

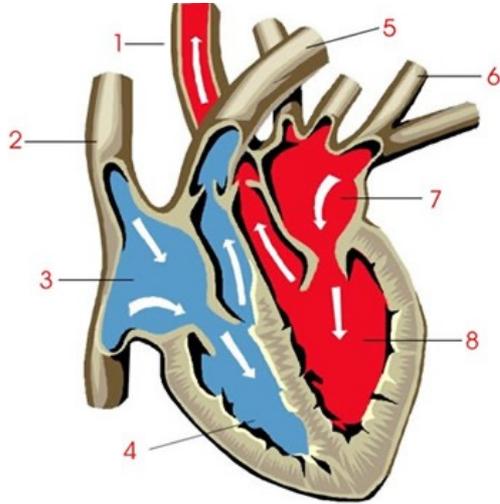
ASSISTANCES CIRCULATOIRES DE COURTE DUREE: TECHNIQUES, GESTION ET PRINCIPALES COMPLICATIONS



David Lagier, MD, PhD

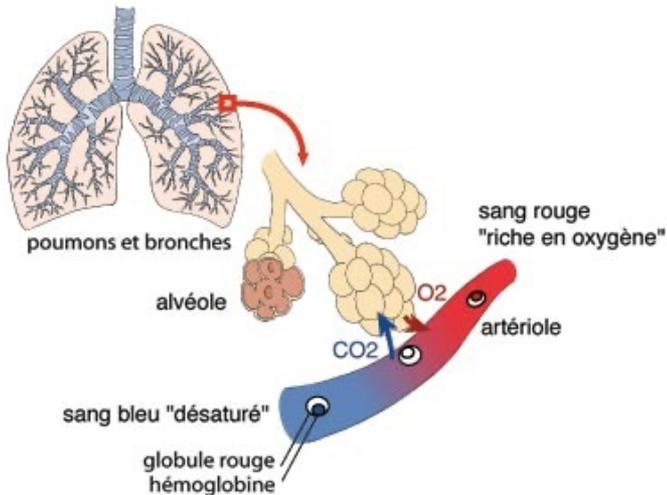
Service d'Anesthésie Réanimation 2 - CHU La Timone - Assistance Publique des Hôpitaux de Marseille

Une technique au service de 2 fonctions physiologiques :



Fonction **POMPE** cardiaque

et/ou



Fonction **ECHANGEUR** pulmonaire

PRINCIPES ECMO / ECLS

Assistance Respiratoire ET / OU Circulatoire :

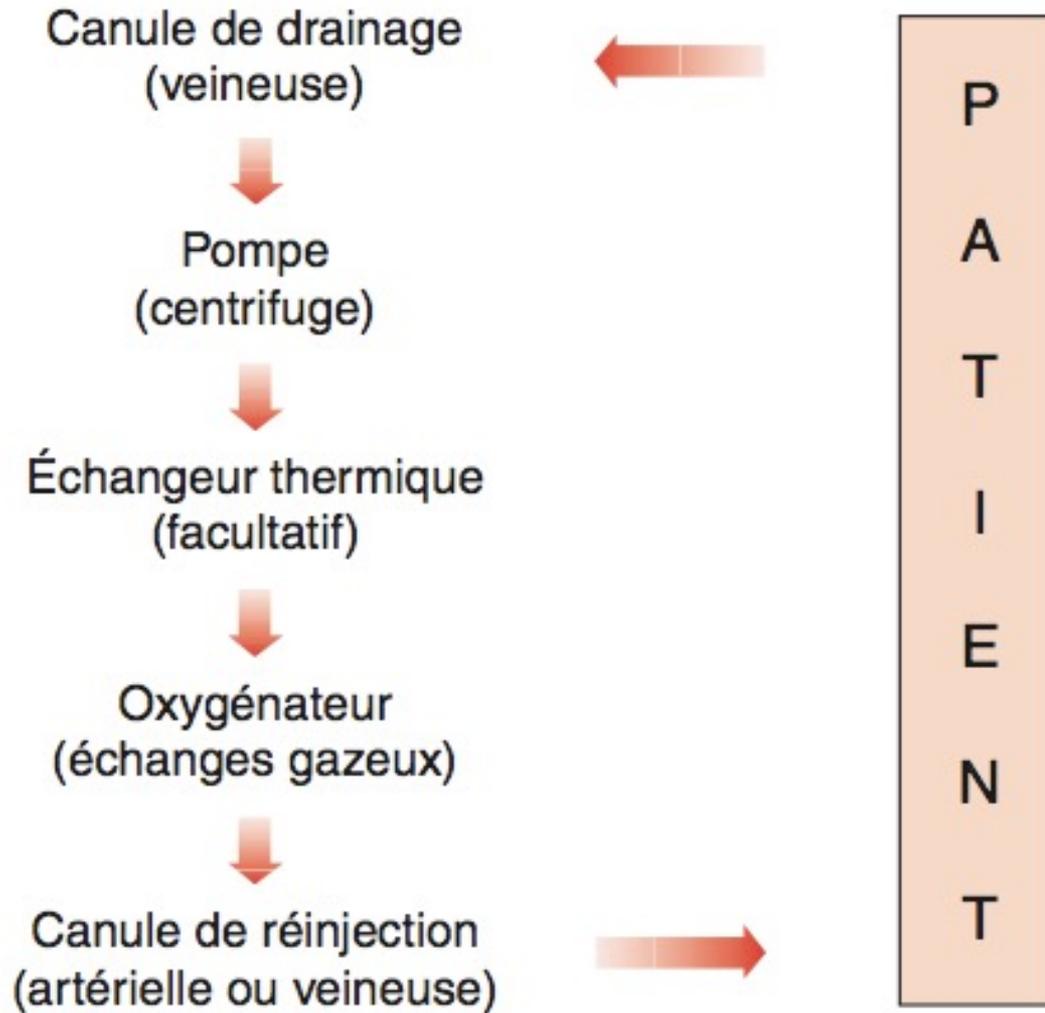
Si **respiratoire** : la fonction pompe permet le transport du sang en vers l'oxygénateur extracorporel.

—————> techniques veino-veineuses V-V.

Si **circulatoire** : la fonction pompe de l'ECLS assiste la fonction cardiaque défaillante mais shunte les poumons: l'oxygénateur est donc indispensable.

—————> techniques veino-artérielles V-A.

