

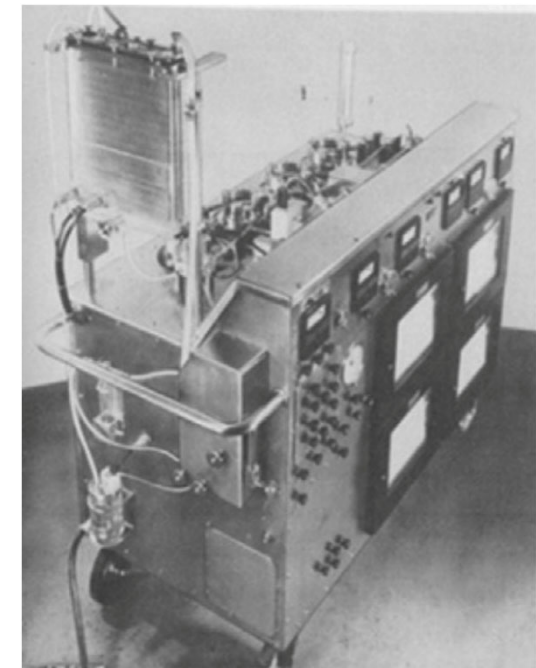
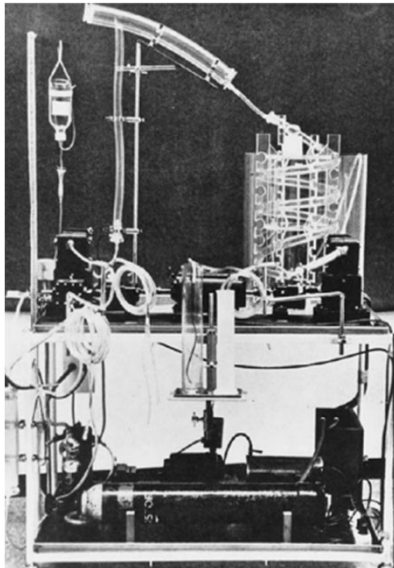
HISTORIQUE DE LA CIRCULATION EXTRA-CORPORELLE

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...

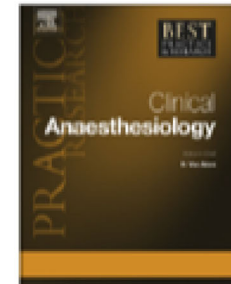
- Mise en place d'un circuit extra-corporel permettant de shunter le bloc cœur-poumon (« *cardiopulmonary bypass* ») permettant d'assécher les cavités cardiaques (cœur exsangue), d'arrêter les battements du cœur (solution de cardioplégie) et d'ouvrir les cavités
- Maintien de l'homéostasie du patient
- Suppléance de la fonction « cœur » par une pompe et de la fonction « poumon » (oxygénation, décarboxylation) par une membrane d'oxygénation
- Perfusion artificielle d'organes
- 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)

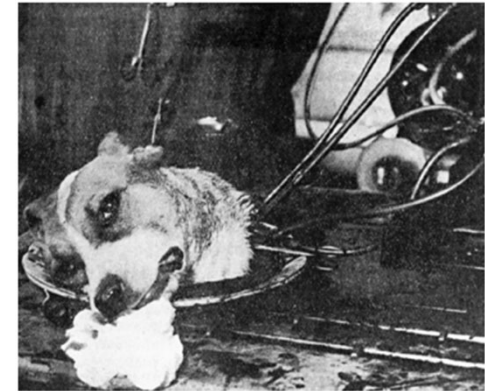
Perfusion de sang dans les carotides de tête de lapins décapités



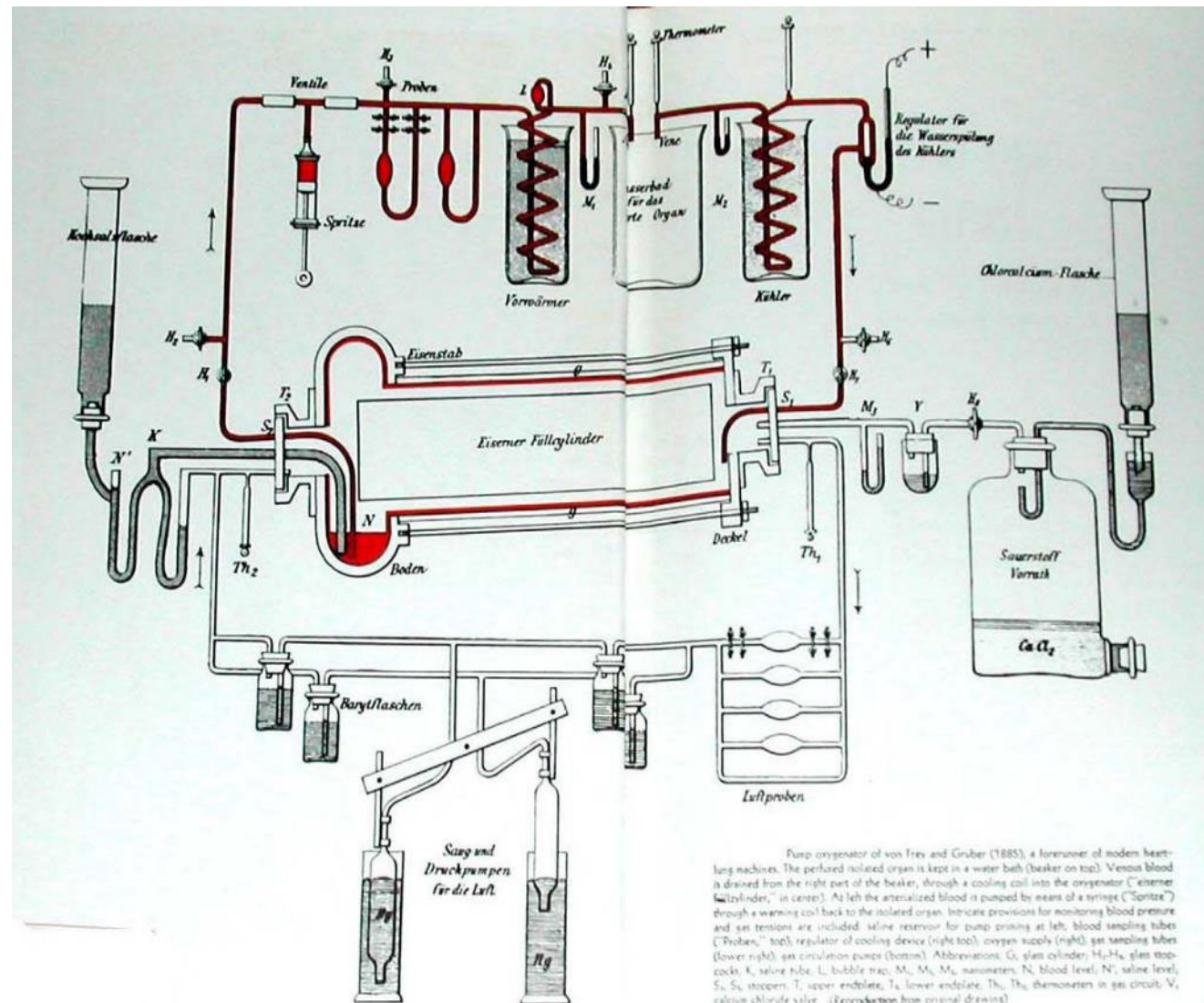
LAURENCE O'SHAUGHNESSY (LANCET 1939)

- 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:

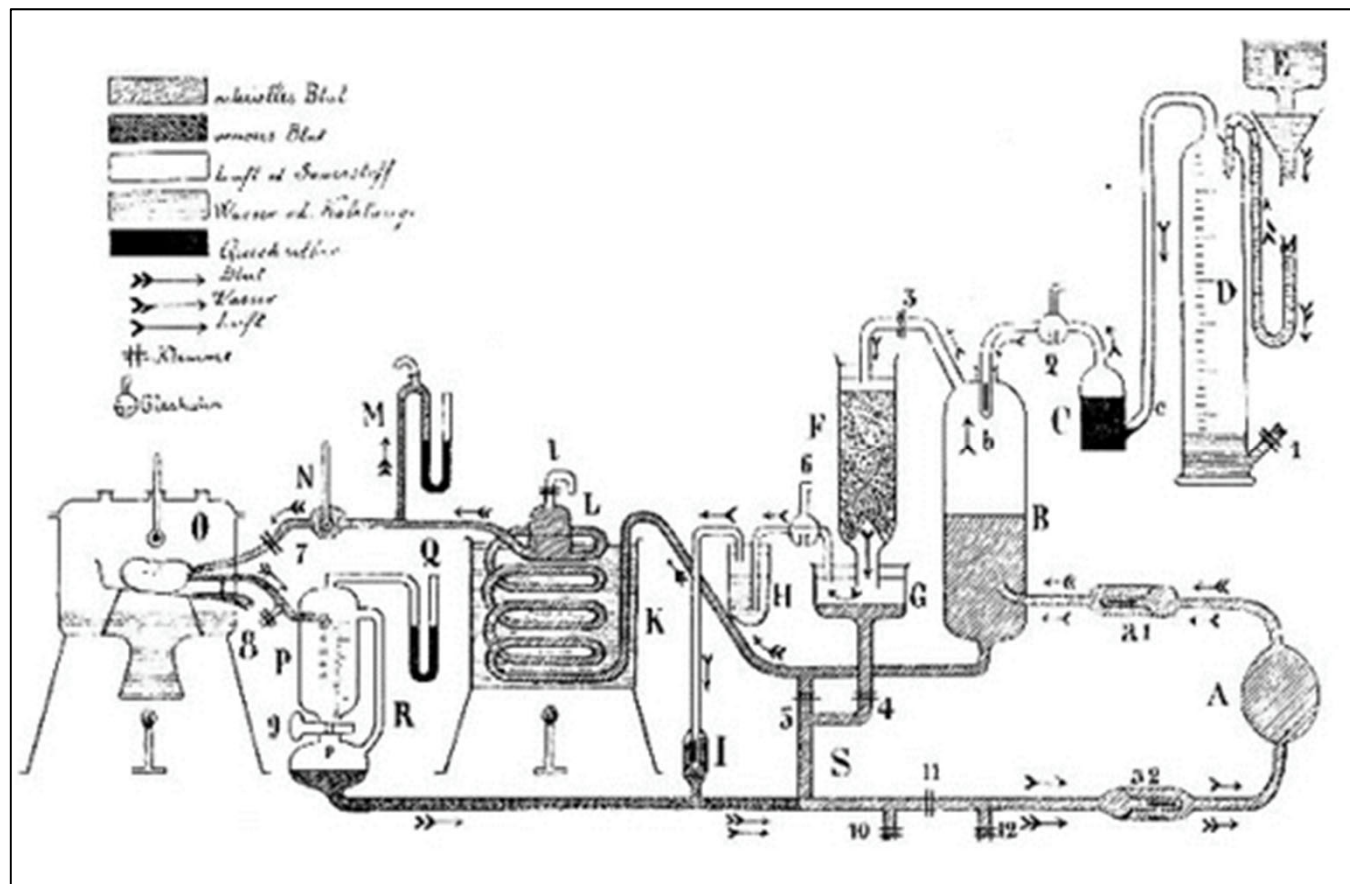
“This method of cerebral perfusion is clearly unfitted for immediate clinical application, but it is presented as an example of the sort of work necessary for the further advance of the surgery of the heart»



1884 Von Frey Gruber machine cœur-poumon artificiel oxygénateur à cylindre



Experimental set up of JACOB (1890) (pulsatile flow)



DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES CHEZ L'ANIMAL (PHYSIOLOGISTES+++) AVANT LE DÉVELOPPEMENT CHEZ L'HOMME...

Maintien des réflexes nerveux d'un bras « isolé et perfusé » par du sang veineux artérialisé (oxygéné) et pauvres en facteurs de coagulation (1858 Brown Séquard)

Oxygénation sanguine artificielle (sang défibriné) par agitation (Ludwig et Schmidt 1869)

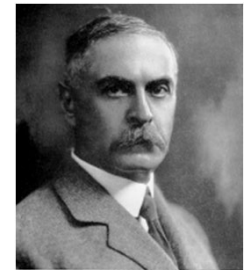
Oxygénateurs artificiels à bullage. Gaz introduit dans réservoir veineux placé en amont de l'organe perfusé (Von Schröder 1882)

Groupe sanguins (Karl Landsteiner 1902)

Perfusion de reins isolés avec oxygénateur à disques rotatifs (Hooker 1915)

Découverte du couple héparine/protamine (Mac Lean 1916/Chargaff et Olsen 1937)

Chimie des polymères (*Polychlorure de Vinyle*, 1926 et *Silicone*, 1943)

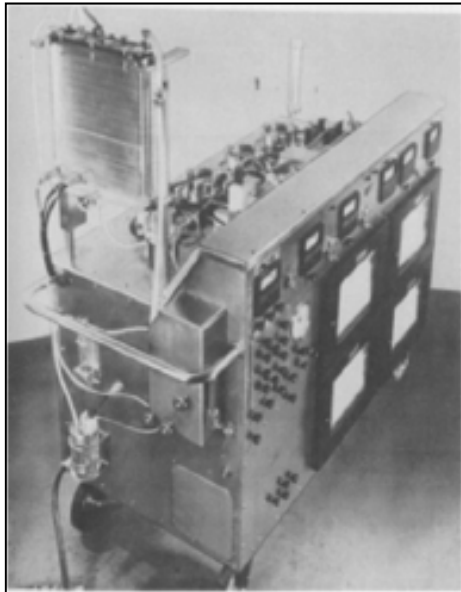


K. Landsteiner

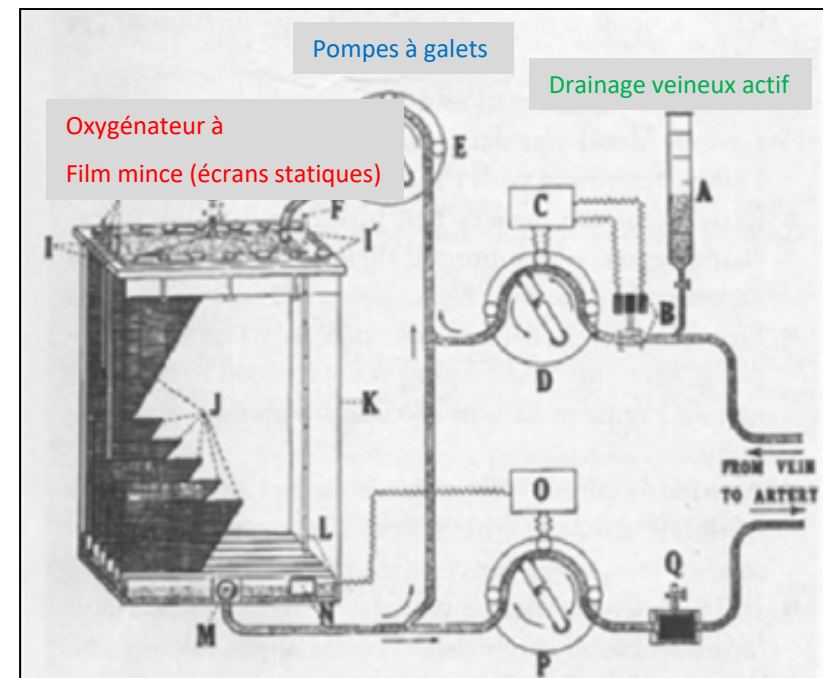
LA « LONGUE MARCHÉ DE 20 ANS » DE JOHN GIBBON

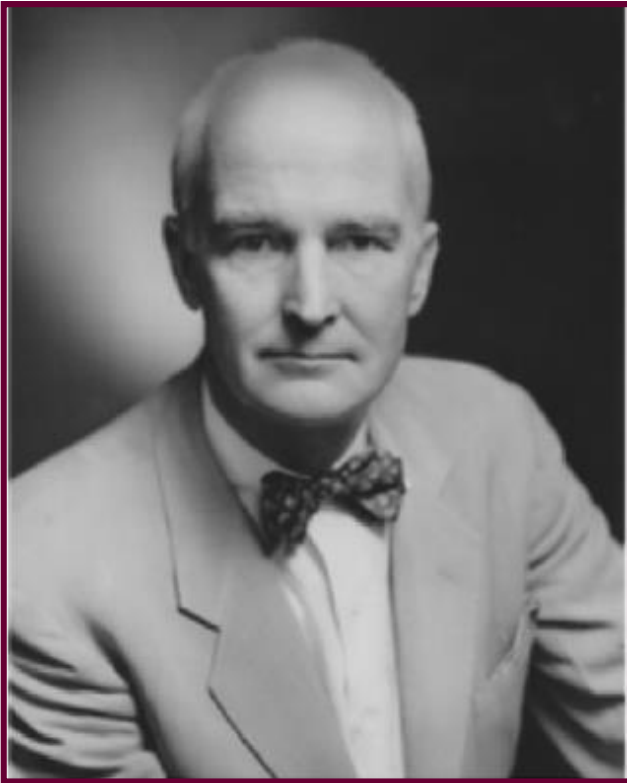
Commencée en 1930 (surgical research fellow...) avec l'aide de sa femme... et d'ingénieurs d'IBM (recherche expérimentale sur chiens)

Gibbon Heart-Lung machine



John Gibbon (1964)





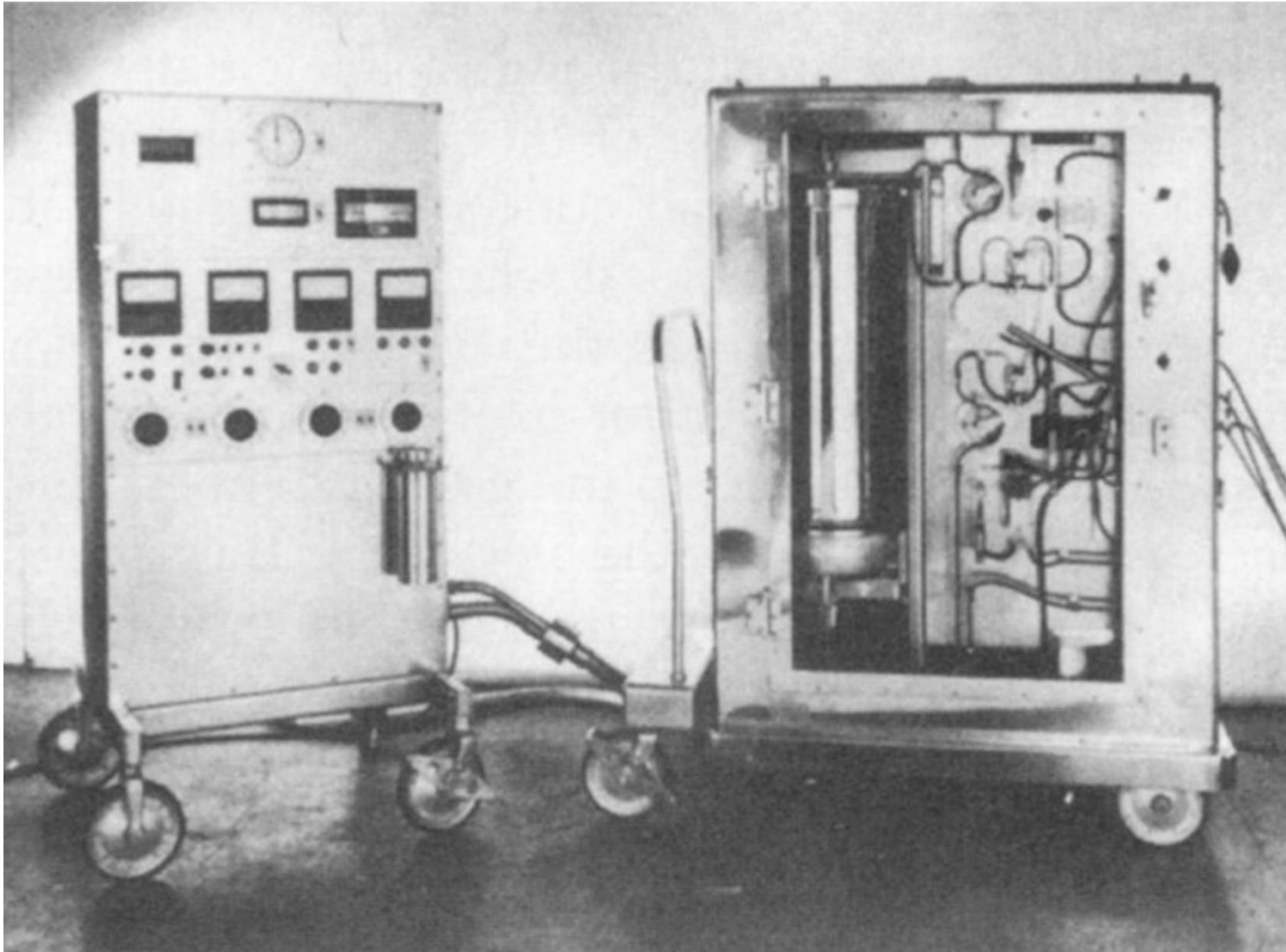
John Gibbon Jr.
(1903-1973)

