

C H U | U V C  
B R U G M A N N

# L'ECMO

---

Evrard Stéphanie  
Infirmière SIAMU  
Service de Soins Intensifs médico-chirurgicaux

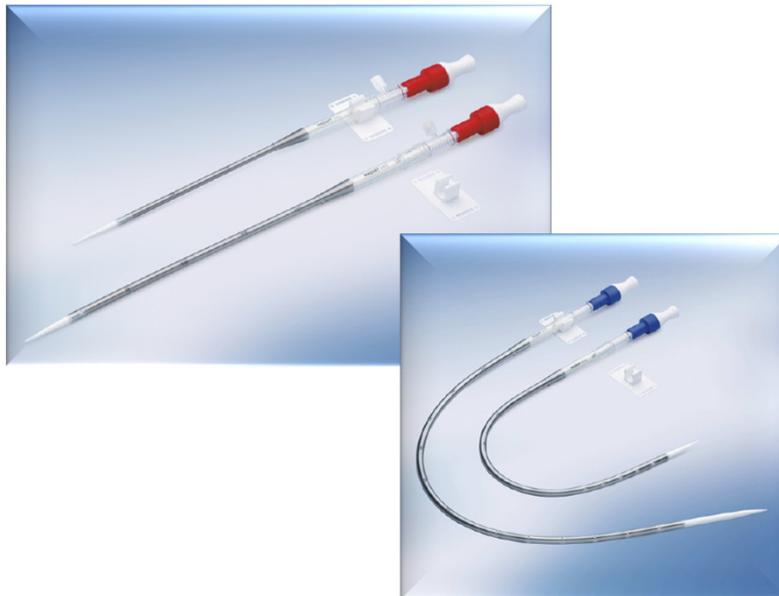


## ❖ ECMO : Extra Corporeal Membrane Oxygenation

- Technique extra-corporelle utilisée dans les défaillances cardiaque et/ou pulmonaire qui permet :
  - Une oxygénation
  - Une extraction de CO<sub>2</sub>
  - Un support hémodynamique en cas de défaillance cardiaque sévère (ECMO A-V)

# Comment ça fonctionne?

- Canule de perfusion (artérielle ou veineuse)
- Canule de retour veineux
- Pompe centrifuge
- Oxygénateur
- Filtre (mélange air/oxygène)
- Moniteur
- Réchauffeur thermique

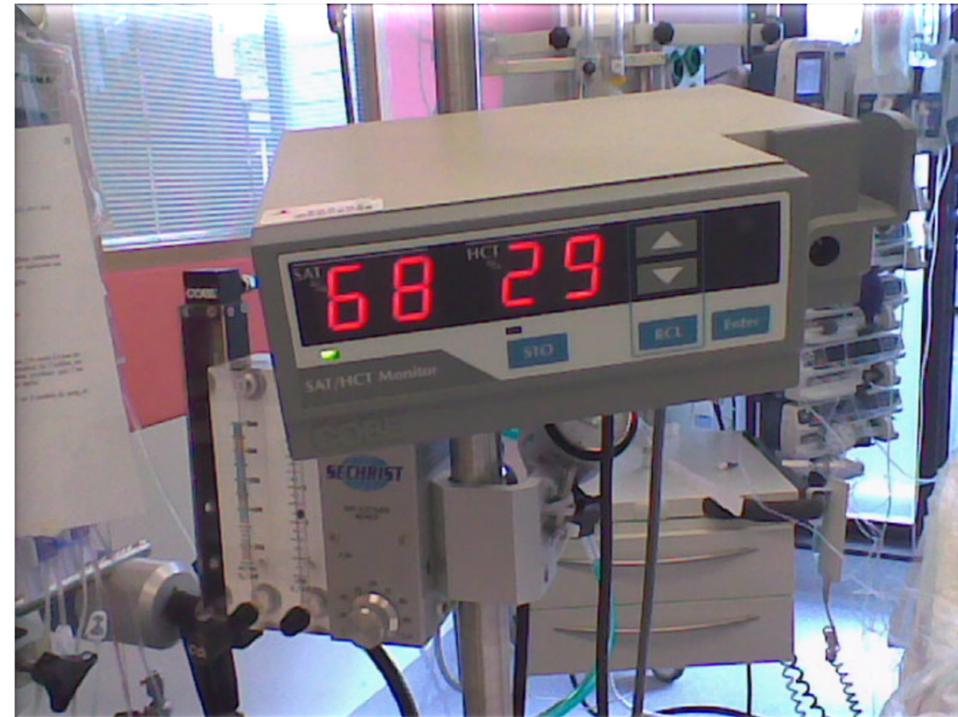
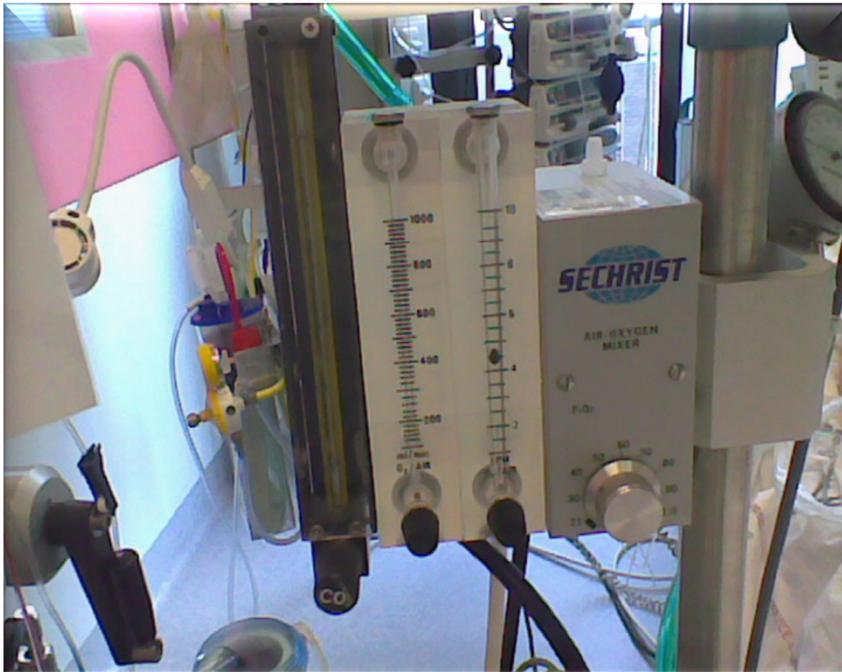


