion if the azygos vein is also closed?

If they die, then it would appear that this azygos flow is the significant factor in the survival of those in which it was not occluded. Should this be so we must proceed to determine if this flow is sufficient to maintain the brain and heart fully during the periods concerned. This meant answers to the

A QUANTITATIVE STUDY OF THE "AZYGOS FACTOR" DURING VENA CAVAL OCCLUSION IN THE DOG

MORLEY COHEN, M.D., and C. WALTON LILLEHEI, M.D., F.A.C.S., Minneapolis, Minnesota



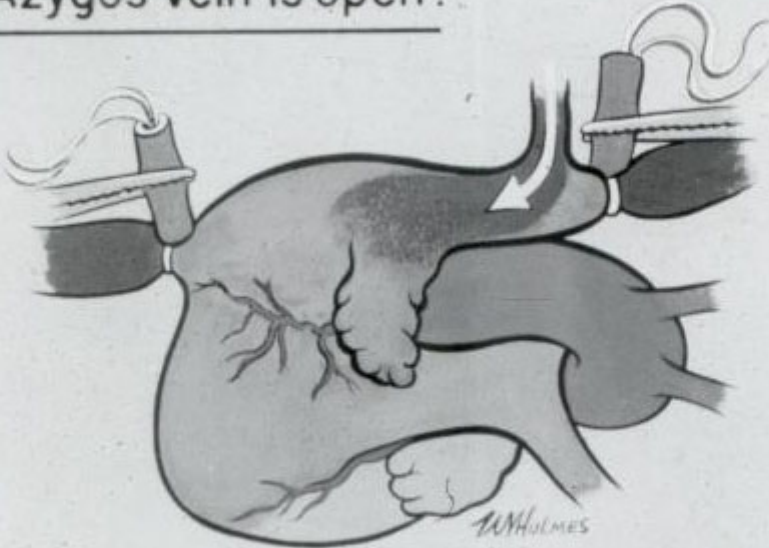
Surg Gynecol Obstet 1954; 98:225

Deux chercheurs britanniques rapportent une survie à l'occlusion cave (sup et inf) durant 30 min si le débit de la veine azygos était maintenu (environ 10% du DC) . **Survie chez 13 animaux sur 21.**

Cohen et Lillehei confirment ces résultats chez le chien avec une survie chez 17 d'entre eux sur 19 après 30 min de profond bas débit, en normothermie de l'ordre de 20-25 ml.kg⁻¹.min⁻¹

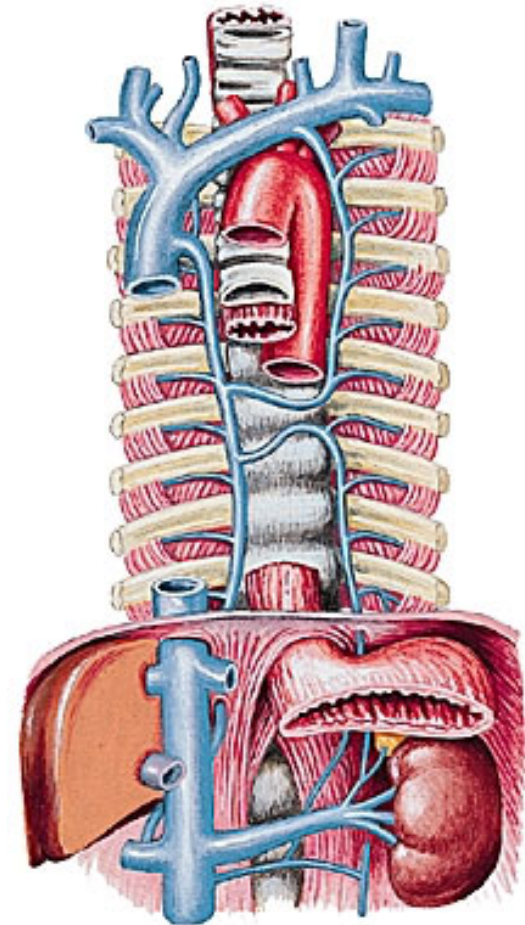
AZYGOS FLOW CONCEPT

Dogs Uniformly Survive 30 Minutes With Both Venae Cavae Occluded And Recover Without Discernible Sequelae
if the Azygos vein is open!



Azygos vein flow = 8 to 14 cc / kg body weight / minute

Basal or Resting Cardiac Output = 100 to 160 cc / kg body weight / minute



Système Azygos

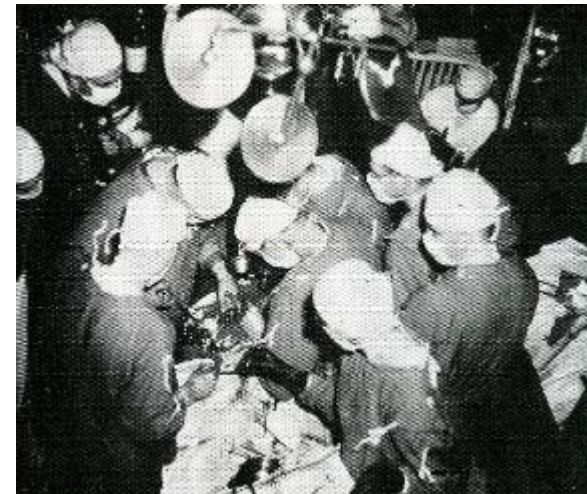
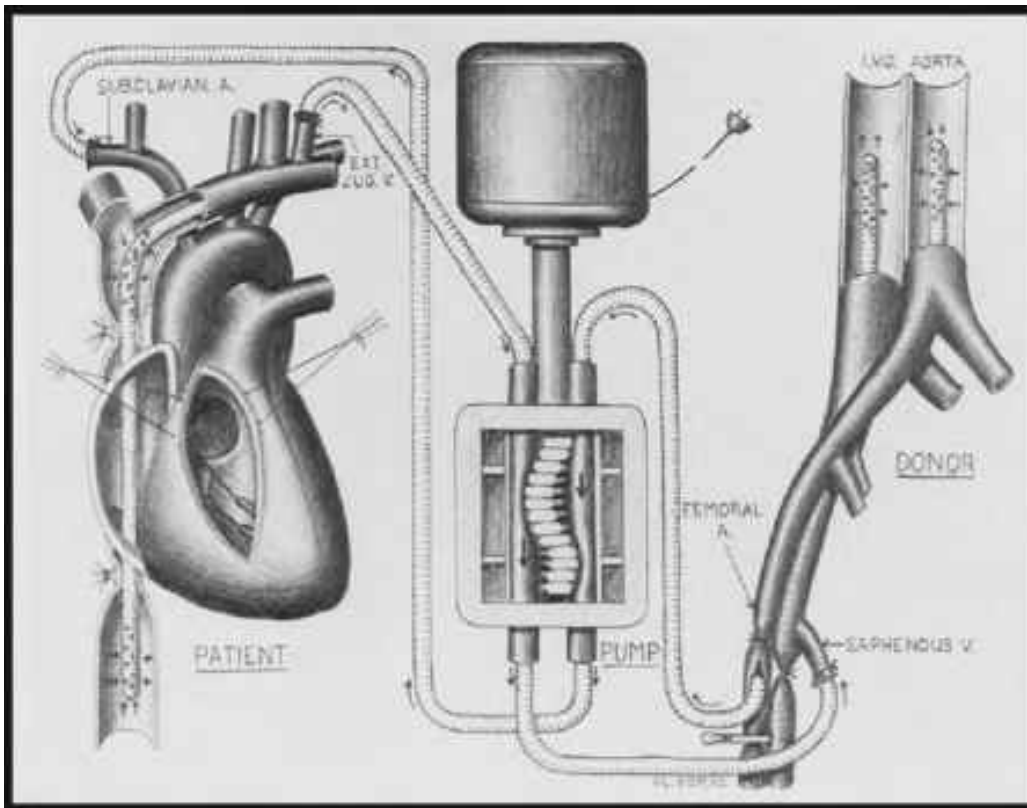


Le principe du débit azygos a constitué indiscutablement une de plus importantes observations dans la réalisation clinique de la circulation extracorporelle.

A partir de ce concept, on devait trouver un moyen d'assurer un débit de perfusion de 20 à 25 ml.kg⁻¹.min⁻¹ et rendre possible la chirurgie à cœur ouvert (moindre retour veineux +++).

Le débit minimum théorique accepté pour une circulation extracorporelle était alors de 100 à 160 ml.kg⁻¹. min⁻¹.

Circulation croisée contrôlée (controlled cross-circulation)



THE DIRECT-VISION INTRACARDIAC CORRECTION OF CONGENITAL
ANOMALIES BY CONTROLLED CROSS CIRCULATION

RESULTS IN THIRTY-TWO PATIENTS WITH VENTRICULAR SEPTAL DEFECTS,
TETRALOGY OF FALLOT, AND ATRIOVENTRICULARIS COMMUNIS DEFECTS

C. WALTON LILLEHEI, M.D., MORLEY COHEN, M.D.,* HERBERT E. WARDEN,
M.D.,** AND RICHARD L. VARCO, M.D., MINNEAPOLIS, MINN.

(From the Department of Surgery, University of Minnesota Medical School)

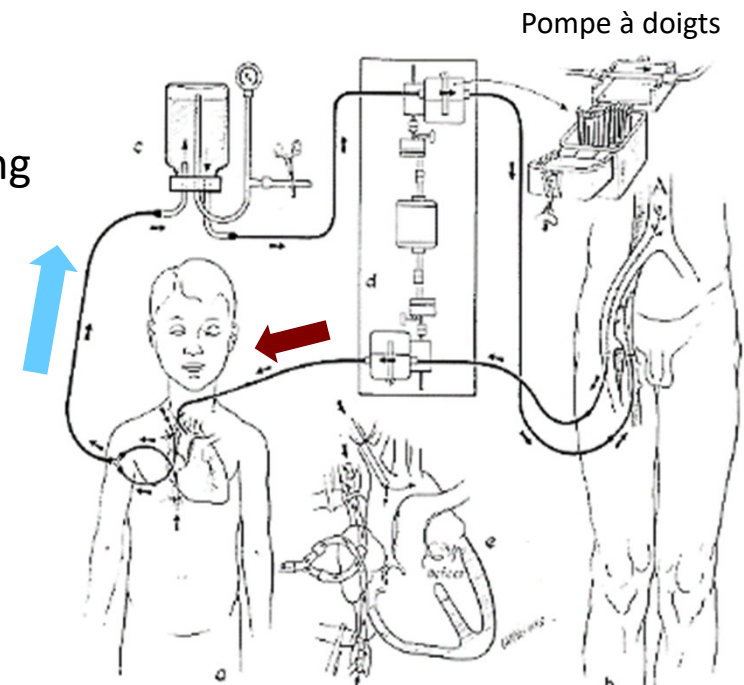
Surgery 1955

Dérivation sang veineux vers le « Human heart-lung
device »

Reperfusion du sang oxygéné vers l'enfant

Groupe sanguin compatible (parents)

Première intervention le 26 mars 1954



Expérience de la circulation croisée

- De 1954 à 1955, 45 enfants (5 mois à 10 ans) opérés de chirurgie à cœur ouvert
- Survie hospitalière 28/45 (62%) avec 79% de ces patients encore vivants trente ans plus tard
- Aucun décès parmi les sujets « oxygénateurs » (un patient a présenté une complication majeure)
- Bien que concept différent, la circulation croisée contrôlée démontre que le « cœur-poumon artificiel » permet la réalisation de chirurgie cardiaque complexe par une équipe chirurgicale entraînée

Lillehei CW et al. Ann Thorac Surg 1986; 41:4-21

Table 1.6. Results of Direct-Vision Intracardiac Operations With CPB By Cross-Circulation in 45 Patients, from March 26, 1954, to July 9, 1955^a

Abnormality	Corrective Operations	Patients	Mortality	
			Hospital	Late (30 years)
VSD	Suture closure	27	8	2
PDA (with severe pulmonary hypertension)	Exploratory ventriculotomy; division of ductus	1	0	0
Tetralogy of Fallot	Closure of VSD; correction of infundibular/valvular pulmonary stenosis	10	5	3
Atrioventricularis communis	Closure of ostium primum, VSD; repair of valvular deformities	5	3	1
Isolated infundibular pulmonary stenosis	Resection of infundibulum	1	0	0
Pulmonary stenosis, ASD, anomalous pulmonary venous return	Pulmonary valvotomy; ventricular and atrial cardiomyotomies; transposition of anomalous pulmonary veins; closure of septal defects	1	1	0
Totals		45	17	6

^aCross-circulation was used exclusively from its inception through February 1955. Beginning March 1, 1955, other bypass methods (bubble oxygenator, dog-lung oxygenator, arterial reservoir) were employed for lower-risk patients. Cross-circulation was reserved for high-risk patients. By July 1955, the bubble oxygenator had become the sole method. VSD, ventricular septal defect; PDA, patent ductus arteriosus; ASD, atrial (secundum) septal defect.

OXYGENATEURS BIOLOGIQUES MAIS...HÉTÉROLOGUES

Recours à des poumons de chien

Campbell GS et al. Surgery 1956; 40:364

Recours à des poumons de singe

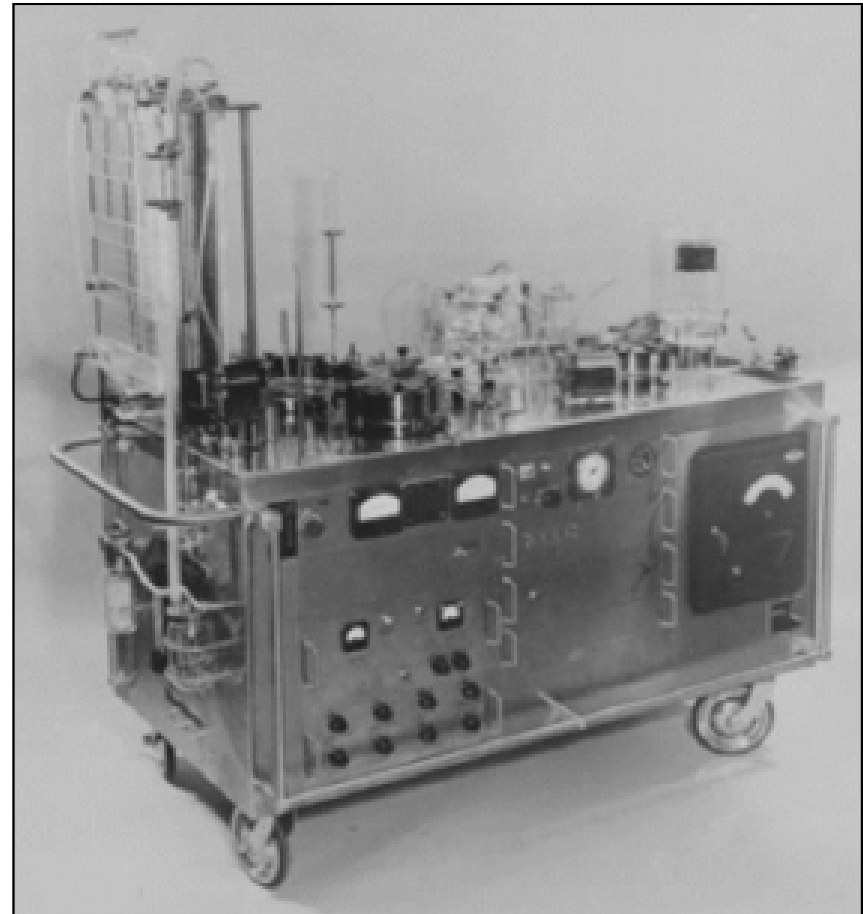
Mustard WT et al. J Can Med Assoc 1957;76:265-9