MATERIEL

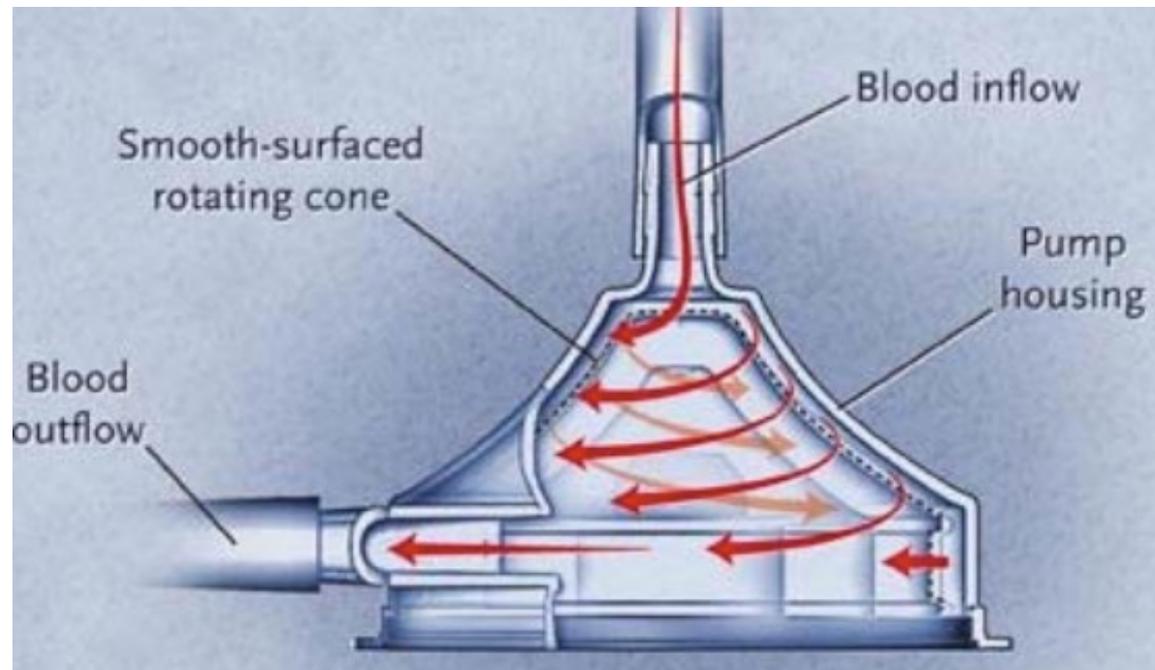


POMPE

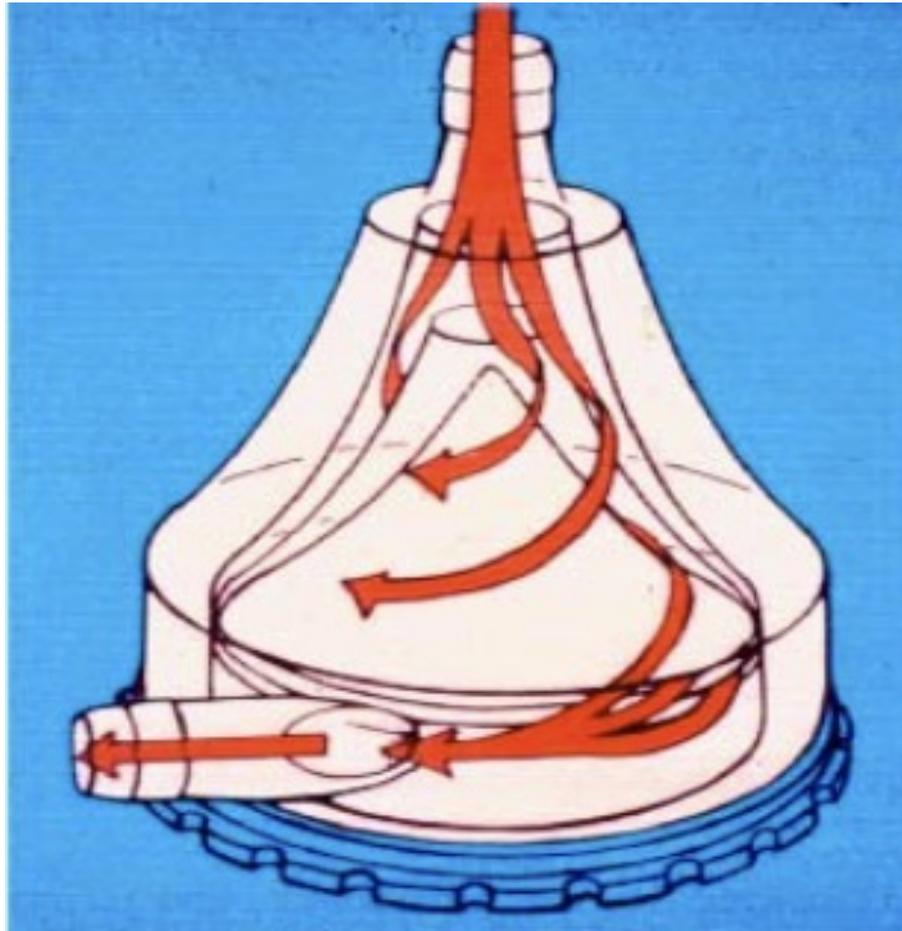
CENTRIFUGE.

NON OCCLUSIVE (à la différence des pompes à galets) : moins traumatisant pour éléments figurés du sang.

EFFET VORTEX : rotor animé d'un mouvement de rotation par une force électromagnétique.



EFFET VORTEX



POMPE

- Le flux est **NON PULSATILE** : courbe de PA dépulsée en ECMO VA (mais la PA reste pulsatile en ECMO VV).
- Déterminant du débit de pompe :
 - **Vitesse de rotation (tours/min)** de la pompe.
 - **Précharge** : volémie, taille et position de la canule de décharge veineuse.
 - **Postcharge** : résistance d'aval , taille de la canule artérielle.
- Débit maximum de 4 à 5 L/min.
- Pas de risque de rupture si plicature des canules.
- Système anti back flow.
- Limite de l'efficacité sur la durée (à changer tous les 10-15 j).

A vitesse de rotation constante le débit sera adapté aux conditions de charge de la pompe : autorégulation des **pompes non occlusives** : facilite la surveillance.

BAISSE DU DEBIT

Baisse de précharge

Augmentation de postcharge

Hypovolémie

Obstacle canule
veineuse (PNO,
tamponnade...)

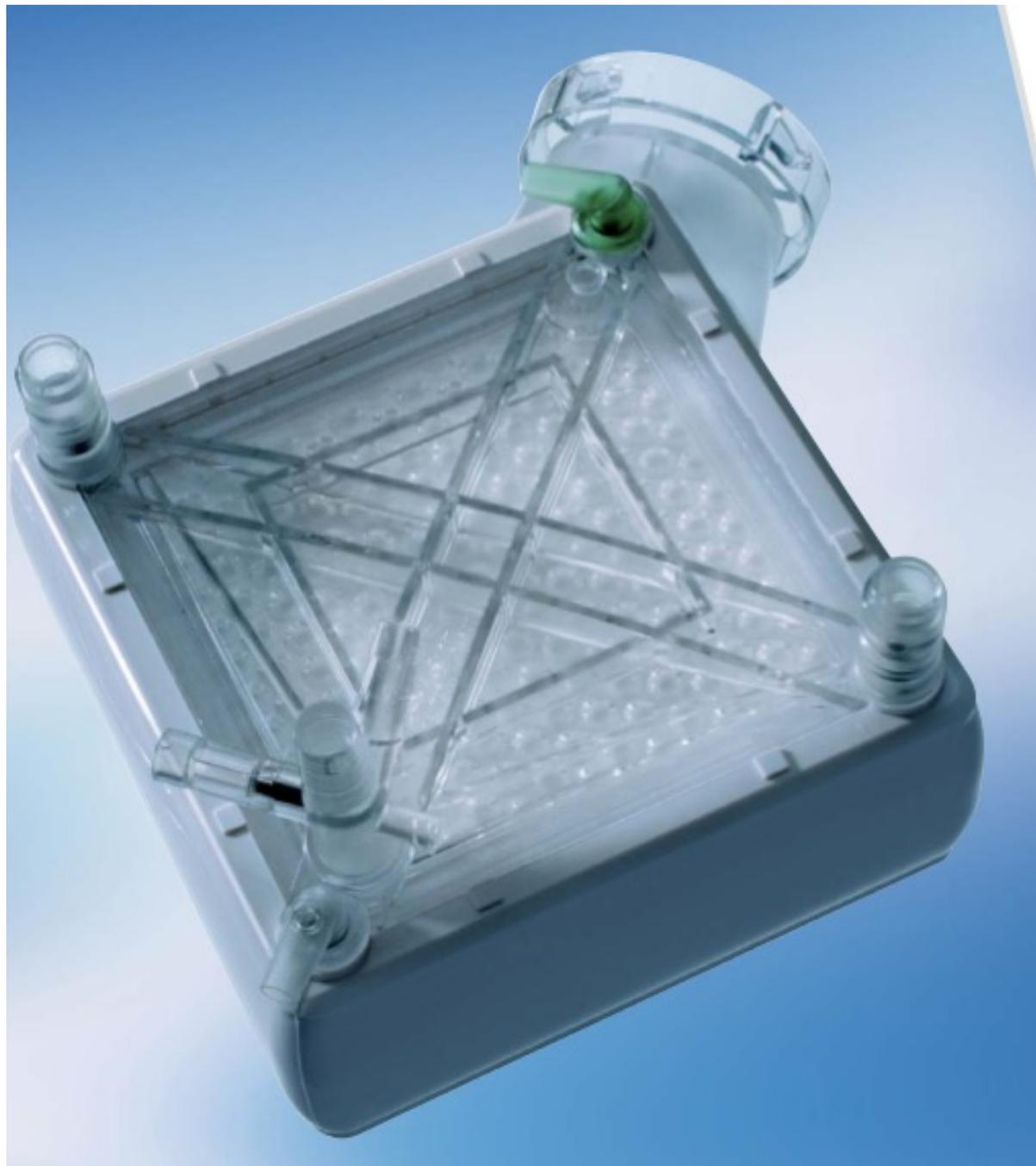
↗ RVS

Obstacle
canule de
retour



OXYGENATEUR

- Permet l'oxygénation et la décarboxylation du sang veineux.
- Technique moderne : oxygénateur à **MEMBRANES** :
 - évite contact air / sang.
 - moindre traumatisme des éléments sanguins.
 - risque d'embolie gazeuse quasi nul.
- Echanges gazeux par **DIFFUSION**.
- Résistance à l'écoulement donc en aval de la pompe.



POLYPROPYLENE

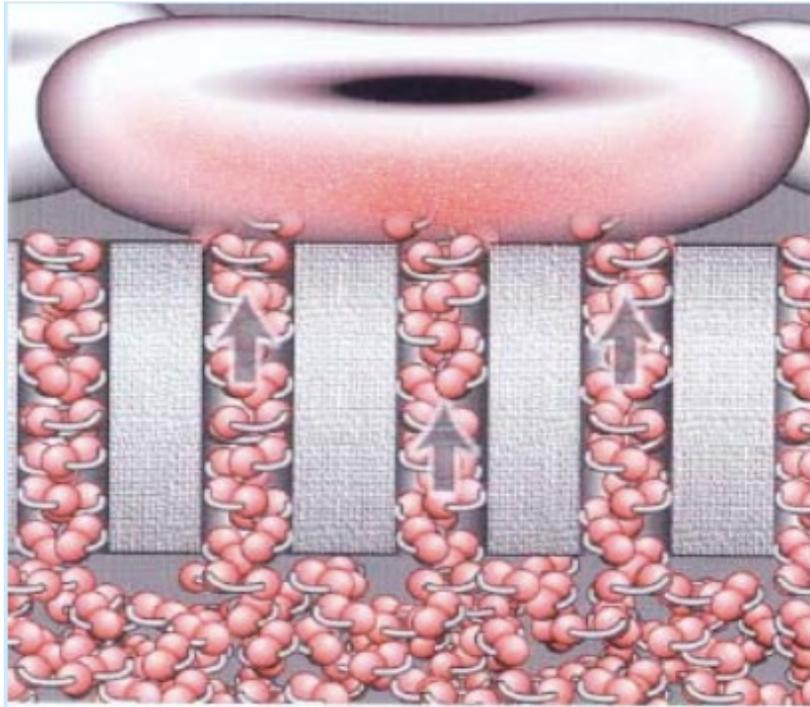


Figure 1: Typical hollow fiber design with a direct gas to blood interface through an open pore.