Oxygénateur

Pompe centrifuge

# Comment ça fonctionne?

## Mélangeur Air/Oxygène



## Moniteur :

- SvO<sub>2</sub>
- Hématocrite

# Types d'ECMO

---

❖ ECMO artério-veineuse

❖ ECMO veino-veineuse

❖ ECCO<sub>2</sub>R

# L'ECMO artériovoineuse



## ➤ Indications

### Support cardiaque (durée 7 – 15j) :

- Choc cardiogénique réfractaire
- Attente de greffe cardiaque
- Post arrêt cardio-respiratoire
- RCP assistée par ECMO
- Post-op immédiat chirurgie cardiaque
- Sepsis sévère
- Intoxications médicamenteuses (Bêta-bloquants, anti-arythmiques)
- Hypothermie accidentelle
- Polytrauma

### Support respiratoire :

- Si défaillance cardiaque droite associée

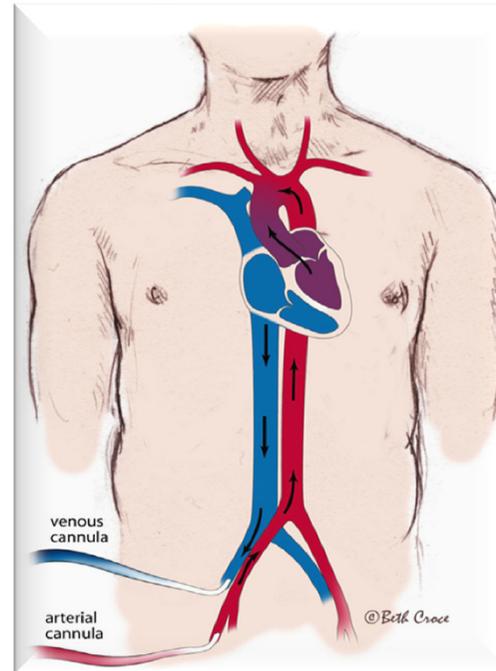


# L'ECMO artério-veineuse

## ➤ Canulations

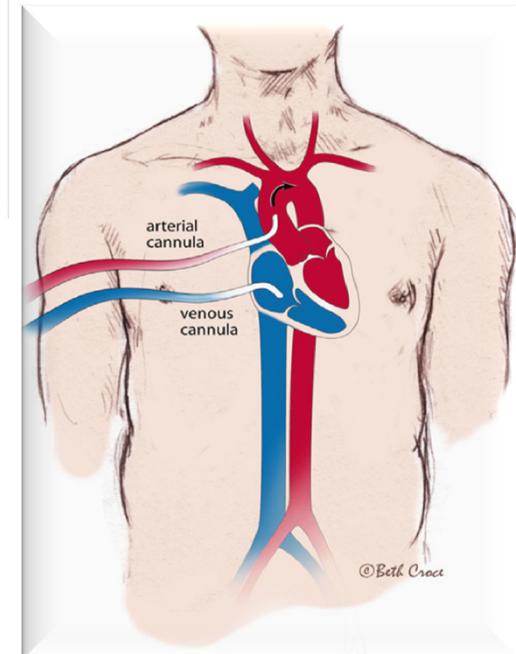
### Périphérique :

- Artérielle : artère fémorale
- Veineuse : veine cave inférieure  
(veine fémorale)