... 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

Minneapolis

Echec

AM Dogliotti

Turin

Echec

1953

Gibbon

Philadelphie

1 succès
puis 2 échecs



Clarence Walton Lillehei

1918-1999

Université du Minnesota (Minneapolis)

Principe du
Facteur Azygos
1952

Circulation
croisée
1954

PRINCIPE DU « FACTEUR AZYGOS »

548

THE BRITISH JOURNAL OF SURGERY

EXPERIMENTAL SURGERY

Br J Surg 1952;39:548

EXPERIMENTAL CARDIOVASCULAR SURGERY

BY A. T. ANDREASEN AND F. WATSON

FROM THE LABORATORIES OF THE ROYAL COLLEGE OF SURGEONS, BUCKSTON BROWNE FARM, DOWNE, KENT

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

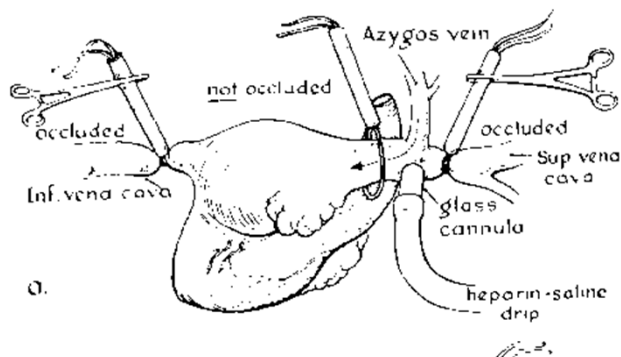
As a complement to these data it was necessary to know the answer to the following:—

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



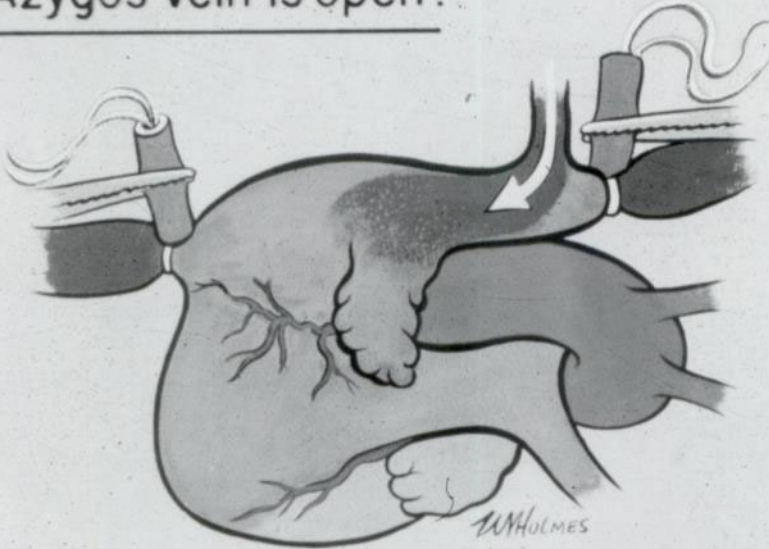
Surg Gynecol Obstet 1954; 98:225

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

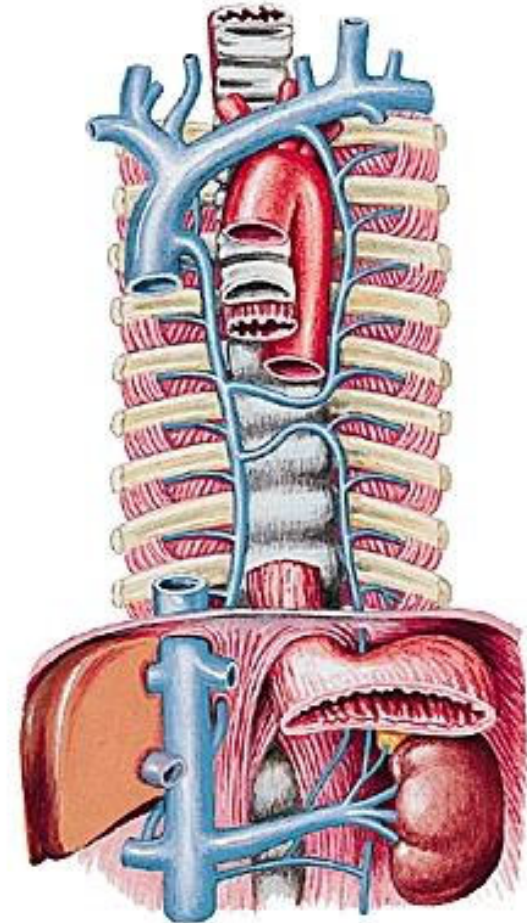
AZYGOS FLOW CONCEPT

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



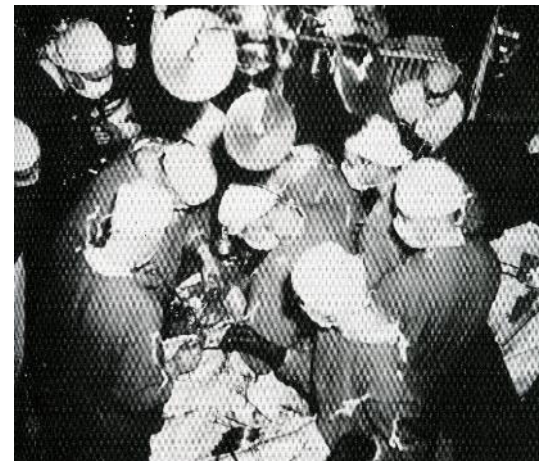
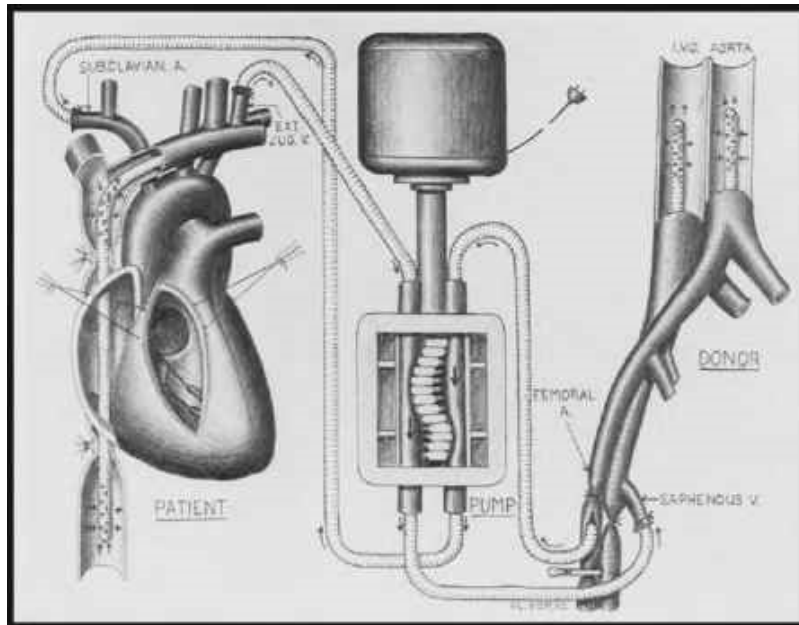
Système Azygos



Il 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)

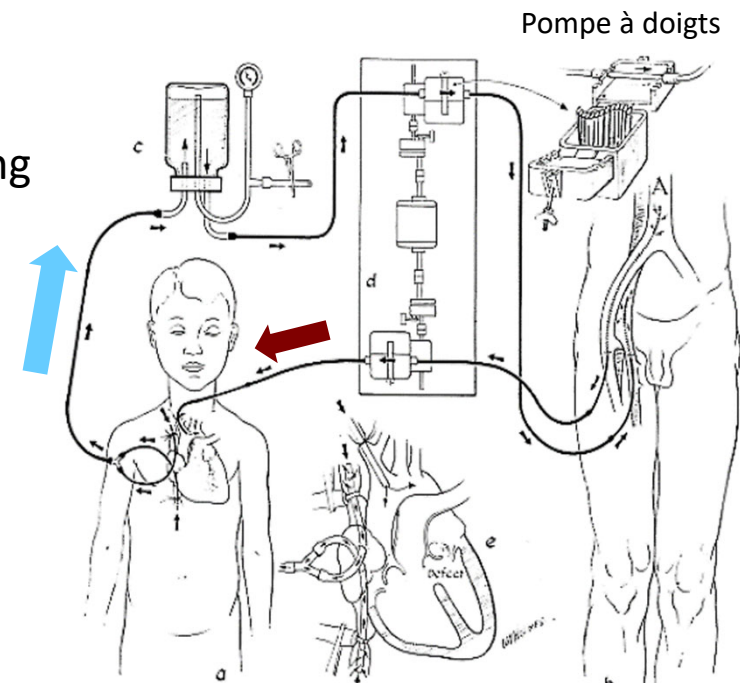
Surgery 1955

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

- Entre 26 mars 1954 et 19 juillet 1955, 45 enfants (5 mois à 10 ans) opérés de chirurgie à cœur ouvert
- Survie 28/45 dont 22 (49%) 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 Mustard Wt et al. 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

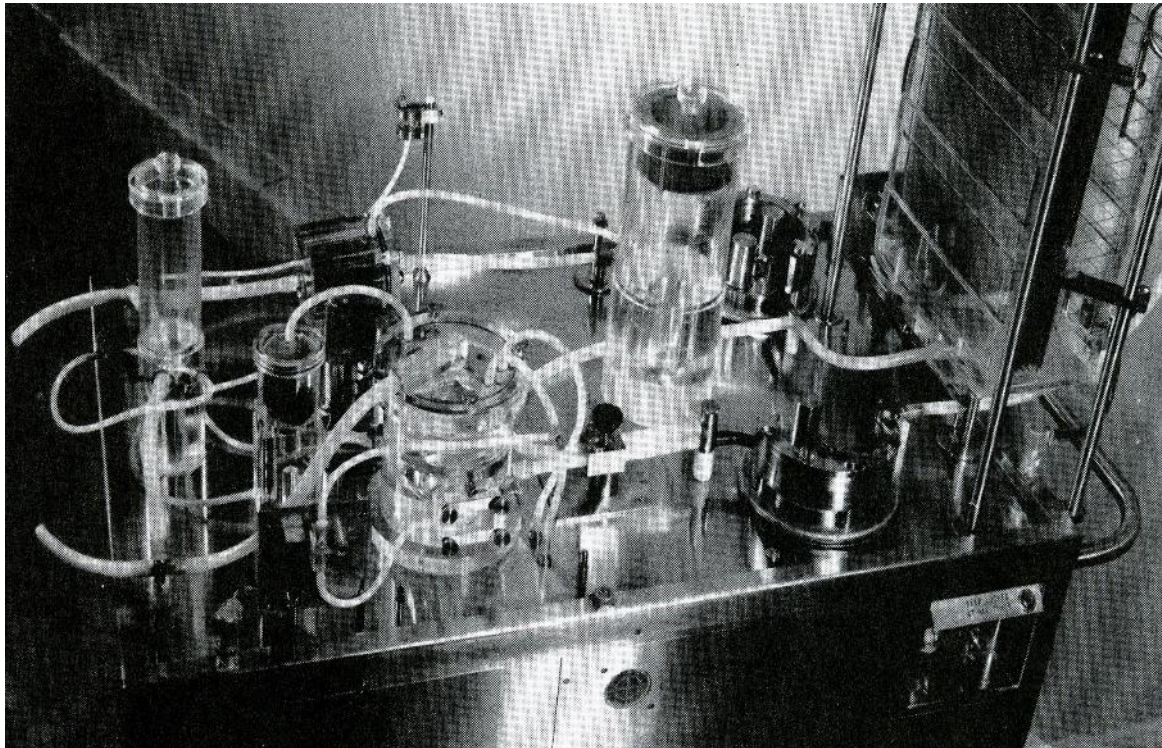
MAYO-GIBBON HL MACHINE

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

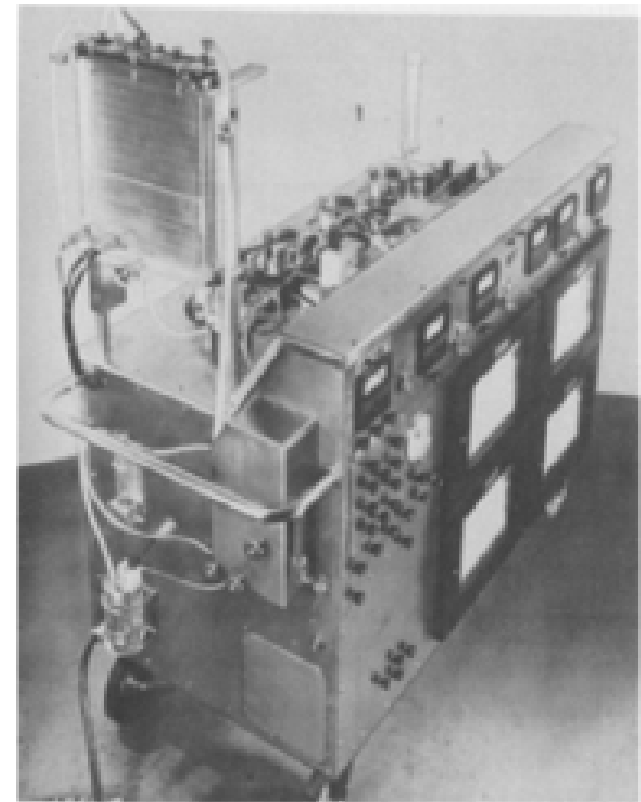
Améliorations substantielles avec l'aide d'IBM et des ingénieurs de la Mayo Clinic, jusqu'à ce qu'il devienne tout à fait fiable (Mayo-Gibbon HL machine).

Pompe (débit 2.4 L/min/m², un oxygénateur, une mesure de la saturation sur la ligne artérielle et veineuse et une cuve pour AAH





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

Concurrence féroce dans le Nord-Est des Etats-Unis...





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

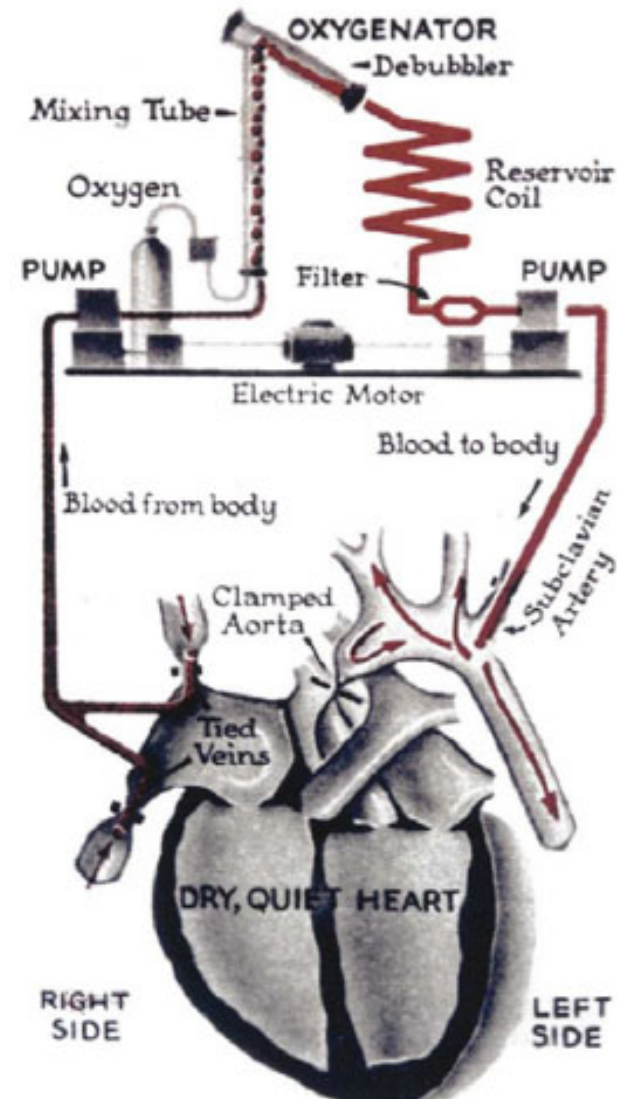
Développement des oxygénateurs à bulles

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

Première utilisation chez
l'Homme : mai 1955

Système Pompe-Oxygénateur de Lillehei-DeWall (SPOLD)

Oxygénateur à bulles



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

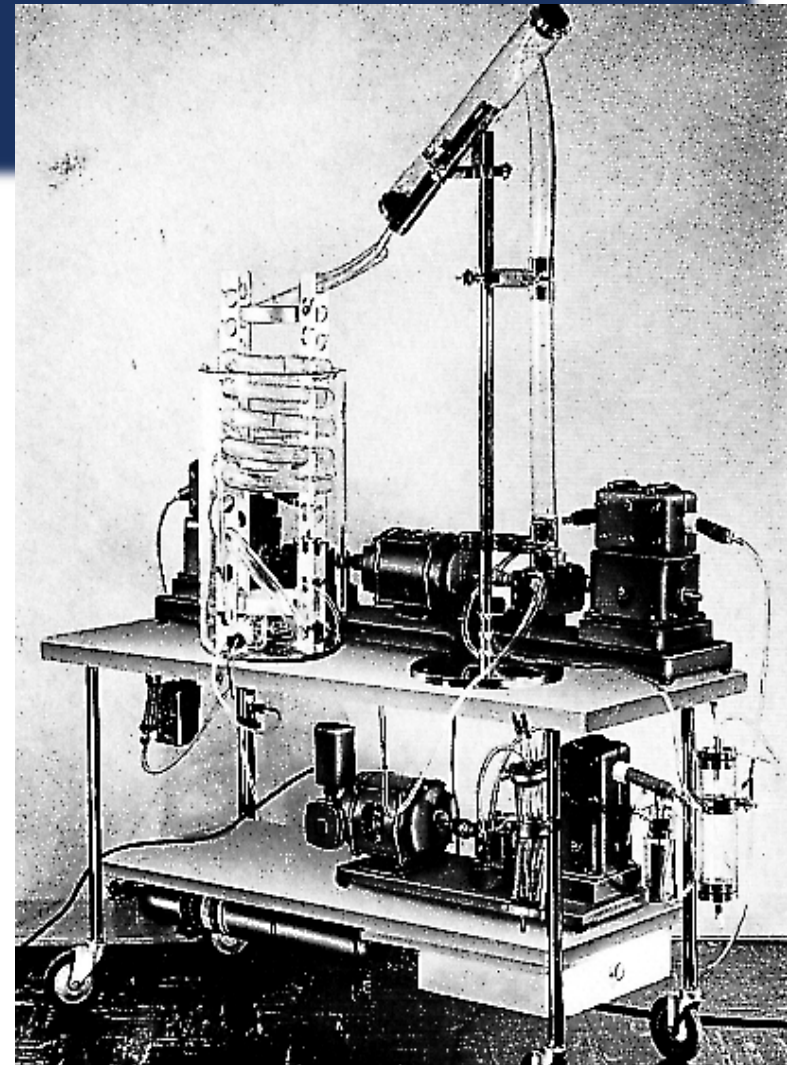
C. WALTON LILLEHEI, M.D., RICHARD A. DEWALL, M.D.,
RAYMOND C. READ, M.D., HERBERT E. WARDEN, M.D.
and RICHARD L. VARCO, M.D.