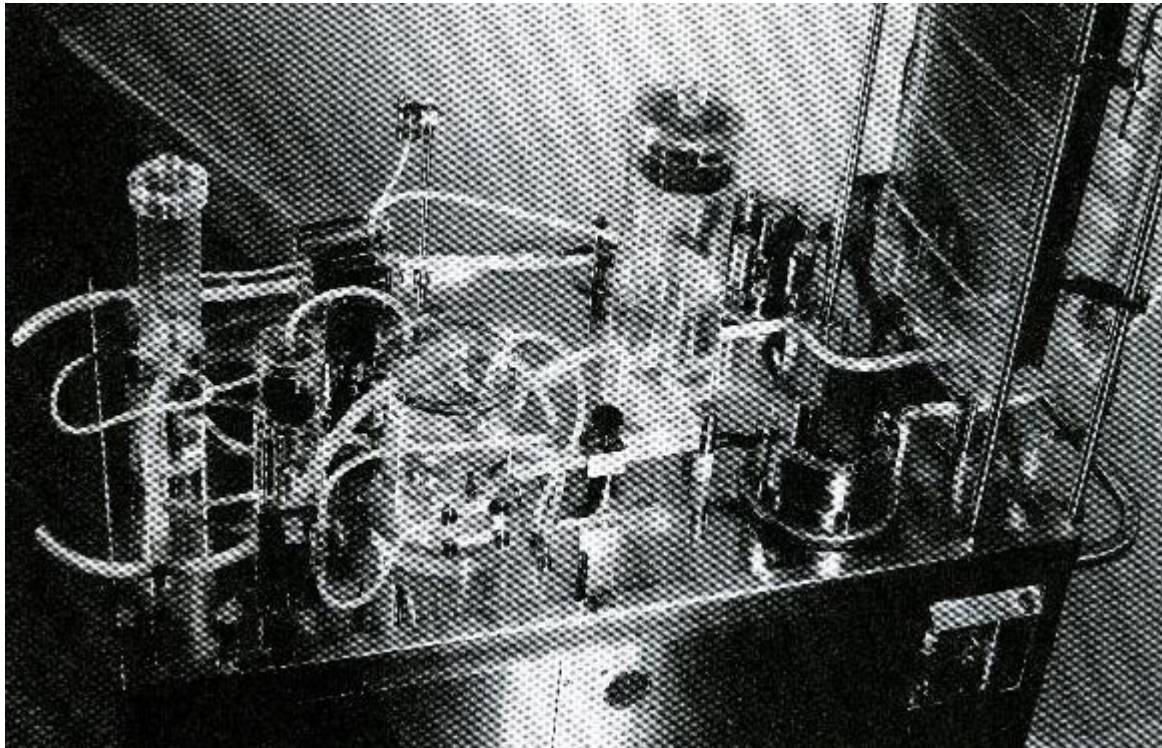
MAYO-GIBBON HL MACHINE

En 1953, John W. Kirklin (Mayo Clinic) s'approprie le « Gibbon Heart-Lung machine »

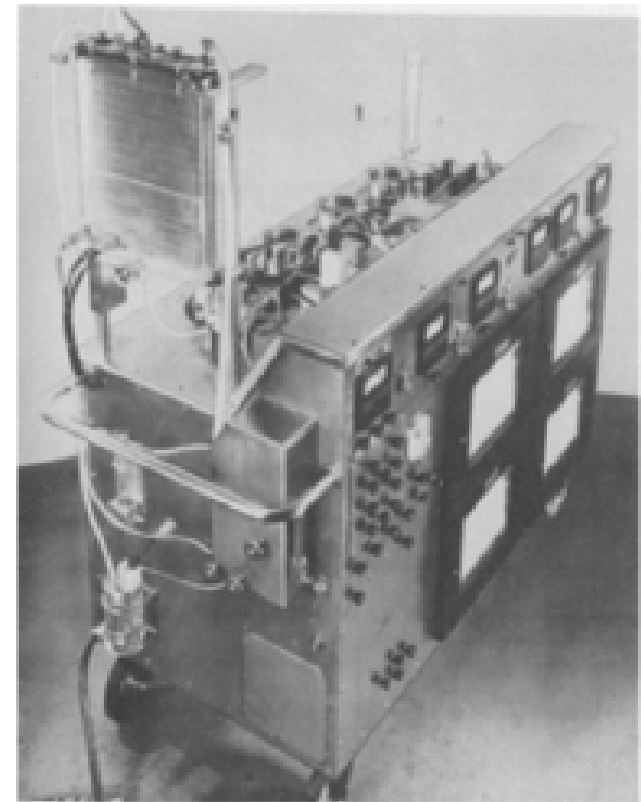
Améliorations substantielles avec l'aide d'IBM et des ingénieurs de la Mayo Clinic, jusqu'à ce qu'il devienne tout à fait fiable (Mayo-Gibbon HL machine).

Pompe (débit 2.4 L/min/m²), un oxygénateur, capteur de la saturation sur la ligne artérielle et veineuse et une cuve pour agent halogénés





The Mayo Clinic-Gibbon Screen Oxygenator (Dr John Kirklin 1955)



Il publie en mai 1955 ses huit premiers cas (avec 4 succès et 4 échecs). Il a donc probablement précédé Clarence W Lillehei avec l'utilisation d'un système pompe-oxygénateur, mais ne mentionne aucune date opératoire.



INTRACARDIAC SURGERY WITH THE AID OF A
MECHANICAL PUMP-OXYGENATOR SYSTEM
(GIBBON TYPE): REPORT OF EIGHT CASES*

John W. Kirklin, M.D., Section of Surgery, James W. DuShane, M.D.,
Section of Pediatrics, Robert T. Patrick, M.D., Section of
Anesthesiology, David E. Donald, B.V.S., M.R.C.V.S.,
Research Assistant, Peter S. Hetzel, M.D., Re-
search Assistant, Harry G. Harshbarger, M.D.,
Fellow in Surgery, Mayo Foundation, and
Earl H. Wood, M.D., Section of Physiology

Proceedings of the
staff meetings of the
Mayo Clinic 18 may
1955



Holman WL, et al. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(16):1606-1622.



Richard DeWall, jeune résident du service de Lillehei, travaille dans son laboratoire en 1953-1954.

Il invente et fait fonctionner le Système Pompe-Oxygénateur de Lillehei-DeWall (SPOLD)

Débit selon concept du débit azygos

Développement des oxygénateurs à bulles

Faisabilité et bénéfice de l'hémodilution associée à l'hypothermie à partir de 1962

Première utilisation chez
l'Homme : mai 1955

Direct Vision Intracardiac Surgery in Man Using a Simple, Disposable Artificial Oxygenator

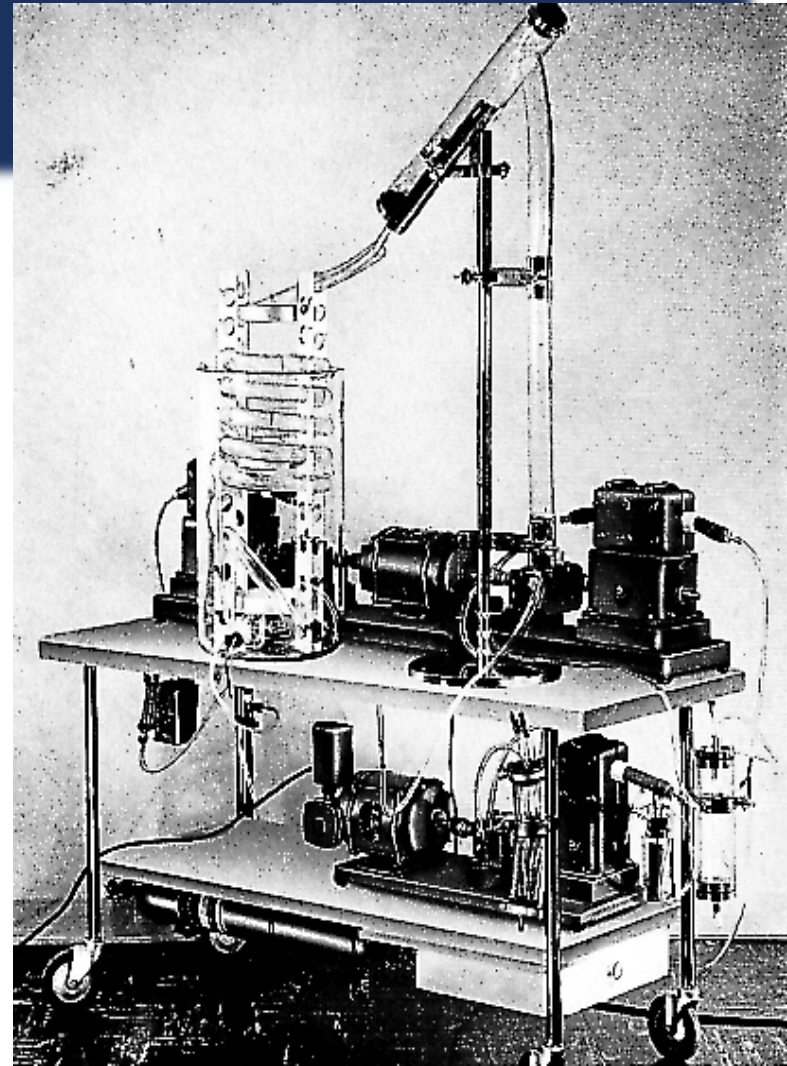
C. WALTON LILLEHEI, M.D., RICHARD A. DEWALL, M.D.,
RAYMOND C. READ, M.D., HERBERT E. WARDEN, M.D.
and RICHARD L. VARCO, M.D.

Minneapolis, Minnesota

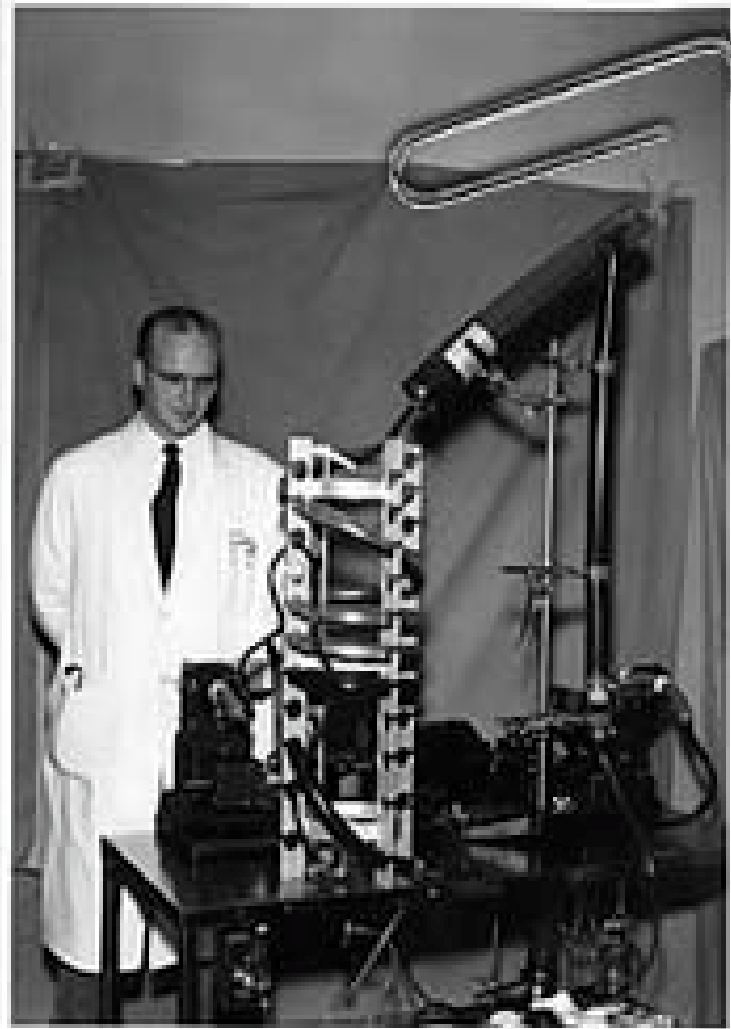
Diseases of the chest 1956

Pompe volumétrique occlusive non pulsatile à
doigts (Sigma Motor)

Première utilisation humaine d'un oxygénateur
à bulles (réservoir hélicoïdal)



Photographie tirée d'un article de 1958



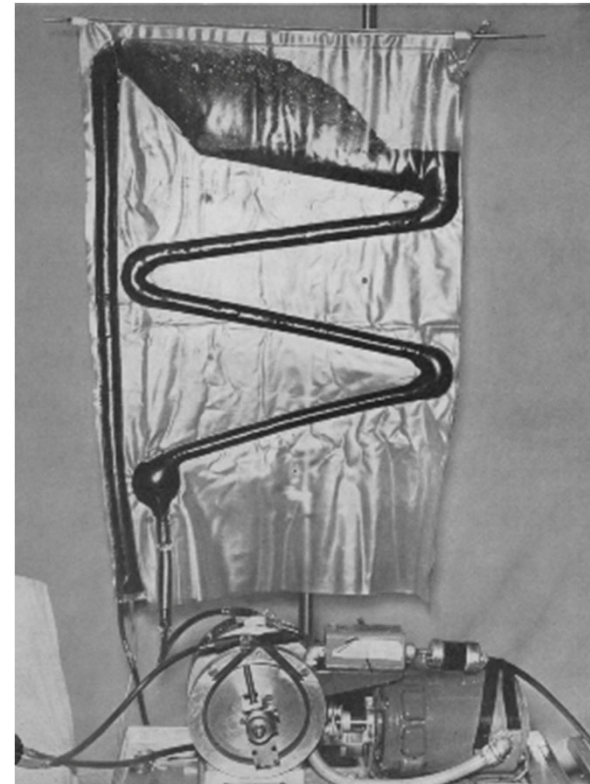
Richard DeWall vient passer 6 semaines à Paris en automne 1955 à l'hôpital Marie Lannelongue.

Il permet ainsi à Charles Dubost d'opérer un enfant de 7 ans, à l'aide d'un SPOLD fabriqué sur place.

Cette première opération en Europe eut lieu

le 10 décembre 1955

Après l'oxygénateur « en pièces détachées », Dewall invente
l'oxygénateur « prêt à l'emploi »
(plastic sheet)



Richard DeWall et Vincent Gott



New Engl J Med 1962

A Minneapolis, presque au même moment, DeWall et R. Lillehei publient une série de 60 patients chez qui le système pompe oxygénateur est amorcé avec un soluté glucosé et la chirurgie est menée en hypothermie modérée.