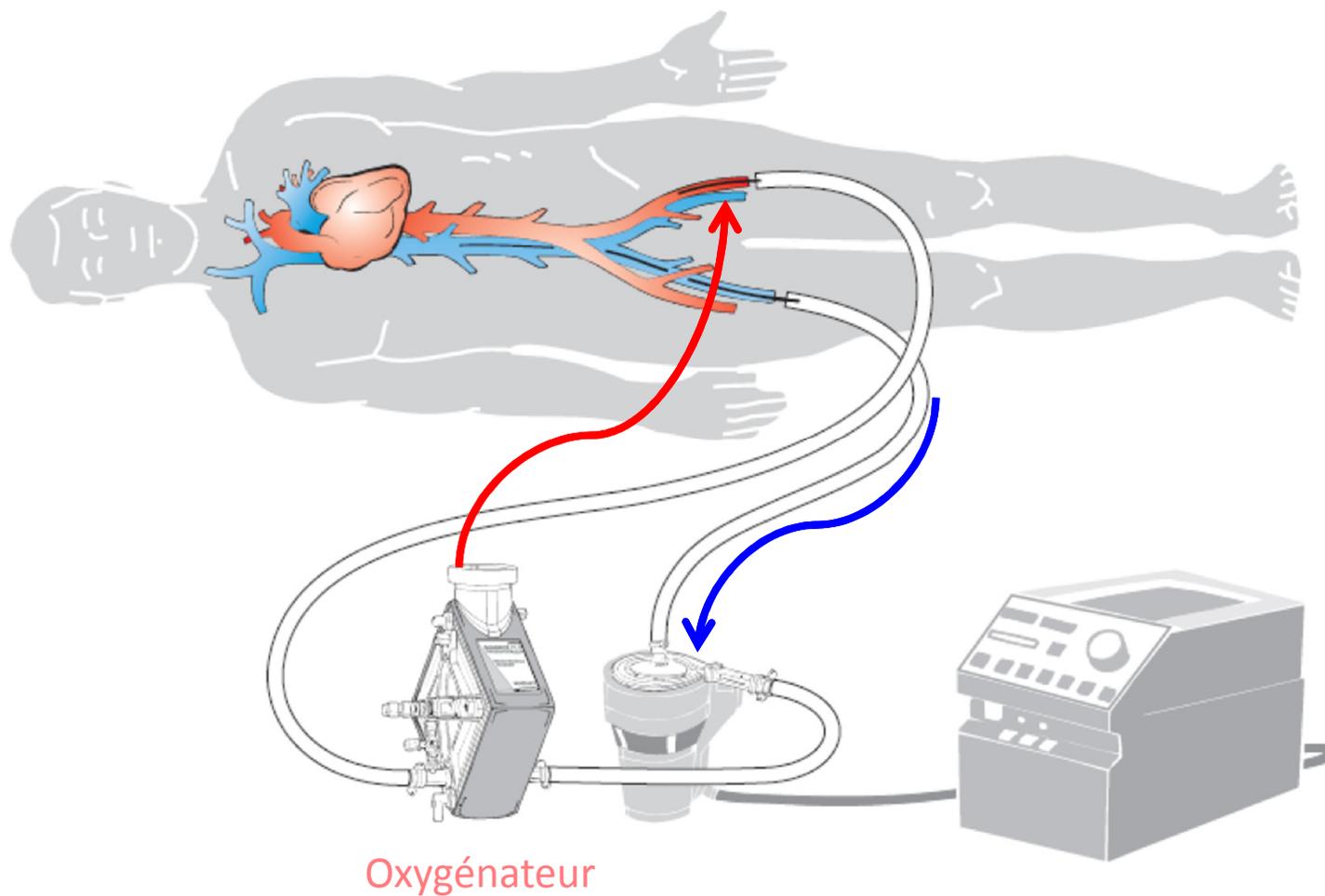


### Centrale :

- Artérielle : artère aorte ascendante
- Veineuse : oreillette droite



# L'ECMO artériovoineuse



# L'ECMO artériovoineuse

- Principe proche d'une CEC
- Abord central : technique très invasive → salle d'opération
- Abord périphérique (percutané) : plus facile et moins invasif, rapidité de mise en route
- Diminution de la pré-charge du ventricule droit et du débit sanguin pulmonaire
- Augmentation de la post-charge du ventricule gauche
- Cette technique permet d'assurer des débits élevés au niveau de l'ECMO



Bypass le coeur

Assure le débit cardiaque

# L'ECMO artériovoineuse

## ➤ Complications

- **Saignements - Hémorragies**
- **Complications thrombo-emboliques**
- Hémolyse (débit, flux turbulent à la sortie des canules, ...)
- Ischémie des membres inférieurs (canulation fémorale)
- Thrombus circuit / filtre => perte de sang
- Hypovolémie
- Troubles neurologiques (AVC, hypoxie cérébrale, hémorragie)
- Problèmes techniques (circuit, pompe, plicatures)
- Décanulations
- Syndrome d'Arlequin

# L'ECMO artério-veineuse

## ➤ Syndrome d'Arlequin

« Tête bleue, jambes rouges »

ECMO A-V avec fonction VG conservée

Flux compétitif dans l'aorte entre le cœur et la pompe ECMO

Survient suite au passage du sang au travers des poumons non fonctionnels

Haut du corps est oxygéné par le débit cardiaque propre avec du sang désoxygéné

Bas du corps est oxygéné par l'ECMO

- ✓ Placer l'oxymètre de pouls au niveau du membre supérieur droit ou détection si KT artériel radial droit



Changer la conformation de l'ECMO

**!!! ATTENTION !!!**

L'ECMO assure un débit continu non pulsatile (non-physiologique)



Courbe de Pression Artérielle aplatie (= TA moyenne)

# L'ECMO artériovoineuse

---



Devenir du patient:

- Bridge vers la transplantation
- Assistance ventriculaire
- Réussite



# L'ECMO veino-veineuse

---

## ➤ Indications

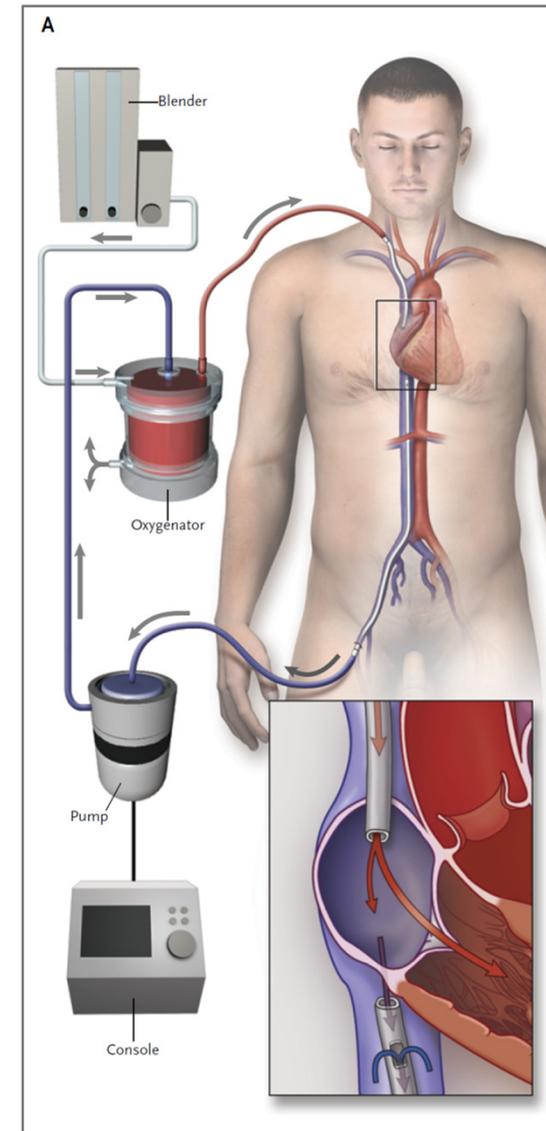
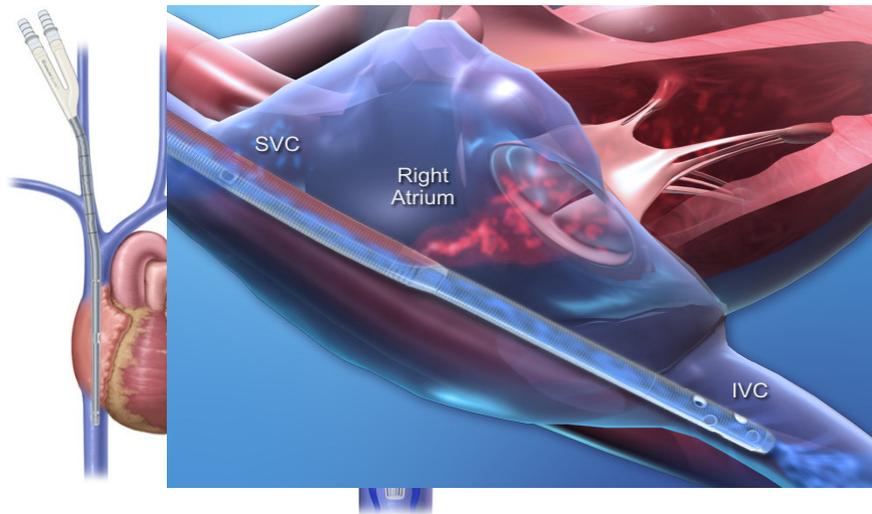
### Support respiratoire