POLYMETHYLPENTHENE

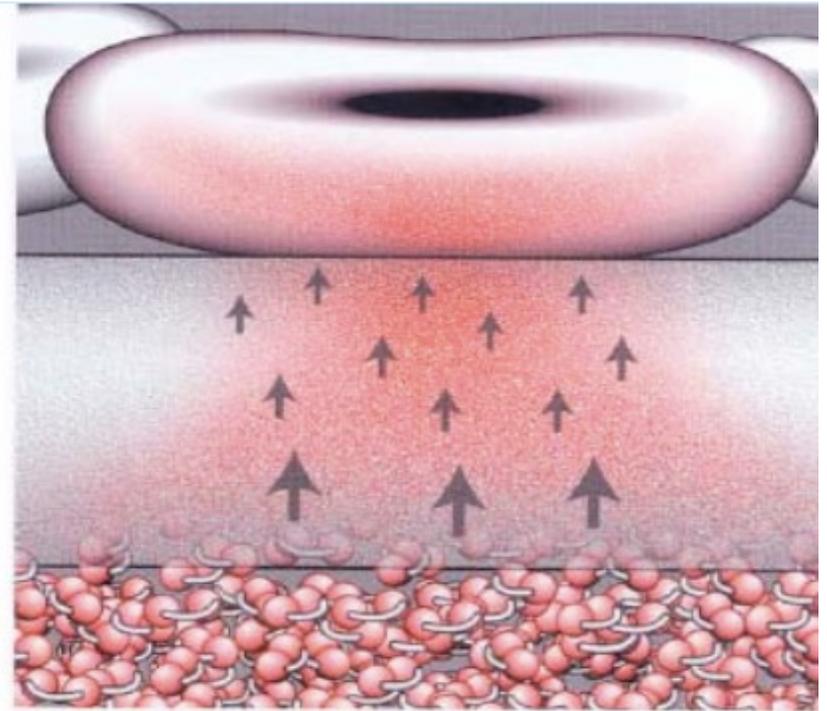
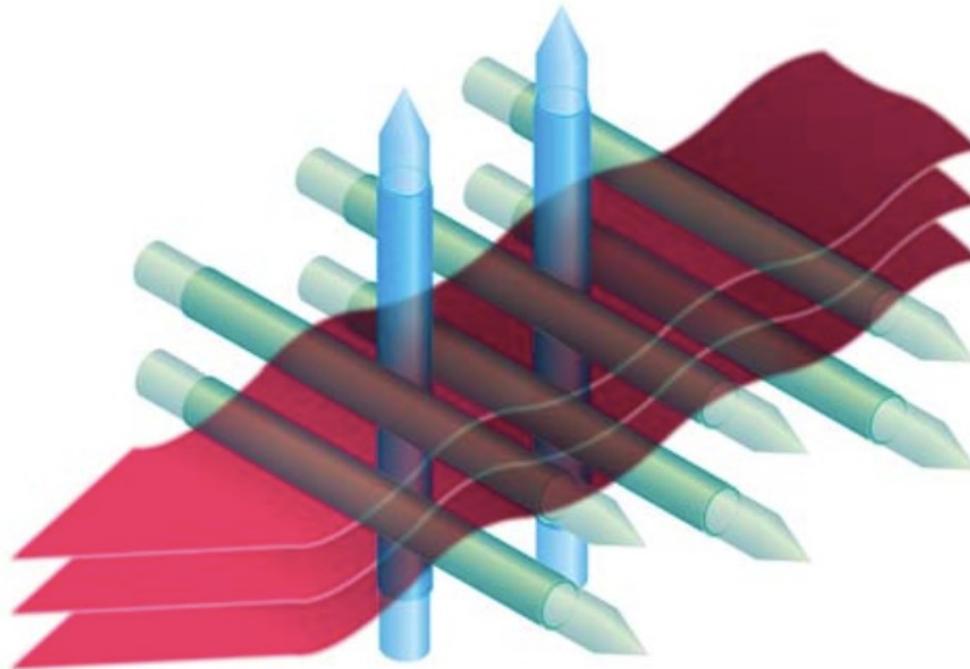


Figure 2: Gas exchange by diffusion through a semi-permeable membrane.

TEMPERATURE

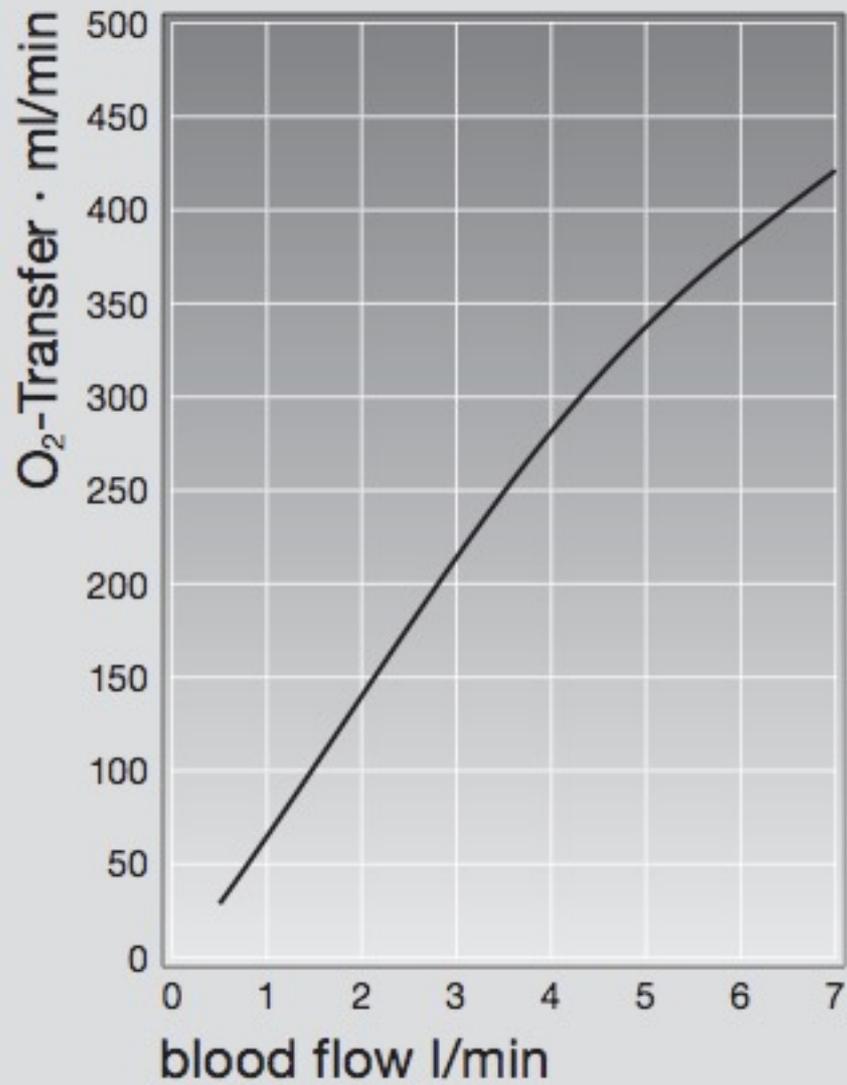
- Température à maintenir autour de 37° C hormis dans les ACR réanimés par ECMO : mild hypothermia 34° - 36° C.
- Les oxygénateurs sont équipés de réchauffeurs.
- La température du sang est monitorée sur la console.



DETERMINANTS DE L' OXYGENATION

- Peu dépendante du débit de gaz.
- Dépendante :
 - de la **FDO₂** du mélange gazeux (fraction of delivered O₂).
 - des caractéristiques de la membrane : coefficient de diffusion et surface de contact.
 - de l' état de la membrane (thrombose).
 - du **DEBIT DE SANG** (notion de débit sanguin corrigé ou rated flow : débit max de sang 75% - 95%).
 - de la [Hb] et de la SaO₂ de l' Hb d' entrée (gradient).

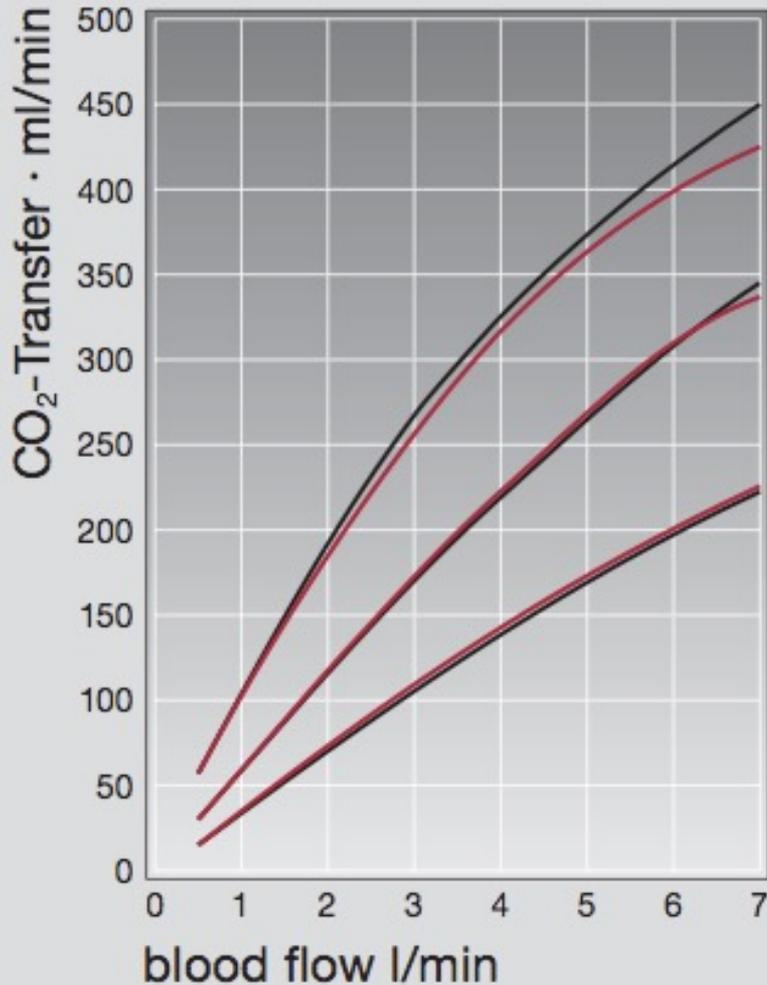
Oxygen Transfer



DETERMINANTS DE LA DECARBOXYLATION

- « Indépendante » du débit sanguin.
- Dépendante :
 - du DEBIT DE GAZ (**BALAYAGE** ou sweep gas).
 - du gradient de diffusion (P_{aCO_2} d'entrée).
 - des caractéristiques de la membrane (surface...).