Minneapolis, Minnesota

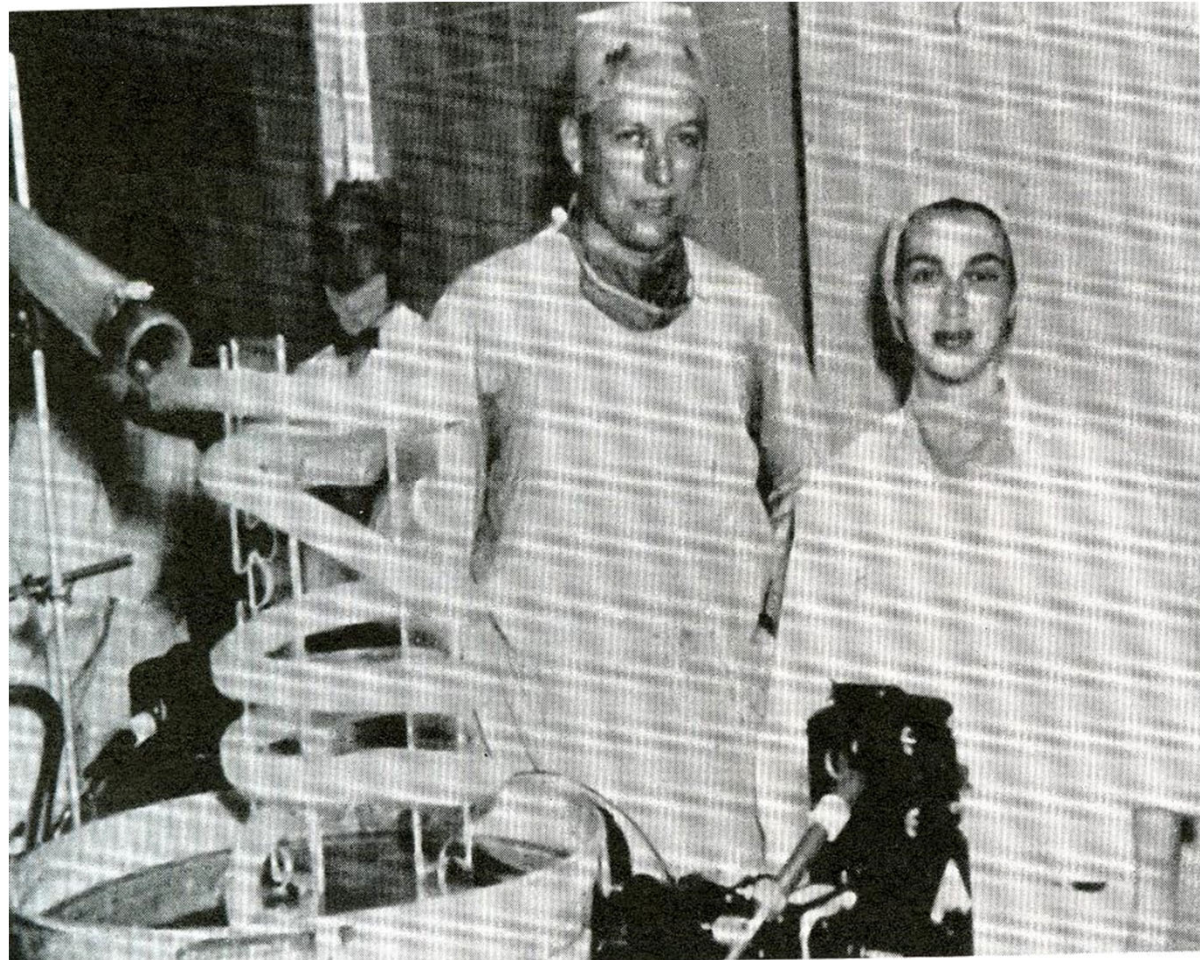
Diseases of the chest 1956

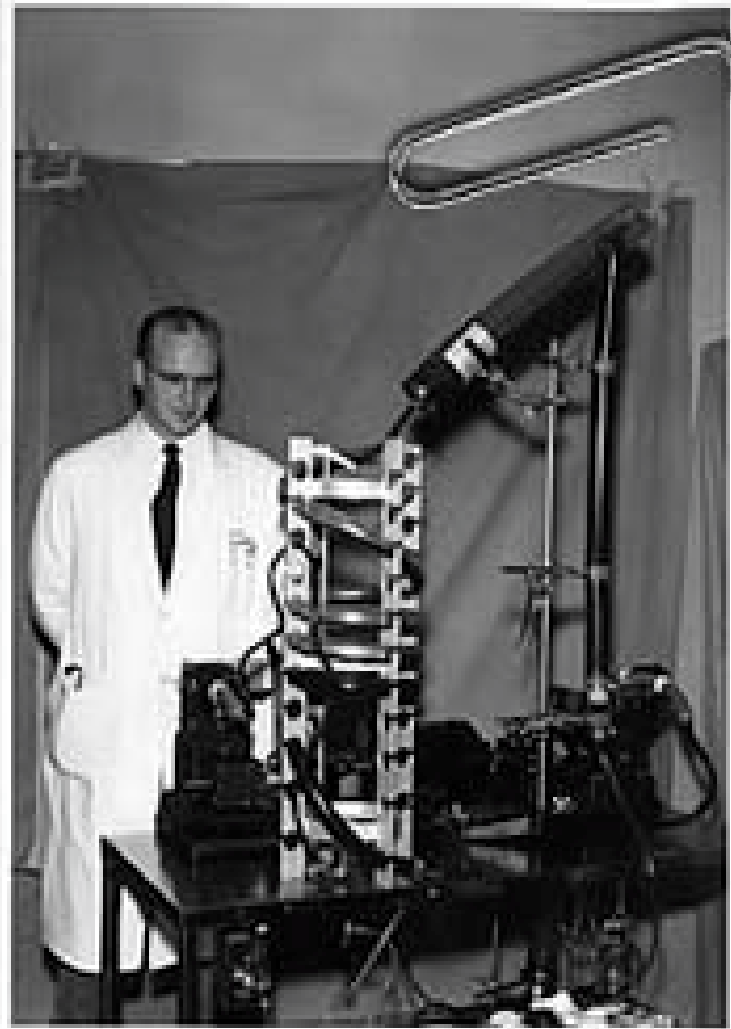
Pompe volumétrique occlusive non pulsatile à doigts (Sigma Motor)

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



Photographie tirée d'un article de 1958





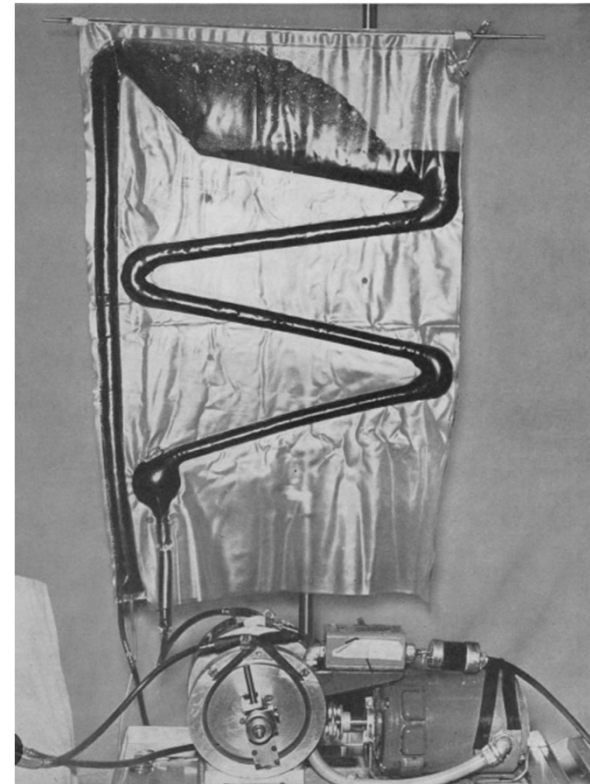
Richard DeWall vient passer 6 semaines à Paris en automne 1955 à l'hôpital Marie Lannelongue.

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

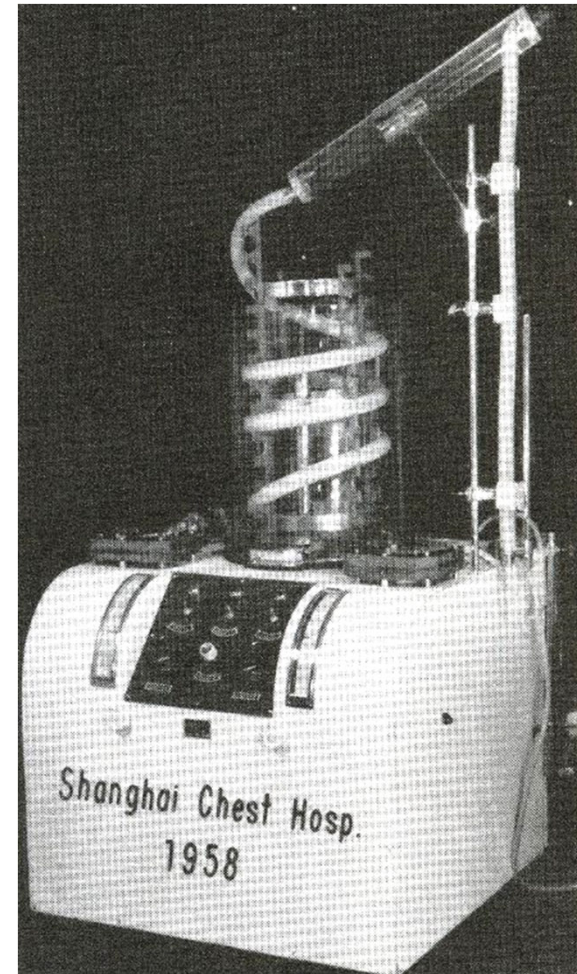
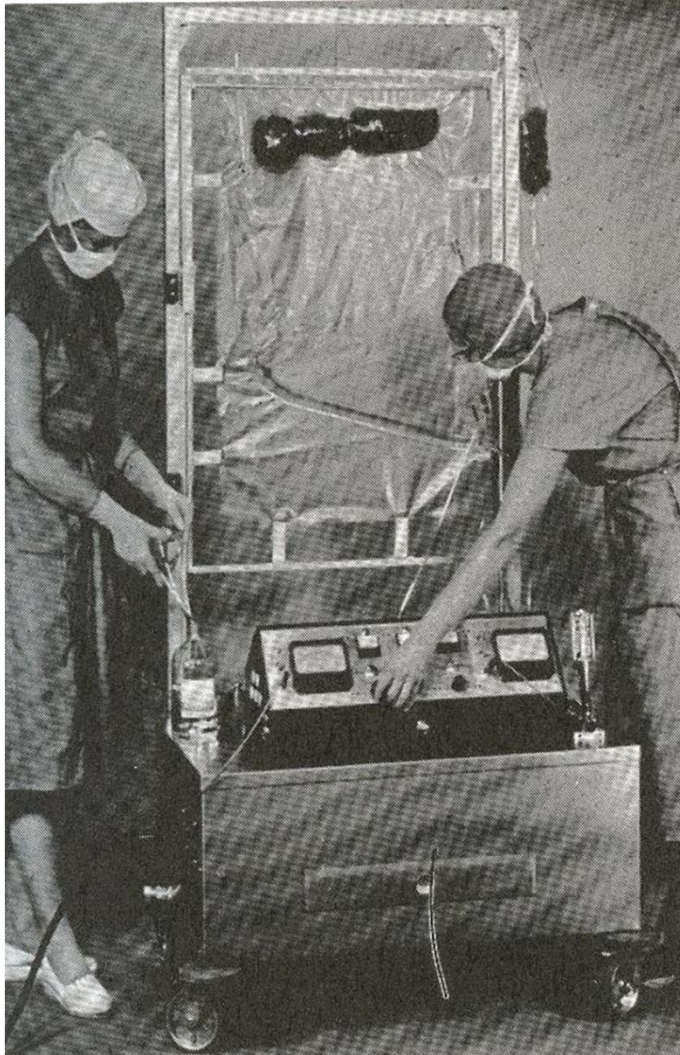
le 10 décembre 1955

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



Richard DeWall et Vincent Gott

DeWall-Lillehei pump-oxygenator





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.



Gibbon, Lillehei, Kirklin et DeWall doivent être considérés comme les piliers de la circulation extra-corporelle. Ils vont aussi contribuer à la stimulation épiscopardique, la voie d'abord par sternotomie ou encore la canulation fémorale.

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

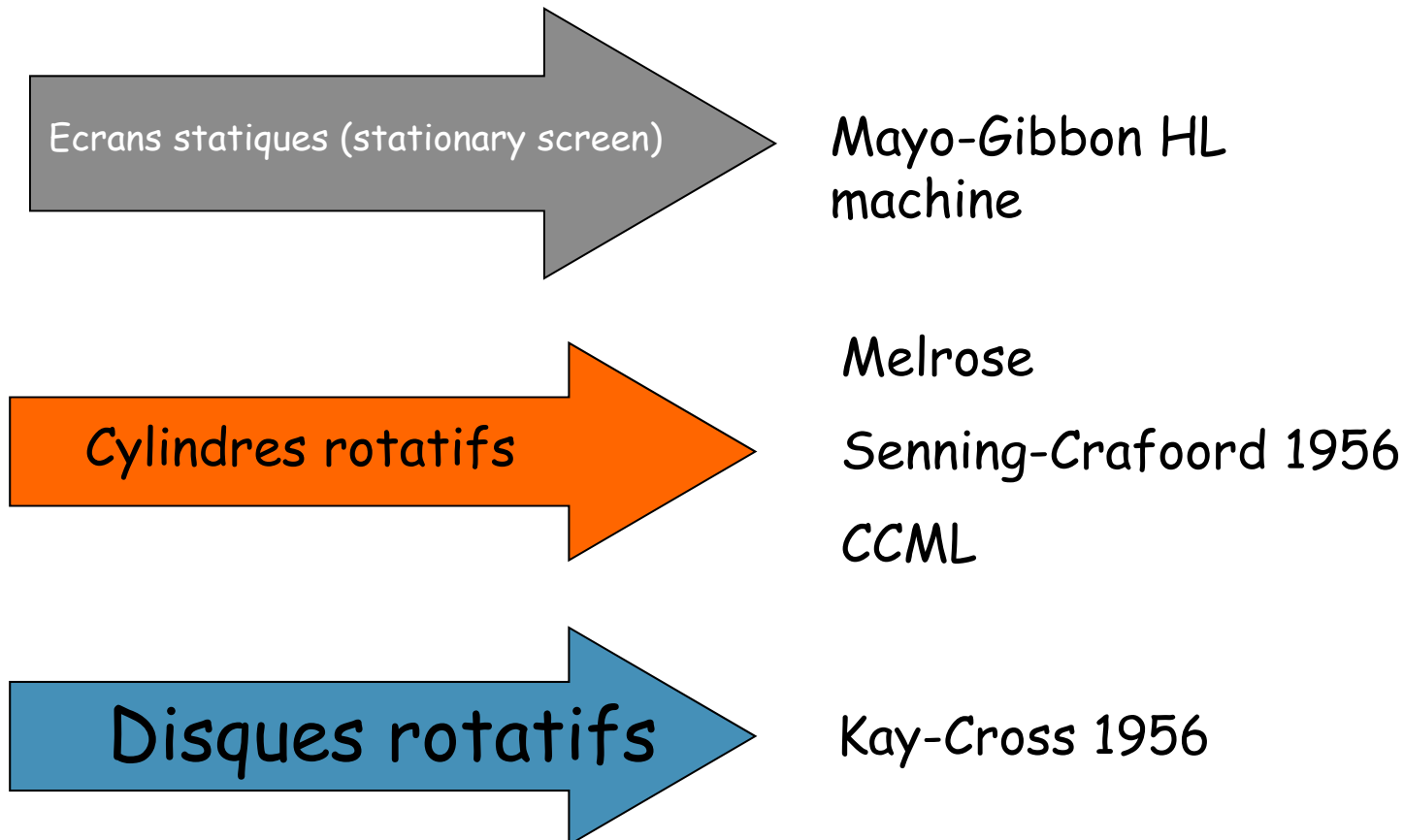
Oxygénéateur à membrane

Oxygénation
par contact
direct

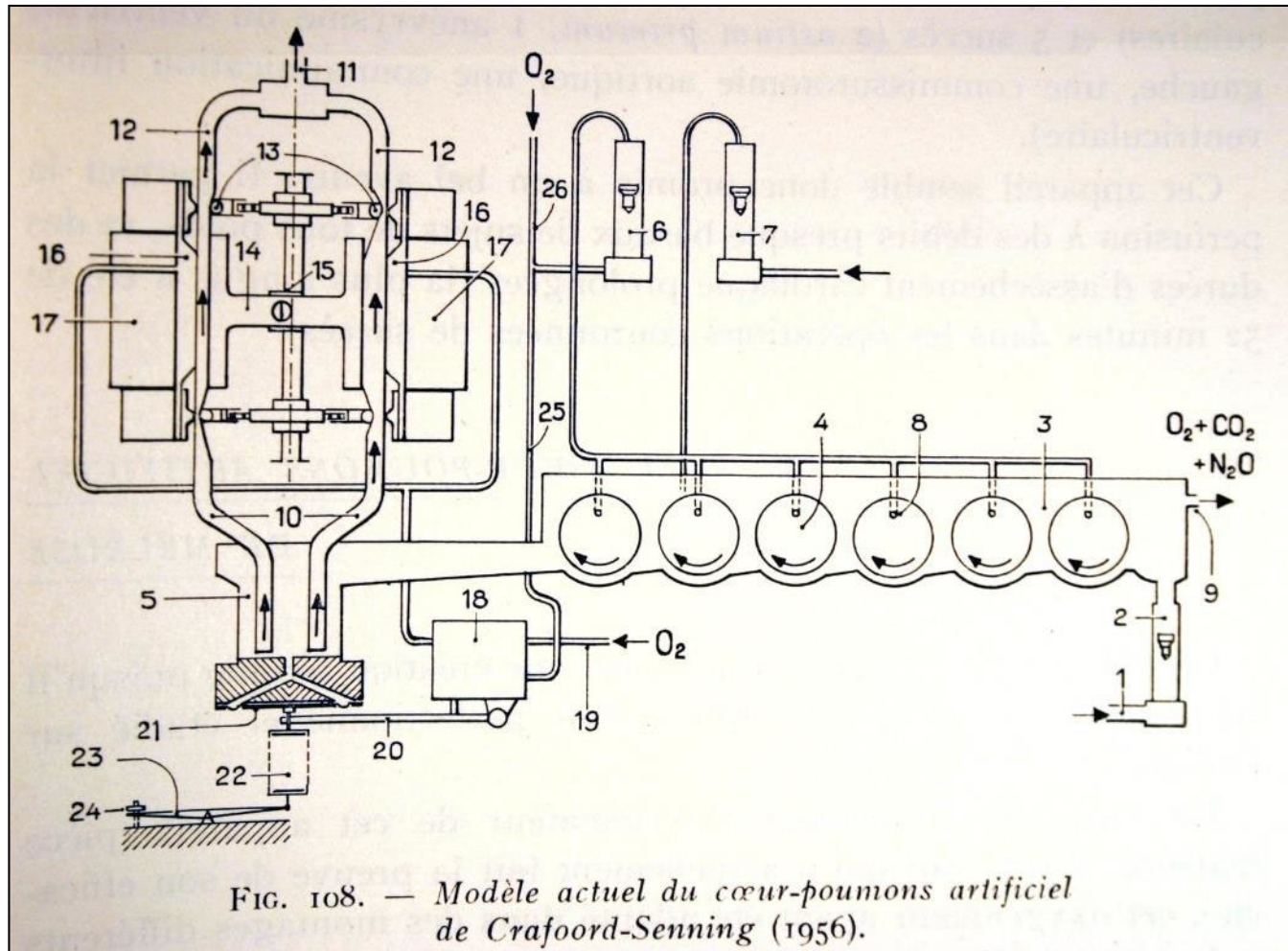
Oxygénation
par diffusion

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.