- ARDS
- Infections pulmonaires sévères
- Asthme bronchique sévère
- Trauma thoracique avec problème de ventilation
- Attente de greffe pulmonaire

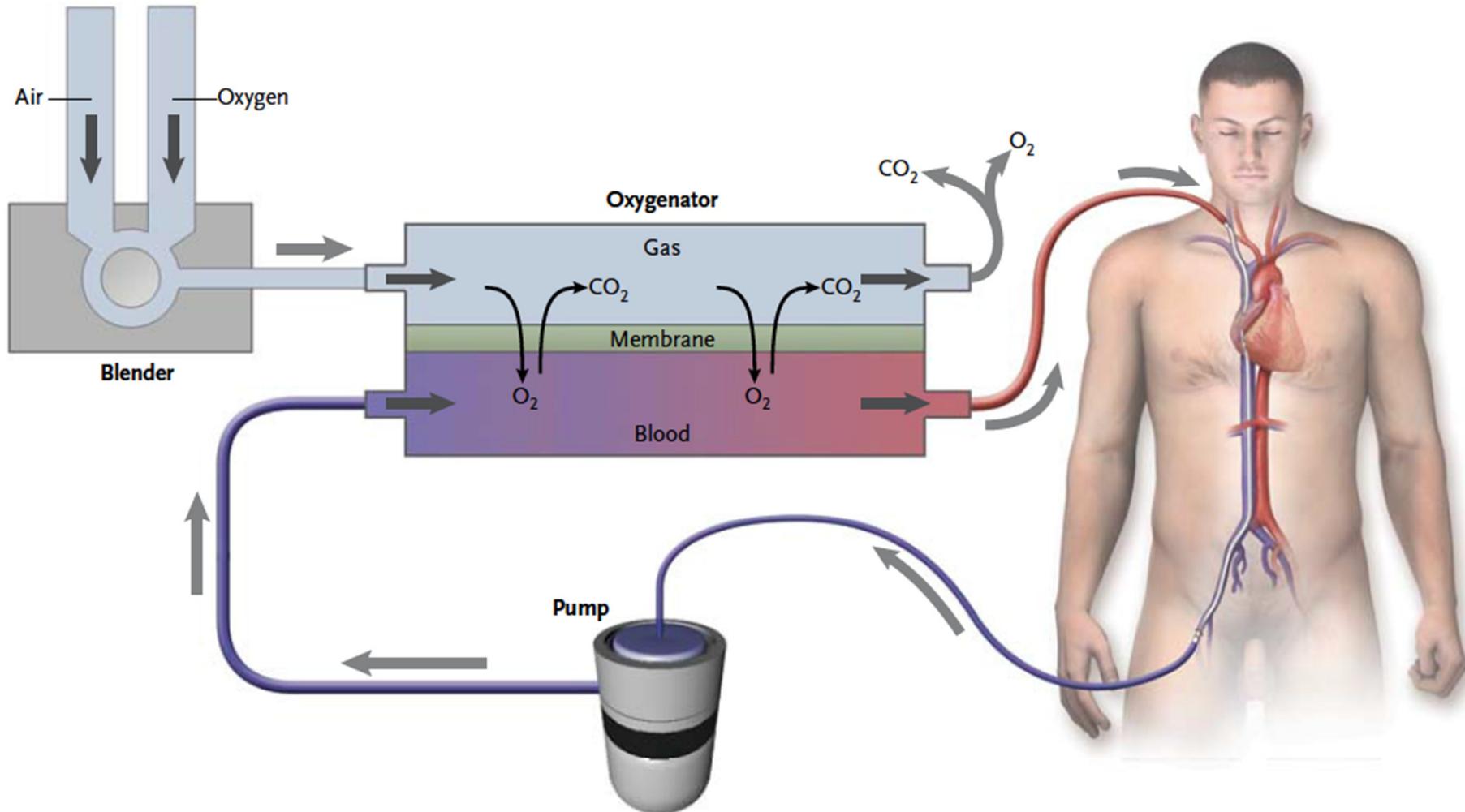
# L'ECMO veino-veineuse

## ➤ Canulations

- Association d'une canule de perfusion veineuse avec une canule de retour veineux
- Le plus souvent : veine fémorale et veine jugulaire
- **AVALONELITE®** Bi-Caval Dual Lumen Catheter