Carbon Dioxide Transfer



gas/blood flow ratio

HMO

■ 2:1

■ 1:1

■ 0.5:1

HMOD

■ 2:1

■ 1:1

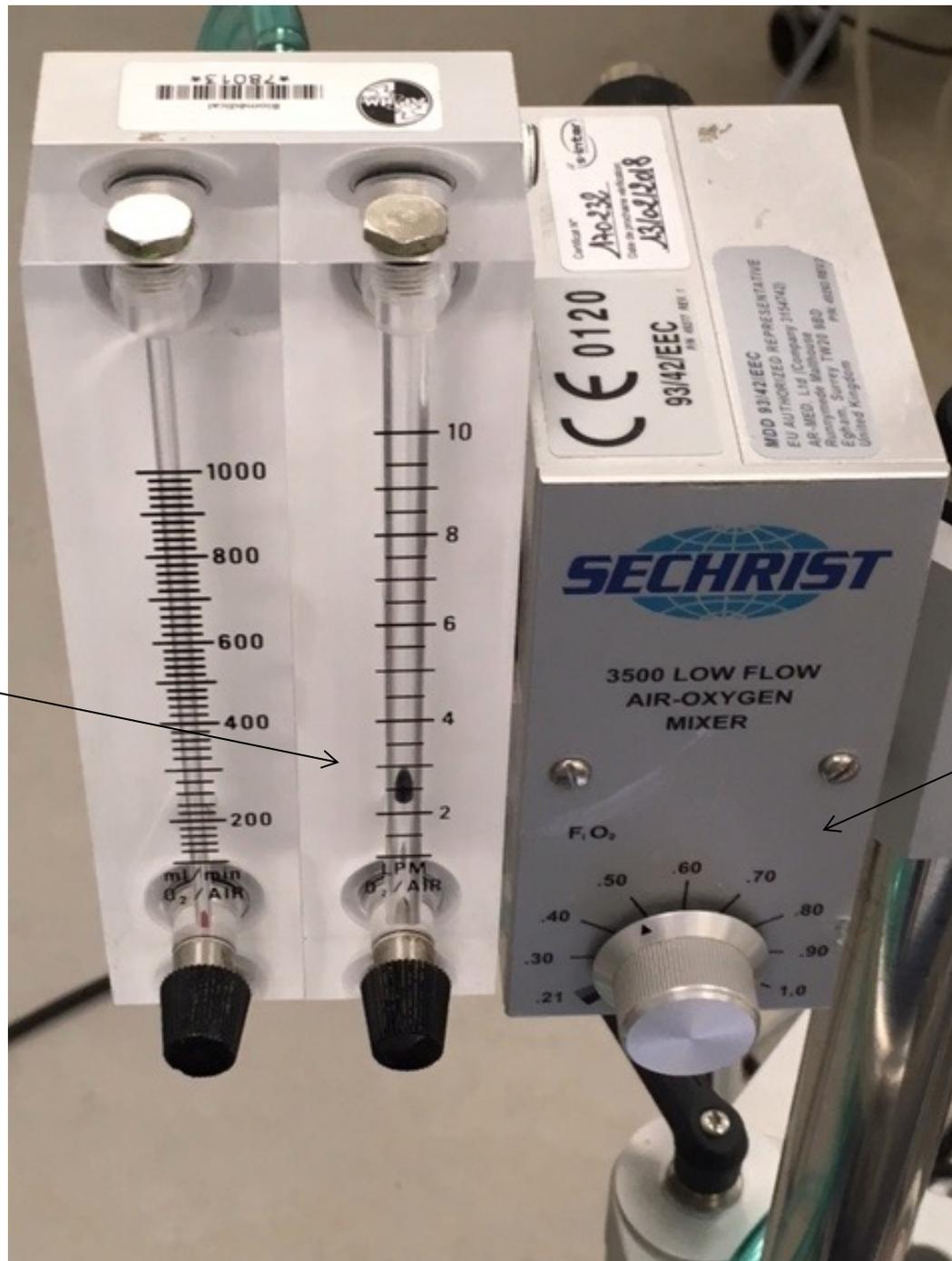
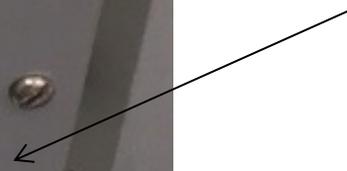
■ 0.5:1

Optimized carbon dioxide elimination at any blood flow rate.

**Balayage
(L/min)**



**FDO2
(21 – 100%)**



LES CANULES

- Profilée, adaptée à l'implantation périphérique.
- Armature métallique pour éviter coudure et torsion.
- **Diamètre de canule veineuse le plus important possible** car déterminant++ du débit (en particulier en ECMO VV).

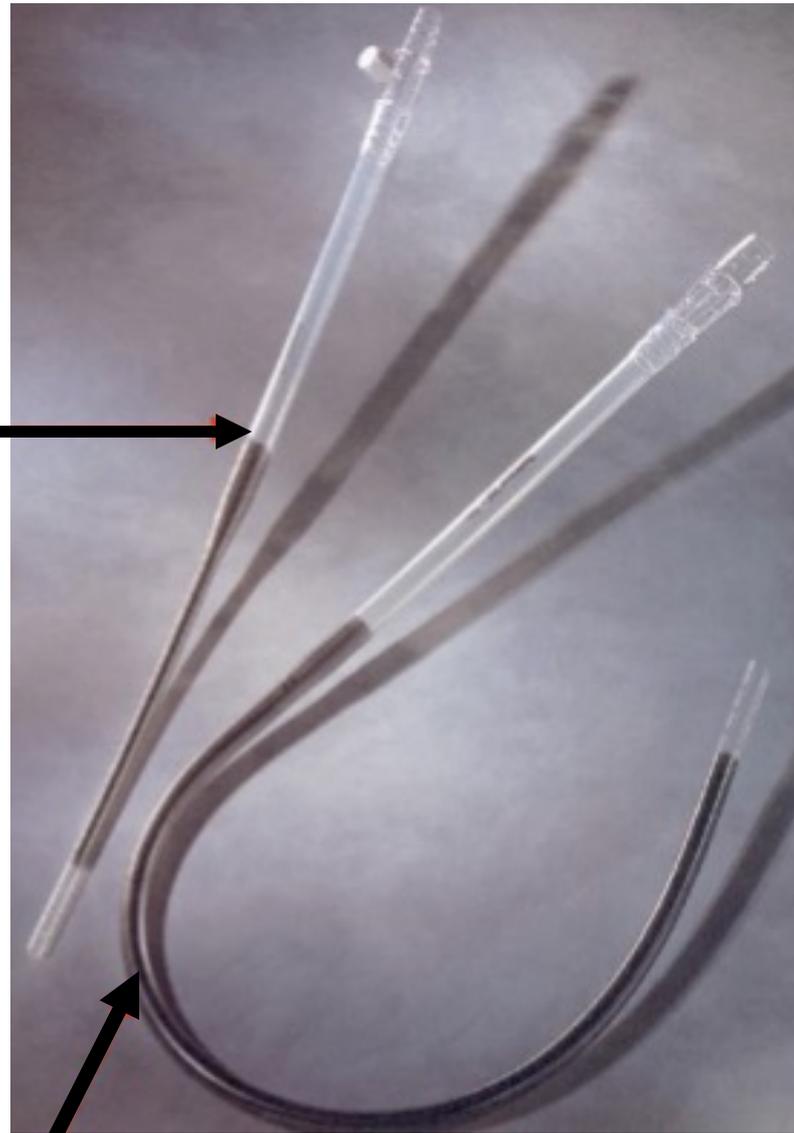
Adulte : 23 à 27 F.

- **Diamètre de la canule artérielle** : moins déterminant pour le débit, hémolyse si trop petit, limite supérieur fixée par le calibre de l'artère canulée.

Adulte : 15 à 19 F.

Canule **artérielle** :
Extrémité dans l'artère
iliaque ou aorte abdo
distale.

Canule **veineuse** :
Extrémité à l'embouchure
VCI dans OD.



SITES D'IMPLANTATION

- Equipe médicochirurgicale.
- Au bloc opératoire, en réa, aux urgences, en extrahospitalier.

Abord fémoral :

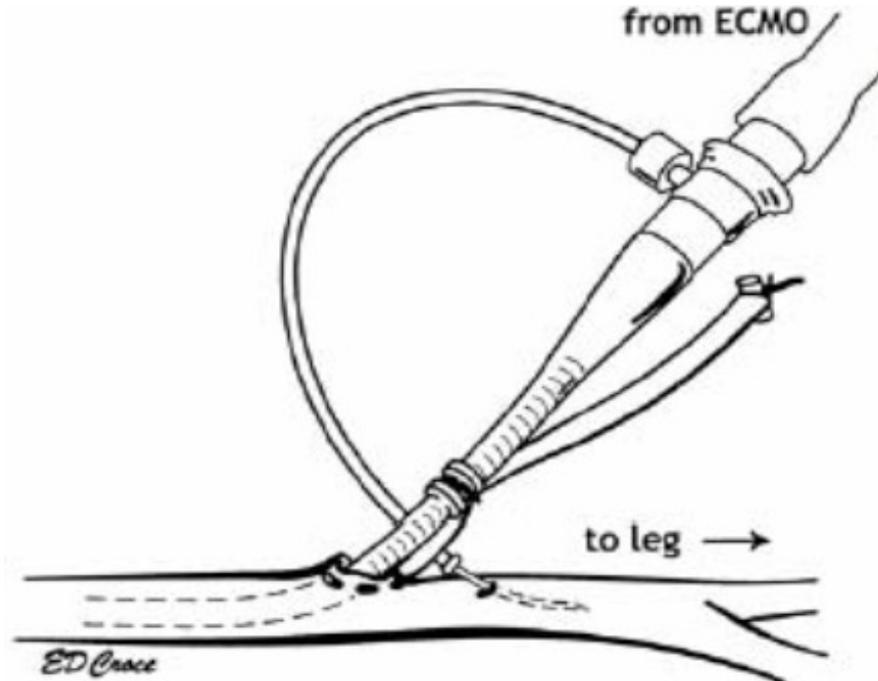
- Le plus utilisé car 'simple', possible sous MCE.
- Veine : droite > gauche, extrémité à la jonction VCI / OD.
- Artère : risque d'ISCHEMIE D'AVAL du MI.