HISTORIQUE DES ABORDS CHIRURGICAUX

Thoracotomie latérale

Thoracotomie antérieure bilatérale sternale

Canulation artérielle sous-clavière

Fin 1950 canulation fémorale (dissection rétrograde++)

Fin 1960 et début 1970, canulation aorte ascendante

LES OXYGÉNATEURS

Oxygénéateur à film mince

Oxygénéateur par bullage

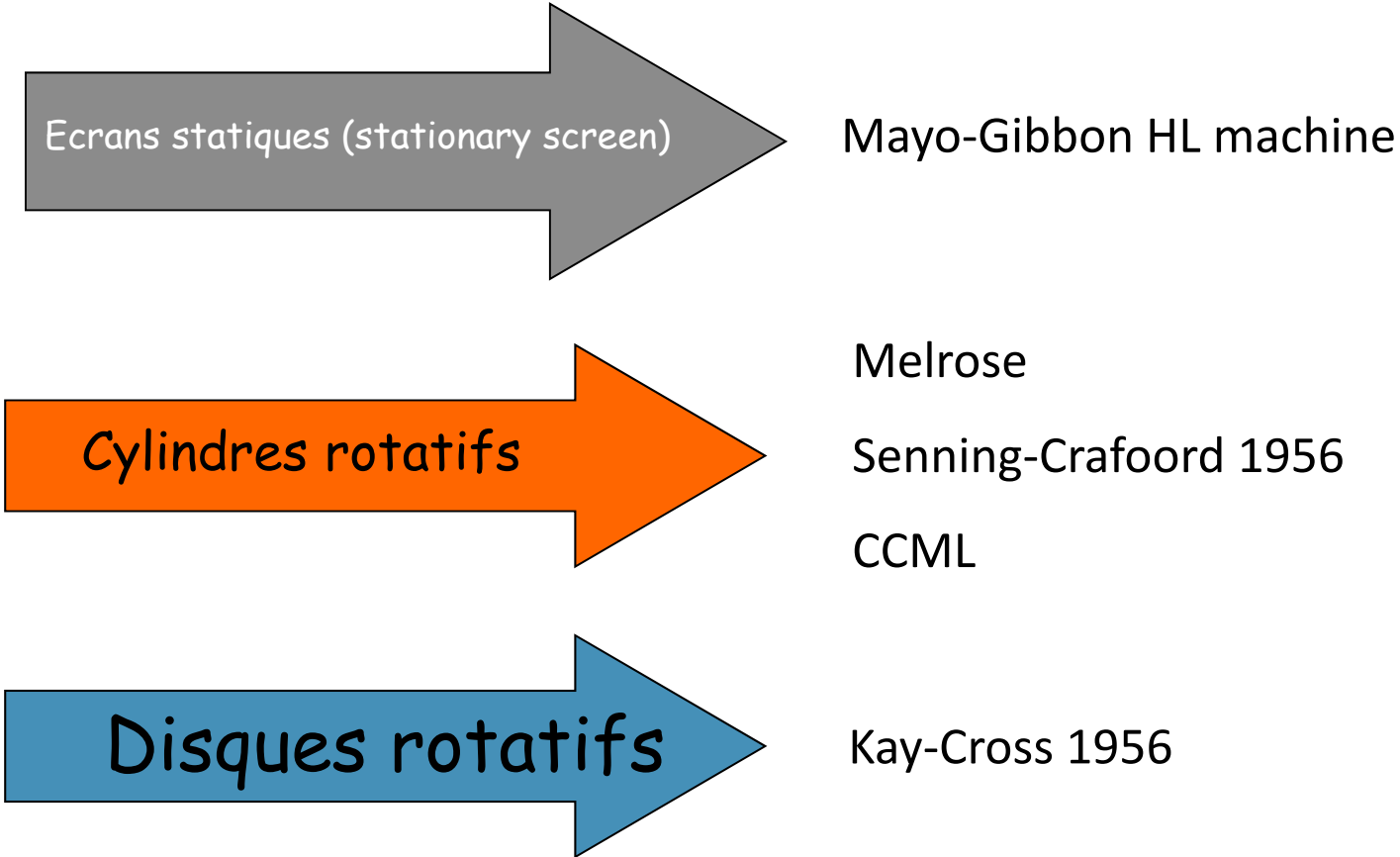
Oxygénéateur à membrane

Echanges gazeux par
contact direct

Echanges gazeux par diffusion
au travers une membrane semi-
perméable

Oxygénateurs à film mince

Sang répandu en une mince couche sur une surface relativement grande (principe de Hooker 1915). Le sang est exposé à de l'oxygène permettant de libérer le CO_2 et de s'enrichir en O_2 . Certains de ces « devices » comportent des parties mobiles à l'origine de turbulences améliorant l'absorption de l'oxygène.



Ecrans statiques (stationary screen)

Mayo-Gibbon HL machine

Cylindres rotatifs

Melrose

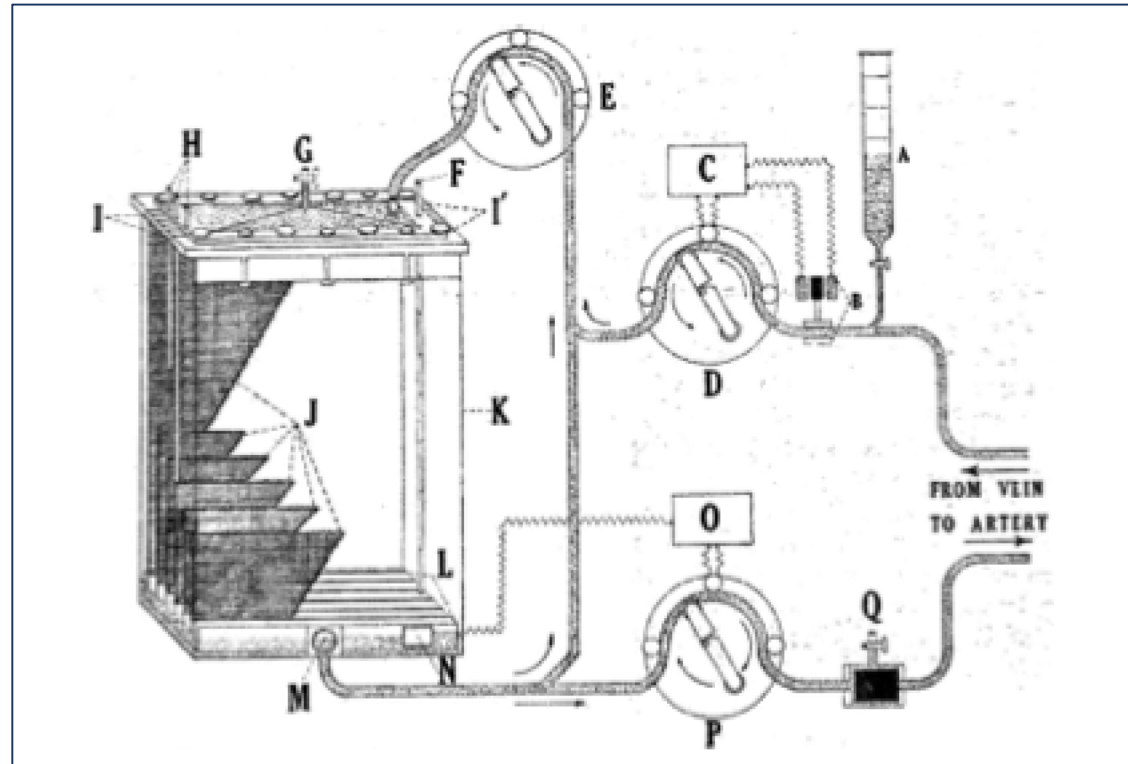
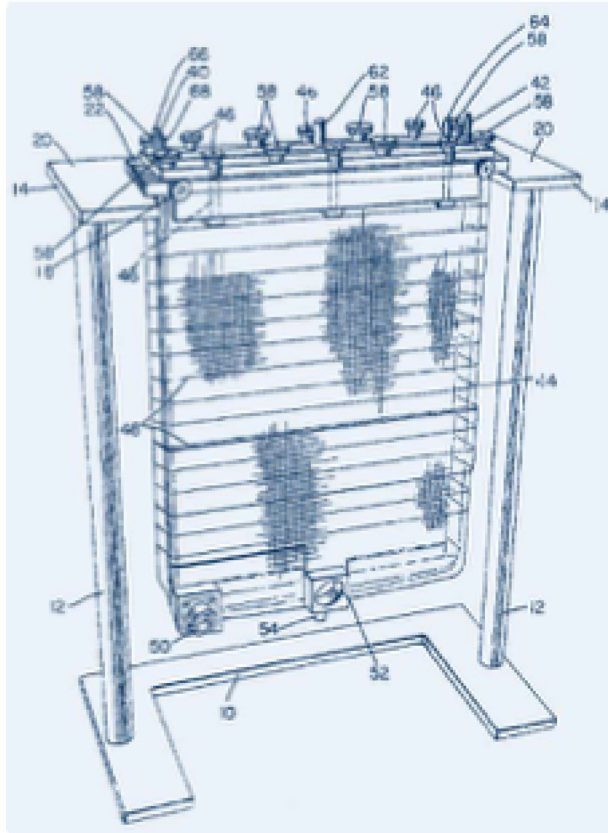
Senning-Crafoord 1956

CCML

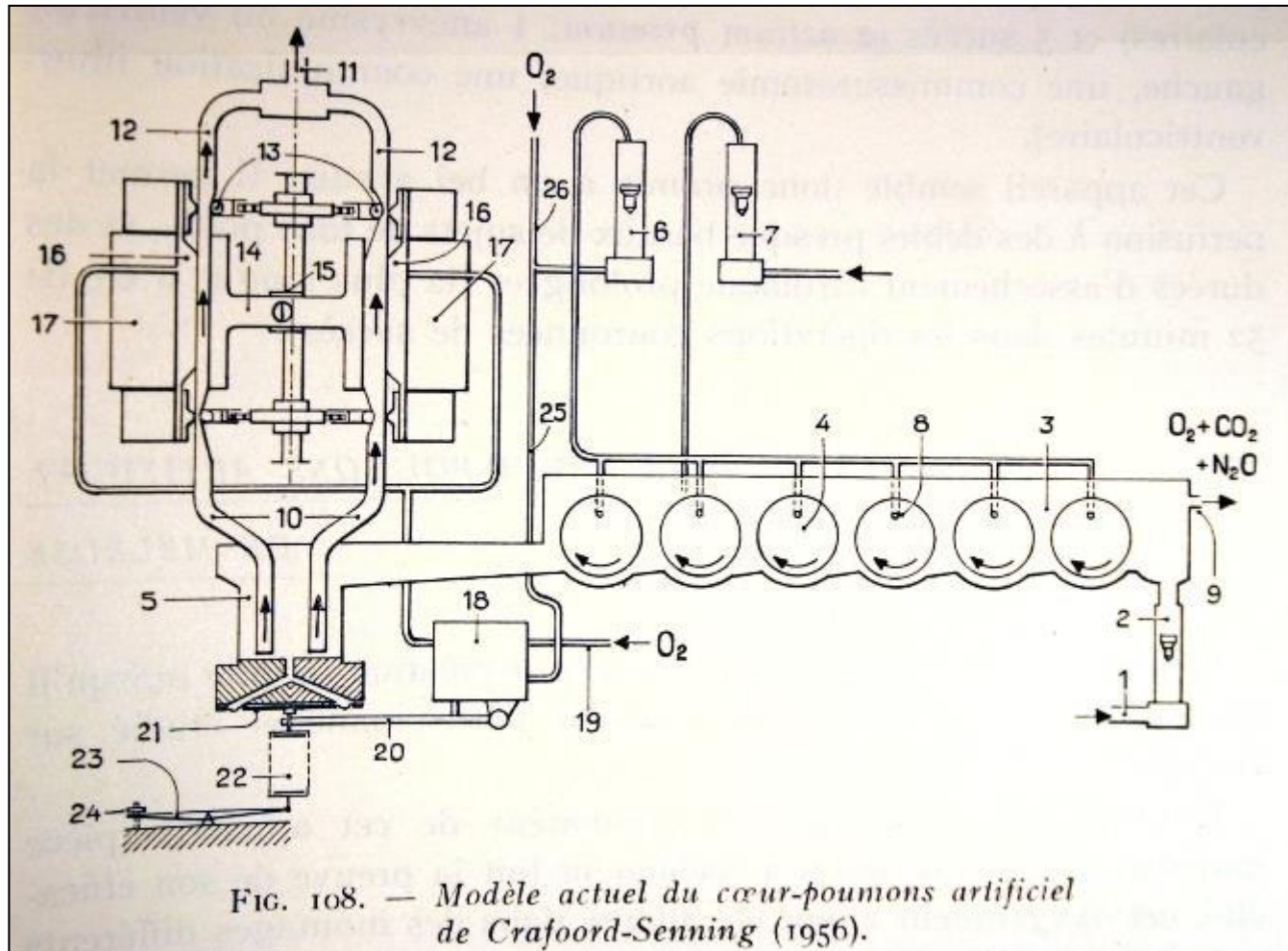
Disques rotatifs

Kay-Cross 1956

GIBBON HEART-LUNG MACHINE

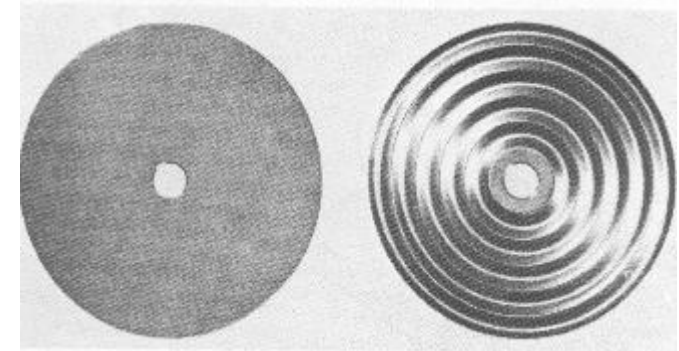
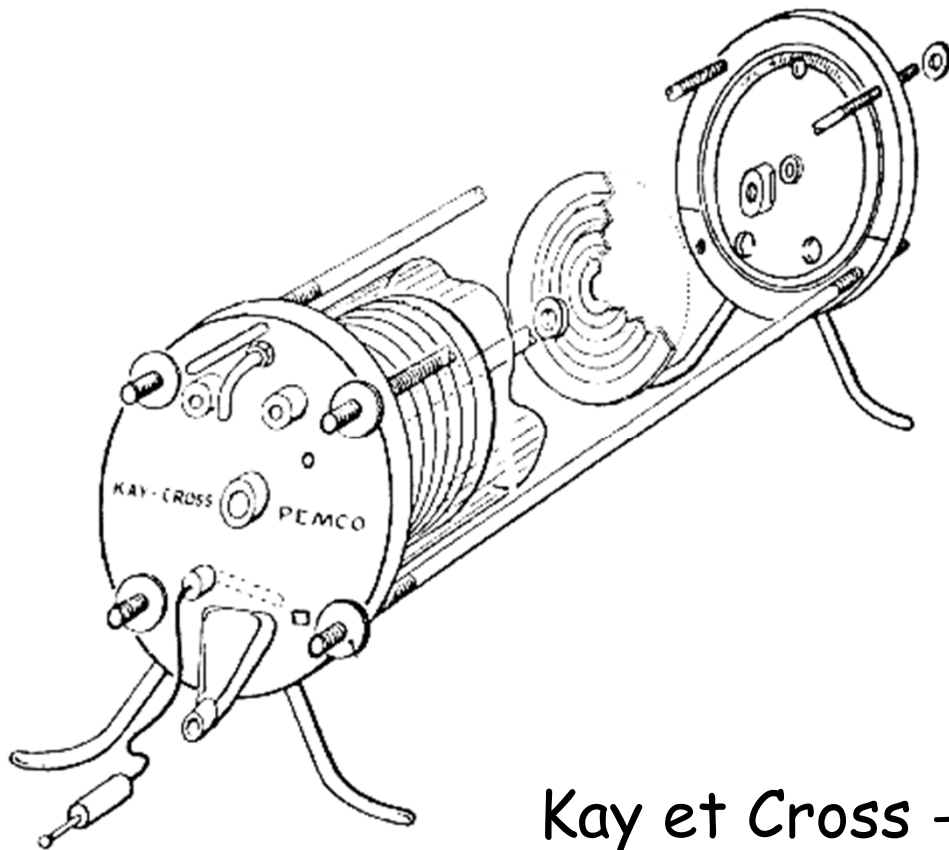


OXYGÉNATEURS À CYLINDRES ROTATIFS



Senning et Crafoord 1956

OXYGÉNATEURS À DISQUES ROTATIFS



Kay et Cross - 1956

Oxygénateurs à bulles

A assembler

- Système pompe-oxygénateur de Lillehei-DeWall (SPOLD)
- Variations locales : surtout agrandissement 600 à 3 000 ml/min

Prêts à l'emploi

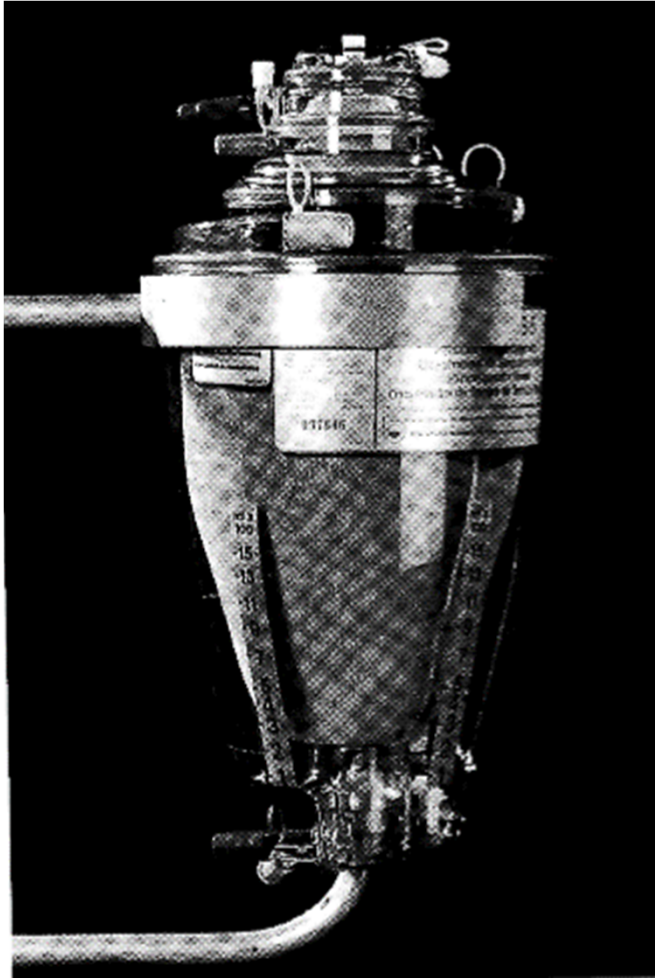
- Bentley
- Cobe
- Rygg et Kyvsgaard
- Temptrol
- Travenol
- et d'autres...