# L'ECMO veino-veineuse



Brodie et al. NEJM 2011; 365: 1905-14

# L'ECMO veino-veineuse

- Débit de pompe **doit être** plus faible (non adapté au soutien hémodynamique)
- Débit pulsatile maintenu par le débit cardiaque propre
- Sang veineux oxygéné et CO<sub>2</sub> excédant diffusé au travers de la membrane du filtre  
→ retour de sang veineux « artérialisé » (riche en O<sub>2</sub>, pauvre en CO<sub>2</sub>)
- PaO<sub>2</sub> moins élevée

Assistance respiratoire



Aucun effet sur le débit cardiaque → la fonction cardiaque doit être conservée

# L'ECMO veino-veineuse

## ➤ Complications

- **Complications hémorragiques**
- **Complications thrombo-emboliques**
- Thrombus circuit / filtre => perte de sang
- Hypovolémie
- Problèmes techniques (circuit, pompe, plicatures)

**!!! ATTENTION !!!**

Problème de recirculation quand les canules sont trop proches



Forte augmentation de la SvO<sub>2</sub> du circuit pour une faible augmentation de la SaO<sub>2</sub>

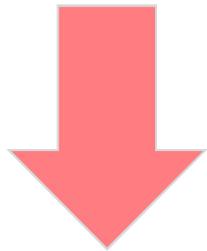
# Complications – ECMO V-V



Event	Rate %
<b>Directly related to the ECMO circuit</b>	
Oxygenator failure	17.5
<b>Blood clots</b>	
Oxygenator	12.2
Other circuit	17.8
Cannula-related problems	8.4
Other mechanical complications	7.9
<b>Not directly related to the ECMO circuit†</b>	
<b>Bleeding</b>	
Surgical-site bleeding	19.0
Cannulation-site bleeding	17.1
Pulmonary hemorrhage	8.1
Gastrointestinal hemorrhage	5.1
Intracranial hemorrhage	3.8
Hemolysis	6.9
Disseminated intravascular coagulation	3.7
Culture-confirmed infection at any site (related or unrelated to ECMO)‡	21.3

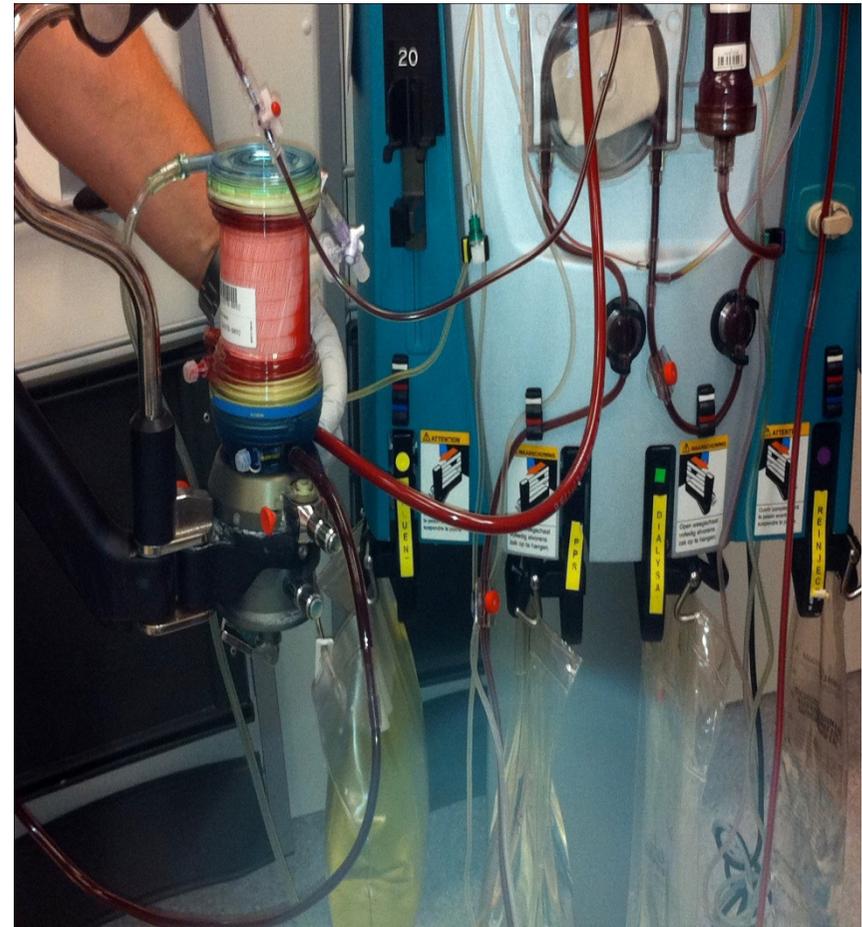
## ➤ Principe

- Oxygénateur
- Système assurant le débit (CVVH)
- Débit de gaz frais sur l'oxygénateur