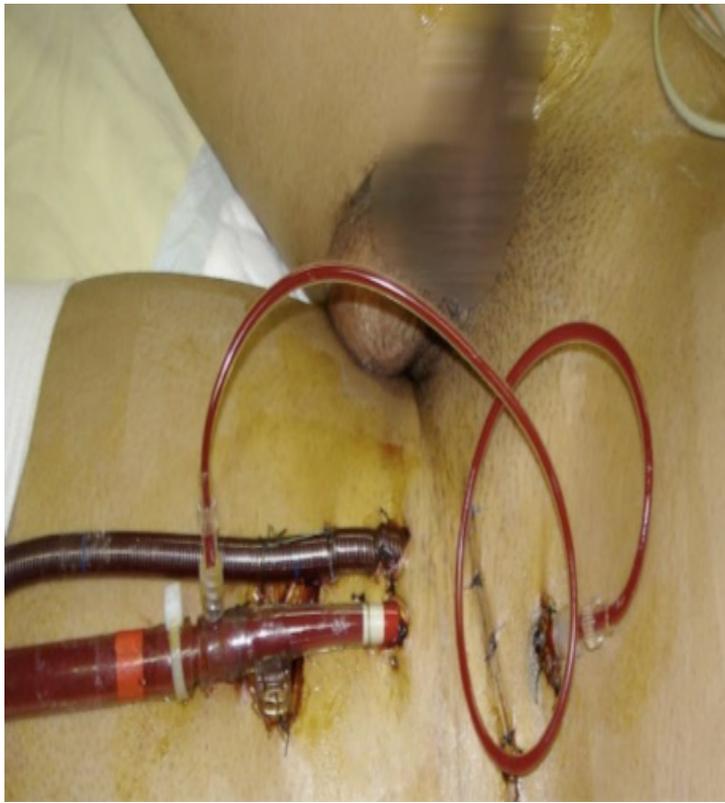
Abord jugulaire :

- Droite.
- Risque de syndrome cave supérieur et HTIC.
- Supériorité de l'ECMO VV fémoro-jugulaire.

TECHNIQUE D'IMPLANTATION

- Percutanée (Seldinger) ou abord chirurgical.
- L'abord chirurgical de l'artère fémorale permet de positionner le shunt de perfusion dans l'artère fémorale superficielle en prévention de l'ischémie de membre.
- Possible dans un second temps.





Percutaneous versus surgical femoro-femoral veno-arterial ECMO: a propensity score matched study

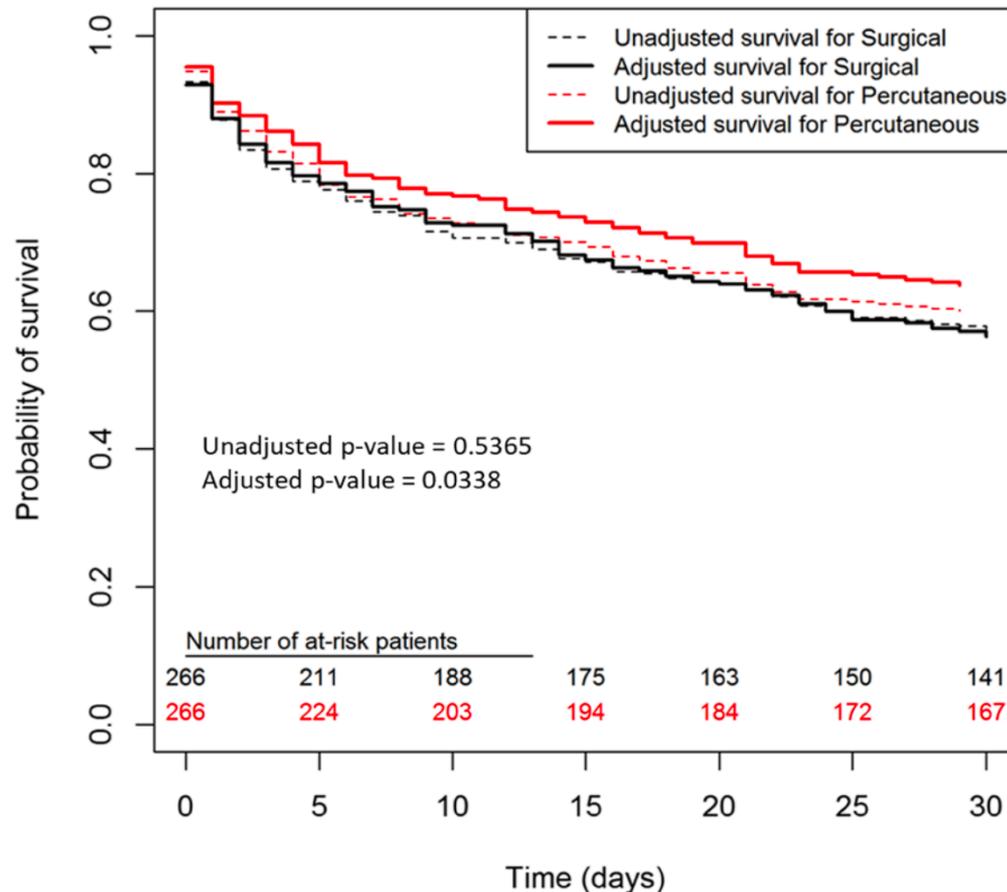
Pichoy Danial¹, David Hajage², Lee S. Nguyen¹, Ciro Mastroianni¹, Pierre Demondion¹, Matthieu Schmidt³, Adrien Bouglé⁴, Julien Amour⁴, Pascal Leprince¹, Alain Combes³ and Guillaume Lebreton^{1*}

Table 3 Univariable and multivariable analyzes of factors associated with local infection

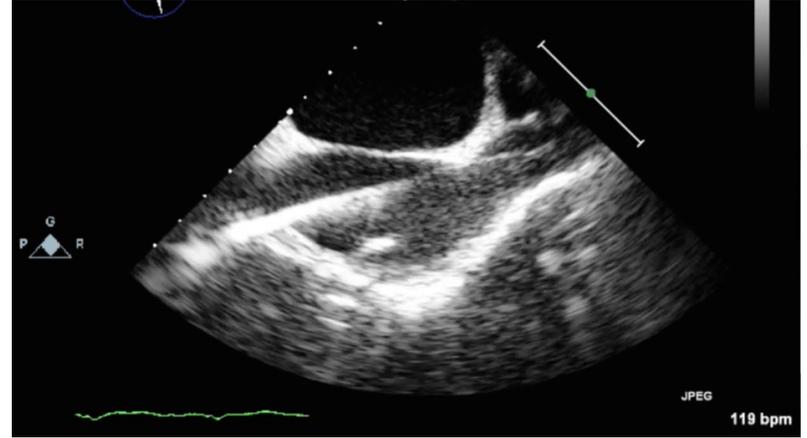
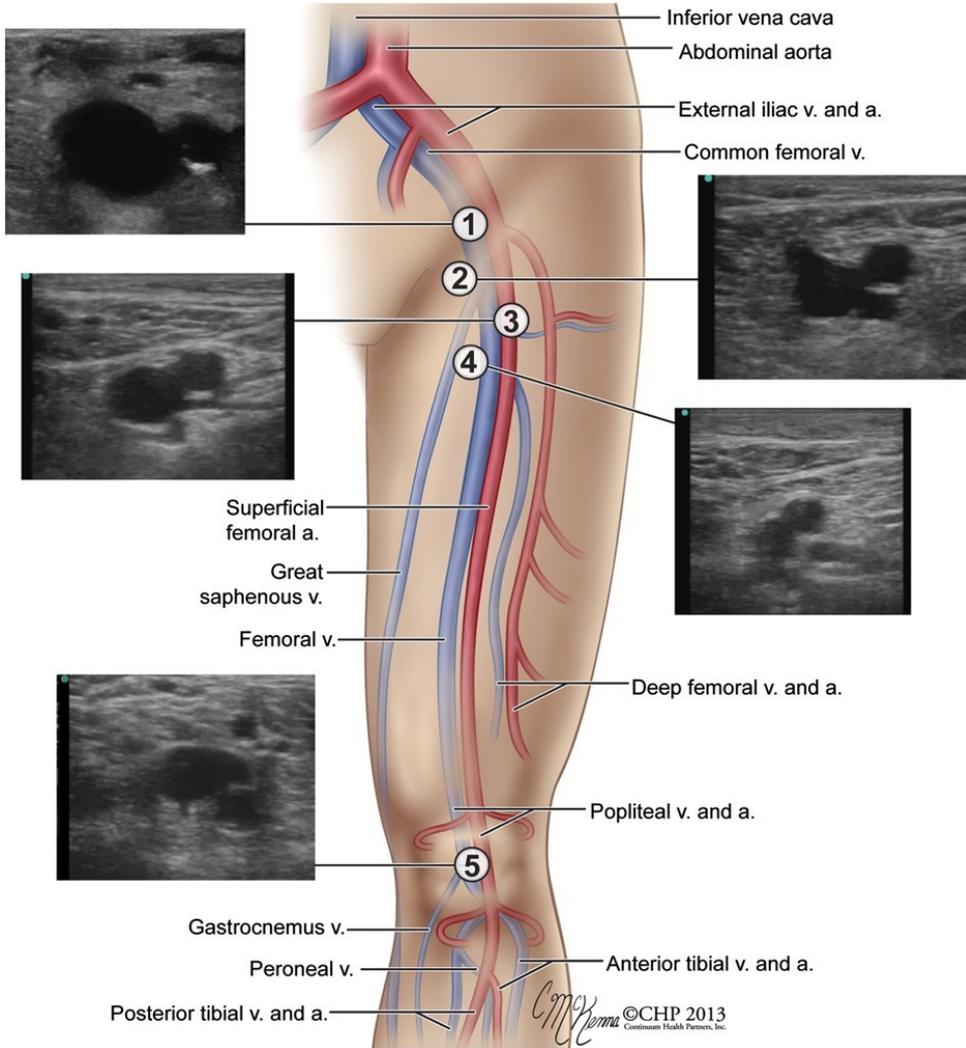
Variables	Univariable analysis		Multivariable analysis	
	OR (95% CI)	<i>p</i> value	OR (95% CI)	<i>p</i> value
Percutaneous approach	0.46 (0.32–0.66)	< 0.001	0.40 [0.27–0.59]	< 0.001
Chronic heart failure	1.86 (1.33–2.62)	< 0.001	1.55 [1.08–2.23]	0.018
Duration of VA-ECMO		< 0.001		< 0.001
< 3 days	1		1	
≥ 3 and < 6 days	4.92 (2.50–10.61)		4.25 (1.99–9.1)	
≥ 6 and < 10 days	8.92 (4.59–19.12)		8.14 (3.84–17.25)	
≥ 10 days	11.48 (5.95–24.46)		10.03 (4.77–21.10)	
Reperfusion	10.19 (2.17–181.78)	0.005	–	–
SOFA score	0.95 (0.91–0.98)	0.003	–	NS
VA-ECMO implanted under cardiopulmonary resuscitation	0.45 (0.27–0.78)	0.006	–	NS