OXYGÉNATEURS À BULLAGE

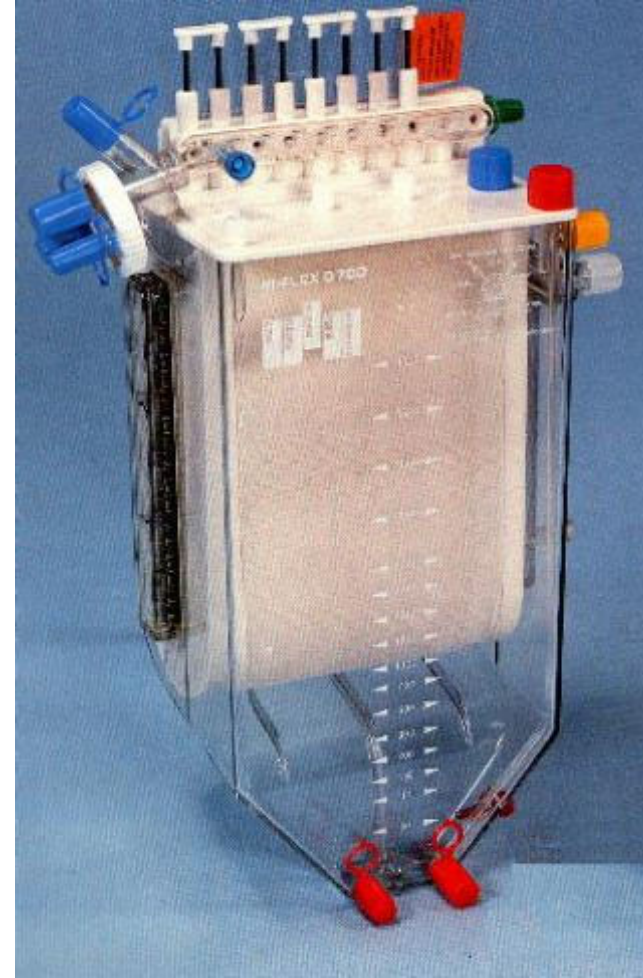
1956 DeWall et Lillehei. Système plastique avec une chambre de sang oxygéné par barbotage de bulles d'oxygène. Simple, efficace et bon marché.

Cause majeure d'embolie gazeuse. Contact air/sang entraîne une dénaturation protéique et une activation du complément (syndrome de réaction inflammatoire systémique et syndrome de détresse respiratoire aigu)

OXYGÉNATEURS À BULLAGE PRÊTS À L'EMPLOI

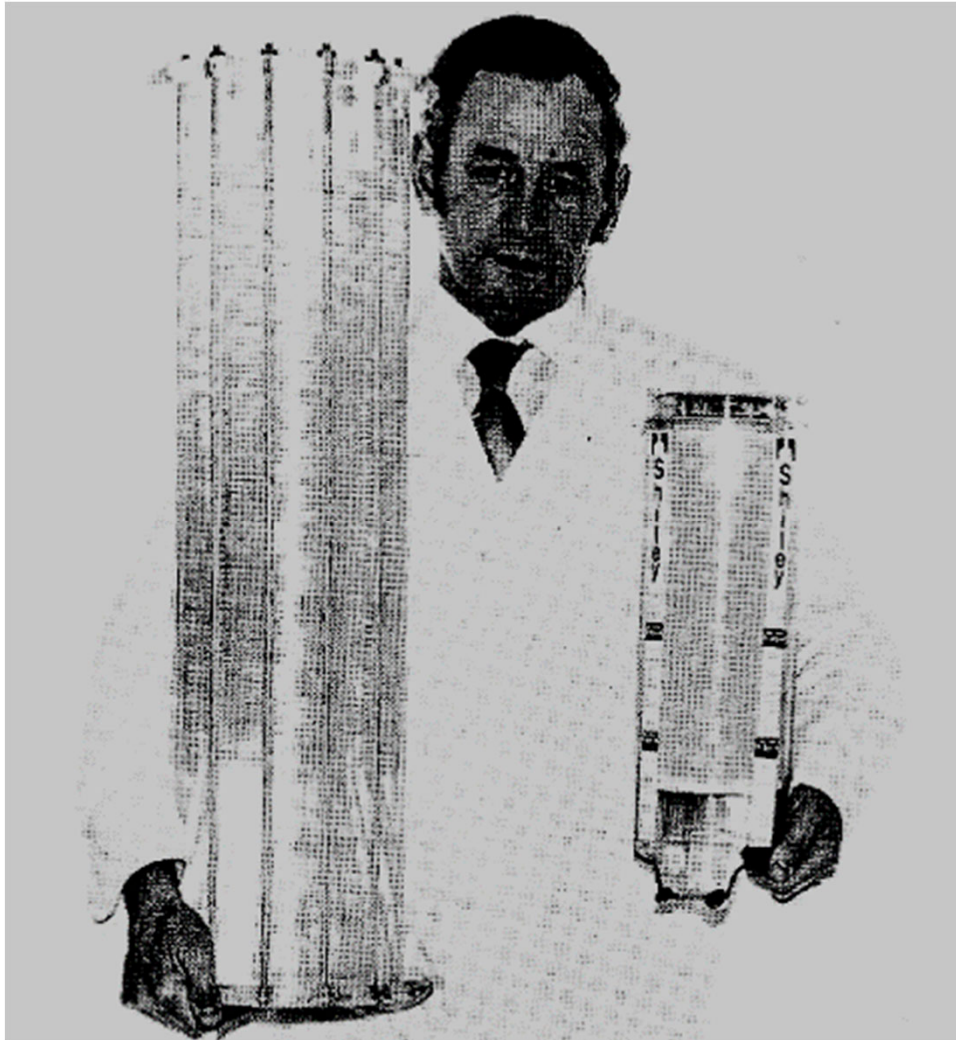


Bentley BOS 5



Hi-Flex D700 (Didéco)

EVOLUTION DES OXYGÉNATEURS



Rivalité entre
oxygénateurs à film mince
et à bulles s'est résolue par
le volume d'amorçage...

Kay-Cross vs bulleur

OXYGÉNATEURS À MEMBRANE

Bramson Mogens Membrane (1972)

Diffusion de l'oxygène sans contact direct

Ethyl-cellulose, teflon et silicone

Complexité de fabrication et prix



Plaques

- Sandwich
- Paravent
- Bobine

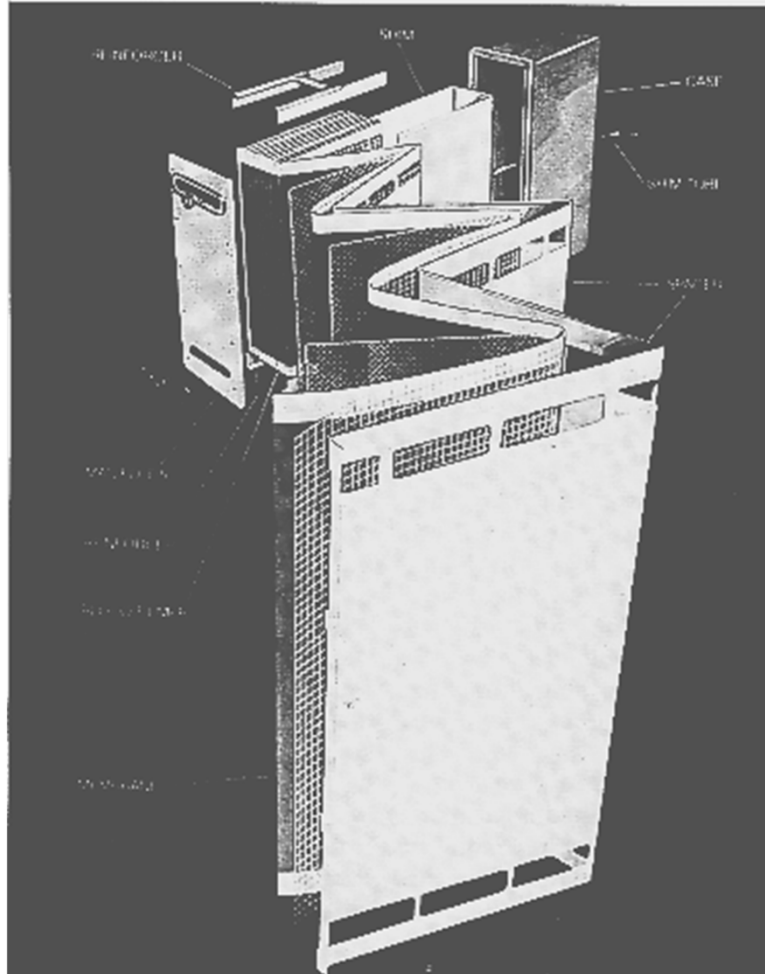
Membrane cellulose [Kolff WJ, Artificial kidney]

Fibres creuses

- Sang intérieur
- Sang extérieur

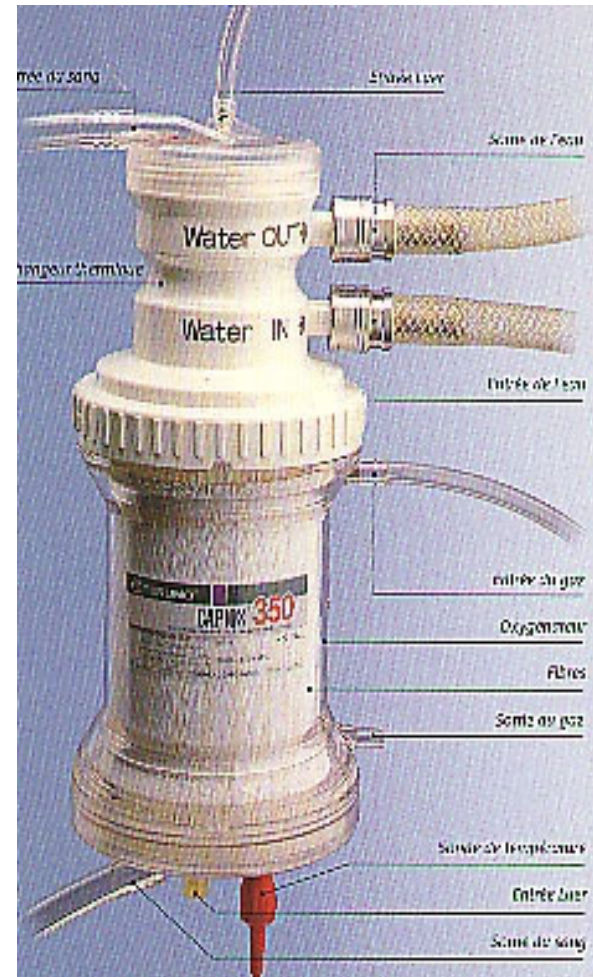
OXYGÉNATEURS À MEMBRANE

« Paravent »



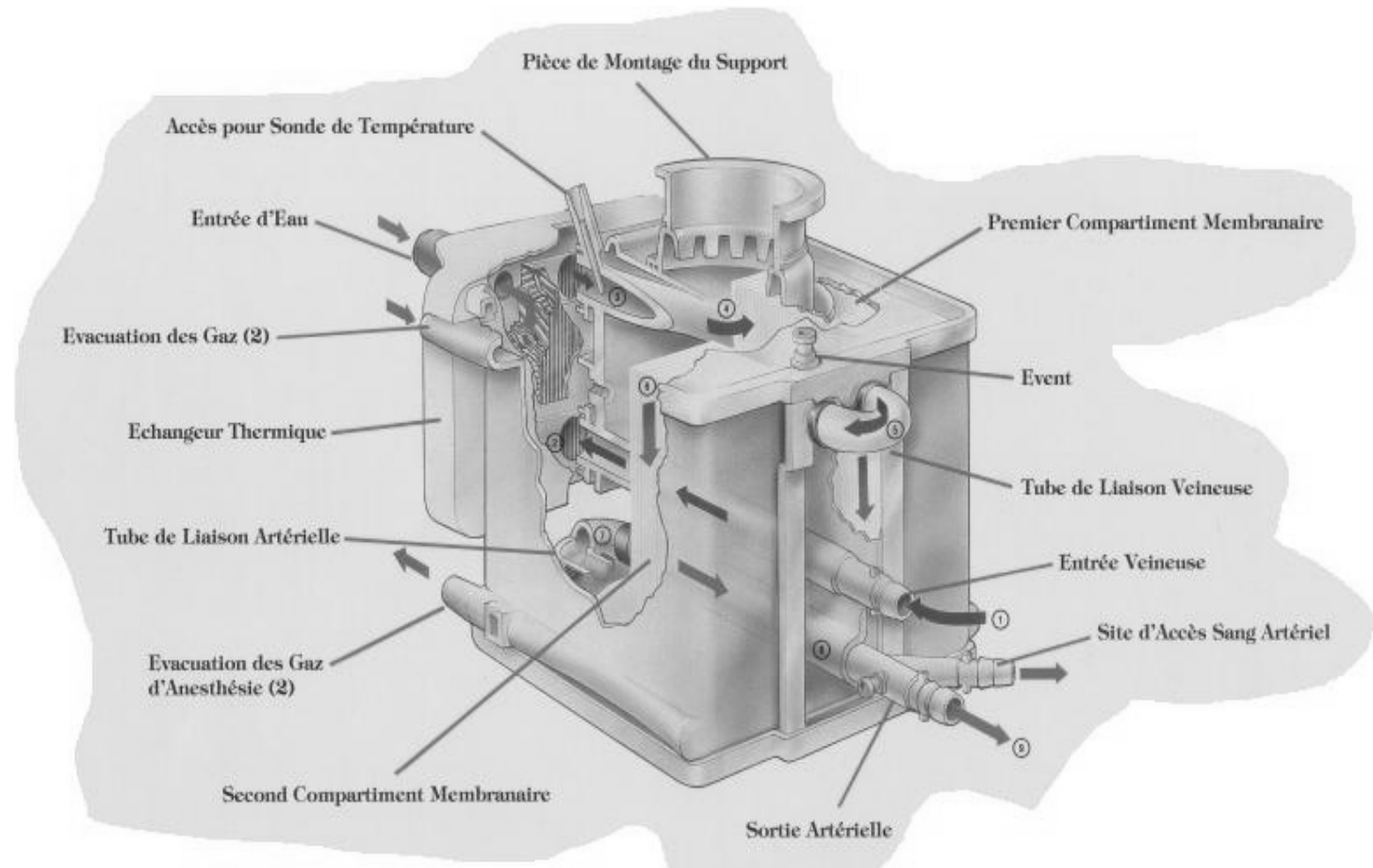
Travenol vers 1978

« Fibres creuses »