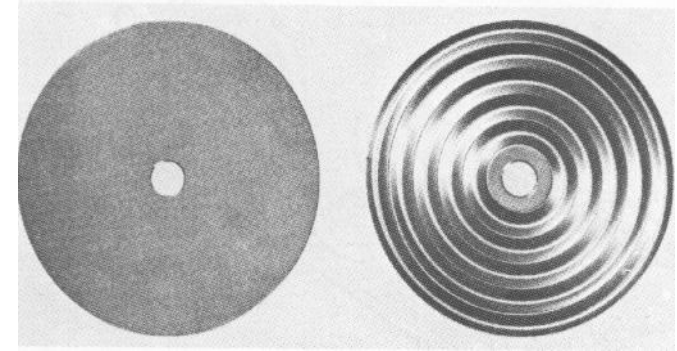
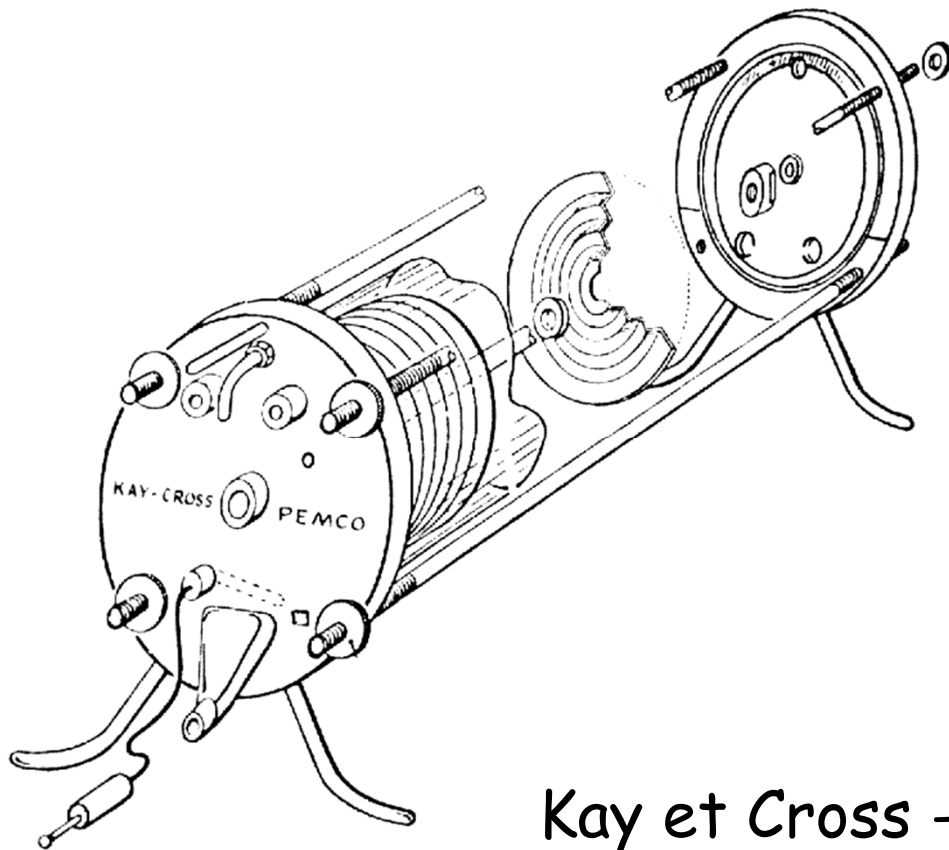


OXYGÉNATEURS À CYLINDRES ROTATIFS



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

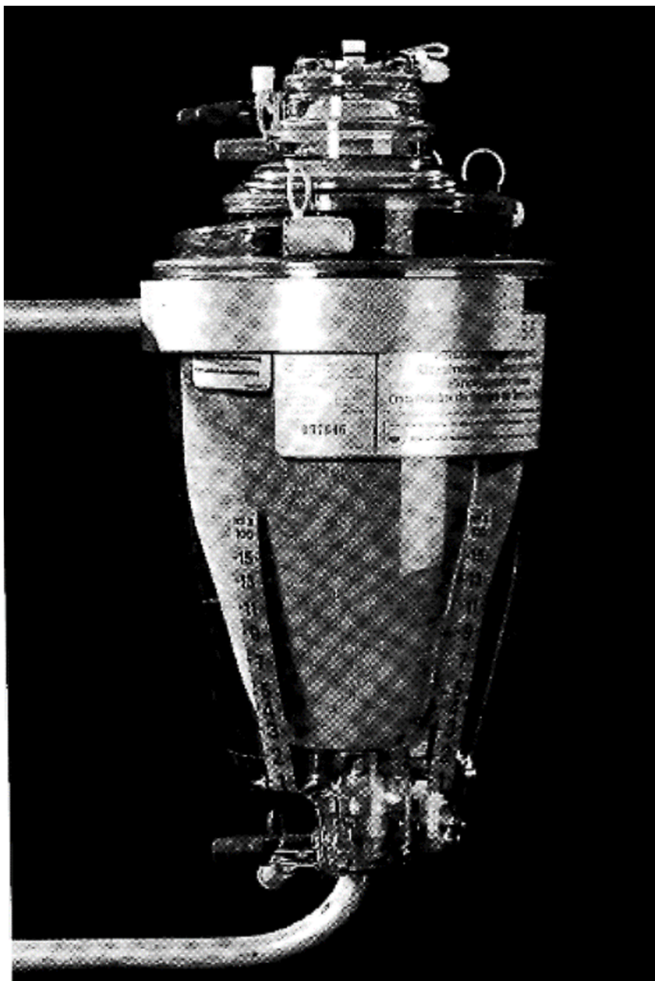
Prêts à l'emploi

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

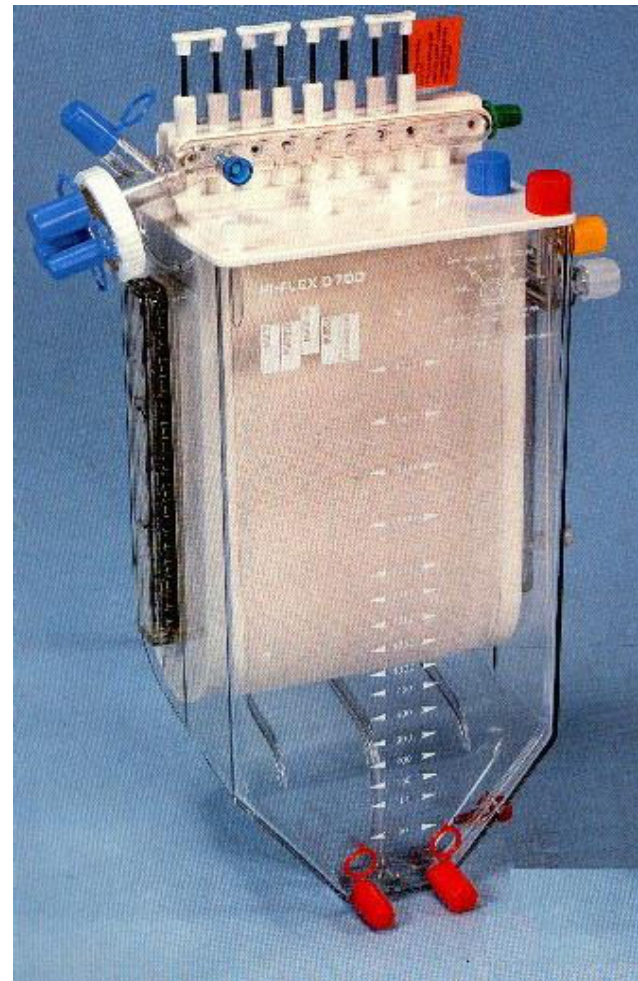
OXYGÉNATEURS À BULLAGE

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 (SIRS +++/SDRA pump lung)

OXYGÉNATEURS À BULLAGE PRÊTS À L' EMPLOI

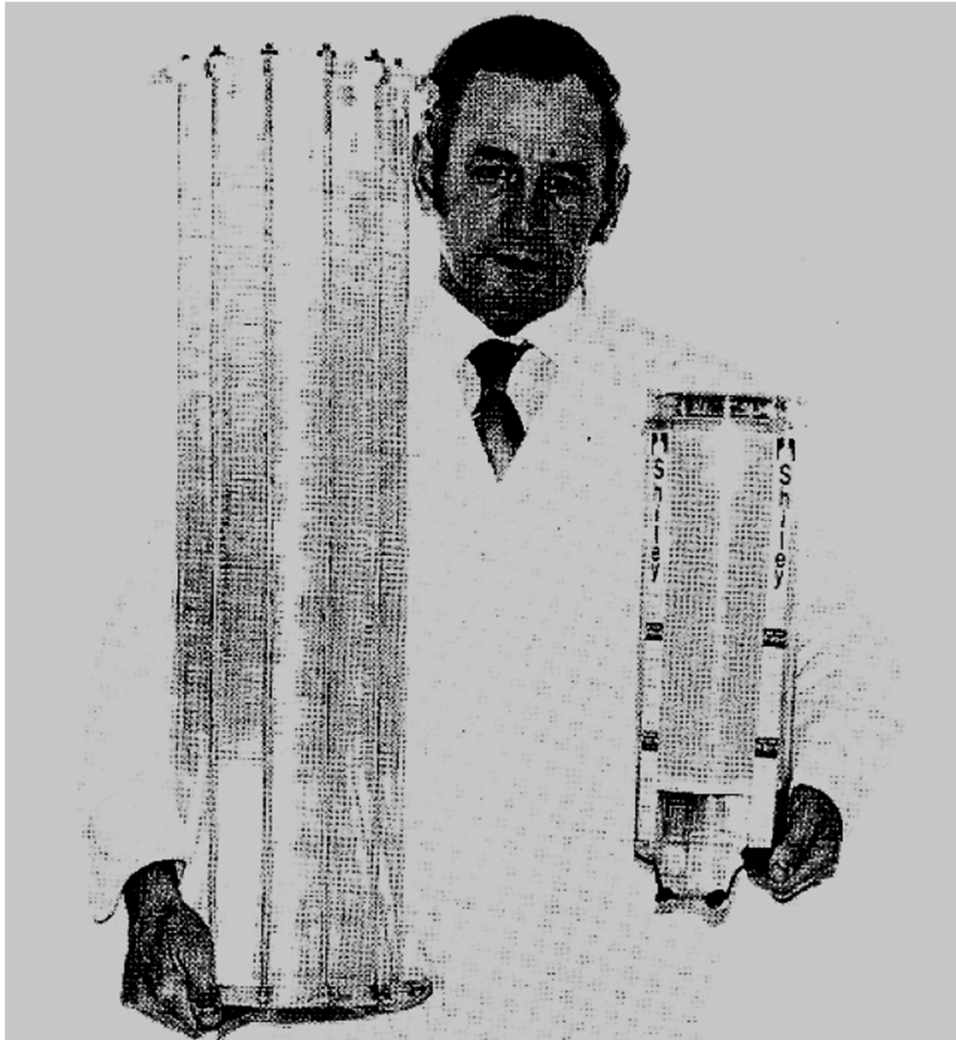


Bentley BOS 5



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



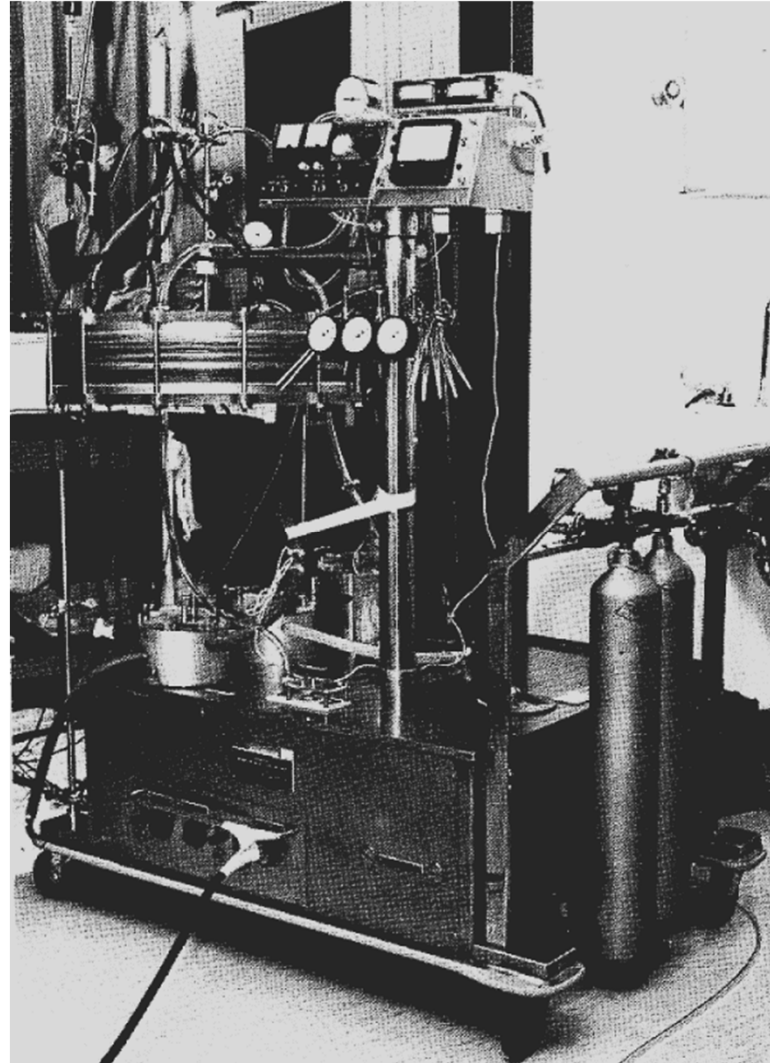
Plaques

- Sandwich
- Paravent
- Bobine

Membrane cellulose [Kolff WJ, Artificial kidney]

Fibres creuses

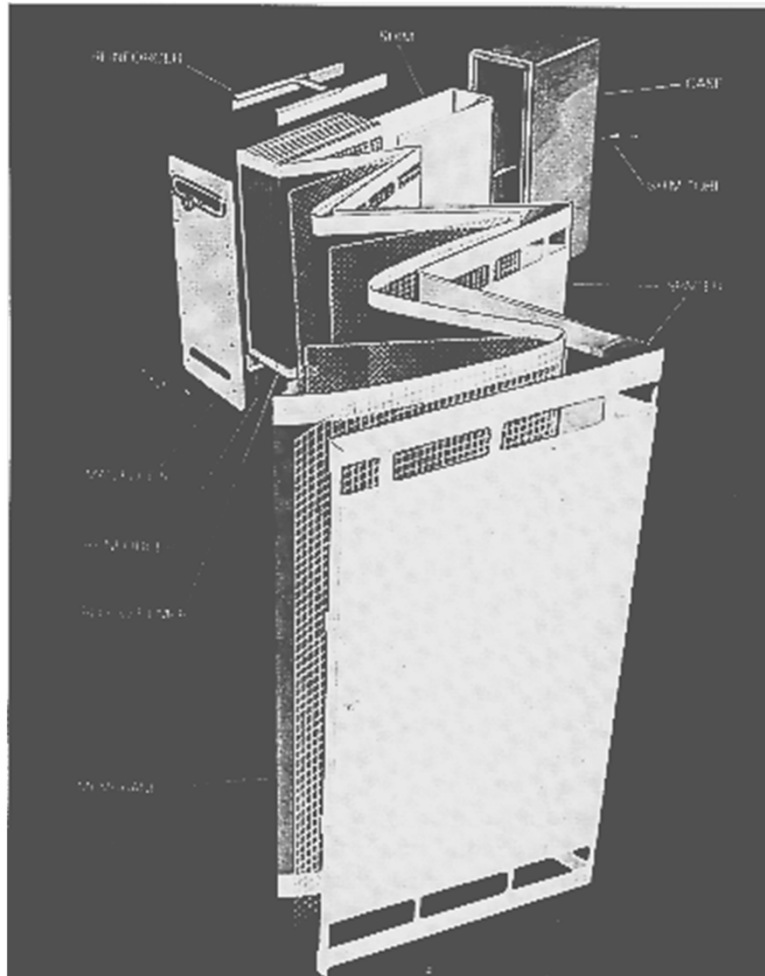
- Sang intérieur
- Sang extérieur



Oxygénateur de Bramson - 1960

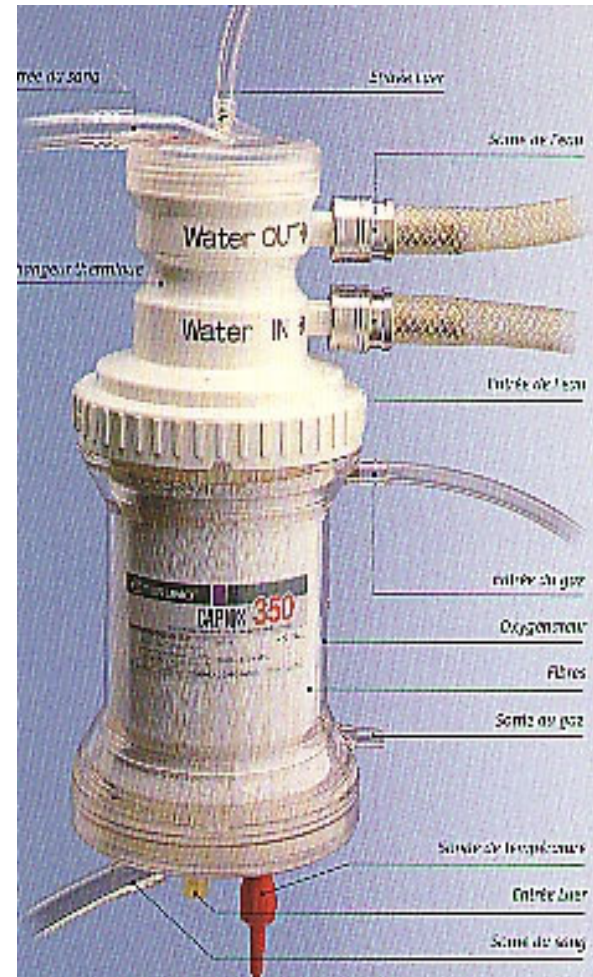
OXYGÉNATEURS À MEMBRANE

« Paravent »



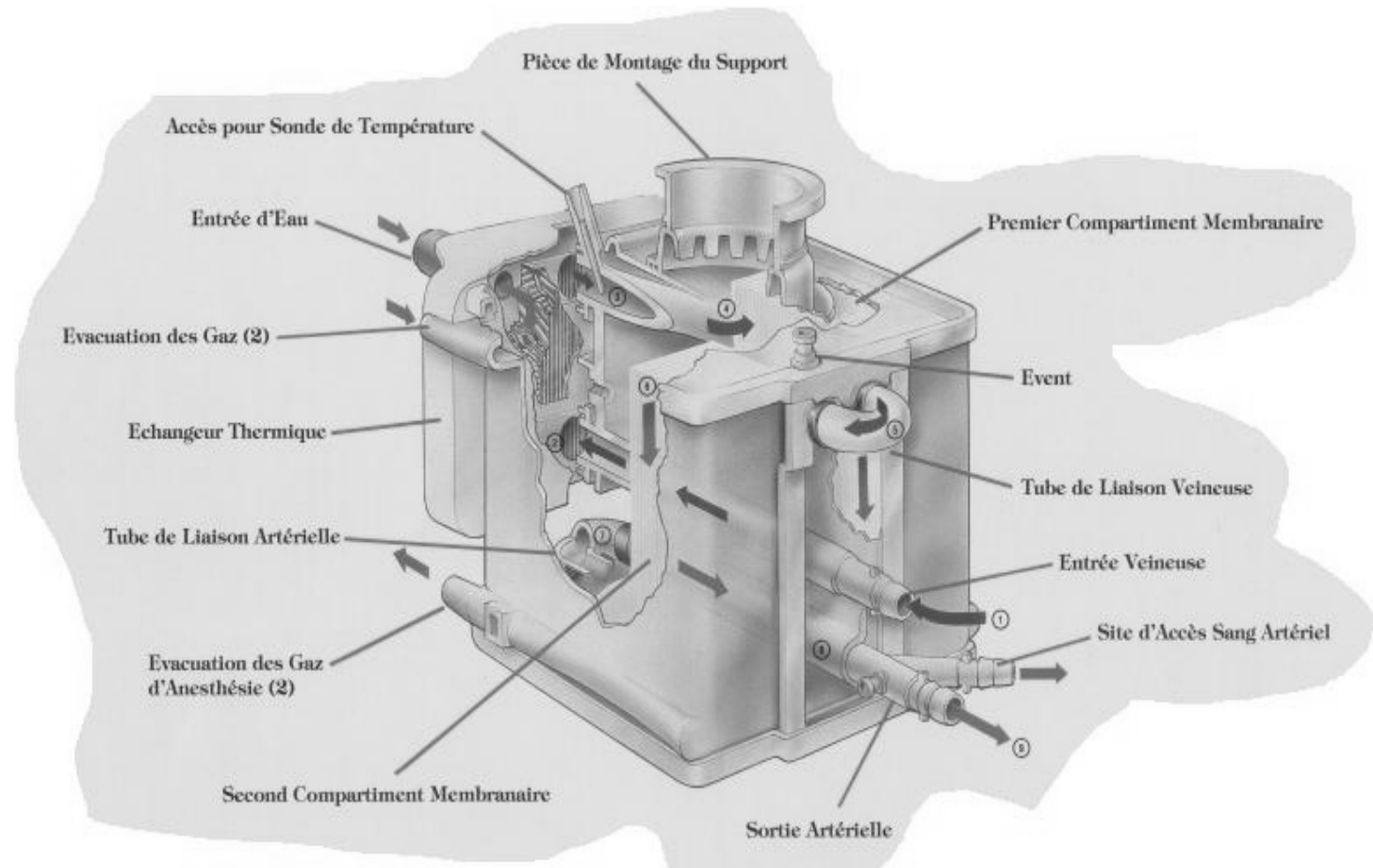
Travenol vers 1978

« Fibres creuses »