Percutaneous versus surgical femoro-femoral veno-arterial ECMO: a propensity score matched study

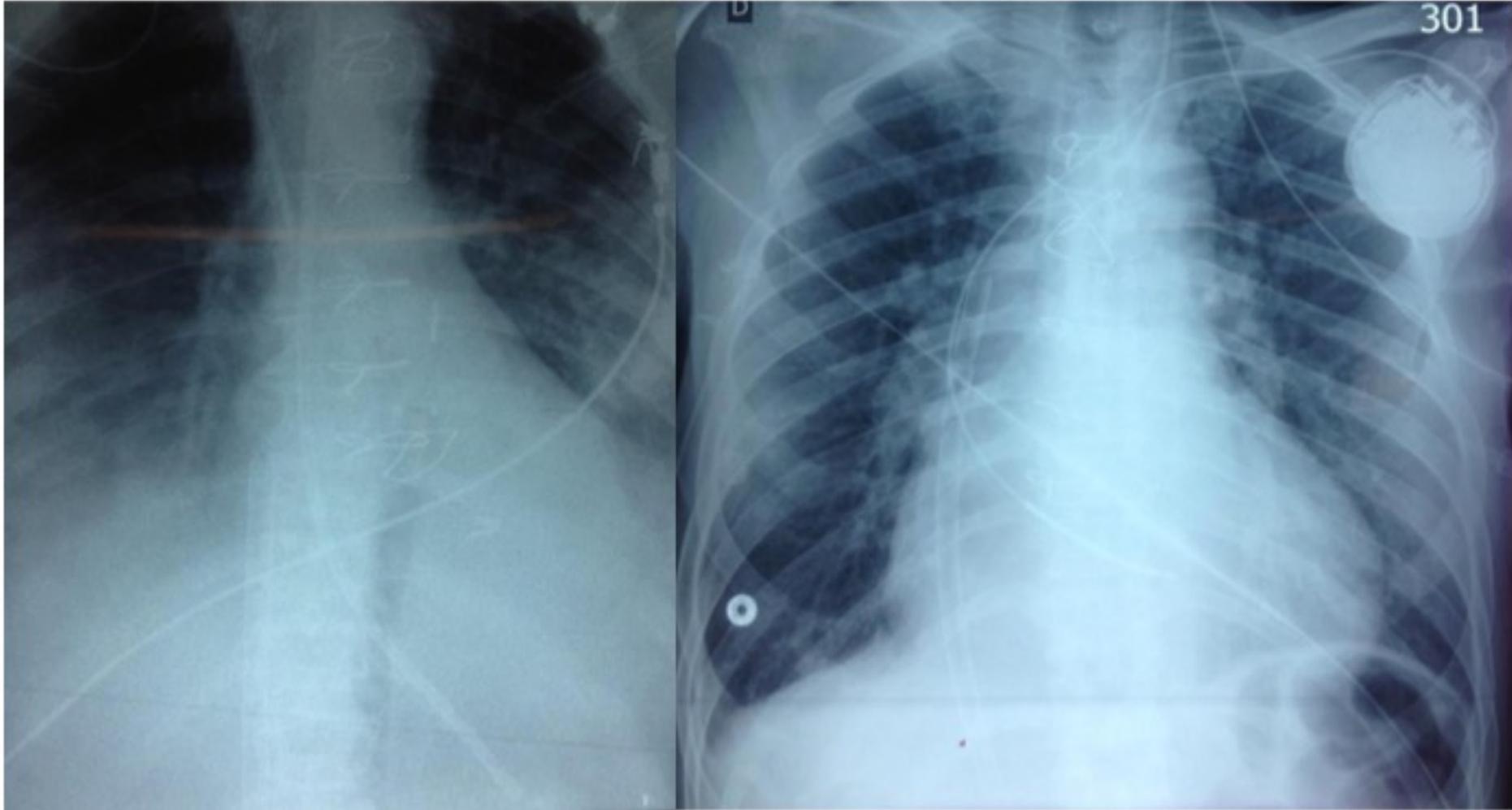
Pichoy Danial¹, David Hajage², Lee S. Nguyen¹, Ciro Mastroianni¹, Pierre Demondion¹, Matthieu Schmidt³, Adrien Bouglé⁴, Julien Amour⁴, Pascal Leprince¹, Alain Combes³ and Guillaume Lebreton^{1*}



IMPLANTATION ECHOGUIDEE



JUNCTION VCI / OD



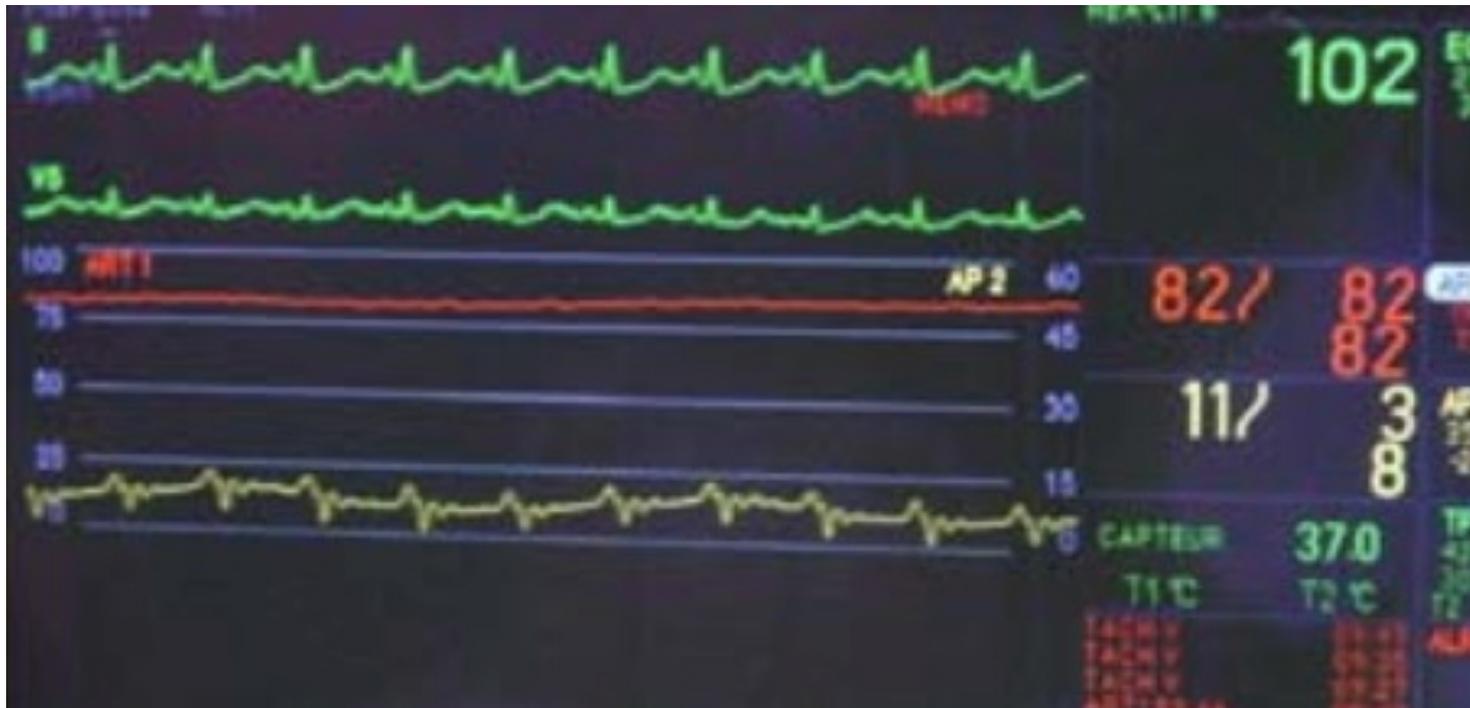
LES CIRCUITS

- Hémostabilité+++.
- Traitement de la surface : préhéparinisation (heparin-coated) :
 - réduit la posologie d'héparine systémique donc diminue le risque hémorragique.
 - prévient le syndrome inflammatoire induit par la CEC.
 - prévient l'activation de la coagulation.
- CARMEDA® bioactive surface.