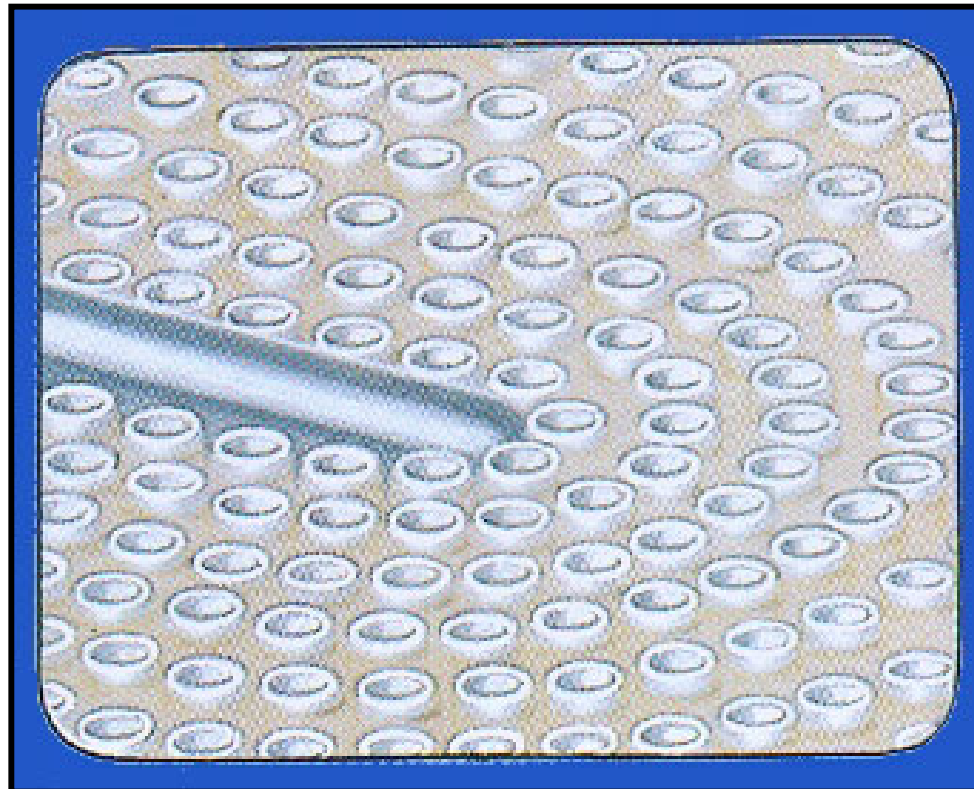
Terumo-Capiox vers 1985

Oxygénateur à membranes assemblées en couches CML (Cobe)



FIBRES CREUSES

- Polypropylène (membrane microporeuse)
- Polyméthylpentène (membrane de diffusion) moindre fuite plasmatique)



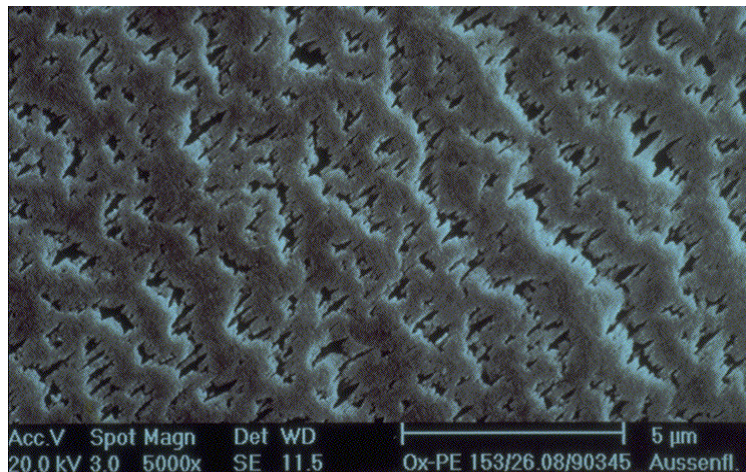
Membrane tubulaire microporeuse



Micropore $< 0,2 \mu\text{m}$

Micropores Membrane

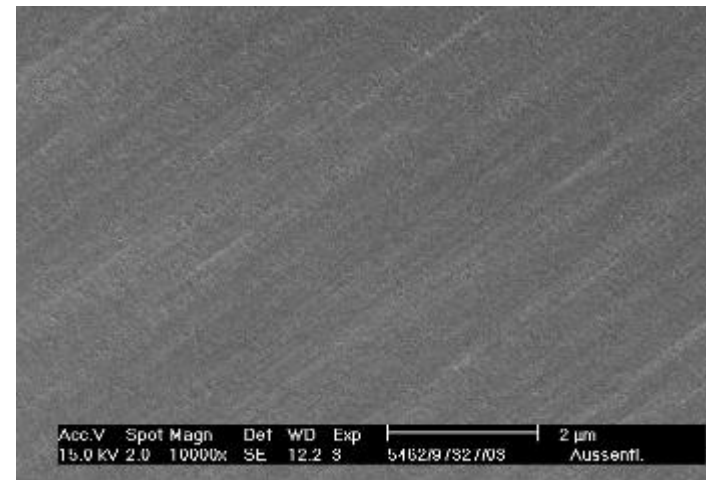
(Polypropylène)



Micropores for gas exchange

Diffusion Membrane

(Polyméthylpentène)



Diffusion of gas through the permeable membrane
(human lung)

Better transfert

Impermeable for plasma

Possible coating

No plama leakage

Duration of use (label CE 14 days)

POMPES

Pompes
à Sang

Péristaltiques

Finger pump

1888 – 1952

Galets

- Henry & Jouvelet
- DeBakey
- Sausse

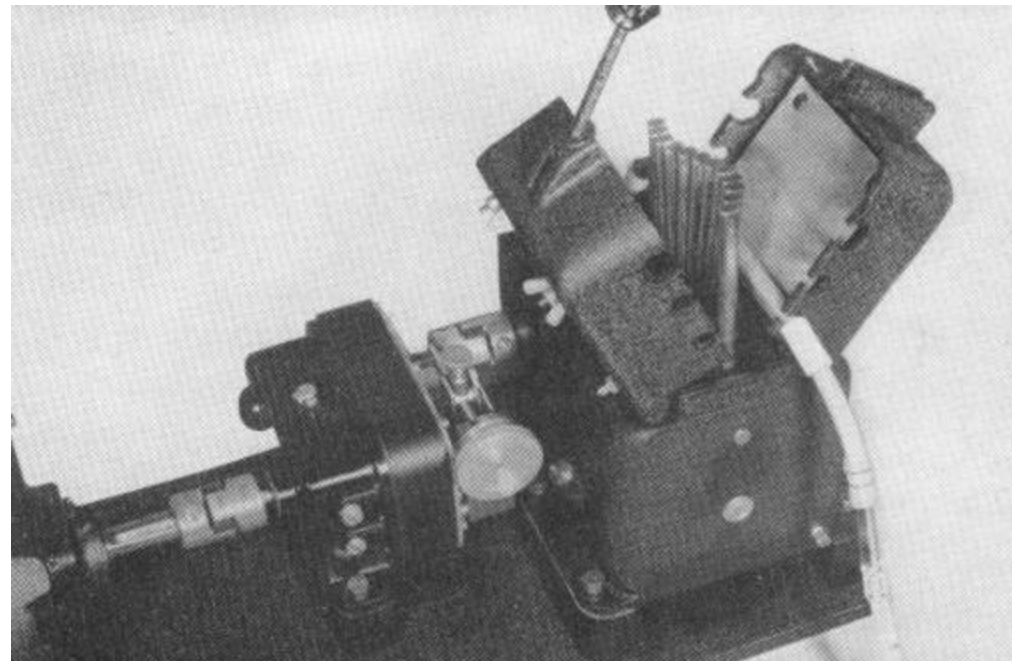
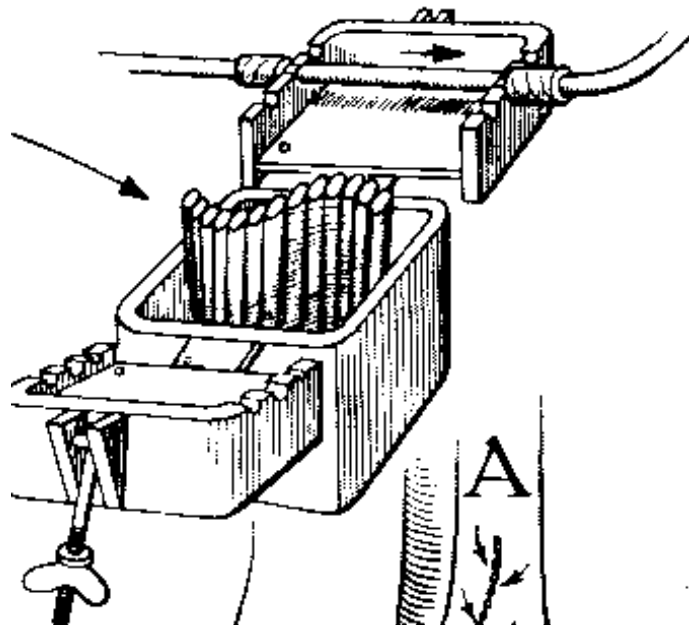
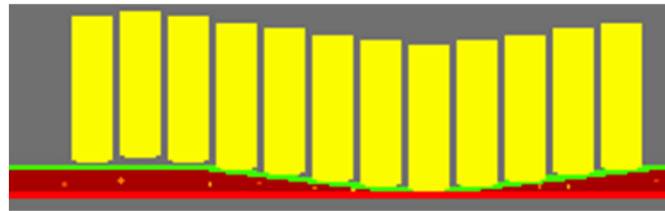
1934
1934
1957

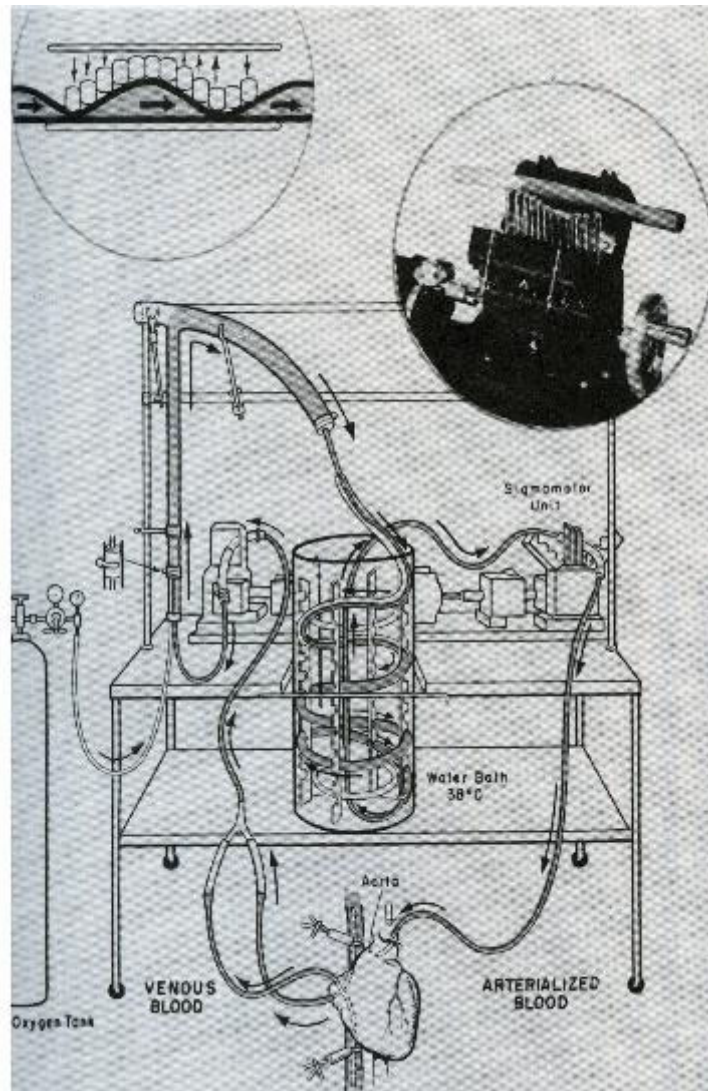
Centrifuges

A cône

A ailettes

POMPE À DOIGTS (DE WALL 1956) UTILISÉE PAR LILLEHEI

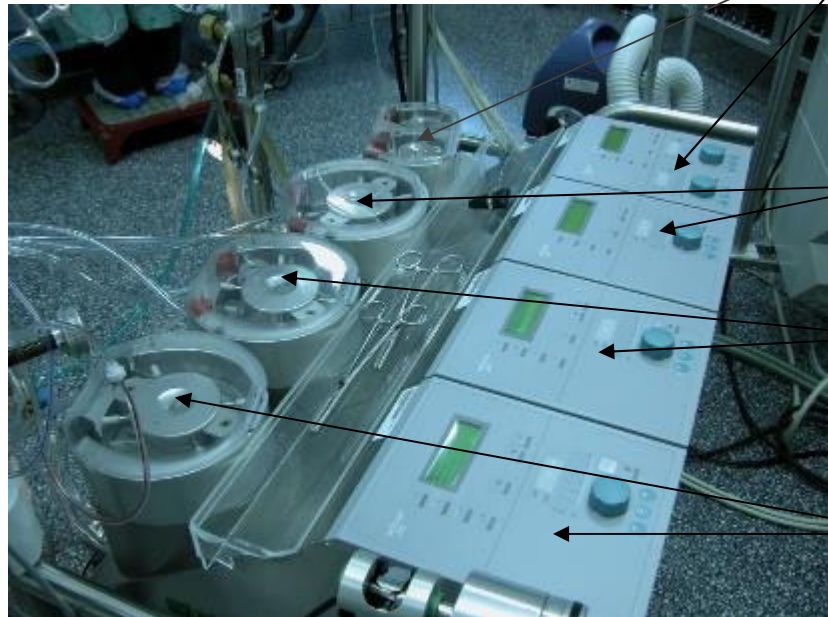




Système Pompe-Oxygénateur de Lillehei-DeWall (SPOLD)

POMPES PÉRISTALTIQUES

Structurées dans une console de CEC



Pompe de cardioplégie

Pompe de décharge gauche

Pompe de récupérateur

Pompe artérielle

Pompes à galets ou péristaltiques ou « Roller pump»

Utilisé depuis 1950 (majorité des pompes)
Chasse volume par compression
Phénomène aspiratif « théorique » (risque de cavitation)