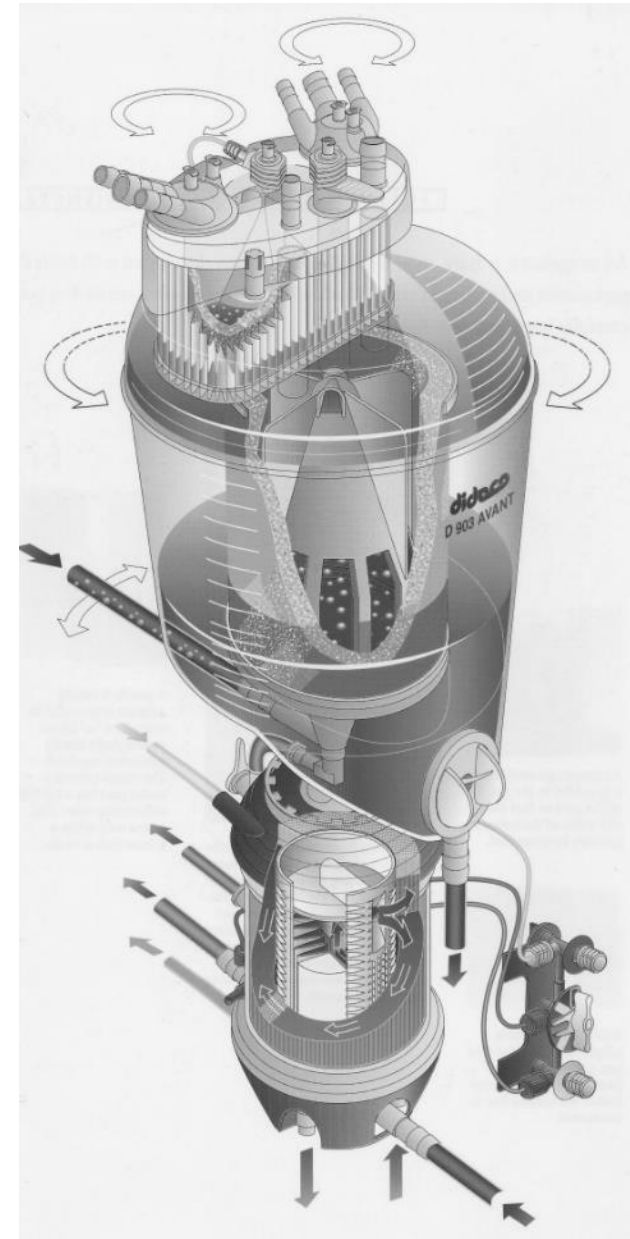


Terumo-Capiox vers 1985

Oxygénateur à membranes assemblées en couches CML (Cobe)

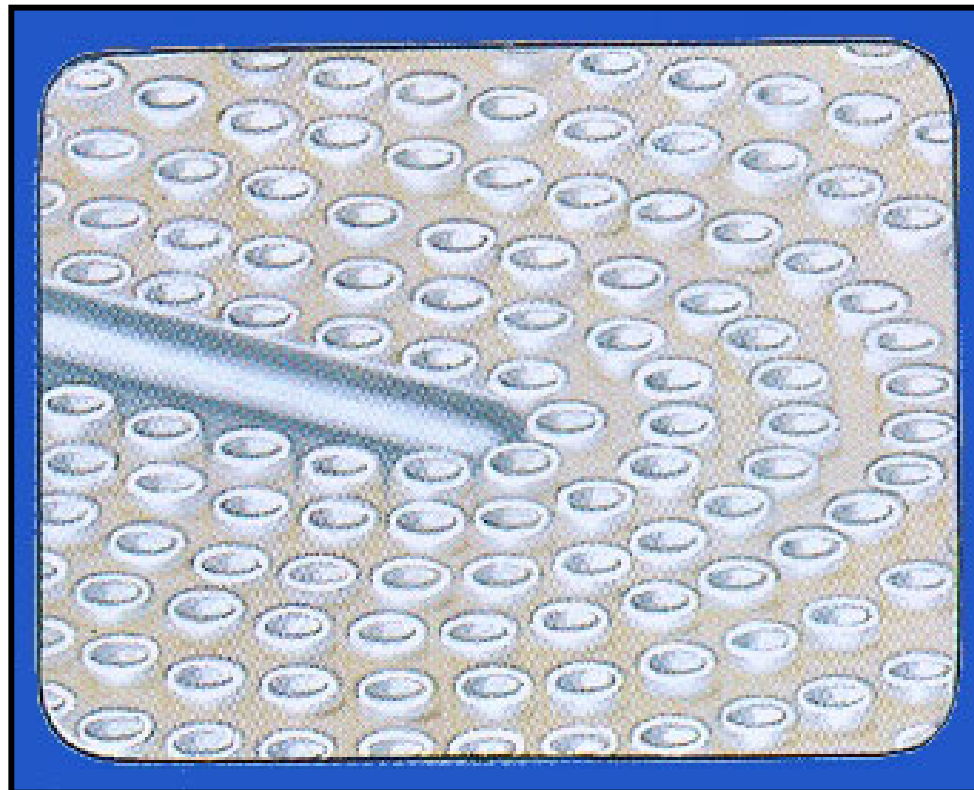


Oxygénateur à membrane ou les surfaces d'échange sont traitées par phosphorylcholine améliorant leur hémocompatibilité



FIBRES CREUSES

- Polypropylène microporeux
- Polyméthylpentène (limite la fuite plasmatique)



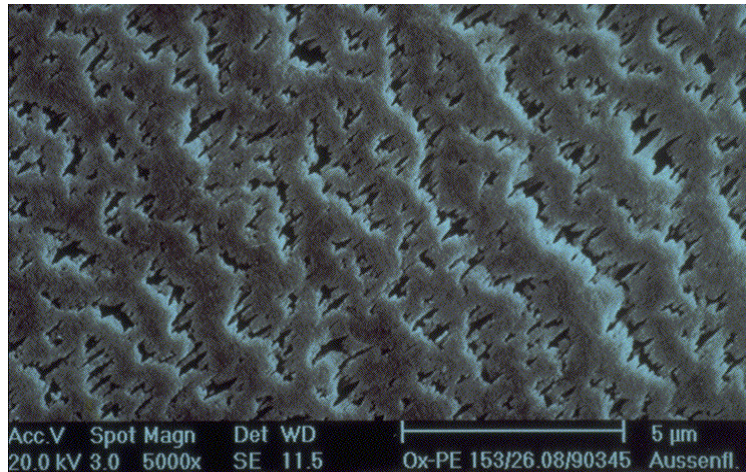
Membrane tubulaire microporeuse



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

Micropores Membrane

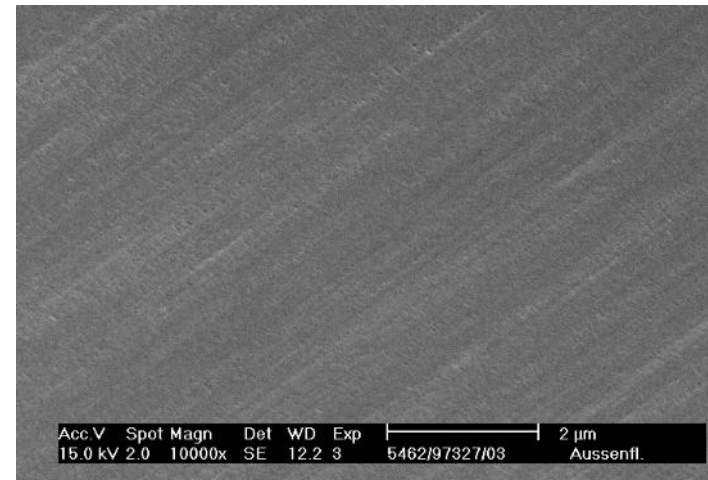
(Polypropylène)



Micropores for gas exchange

Diffusion Membrane

(Polyméthylpentène)



Diffusion of gas through the permeable membrane (human lung)

Better transfert

Impermeable for plasma

Possible coating

No plasma leakage

Duration of use (label CE 14 days)



QUADROX D® avec membrane de diffusion. Sécurité optimale en cas de perfusion longue durée. Membrane étanche et hydrophobe en fibre creuse en polyméthylpentène évite toute fuite du plasma, empêche la formation de micro-bulles et protège contre la contamination bactérienne du côté gaz.

A pilot study comparing two polymethylpentene extracorporeal membrane oxygenators

J Rambaud, J Guilbert, I Guellec and S Renolleau

Table 1. Characteristics of the two oxygenators

	HILITE 800®	QUADROX-ID®
Maximum blood flow	0.8 L/min	2.8 L/min
Maximum gas flow	1.6L/min	5.6L/min
Fill volume	55 ml	81 ml
Oxygenator		
Materials	Polymethylpentene	Polymethylpenene
Surface	0.32 m ²	0.8 m ²
Heat exchanger		
Surface	Included	Included
Connectors		
Blood entrance and exit	3/16-1/4	1/4
Gas entrance and exit	1/4	1/4 (entrance) and 3/8 (exit)
Need for de-bubbling	Yes	No

Table 4. Membrane efficiency

	HILITE 800LT® (average/ standard deviation)	QUADROX-ID ® (average/ standard deviation)	p
Oxygenation capacity (mmHg)	363 ± 92	436 ± 97	< 0.0001
Oxygenation capacity / surface ratio (mmHg/m ²)	1138 ± 307	538 ± 115	< 0.0001
CO ₂ removal capacity (mmHg)	14.49 ± 6	14.45 ± 4	0.88
CO ₂ removal capacity / sweep gas flow ratio (mmHg/ml/mn)	0.012 ± 0.001	0.02 ± 0.002	0.01
CO ₂ removal capacity / sweep gas flow /surface ratio (mmHg/ml/mn/m ²)	0.038 ± 0.004	0.022 ± 0.001	< 0.0001
Average sweep gas flow (ml)	1400 ± 592	1003 ± 394	< 0.0001
Membrane resistance (mmHg)	16.7 ± 20	11.4 ± 7	0.06

POMPES

Pompes à Sang

Pulsatiles

Dale & Schuster
Kolff

1928
1943

Péristaltiques

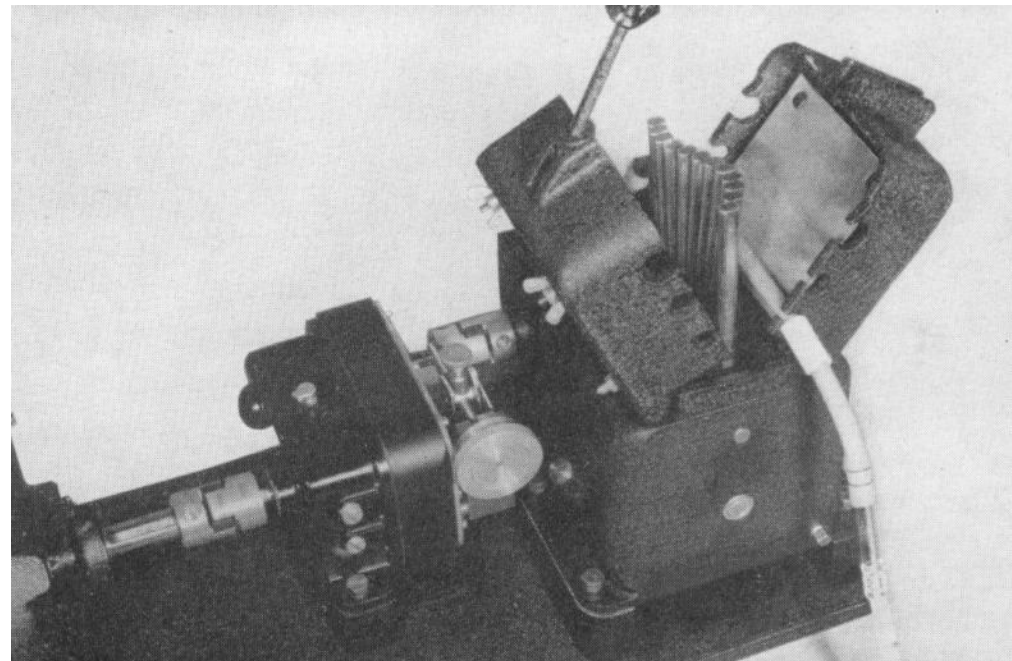
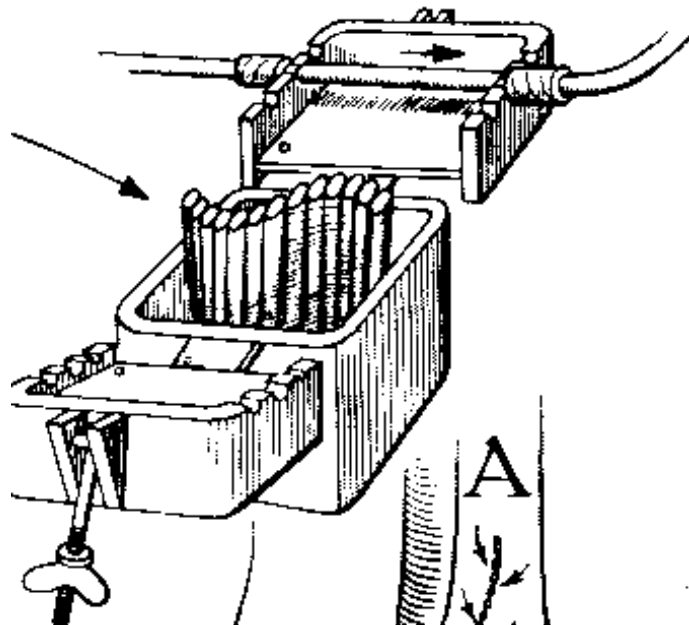
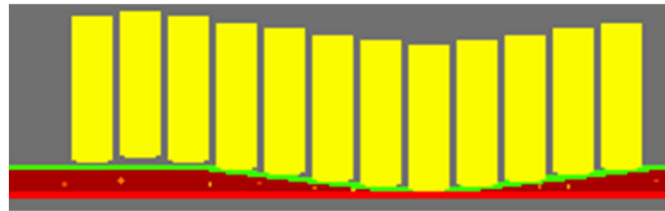
Finger pump
Galets (5 l.min⁻¹):
• Henry & Jouvelet
• DeBakey
• Sausse

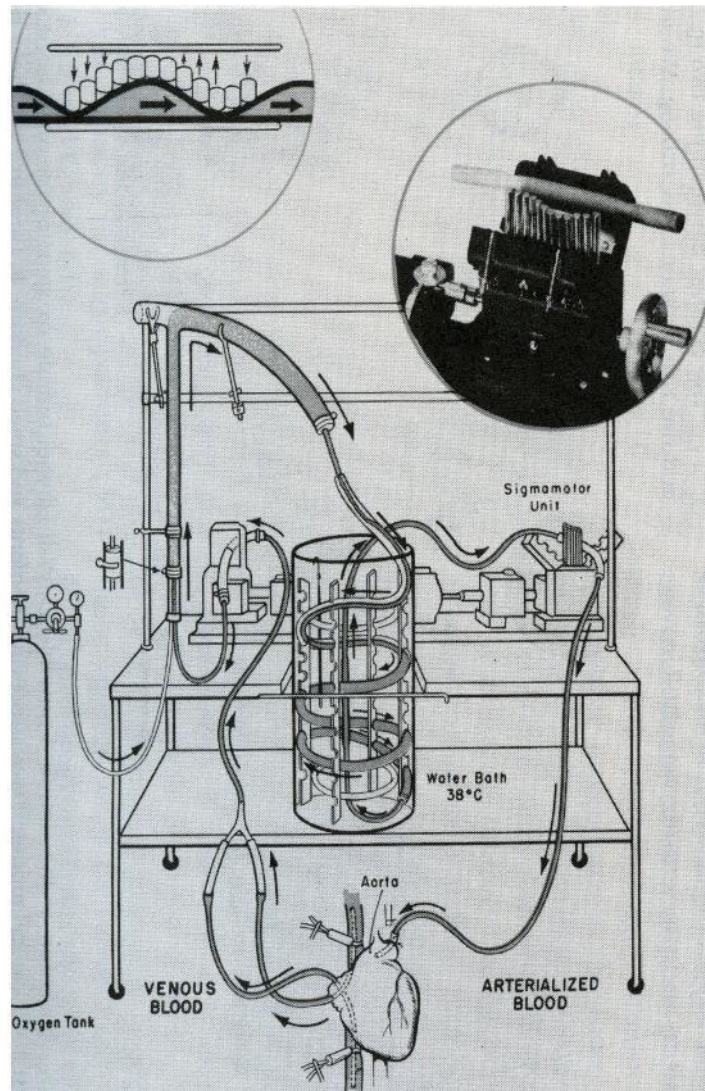
1888 – 1952
1934
1934
1957

Centrifuges

A cône
A ailettes

POMPE À DOIGTS (DE WALL 1956) UTILISÉE PAR LILLEHEI

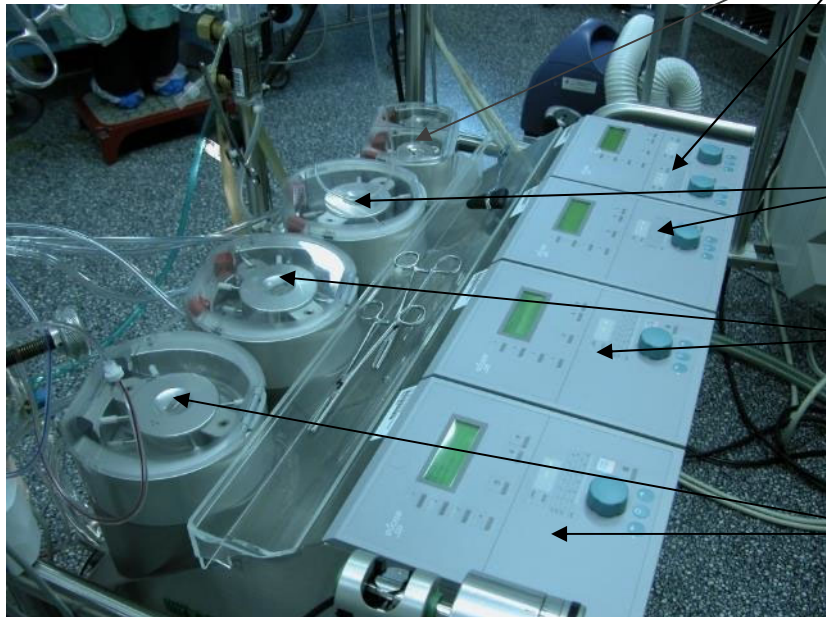




Système Pompe-Oxygénateur de Lillehei-DeWall (SPOLD)

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)