MONITORAGE HEMODYNAMIQUE

PA Invasive

- Flux linéaire +/- pulsatile = PAM en ECMO VA.



MONITORAGE HEMODYNAMIQUE

ETT/ETO

- Positionnement de la canule veineuse.
- Ouverture valve aortique, IAo par reflux et augmentation post charge du VG.
- Epanchement péricardique.
- Décharge VD et récupération VG

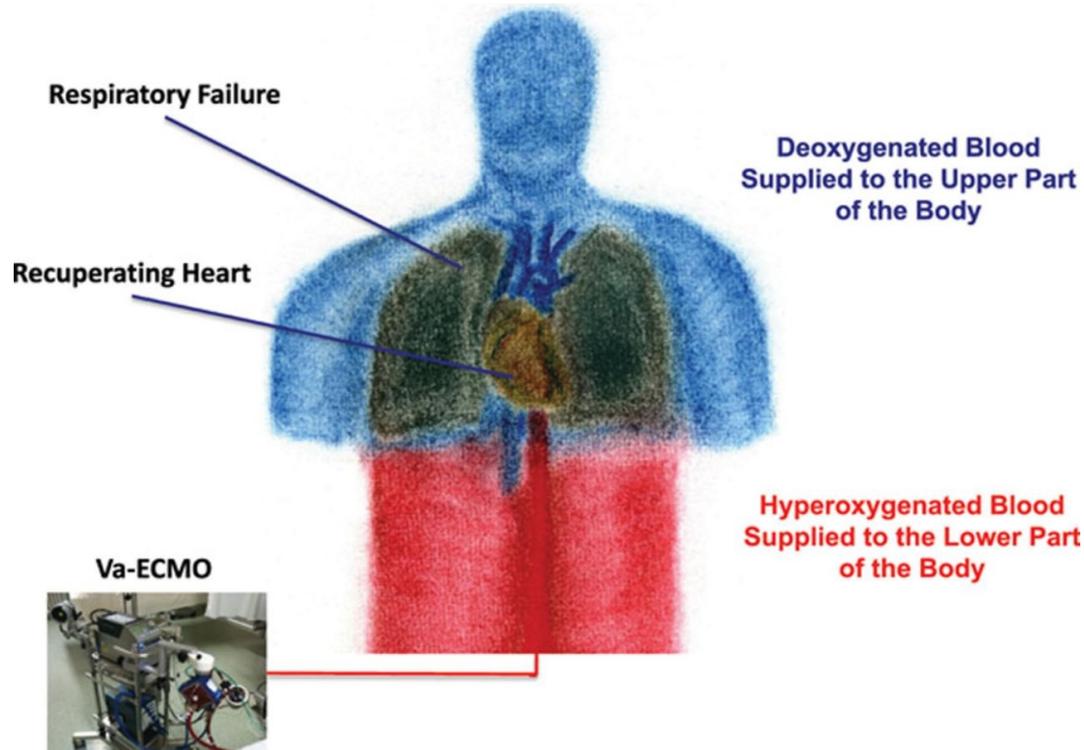
Lactates / SvO₂

- Optimisation du débit d'ECMO (remplissage, transfusion, position des canules, baisse des RVS, tour-minutes pompe)

MONITORAGE OXYGENATEUR

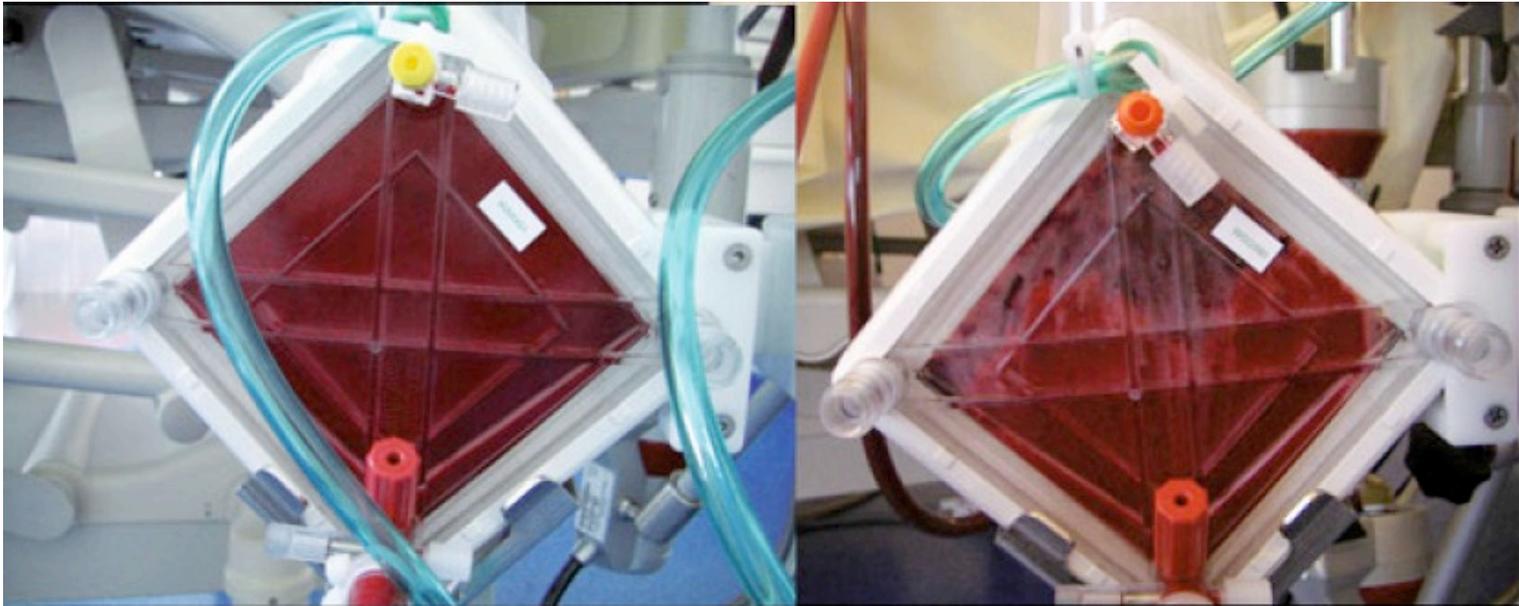
- COULEUR DES CANULES.
- COULEUR DU PATIENT / SpO2 / NIRS / GAZOMETRIE
- ECMO VV : prélèvement artériel sans contrainte.
- ECMO VA : PAI **radiale droite** pour sang mixé.

SYNDROME ARLEQUIN: SI CANULATION ARTERIELLE FEMORALE + PULSATILITE + DYSFONCTION PULMONAIRE



MONITORAGE OXYGENATEUR

Inspection quotidienne de l'oxygénateur



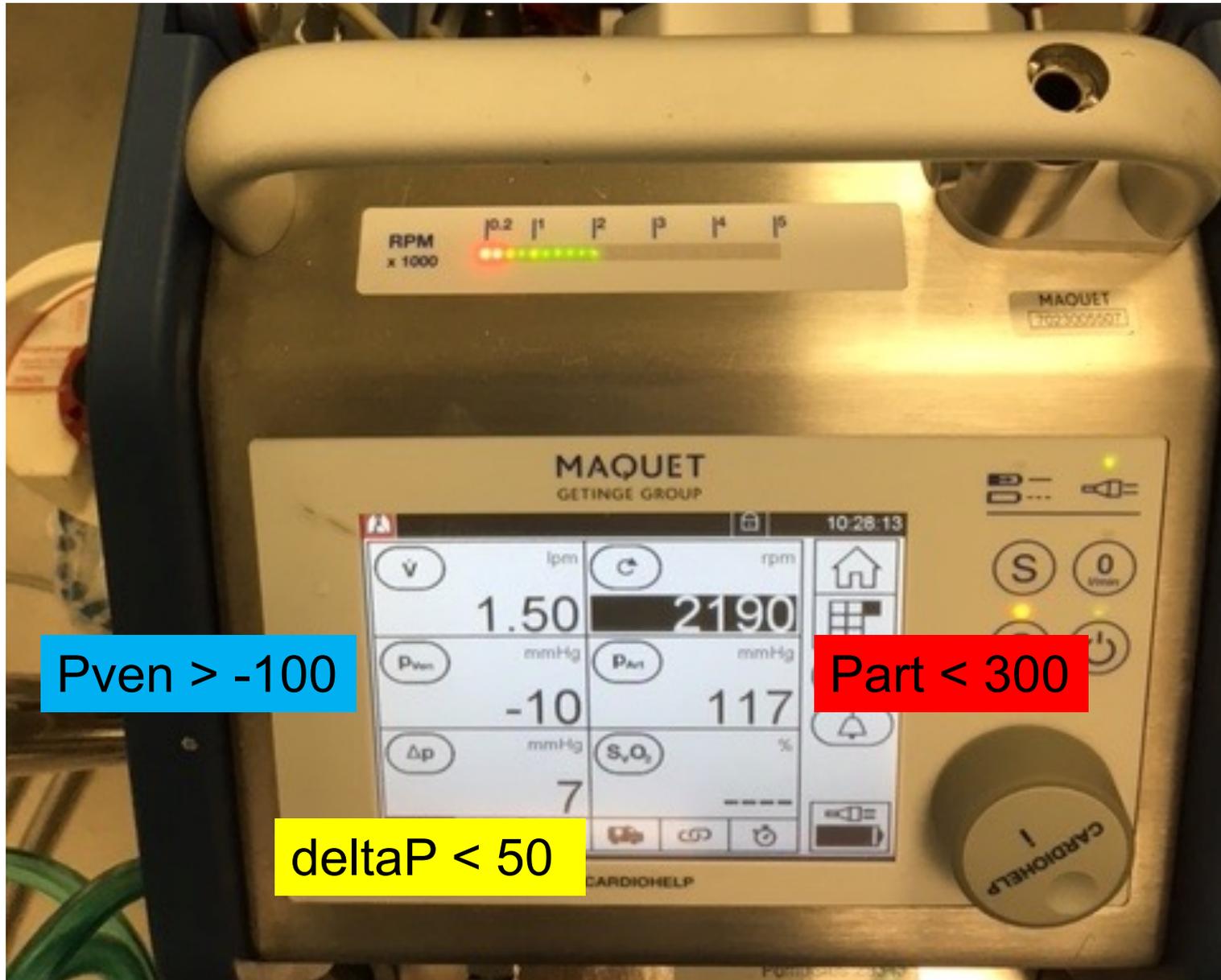
EVALUATION DE L' OXYGENATEUR

- Transfert d' oxygène :

$$TaO_2p = \text{Débit de pompe} \times (CaO_2p - CvO_2p)$$

- Perte de charge = Débit de pompe x (Ppréfiltre - Ppostfiltre)