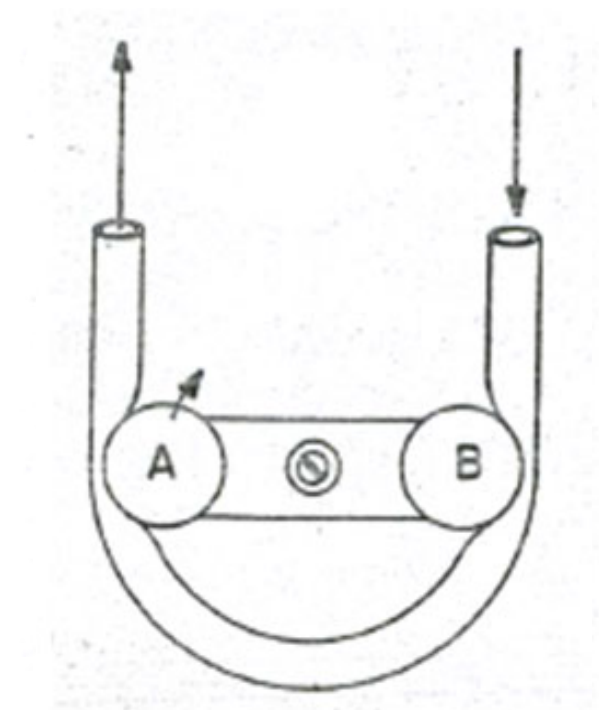
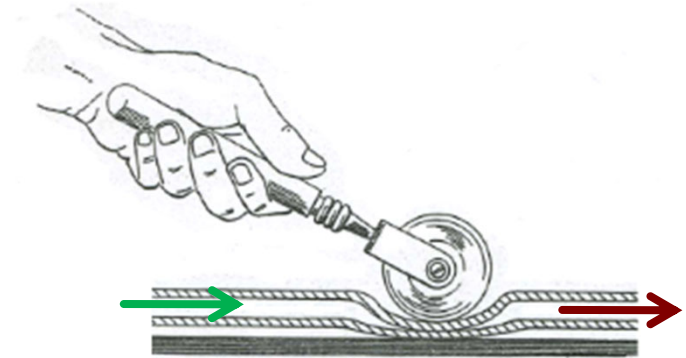
Tuyau dans un corps de pompe circulaire
Compression par deux galets opposés (180°)
Mouvement de rotation
Compression continue du tuyau

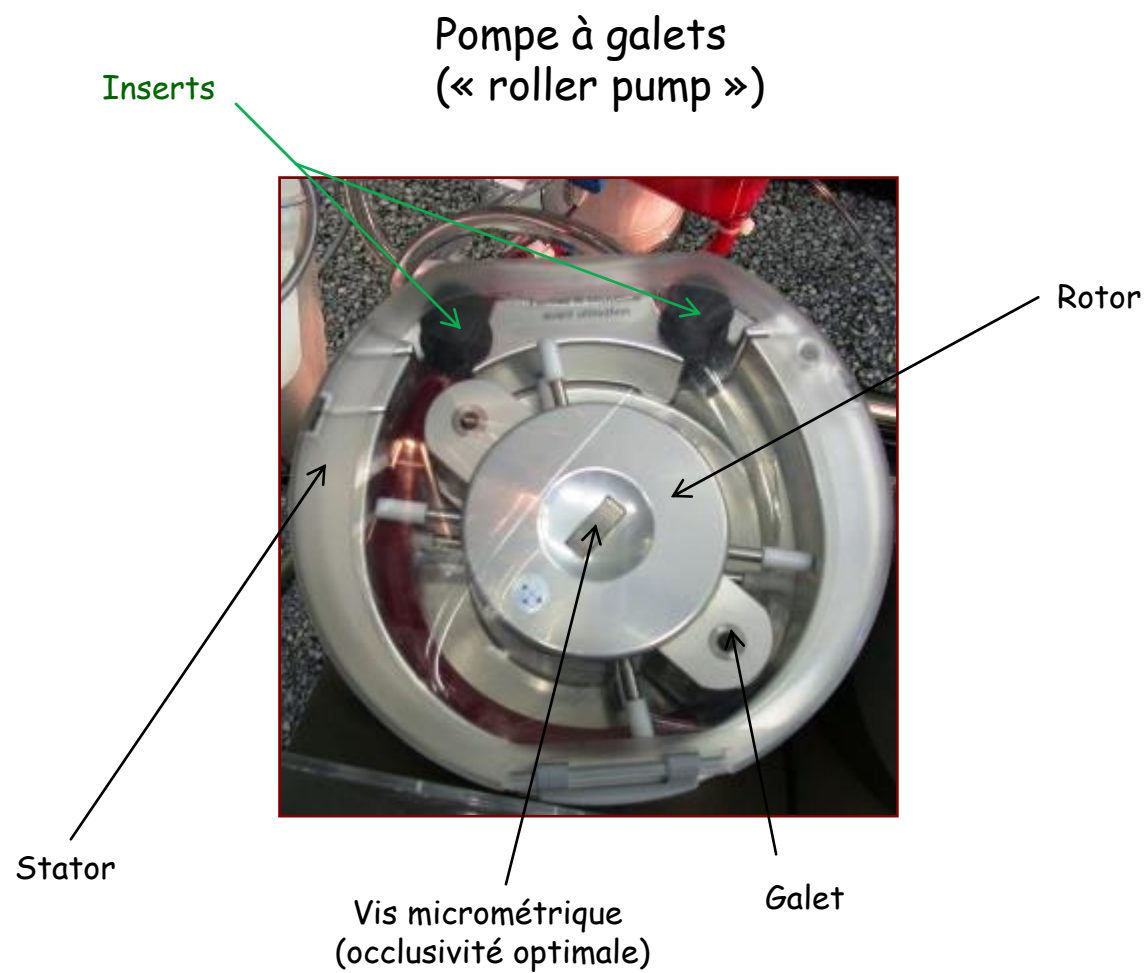
Pompe occlusive ou « sub-occlusive »
Excessive = risque hémolyse
Insuffisante = débit erroné
Test d'occlusivité (2-3 cm/min)

Inserts permet adaptation diamètre tuyau

Débit de pompe ($\sim 0,2-7$ l/min)

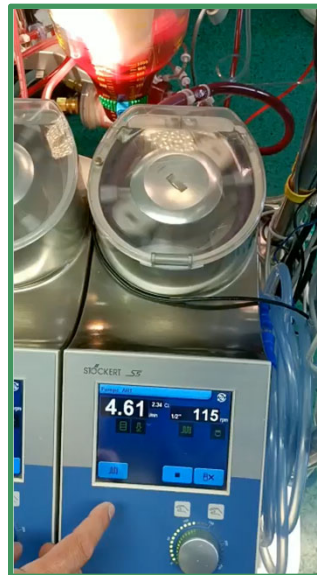
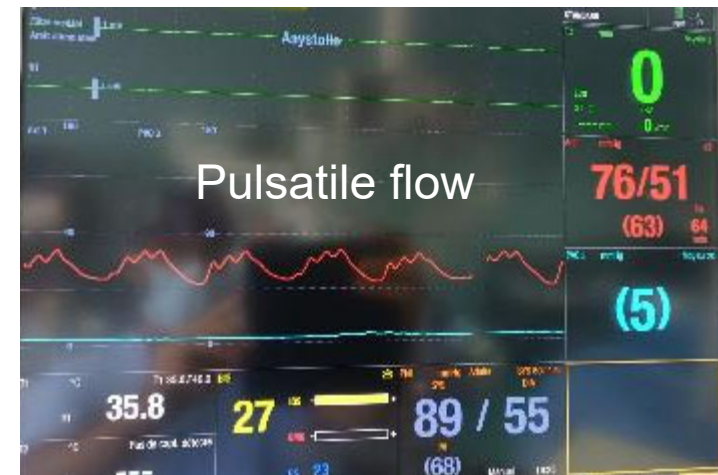
- Diamètre de pompe (longueur tuyau dans corps de pompe)
- Diamètre du tuyau
- Vitesse de rotation de la tête de pompe





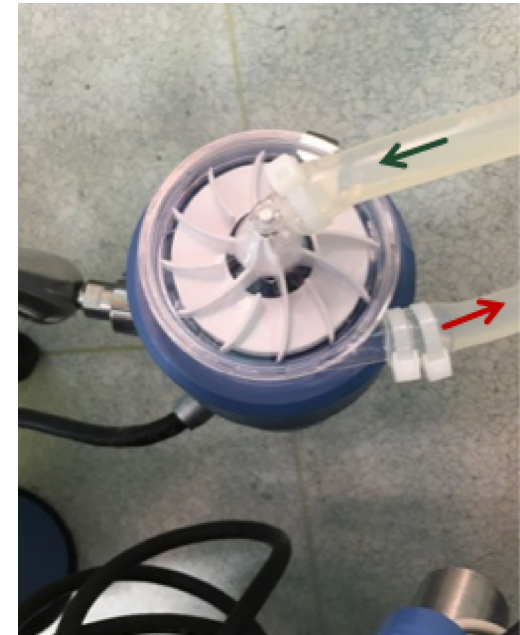
Potentiomètre

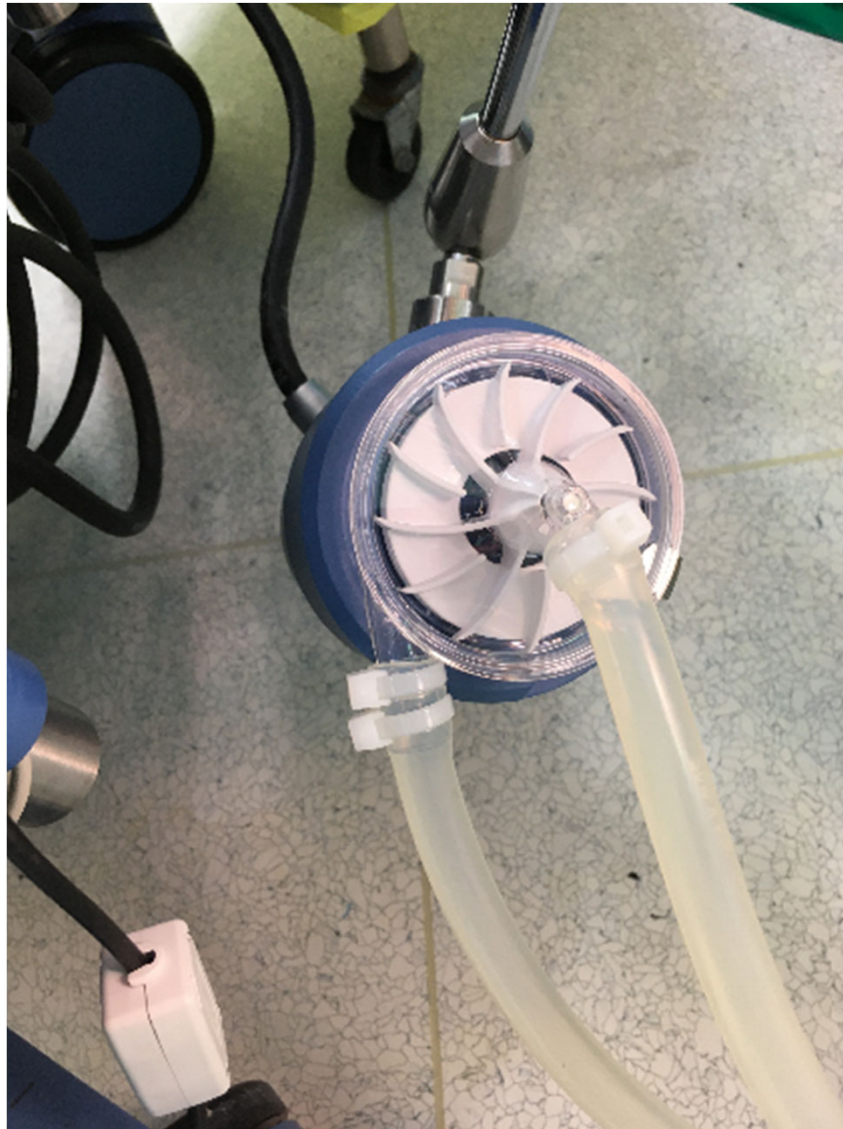
Pulsatile blood flow for cardiopulmonary bypass



Pompes centrifuges « centrifugal or kinetic pumps »

- Cône avec ou sans aubes dans structure solide (PVC)
- Orifice entrée (axe de rotation) + orifice sortie (perpendiculaire)
- Mouvement de rotation entraîné couplage magnétique (10 000 t/min max)
- Mobilisation du fluide selon principe « vortex imposé »
- Gradient de pression à l'intérieur du cône (force centrifuge)
 - *Pression négative au centre (aide au drainage veineux)*
 - *Pression positive en périphérie (expulsion du sang)*







Avantages

- ❖ Pas de risque de rupture ou déconnexion en cas d' occlusion artérielle
- ❖ Moins de lésions cellulaires (érythrocytes, plaquettes)
- ❖ Utilisation plus prolongée (plusieurs jours)
- ❖ Moins de dépression si anomalies RV (moins pourvoyeuse de microbulles)
- ❖ Faible volume d' amorçage (Rotaflow Maquet 32 ml)
- ❖ Moins de risque d' embolie gazeuse massive (désamorçage)



Biomedicus 550, Medtronic



Stockert centrifugal pump console



Biomedicus 560, Medtronic



Maquet Cardiopulmonary

Hypothermie

University of Minnesota

Hospital operating room on September 2, 1952 near the end of the **first successful open heart operation** in medical history.

Dr. F. **John Lewis** closed an atrial septal defect under direct visualization using inflow stasis and moderate total body hypothermia (26°C).

In a 5-year-old girl who remains alive and well today. Postoperative heart catheterization confirmed a complete closure.



Lewis FJ et al. Surgery 1953;33:52-9

CHARLES DREW

Hypothermie profonde



Le chirurgien londonien, d'origine galloise, deviendra un chirurgien apprécié, spécialiste des cardiopathies congénitales.

Méfiant à l'égard des oxygénateurs artificiels, et ceci jusqu'à la fin de sa carrière, il utilisera exclusivement la méthode de la quadruple canulation avec hypothermie profonde