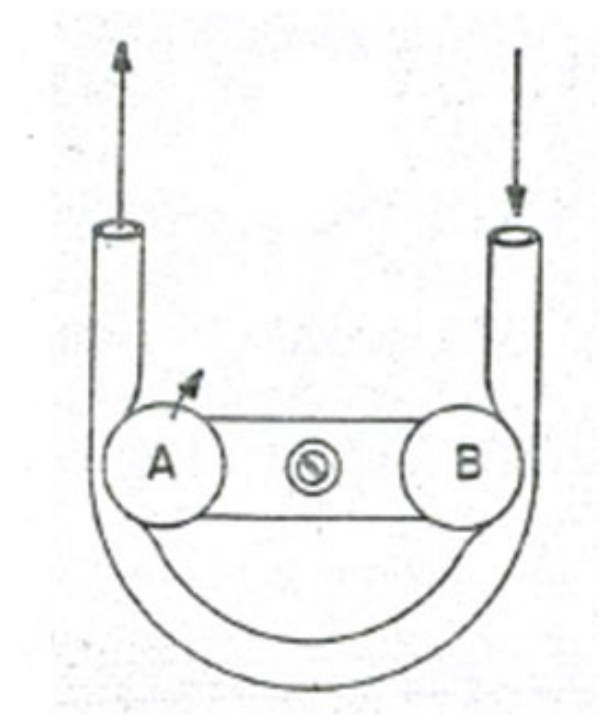
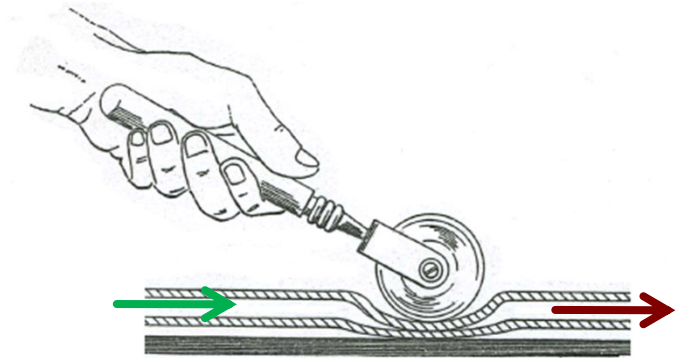
Tuyau dans un corps de pompe circulaire
Compression par deux galets opposés (180°)
Mouvement de rotation
Compression continue du tuyau

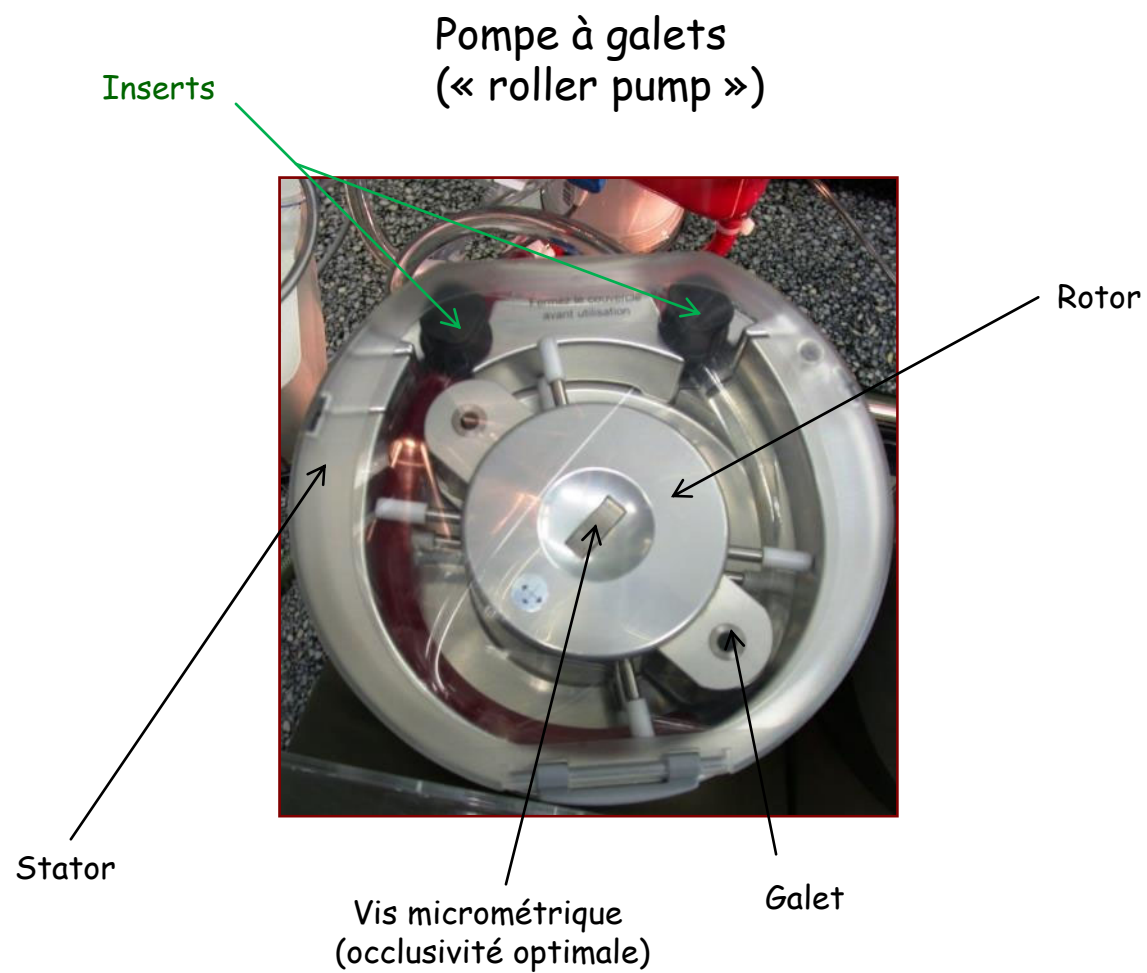
Pompe occlusive ou « sub-occlusive »
Excessive = risque hémolyse
Insuffisante = débit erroné
Test d'occlusivité (2-3 cm/min)

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

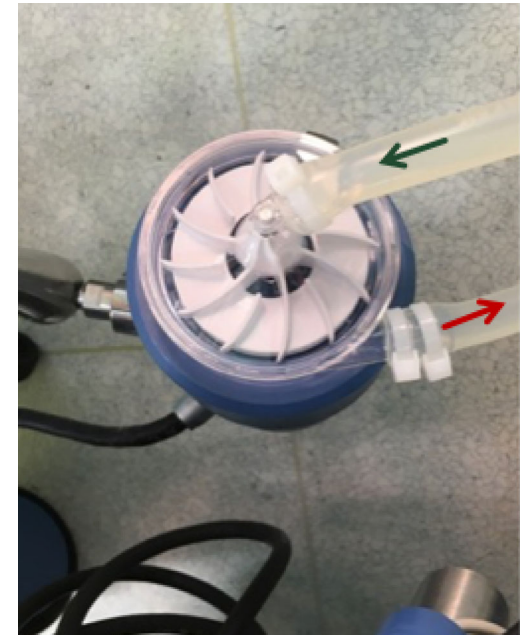


Limites...

- Anomalies d'occlusion (défaut ou excessif)
- Mauvaise calibration
- Rupture de tuyaux (embolie gazeuse)
- Embolie de particules (silicone +++)
- Hyperpression (déconnection ou rupture)
- Dépression excessive (microbulles, phénomène de cavitation)
- Peu utilisable pour une assistance de longue durée
- Lésions cellulaires (> centrifuges)

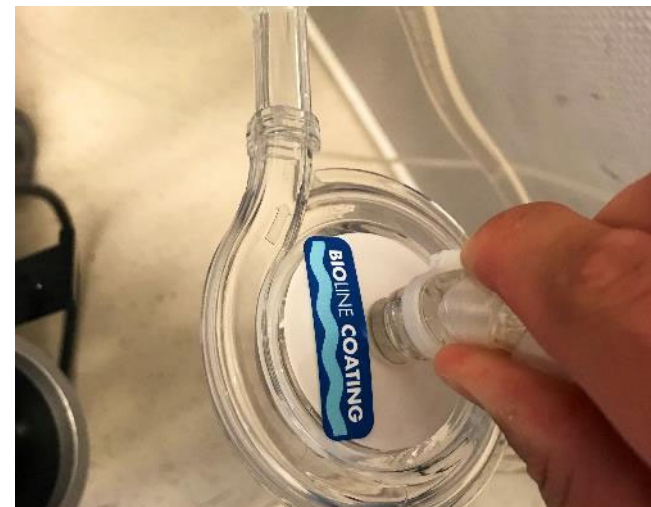
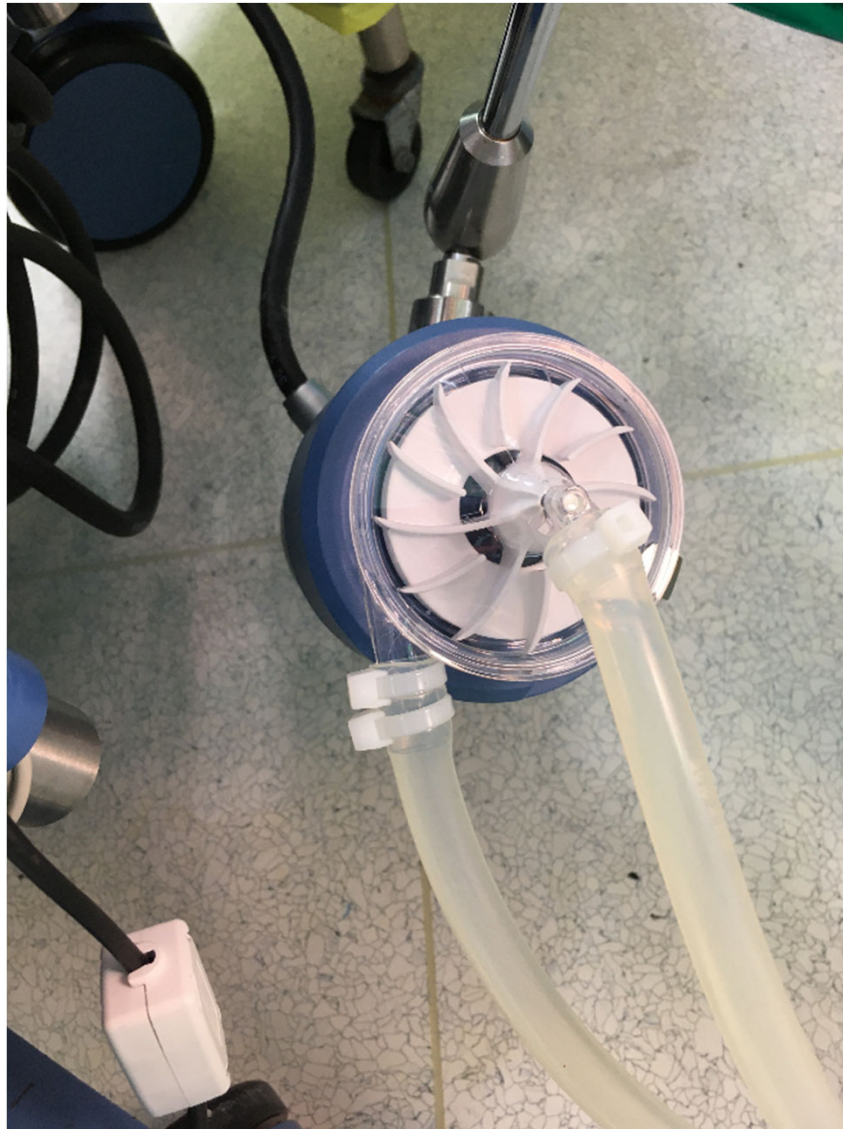
Pompes centrifuges « centrifugal or kinetic pumps »

- 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)*



Pompes centrifuges « centrifugal or kinetic pumps »

- Non-occlusive
- Flow depends:
 - Gradient pressure generated by impeller (speed of rotation)
 - Size of canula, length and diameter of tubing
 - Volemia of patient (pre-load of the pump)
 - Systemic vascular resistances (after-load of the pump)
- Preload and postload dependance+++
- Measurement of CO is mandatory (electromagnetic or ultrasonic method)
- Backflow phenomenon possible when speed of pump < 1500 TRM **Please clamp the tubing +++**





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 OXYGÉNEUR

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

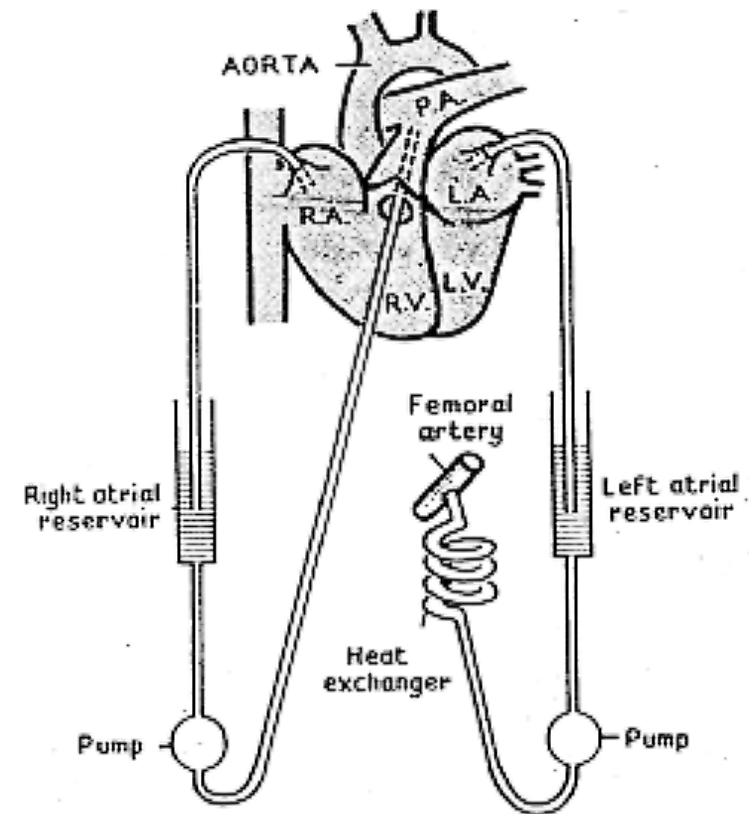
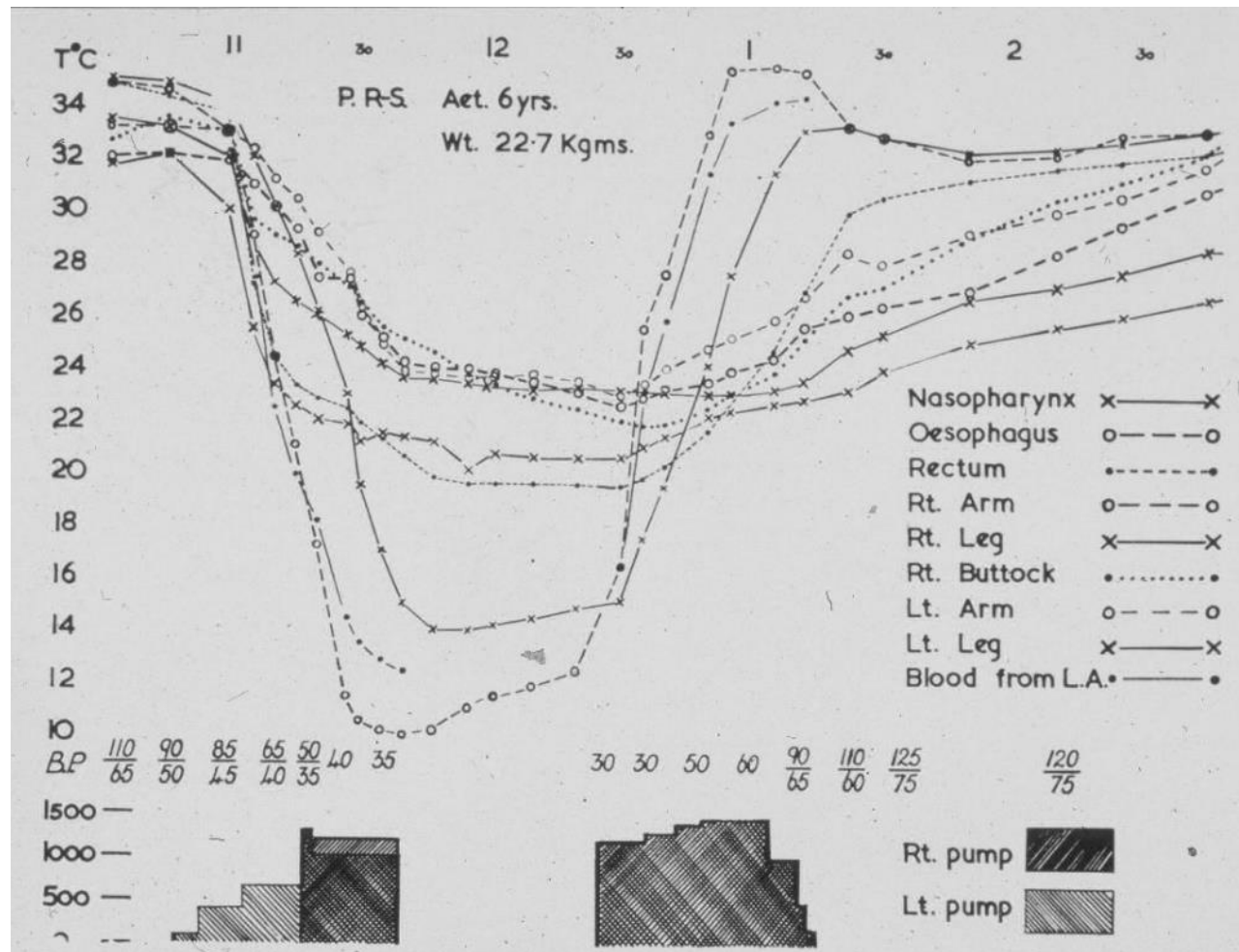


Fig. 1—Diagram of experimental circuit.