Extraction de CO<sub>2</sub>

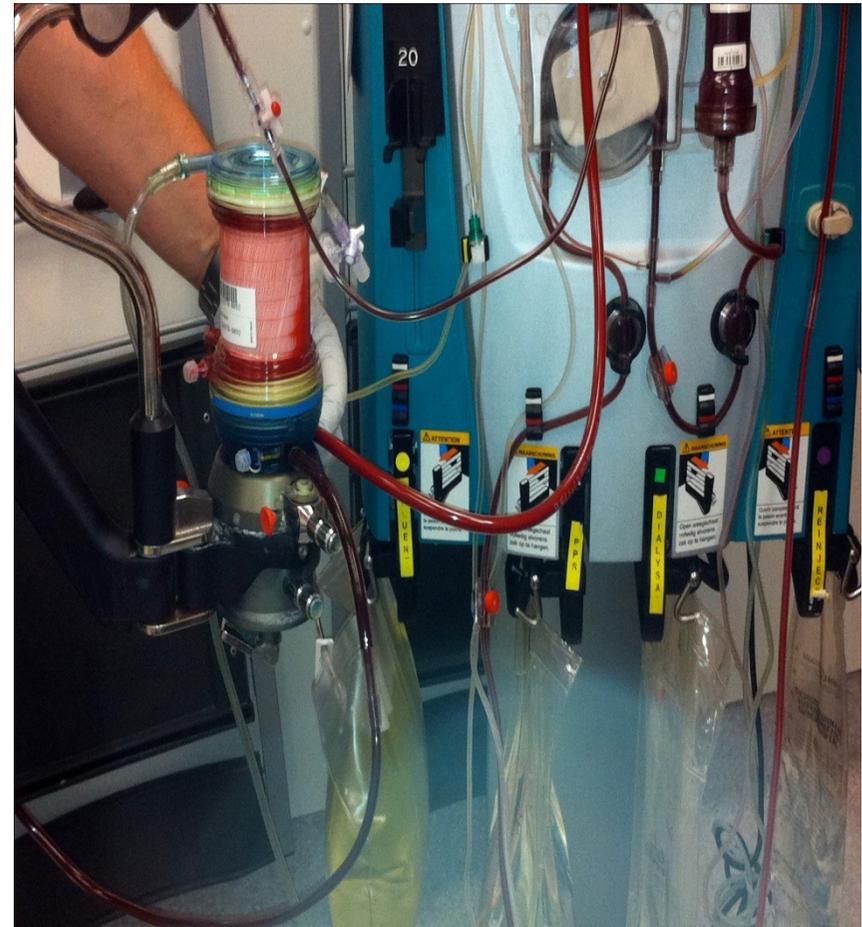
Mais : **oxygénation minime !**



## ➤ Indications

- Acidoses respiratoires sévères secondaires à une hypercapnie majeure
- Ventilation protectrice
  - peep > 10 cmH<sub>2</sub>O
  - volume courant 3-5 ml/kg
  - FR environ 20/min

**Nettement moins efficace que l'ECMO**



## ➤ Anti-coagulation obligatoire quel que soit le type d'ECMO utilisé

- Circuit pré-hépariné
- Bolus d'Héparine au démarrage de l'ECMO
- Perfusion continue et adaptée d'Héparine non-fractionnée
- Aspirine : améliore  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ , diminue le nombre de filtre utilisé  
*Bein T et al. ASAIO journal 2011; 57: 164-8*
- Monitoring régulier
- Risque important de coagulopathie et de syndrome hémorragique
  - Pathologie sous-jacente (sepsis avec MOF, insuffisance hépatique, post-op)
  - Saignement chirurgical au site d'insertion des canules
  - Surdosage en Héparine
  - Hyperfibrinolyse
  - Coagulopathie de consommation < hémorragie, consommation fibrinogène, ...



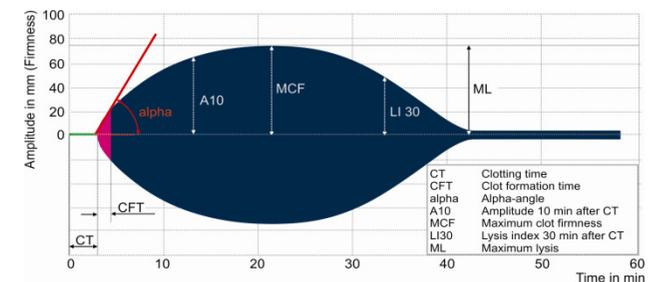
Cercle vicieux

- Risque élevé de thrombopénie associée à l'Héparine (HIT)
- Alternative : argatroban, bivalirudine (Angiox®)