DREW: HYPOTHERMIE PROFONDE SANS OXYGÉNATEUR

PROFOUND HYPOTHERMIA

C. E. DREW
M.V.O., F.R.C.S.

ASSISTANT SURGEON, WESTMINSTER HOSPITAL, LONDON, S.W.1;
THORACIC SURGEON, ST. GEORGE'S HOSPITAL, S.W.1

G. KEEN
M.B. Lond., F.R.C.S.

SURGICAL RESEARCH ASSISTANT, WESTMINSTER HOSPITAL

D. B. BENAZON
M.R.C.P., F.F.A.R.C.S.

RESEARCH ASSISTANT, DEPARTMENT OF ANÆSTHETICS,
WESTMINSTER HOSPITAL

Article expérimental
Lancet - 1957

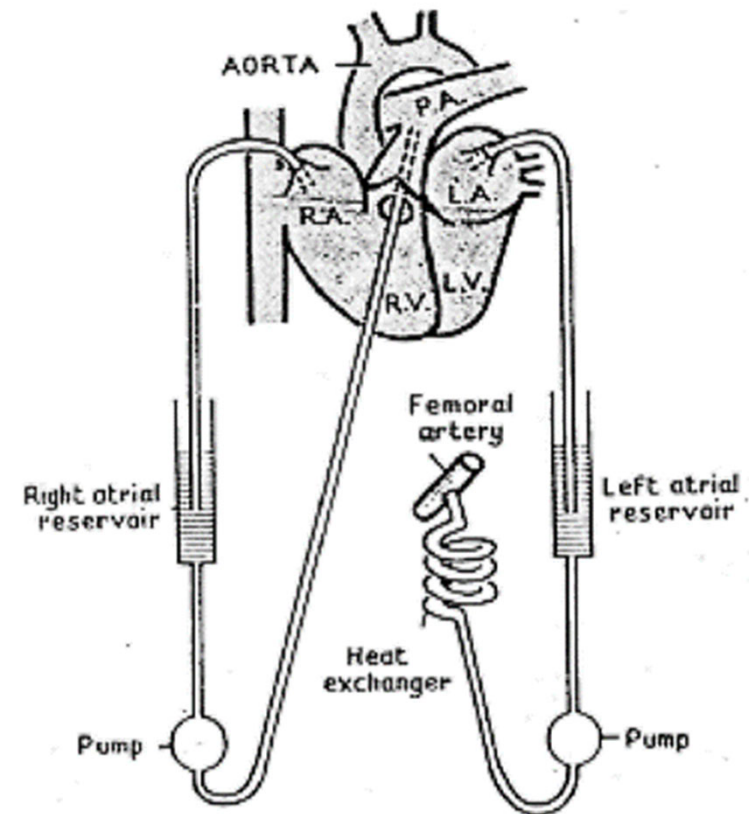
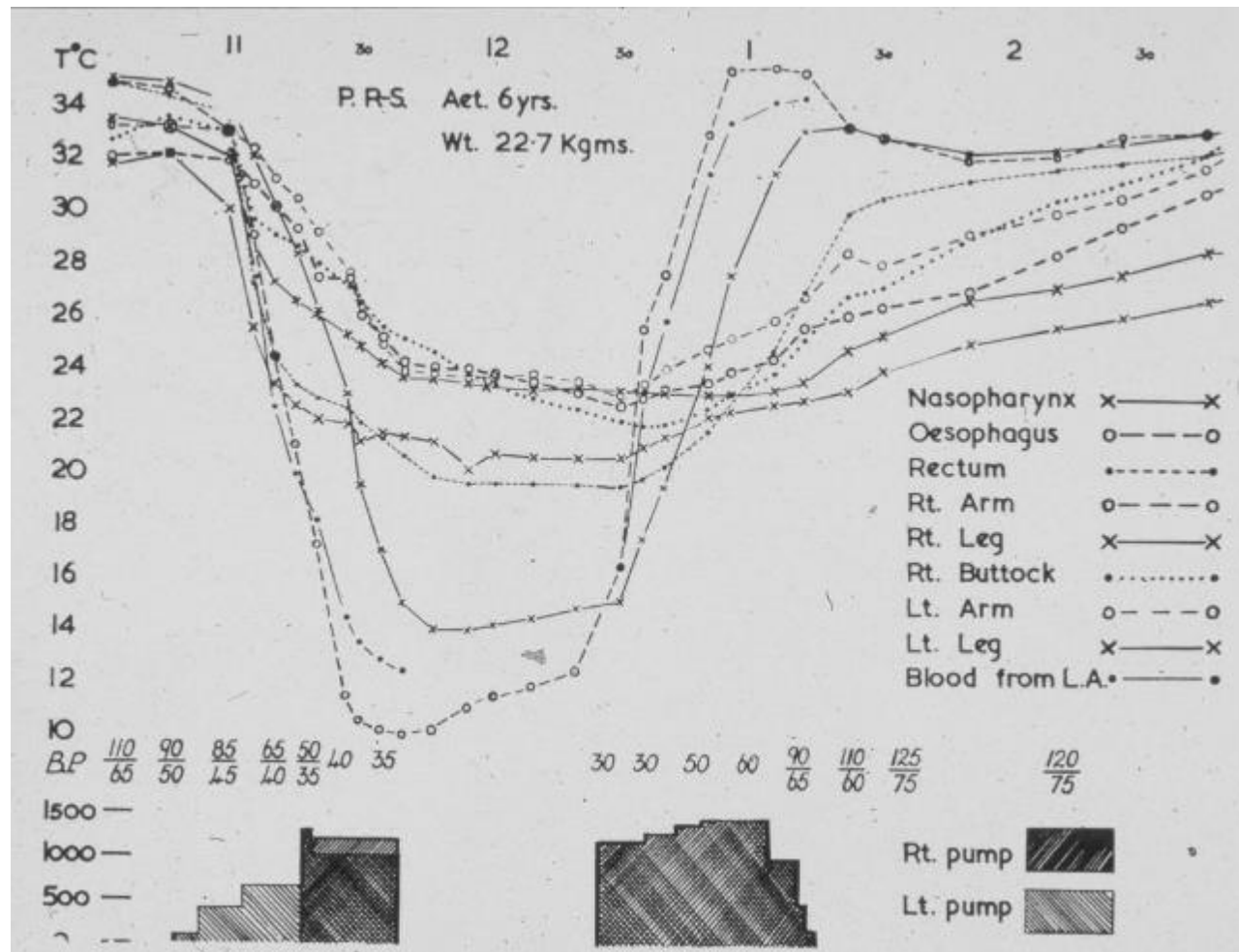


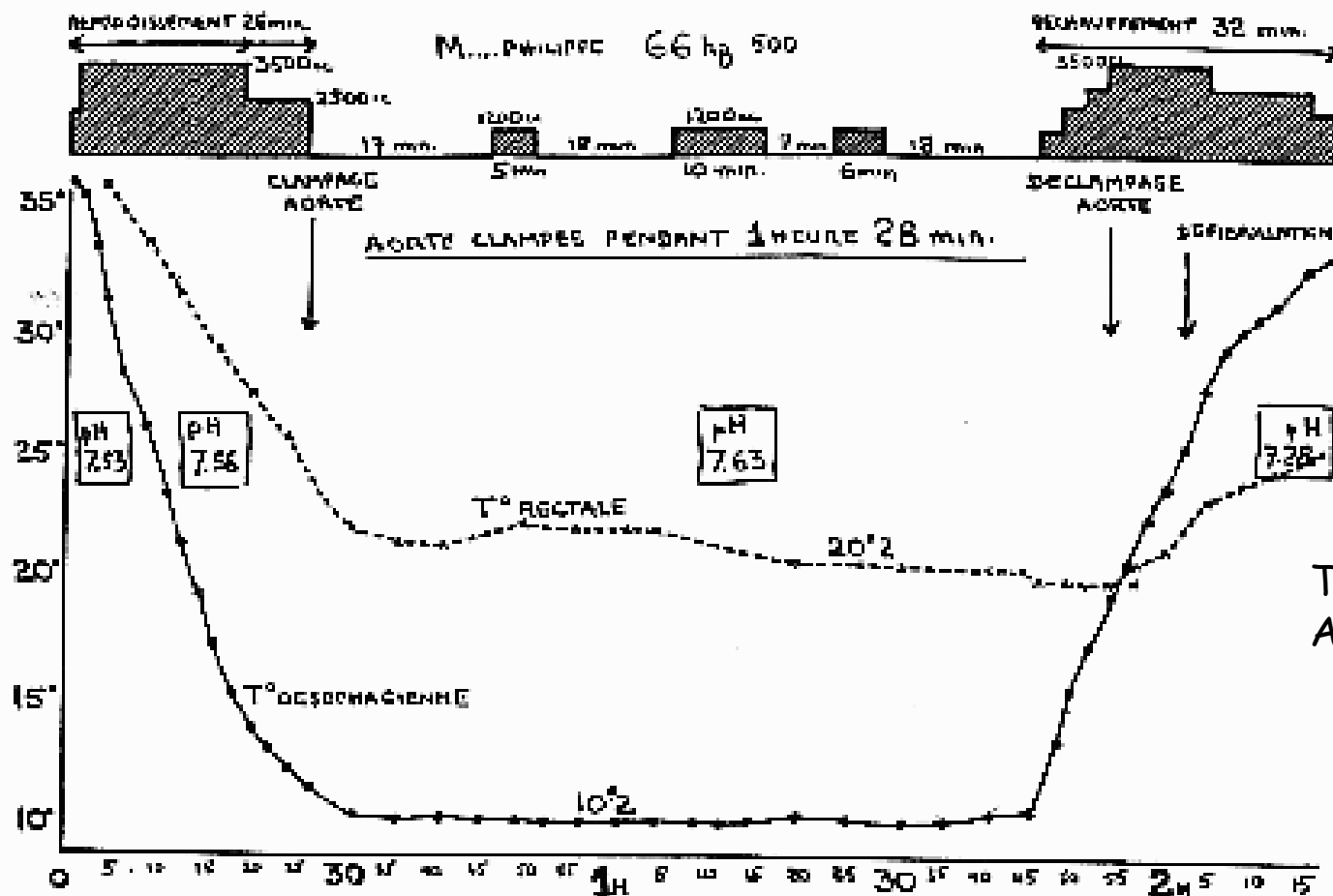
Fig. 1—Diagram of experimental circuit.

Quadruple cannulation



Arrêt circulatoire de 48 min à 10° C

MÉTHODE DUBOST

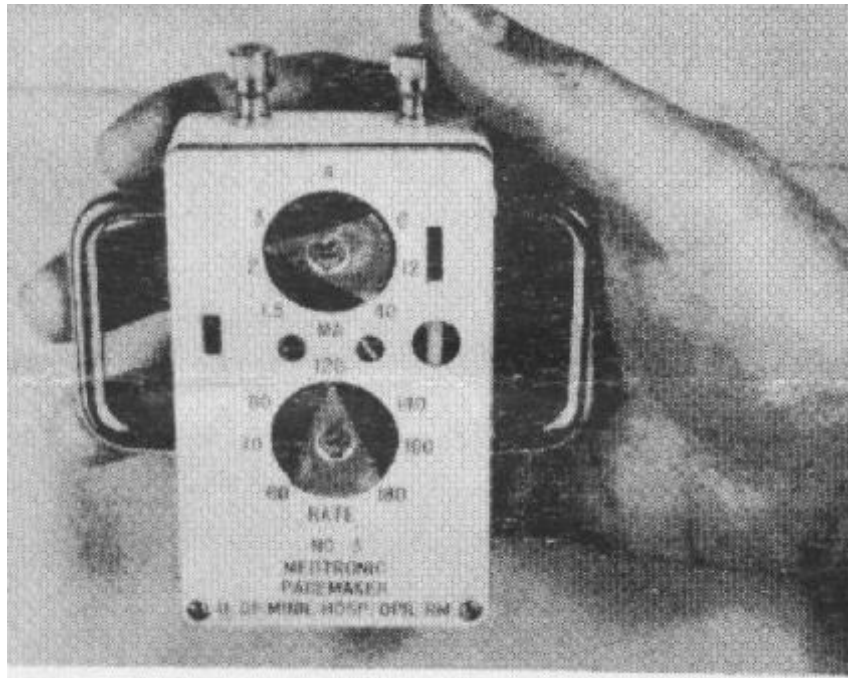


Transactions
ASAIO 1963

Stimulation cardiaque

TRANSISTOR PACEMAKER FOR TREATMENT OF COMPLETE ATRIOVENTRICULAR DISSOCIATION

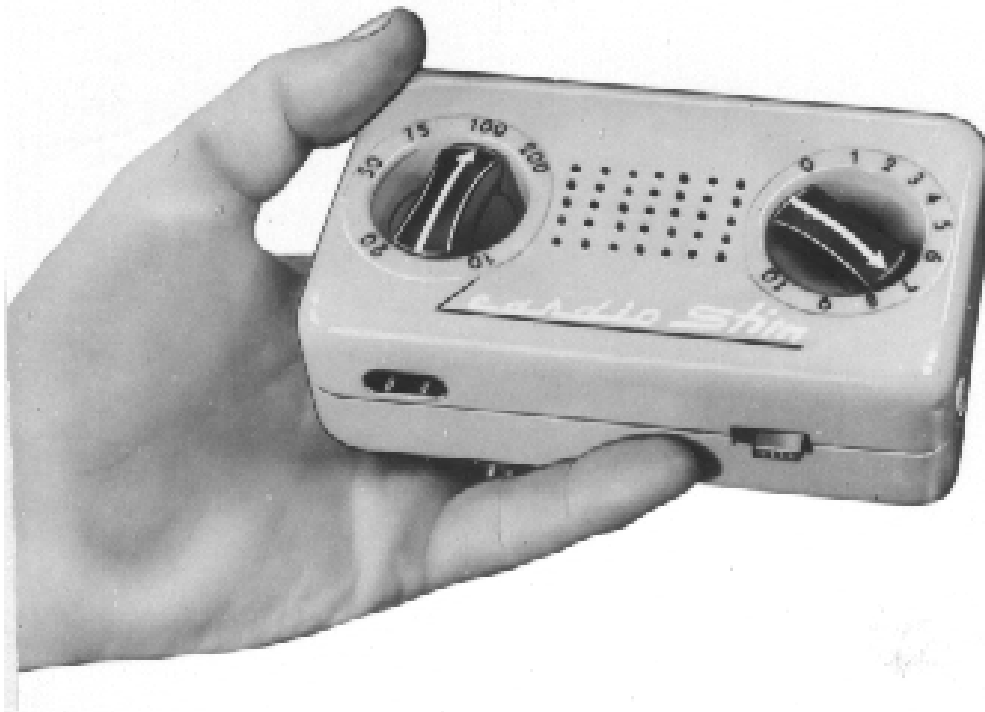
**Walton Lillehei, M.D., Ph.D., Vincent L. Gott, M.D., Paul C. Hodges Jr., M.D., David M. Long, M.D.,
and
Earl E. Bakken, B.E.E., Minneapolis**