Quadruple cannulation



Arrêt circulatoire de 48 min à 10° C

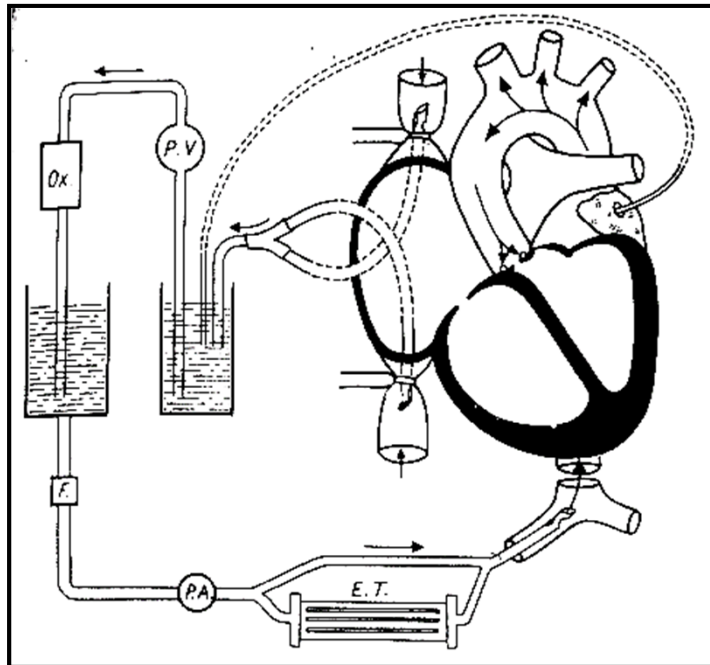
DUBOST : HYPOTHERMIE ET ARRÊT CIRCULATOIRE AVEC OXYGÉNATEUR (1958)



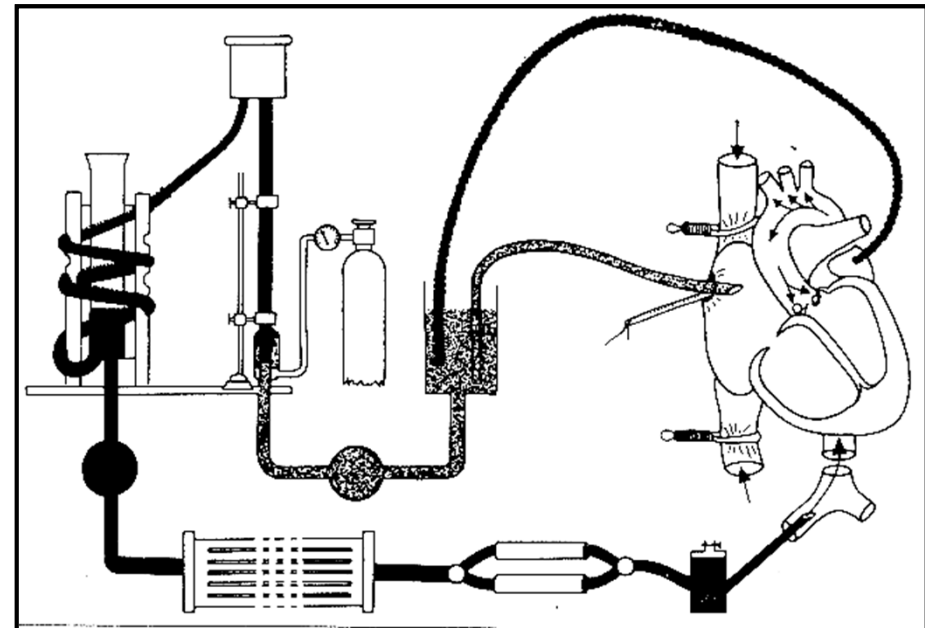
Pr Charles Dubost (1914-1991).
Chirurgien à Broussais et Marie
Lannelongue

MÉTHODE DUBOST

Canulation des veines caves

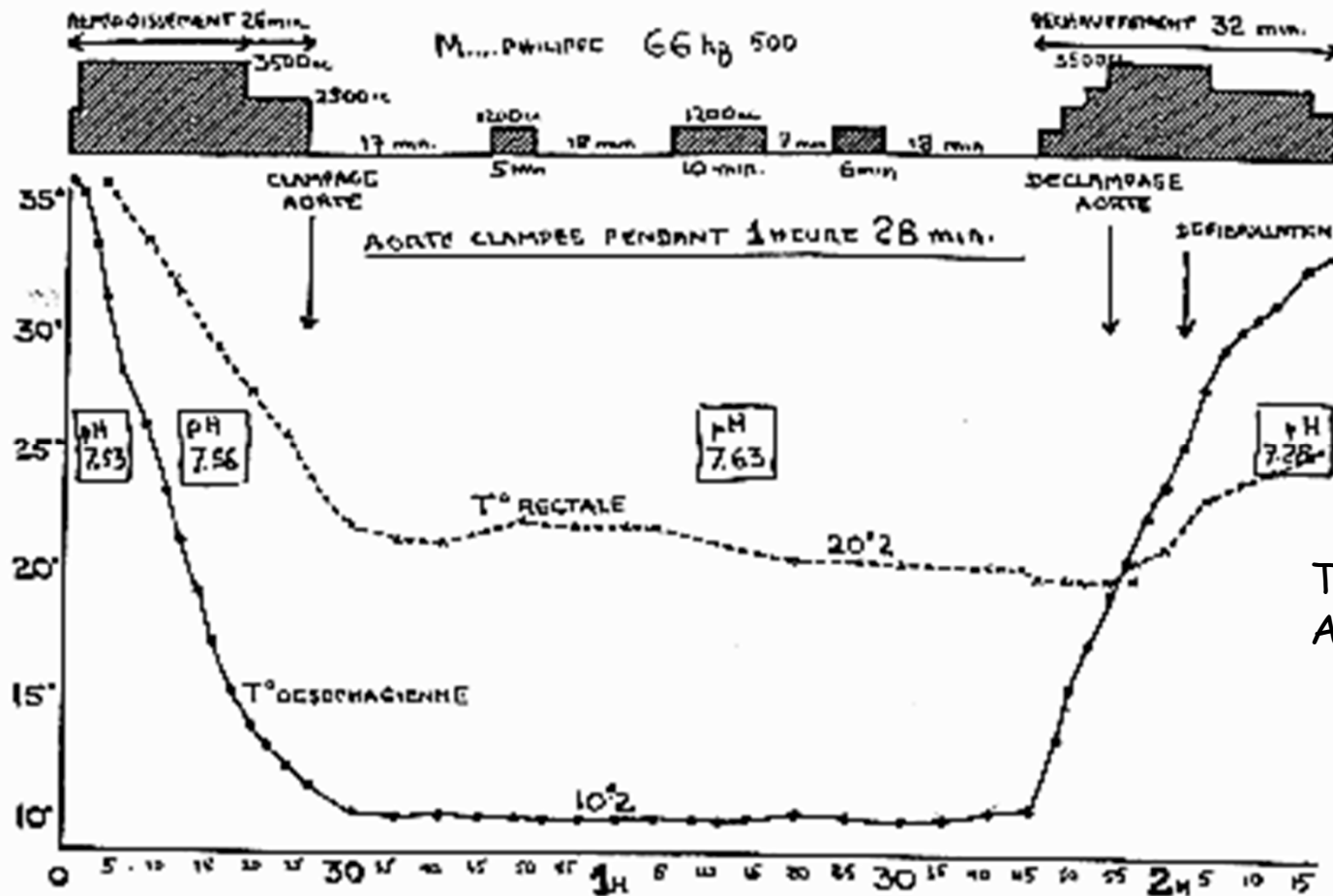


Canulation oreillette droite

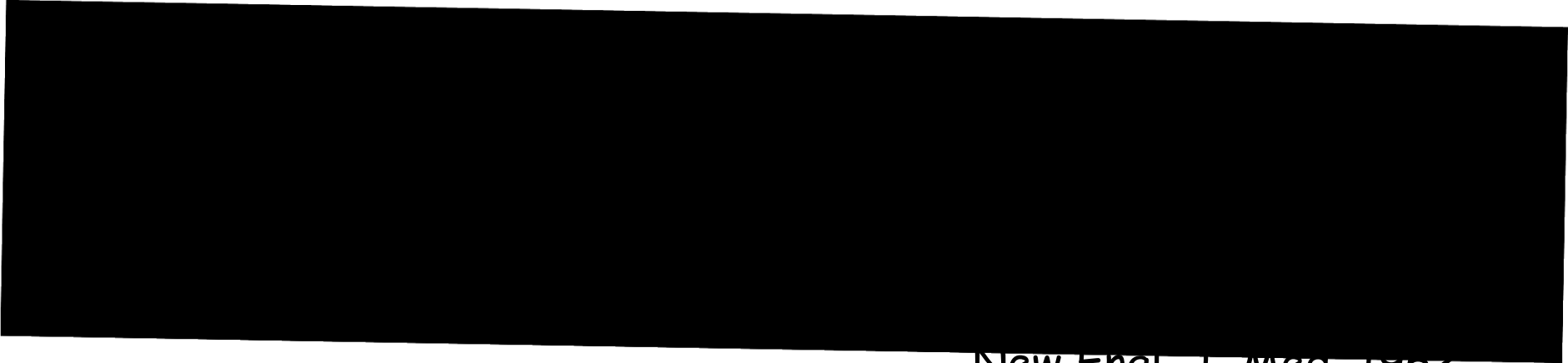


Ann Chir Thor Car 1962

MÉTHODE DUBOST



Transactions
ASAIO 1963



New Engl. J. Med 1982

A Minneapolis, presque au même moment, DeWall et R. Lillehei publient une série de 60 patients opérés en utilisant aussi l'hypothermie modérée.

HYPOTHERMIE PROFONDE

LEFT HEART SURGERY IN DOGS DURING RESPIRATORY AND
CARDIAC ARREST AT BODY TEMPERATURES BELOW 10° C.

FRANK GOLLAN, M.D., JAMES T. GRACE, M.D., MERRILL W. SCHELL, M.D.,
DONALD S. TYSINGER, M.D., AND LYNN B. FEASTER, M.D.,
NASHVILLE, TENN.

*(Medical and Surgical Services and Research Laboratory and Radioisotope Unit, Veterans
Administration Hospital, and the Departments of Medicine and Surgery of
Vanderbilt University School of Medicine)*

Surgery 1955

Hypothermia of 1.5°C in Dogs Followed by Survival

FRANK GOLLAN, DONALD S. TYSINGER, JR., JAMES T. GRACE, ROSS C. KORY
AND GEORGE R. MENEELY

*From the Research Laboratory, Veterans Administration Medical Center, Nashville, Tenn., and the
Departments of Medicine and Surgery, Vanderbilt University School of Medicine, Nashville, Tenn.*

Americ.J. Physiol. 1956

PHYSIOLOGY OF DEEP HYPOTHERMIA BY TOTAL BODY
PERFUSION

Frank Gollan

Veterans Administration Hospital, Nashville, Tenn.

Ann. N. Y. Acad. Science 1959

Frank Gollan

Physiologiste américain qui plonge de
plus en plus bas dans les profondeurs
de l'hypothermie, à l'aide d'un
oxygénateur (bulleur) de son
invention

Double-Helical Reservoir Heart-Lung Machine

*Designed for Hypothermic Perfusion;
Primed with 5% Glucose in Water; In-
ducing Hemodilution*

NAZIH ZUHDI, M.D.
BILL McCOLLOUGH, M.D.
JOHN CAREY, M.D.
AND
ALLEN GREER, M.D.
OKLAHOMA CITY

Hémodilution

et

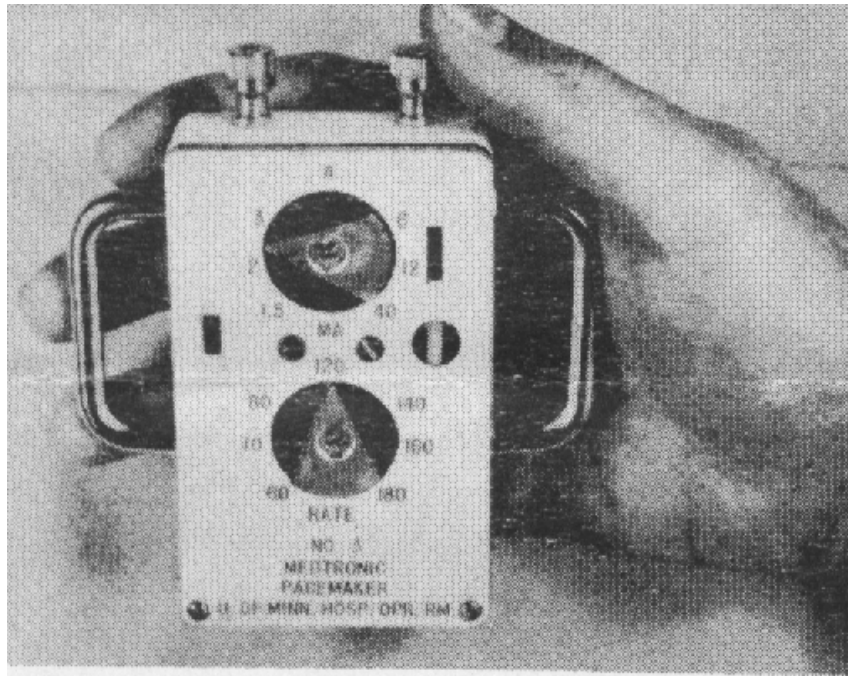
Hypothermie modérée

Zuhdi N et al. Arch Surg 1962

Stimulation cardiaque

TRANSISTOR PACEMAKER FOR TREATMENT OF COMPLETE ATRIOVENTRICULAR DISSOCIATION

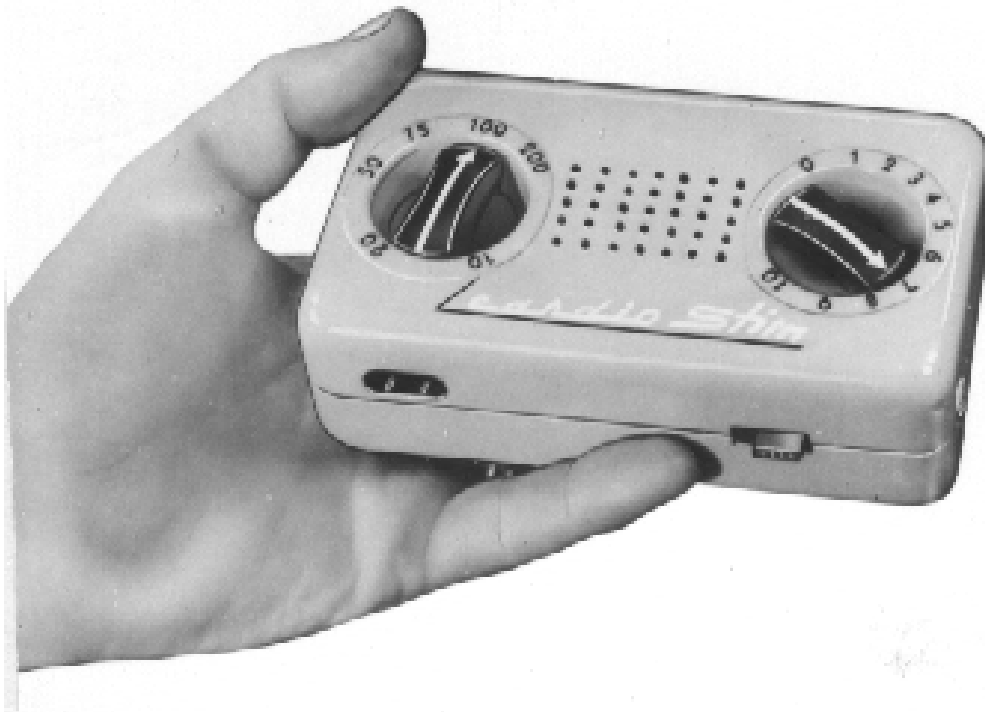
. Walton Lillehei, M.D., Ph.D., Vincent L. Gott, M.D., Paul C. Hodges Jr., M.D., David M. Long, M.D.
and
Earl E. Bakken, B.E.E., Minneapolis