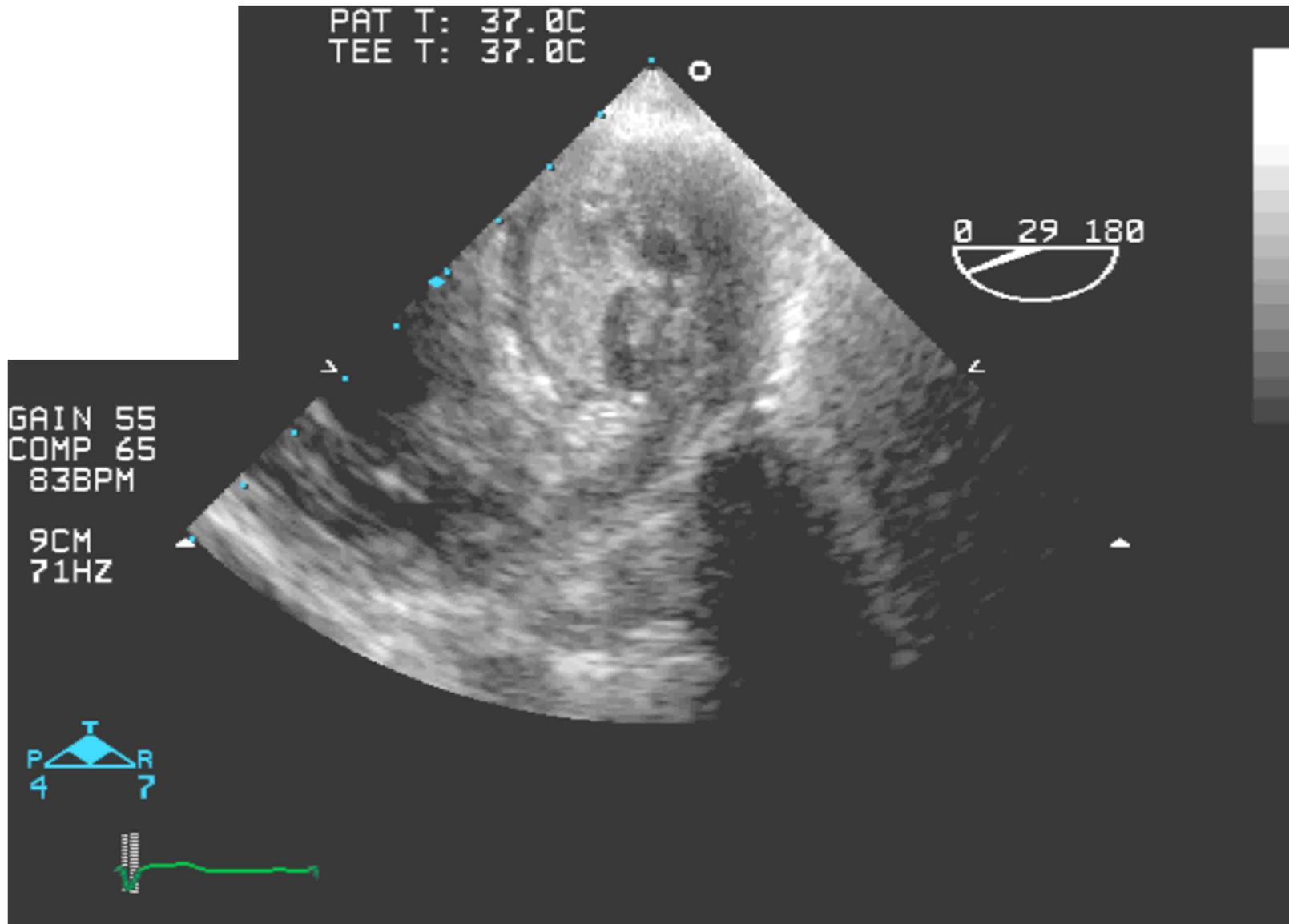
# L'anti-coagulation

## ➤ Anti-coagulation obligatoire quel que soit le type d'ECMO utilisé

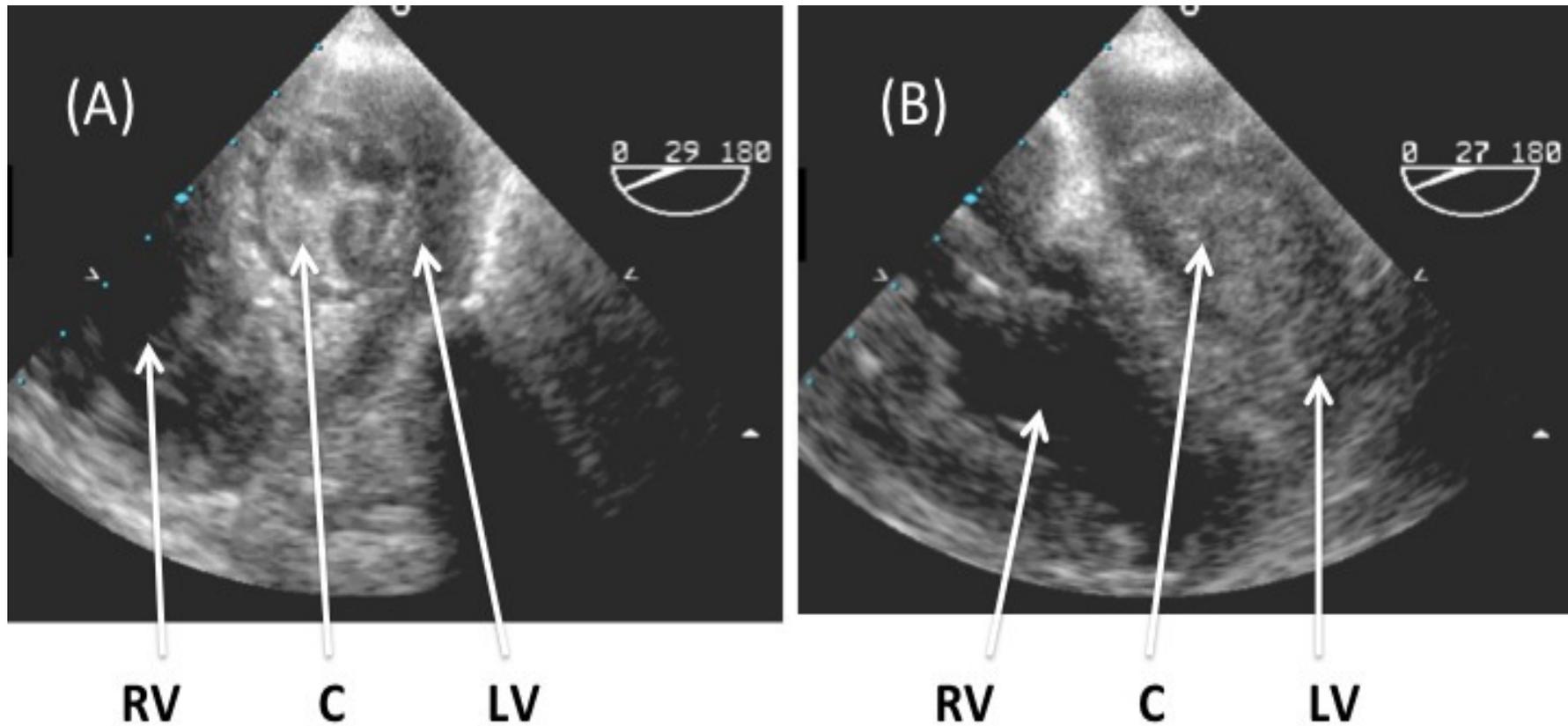
- Monitoring de l'anti-coagulation
  - **aPTT** (grande variabilité intra-, interindividuelle)
  - **TCA** (peu sensible, attention à la cupule utilisée (high range vs. Low range))
  - **Activité anti-Xa** (gold standard pédiatrique mais utilisé en routine)
  - **ROTEM ou TEG** (peu utilisé à l'USI mais prometteur)
- Monitoring régulier du taux de plaquettes
- Monitoring régulier du taux de fibrinogène, *d-dimers*
- En cas de saignement tests spécifiques (ROTEM)