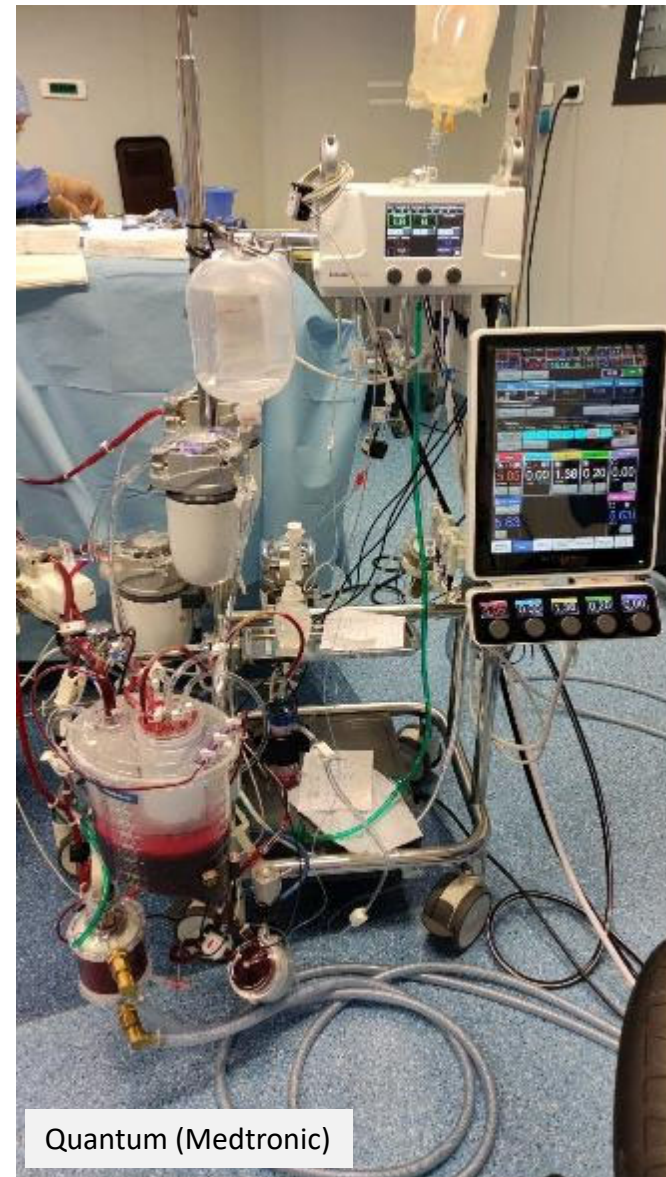
Earl Bakken a ensuite
fondé
MEDTRONIC

J.A.M.A. 1960

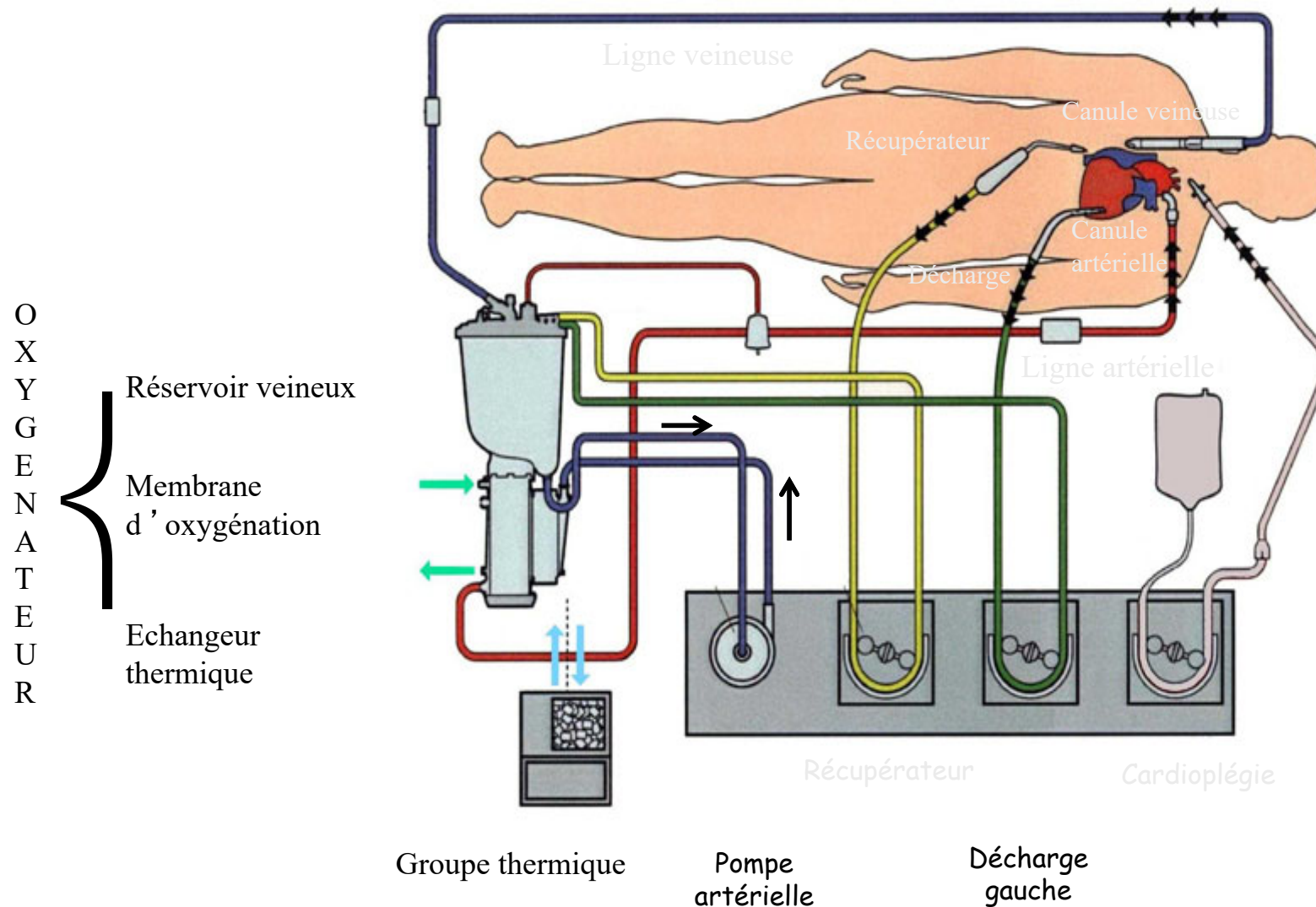
STIMULATEUR DE MARIE LANNELONGUE



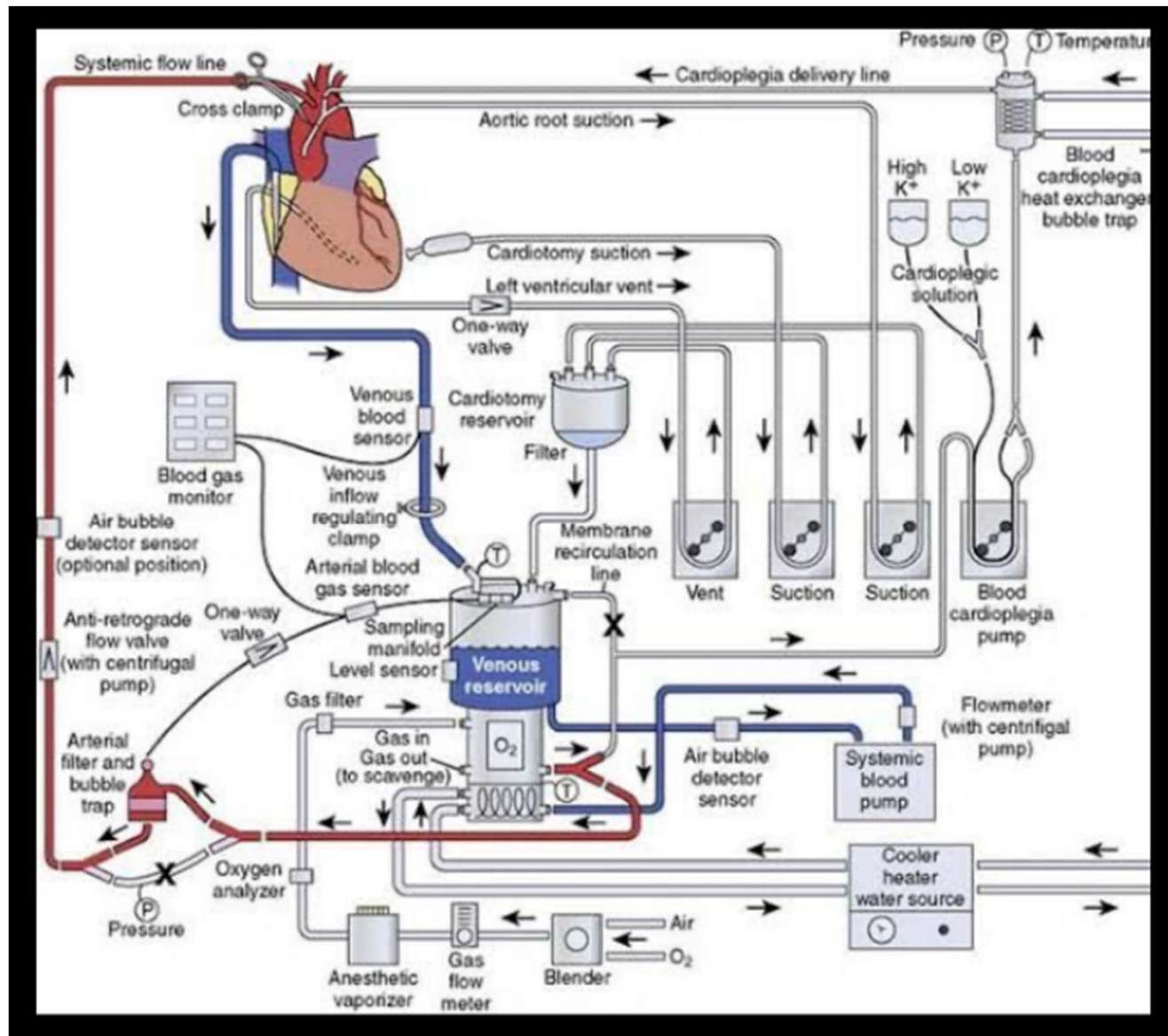
Créé par
le Dr R.Gaillard
à la même époque



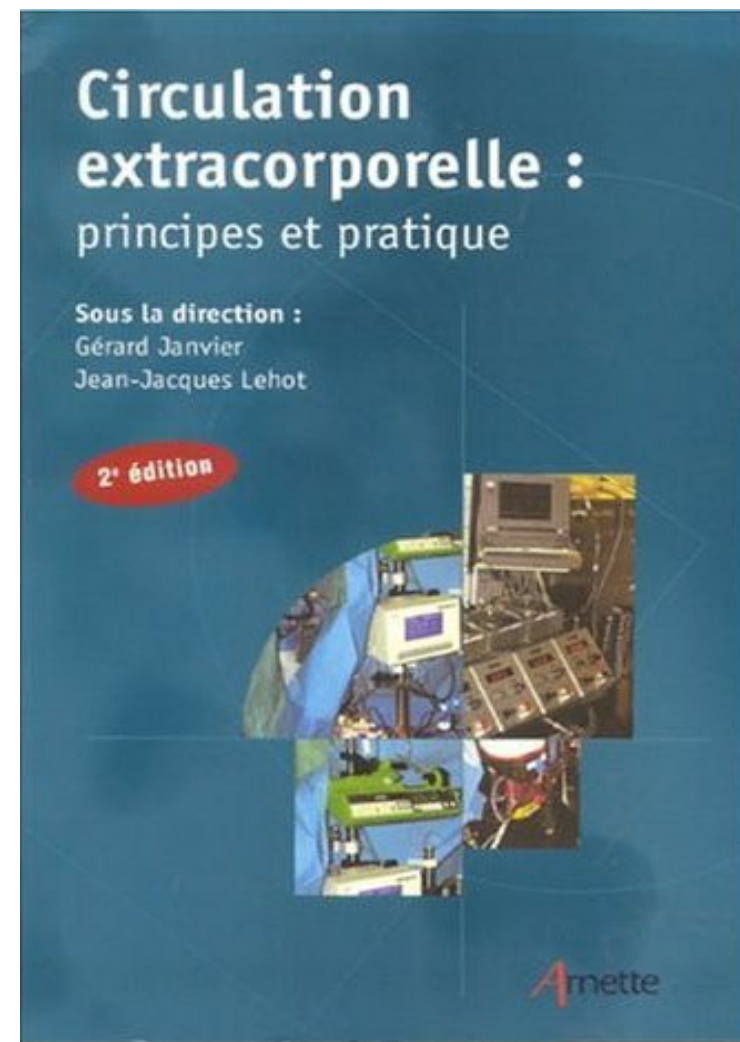
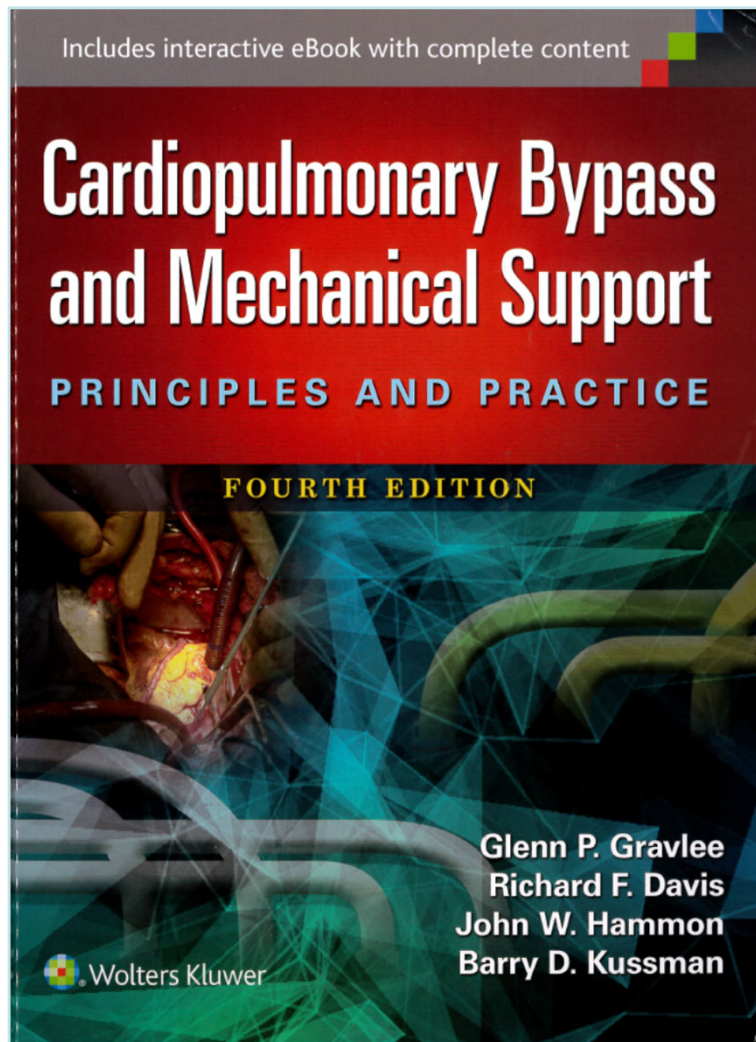
La CEC de nos jours...



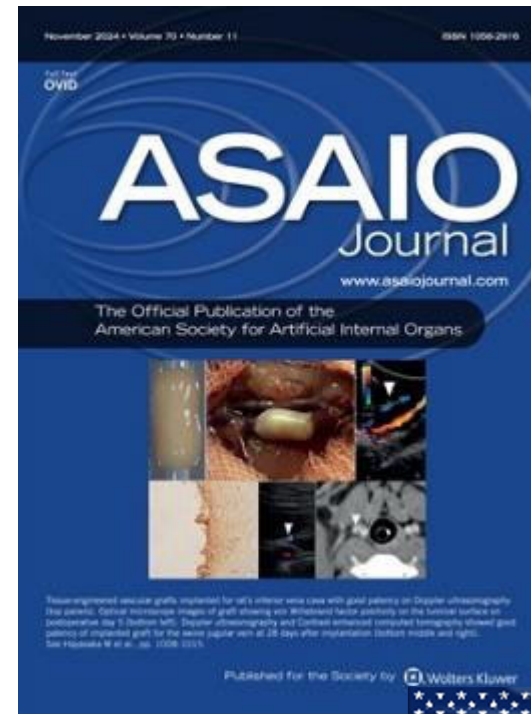
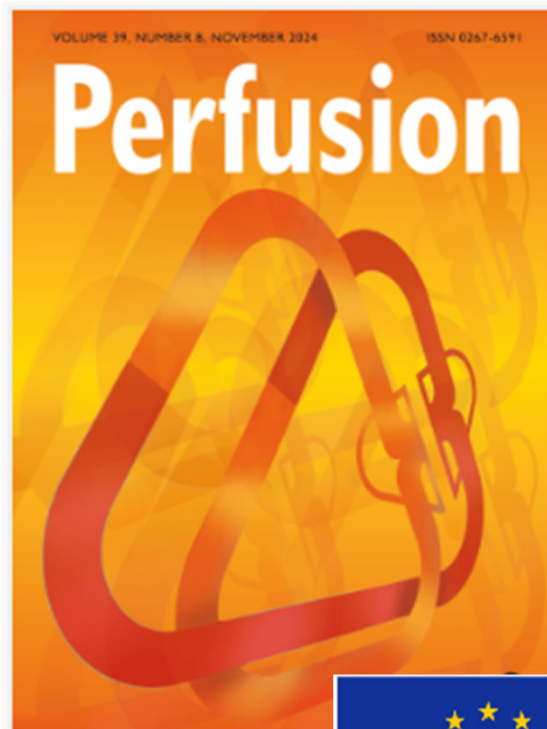
CEC contemporaine.....



Les ouvrages...



Les revues scientifiques...



Les recommandations...

CARDIOVASCULAR

2024 EACTS/EACTAIC/EBCP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery

Alexander Wahba^{1,2,*†} , Gudrun Kunst^{3,4,*†} , Filip De Somer^{5,*†} , Henrik Agerup Kildahl^{1,2,†}, Benjamin Milne^{6,†}, Gunilla Kjellberg^{7,†}, Adrian Bauer⁸ , Friedhelm Beyersdorf^{9,10} , Hanne Berg Ravn¹¹, Gerdy Debeuckelaere¹², Gabor Erdoes¹³ , Renard Gerhardus Haumann^{14,15}, Tomas Gudbjartsson¹⁶, Frank Merkle¹⁷ , Davide Pacini^{18,19} , Gianluca Paternoster^{20,21}, Francesco Onorati²² , Marco Ranucci²³ , Nemanja Ristic²⁴, Marc Vives^{25,26}, Milan Milojevic²⁷ , and EACTS/EACTAIC/EBCP Scientific Document Group

« On ne connaît bien une science
que si l' on connaît son histoire »



Claude Bernard (1813 - 1878)

Liens d'intérêt



@: alexandre.ouattara@chu-bordeaux.fr