PRESSIONS DE LIGNE



VENTILATION PROTECTRICE

- Intérêt majeur de l'ECMO dans les indications respiratoires (SDRA).
- L'ECMO épure le CO₂, le poumon est ventilé a minima mais conserve une capacité d'oxygénation.
- Réglage du respirateur : A CONSERVER !

$V_t = 6 \text{ ml/kg.}$

$FR = 8 \text{ à } 10 \text{ cycles/min.}$

$PEEP = 5 \text{ à } 10 \text{ cmH}_2\text{O.}$

$FiO_2 = 30\%$

MANAGEMENT HEMATOLOGIQUE

- Ht > 40%.
- Plaquettes > 100G/L.
- Fibrinogène > 1g.
- ACT < 160 - 200 s.
- **HEPARINE : HNF+++ (CI HRP, cérebrolésé...)**
 - 50 à 100 UI/kg lors de la canulation.
 - puis IVSE pour ACT à 160s (TCA 1,5T).
 - environ 10 UI/kg/h.

COMPLICATIONS

- **HEMORRAGIES** : AAP/fibrinolyse, coagulopathie, consommation plaquettes, trauma vasculaire
- **THROMBOEMBOLIQUES**: AVC, embolies gazeuses.
- **ANEMIE** : hémolyse (thrombose de pompe) / hémodilution / hémorragie.
- **SIRS** / sepsis like : fuite capillaire++.
- **CANULATION** : **ischémie de membre**

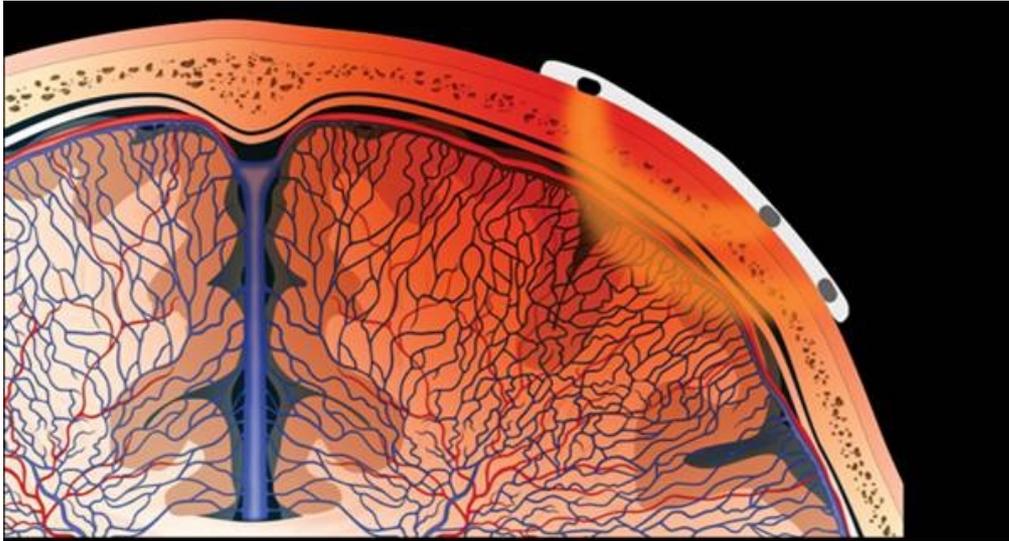


Surveillance !!!

NIRS
Pouls / Doppler
Température
Coloration

NIRS

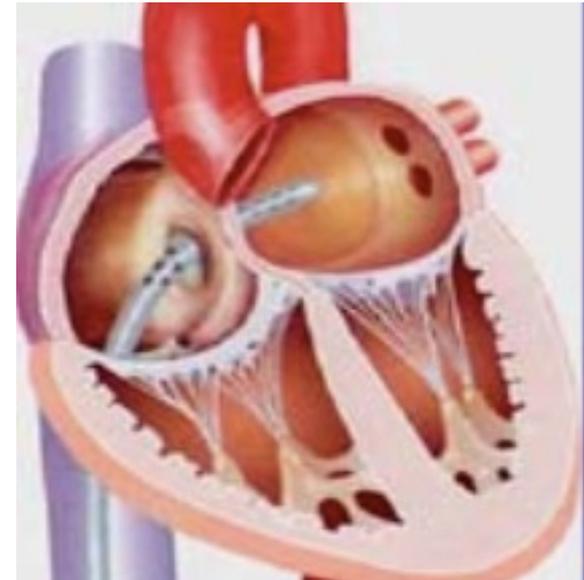
- Diagnostic précoce d'une ischémie de membre.
- Suivi d'un Arlequin (électrode cérébrale droite).



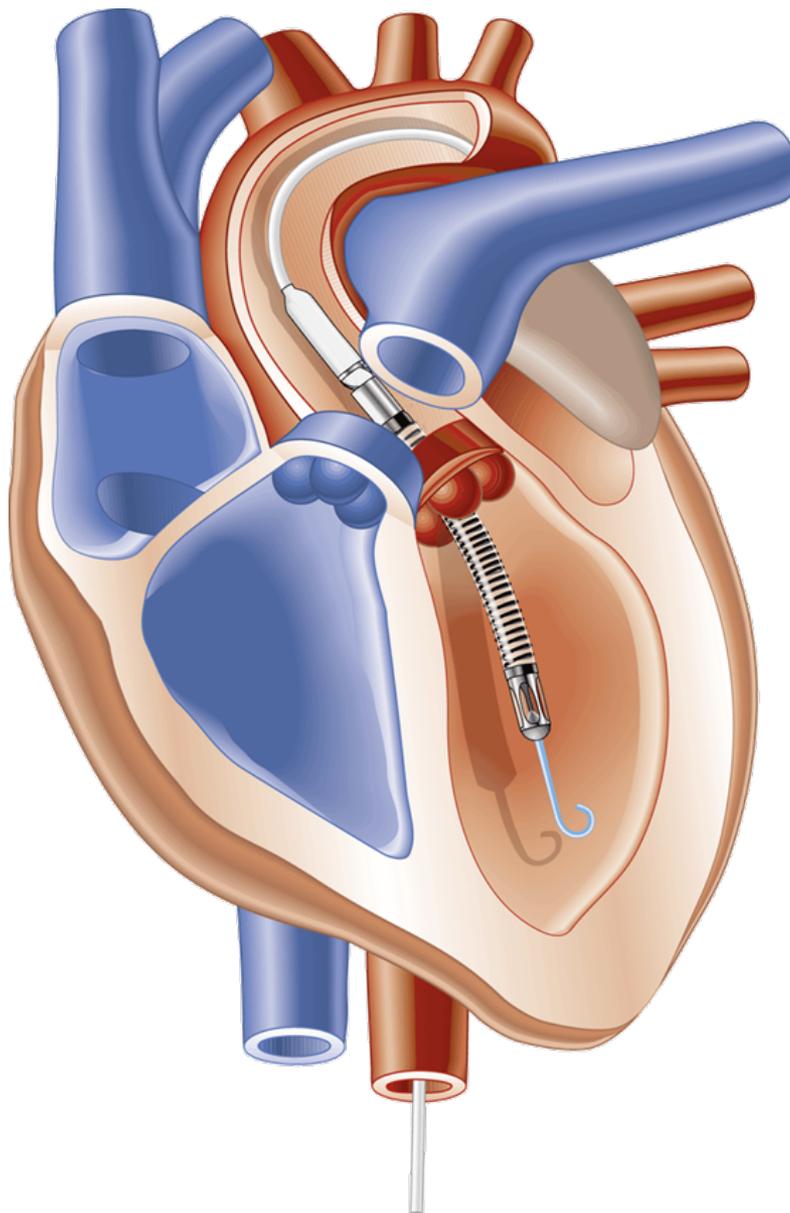
SURCHARGE DU VG = OAP

- Mauvaise décharge du cœur gauche (IAo?)
- Augmentation de la postcharge du VG (flux retrograde).
- Cause majeure d'échec d'ECLS.

PEC : **INOTROPES**: maintien pulsatilité
ECLS + IMPELLA +++
CENTRALISATION
CANULATION OG.
SEPTOTOMIE ATRIALE.
Ballon CPIAo



IMPELLA : pompe axiale trans aortique VG - > Ao



ACCIDENTS

- Décanulation accidentelle, embolies gazeuses massives, fissuration de canules : DOUBLE CLAMPAGE
- Arrêt de pompe, panne électrique: conversion pompe manuelle (manivelle).



Atelier de simulation+++

UMAC = CENTRE DE REFERENCE

04 91 38 57 20