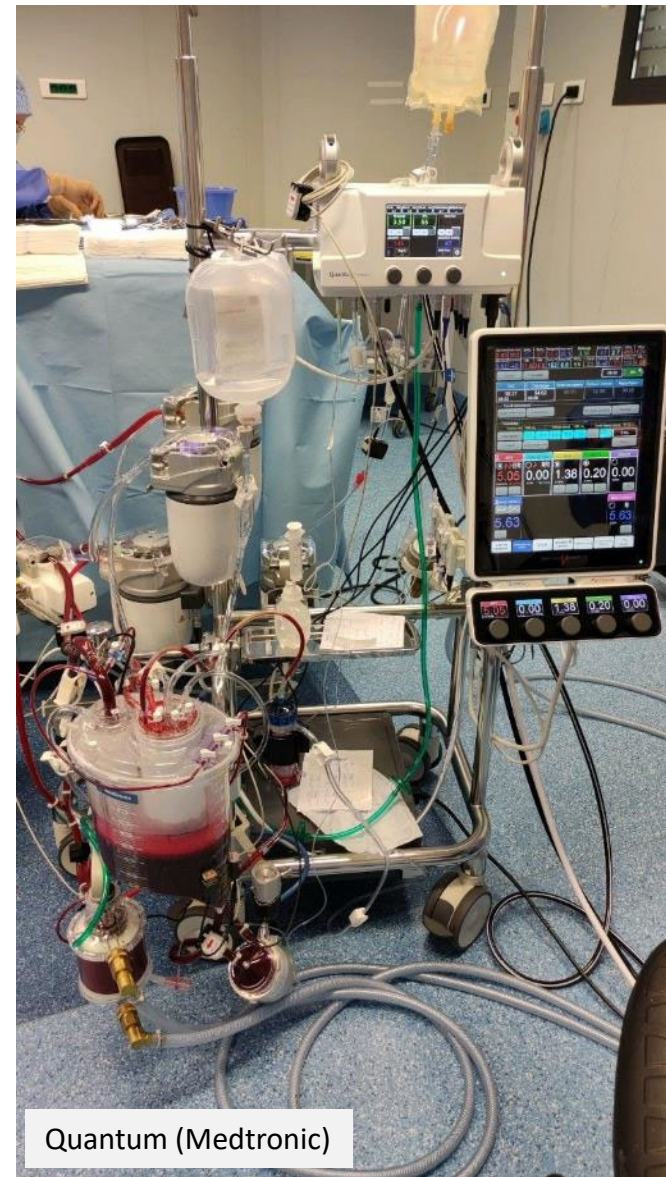
Earl Bakken a ensuite
fondé
MEDTRONIC

J.A.M.A. 1960

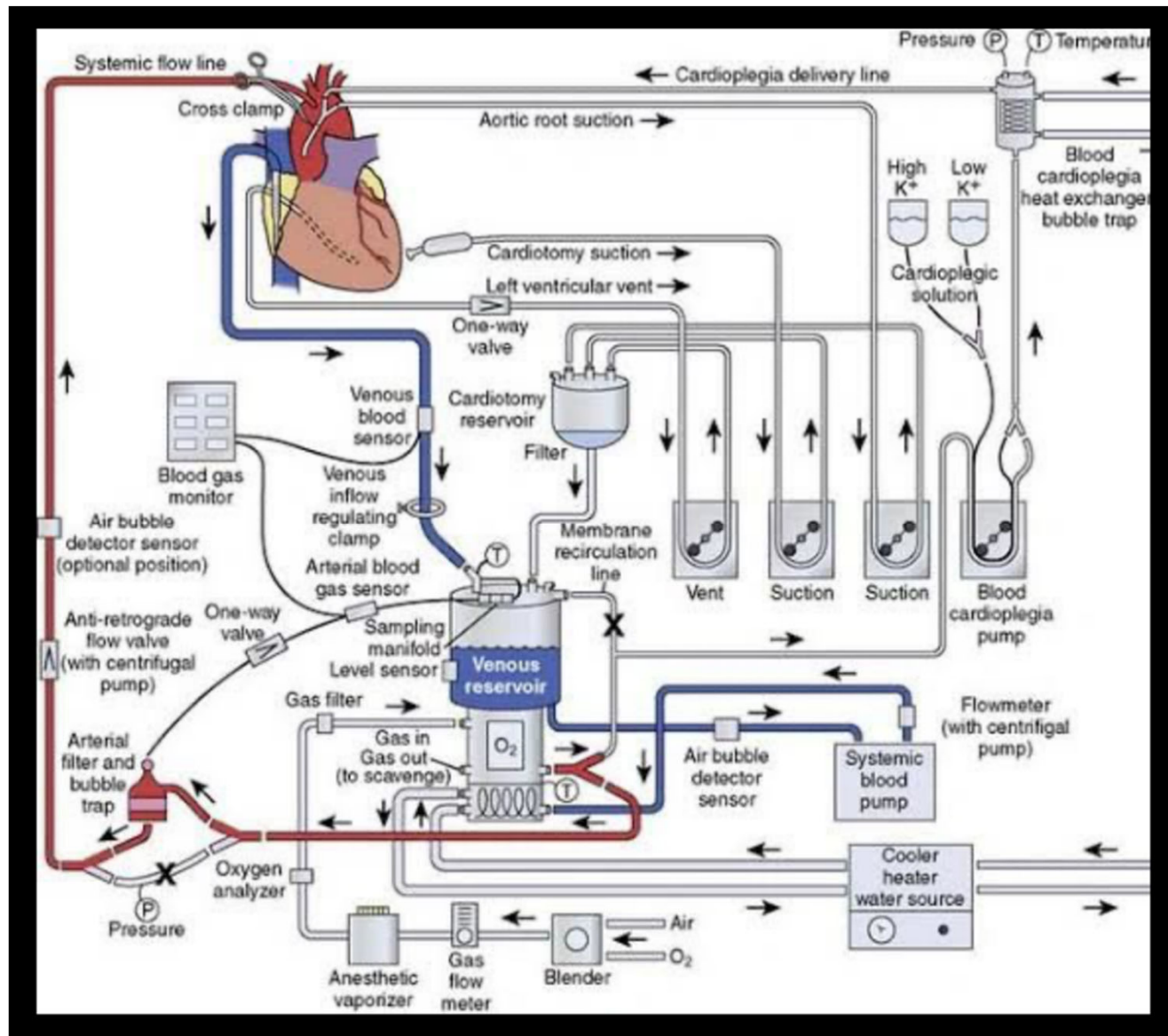
STIMULATEUR DE MARIE LANNELONGUE



Créé par
le Dr R. Gaillard
à la même époque

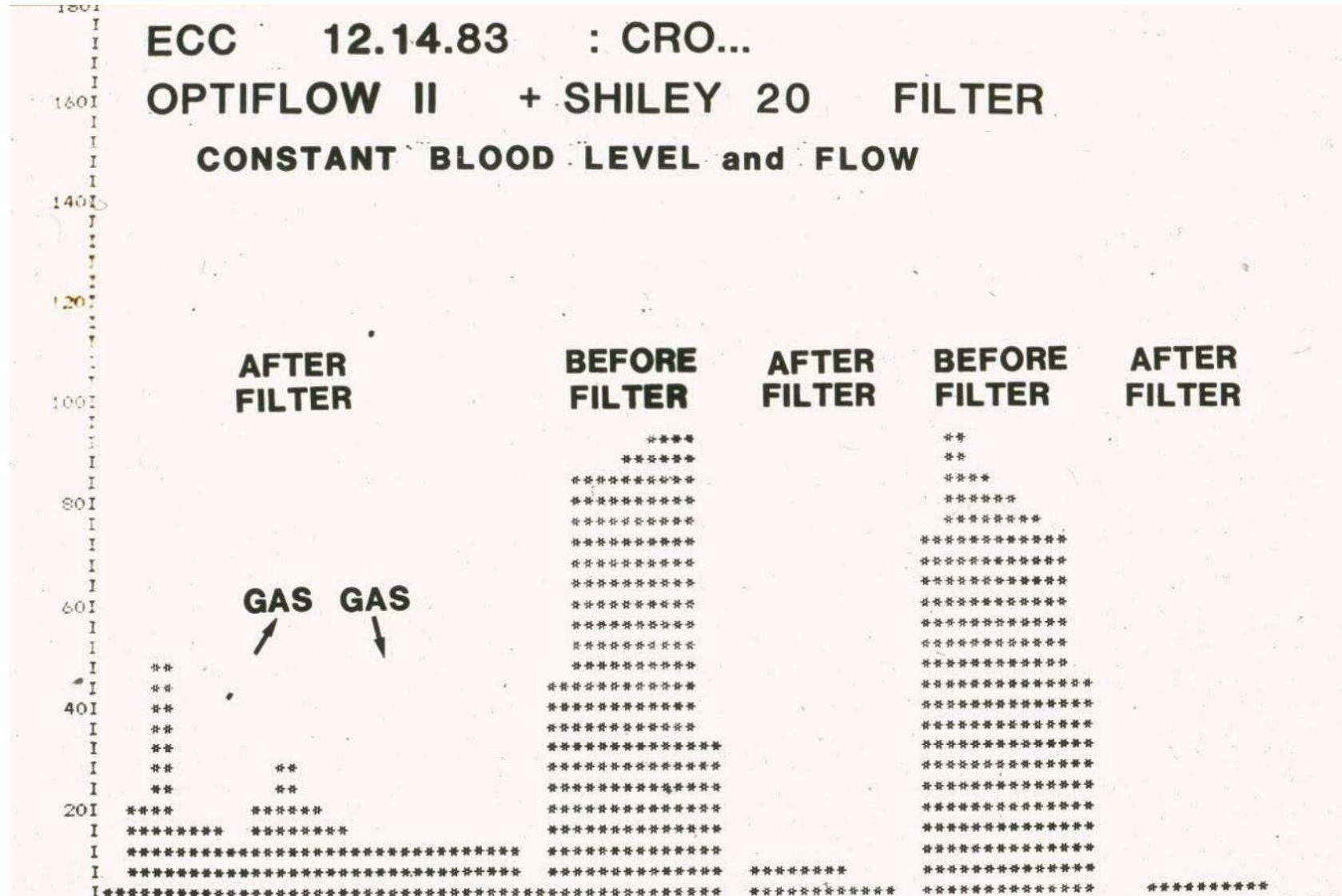


CEC contemporaine.....

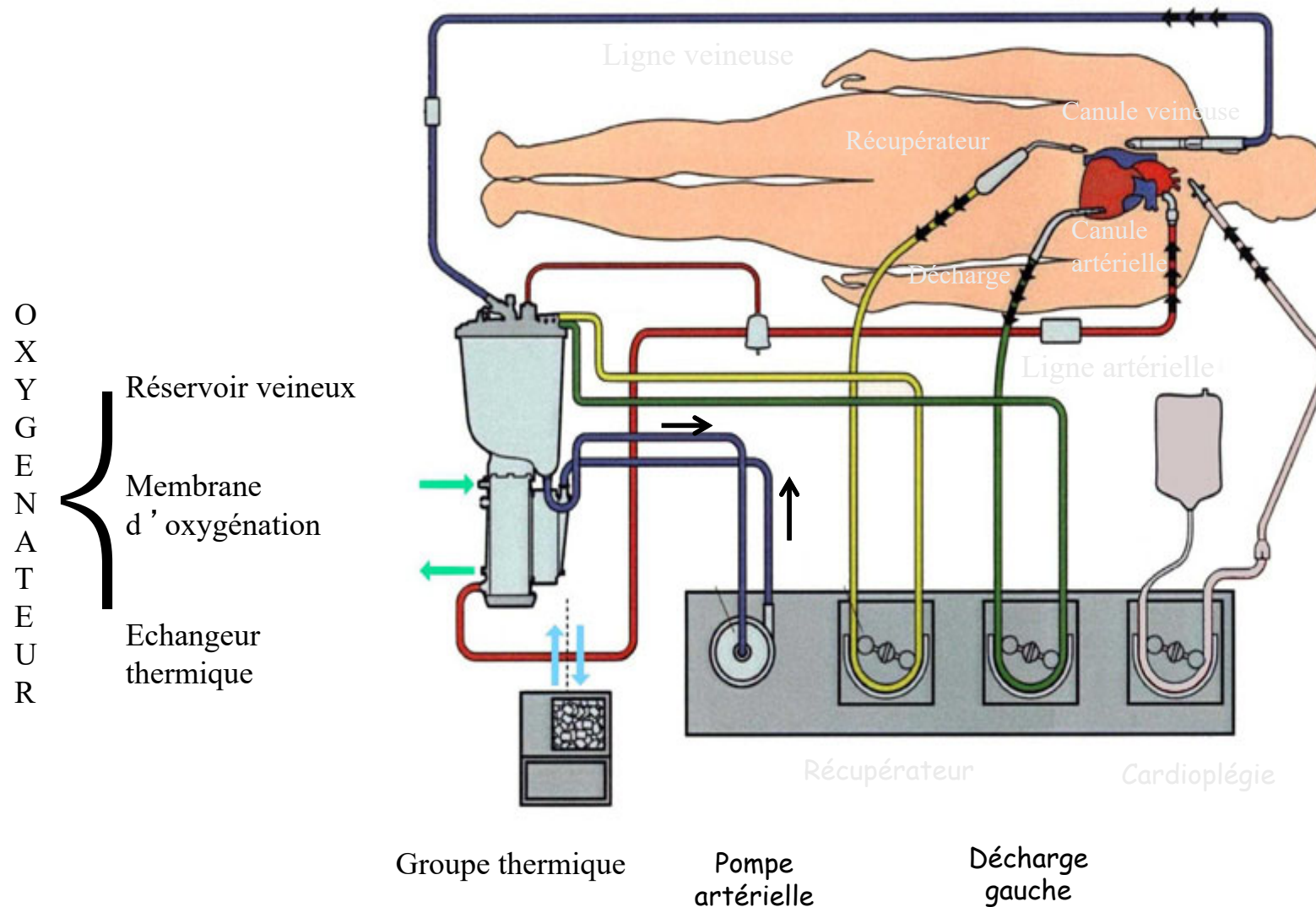


- 
- Evolutions technologiques portant sur
 - Monitoring humoral et de la coagulation
 - Filtres
 - Traitements de surface
 - Automatisation et la sécurité
 - Informatisation
 - Des CEC de longue durée pour assistance cardiaque et/ou respiratoire
 - Chez l'adulte (Hill)
 - Chez le très jeune enfant (Bartlett)

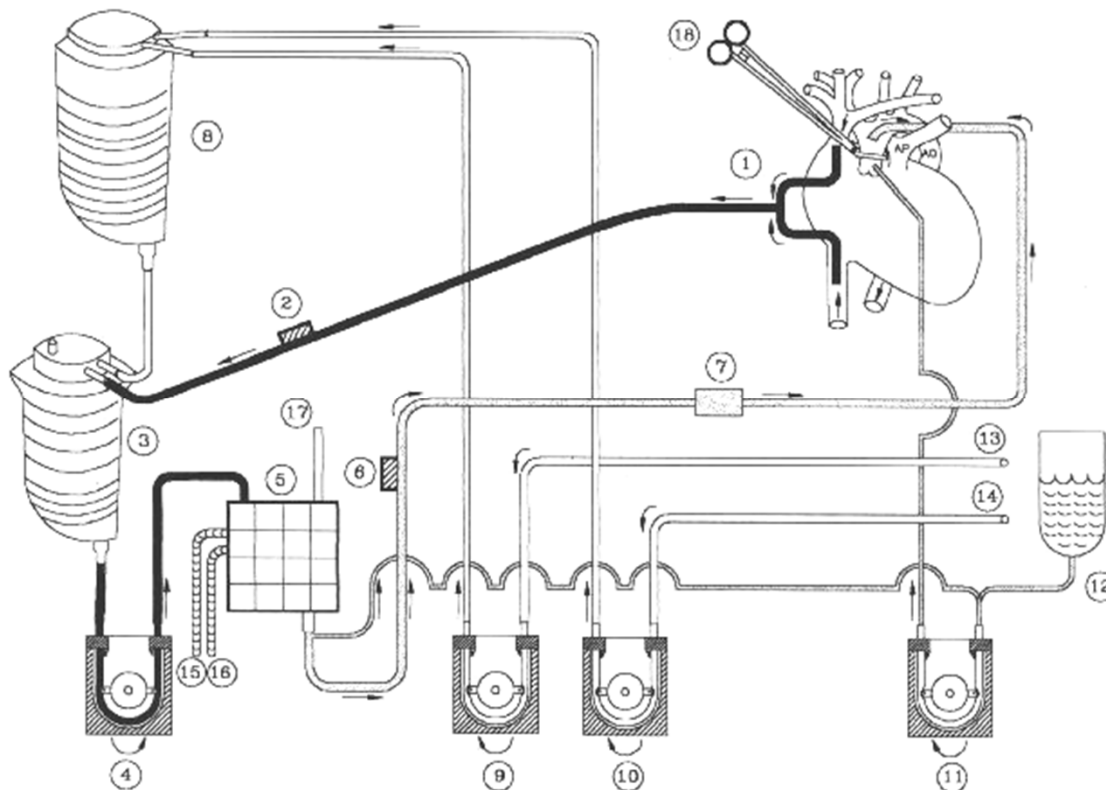
Anticipation et dévotion



La CEC de nos jours...

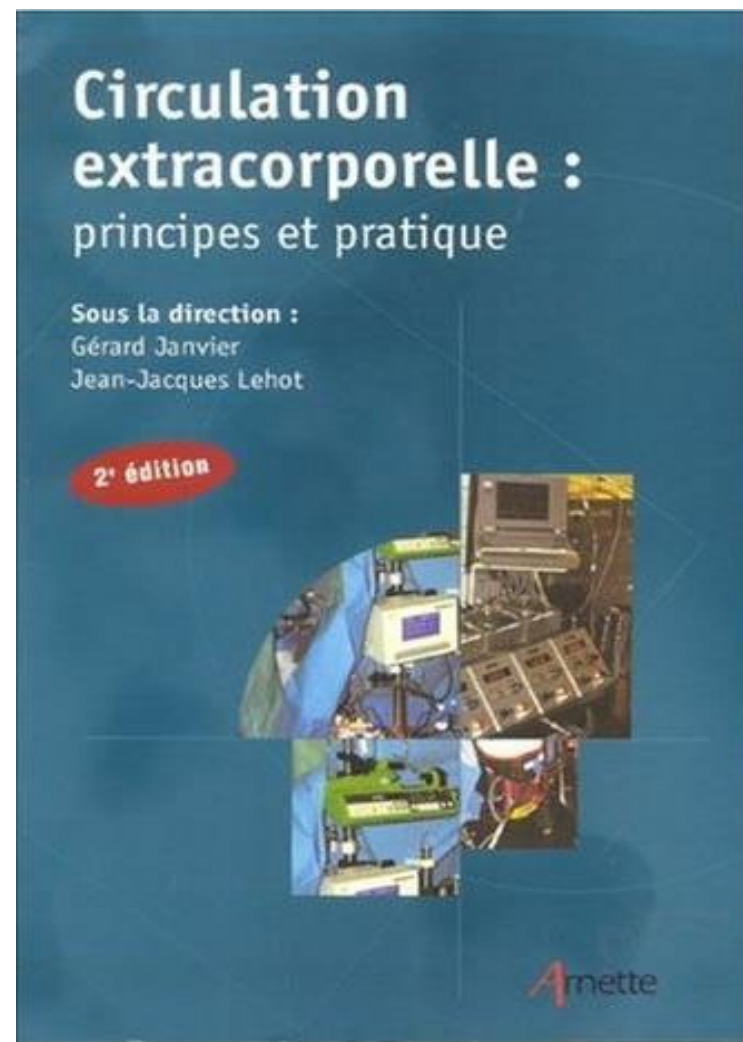
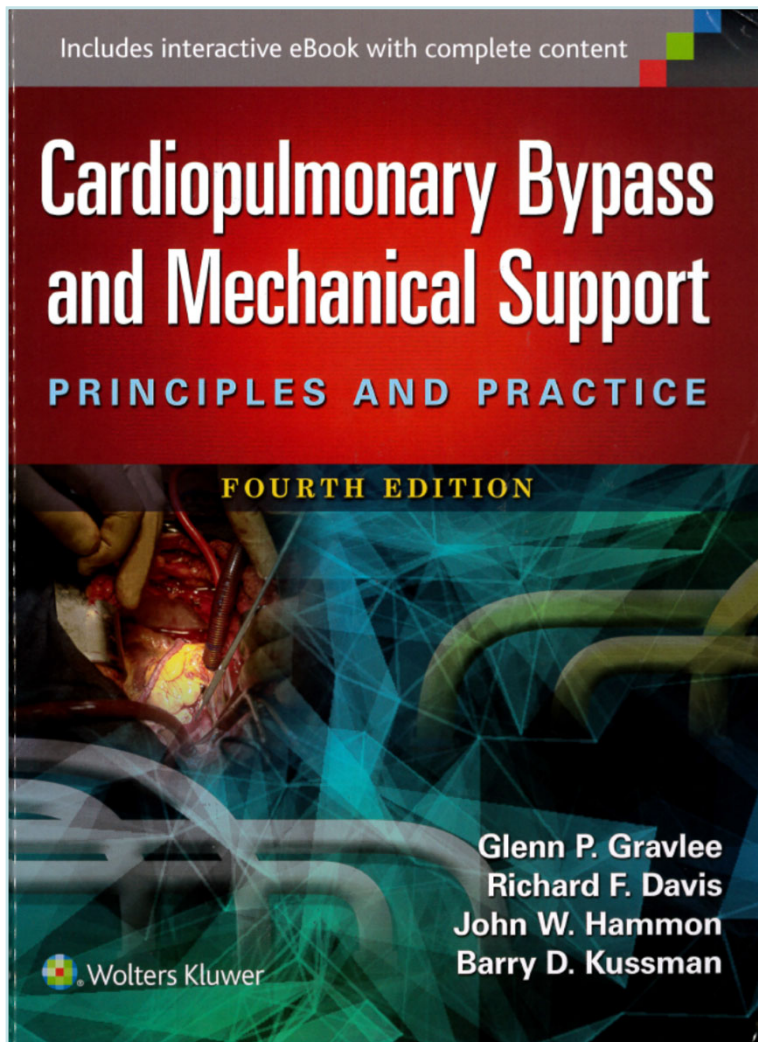


Circuit de CEC

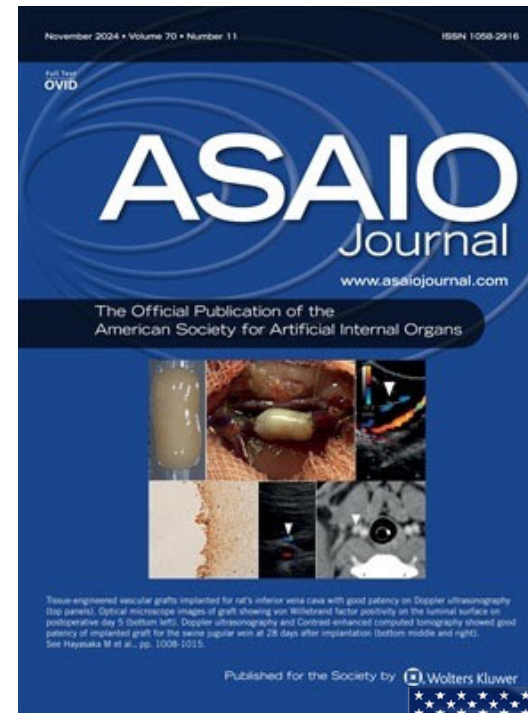
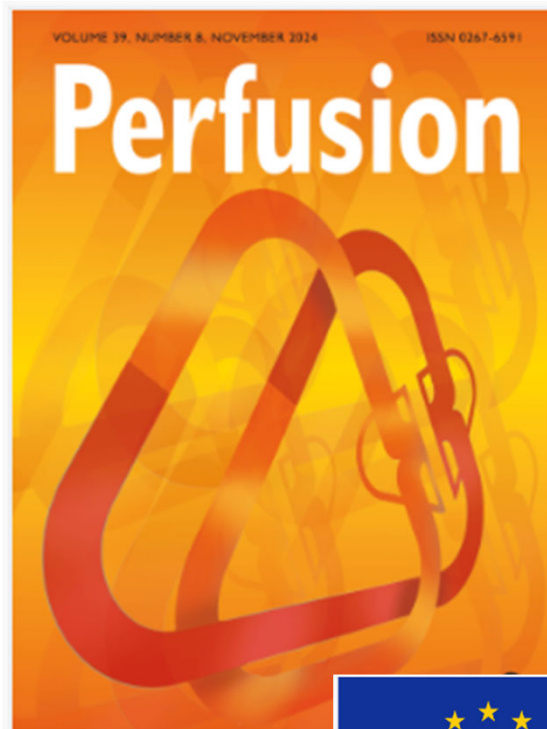


1. Retour veineux
2. Capteur de SvO₂
3. Réservoir veineux de l'oxygénateur
4. Pompe à sang artérielle
5. Oxygénateur avec échangeur thermique
6. Capteur pour gaz du sang
7. Filtre artériel sur la ligne artérielle
8. Réservoir de cardiectomie
9. Pompe à sang de récupération (aspiration du champ opératoire) dite droite
10. Pompe à sang de décharge ventriculaire dite gauche
11. Pompe à sang de cardioplégie
12. Solution cristalloïde pour la cardioplégie
13. Ligne d'aspiration du champ opératoire
14. Ligne de décharge gauche
15. Entrée de l'eau de l'échangeur thermique
16. Sortie de l'eau de l'échangeur thermique
17. Ligne de gaz avec filtre bactérien
18. Clamp aortique

Les ouvrages...



Les revues scientifiques...



Les recommandations...



European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 00 (2019) 1–42
doi:10.1093/ejcts/ezz267



2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery

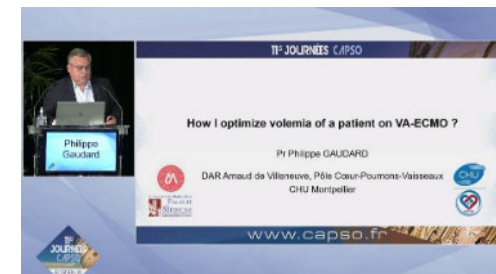
Authors/Task Force Members: Alexander Wahba ^{a,b,*†} (Chairperson) (Norway), Milan Milojevic ^{c,d,*†} (Serbia, Netherlands), Christa Boer  ^e (Netherlands), Filip M.J.J. De Somer  ^f (Belgium), Tomas Gudbjartsson ^g (Iceland), Jenny van den Goor  ^h (Netherlands), Timothy J. Jones  ⁱ (UK), Vladimir Lomivorotov ^j (Russia), Frank Merkle  ^k (Germany), Marco Ranucci  ^l (Italy), Gudrun Kunst ^{m,*†} (Chairperson) (UK) and Luc Puis  ^{n,*†} (Chairperson) (Belgium)

« 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