# Risque de thrombose



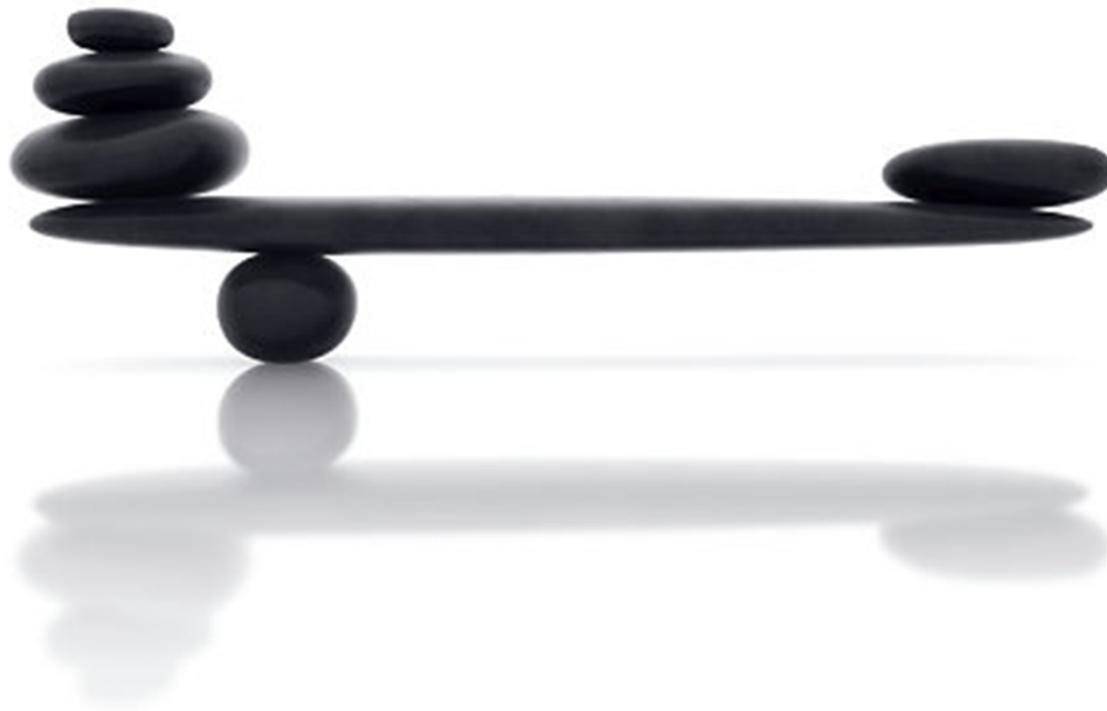
# Risque de thrombose



# Anti-coagulation adéquate

Risque hémorragique

Risque thrombo-embolique



# Contre-indications

## ➤ Absolues :

- Atteinte cérébrale sévère
- Maladie pulmonaire / cardiaque chronique sévère (non transplantable)
- Dissection aortique
- « Néoplasie avancée »
- « Immunodépression »

## ➤ Relatives :

- Défaillance multi-viscérale irréversible
- Contre-indications aux anticoagulants
- Age > 65 ans
- Cardiopathie ischémique sévère
- Insuffisance rénale
- Insuffisance hépatique chronique

# Conditionnement

---



- ✓ Patient intubé / ventilé
- ✓ Patient curarisé
- ✓ Tonte des deux plis inguinaux
- ✓ Désinfection locale
- ✓ Préparation du matériel (cfr protocole du service)
- ✓ Asepsie stricte



# Monitoring

- ✓ KT artériel radial droit (de préférence)
- ✓ Oxymètre de pouls au niveau du membre supérieur droit
- ✓ ~~Cathéter de Swan-Ganz (SvO<sub>2</sub>, PAP, PAPO)~~
- ✓ ~~Monitoring du débit cardiaque (thermodilution transpulmonaire)~~
- ✓ Monitoring anti-coagulation : Suivi TCA / APTT
- ✓ Monitoring régulier du taux de plaquettes, fibrinogène, d-dimers
- ✓ Echographie trans-oesophagienne ou trans-thoracique (volémie, surcharge, fonction cardiaque)

## ➤ Surveillance hémodynamique

Prise en charge d'une hypotension  $Ta(m) < 70$  mmHg :

- Si débit ECMO stable :
  - ↘ sédation
  - ↘ vasodilatateurs
  - Noradrénaline
- Si débit ECMO instable :
  - ↘ transitoirement la vitesse de la pompe
  - remplissage pour augmenter la pré-charge
  - voir si bon positionnement de la canule
  - rechercher une vraie hypovolémie

## ➤ Surveillance ECMO :

- Débit sang en L/min
- Vitesse pompe en tours/min
- Débit gaz en L/min
- FiO<sub>2</sub> de 21 à 100%
- Pression d'entrée en cmH<sub>2</sub>O
- Pression de sortie en cmH<sub>2</sub>O
- Gradient de pression
- SvO<sub>2</sub> (en continu sur la console)
- Hématocrite (en continu sur la console)
- TCA toutes les 4h : entre 180 et 220 sec
- Débit d'Héparine

## Canule / circuit / oxygénateur/ pompe :

Bruits ?

Débit ?

Bulle d'air ?

Coudure ?

Thrombus ?

Couleur du sang ?

FiO<sub>2</sub> ?

Gaz ?

**+ Toujours 2 clamps et un moteur de secours manuel !!!**

# Surveillance médico-infirmière

---



➤ Signes de complications :

- Hémorragie
- Marbrures
- Coloration des membres
- Température
- Hémoglobine
- Lactates
- ...



# Sevrage

- Diminuer la  $FiO_2$  jusqu'à atteindre celle du respirateur
- Redonner progressivement aux poumons leur fonction respiratoire :
  - Diminuer le débit de gaz
  - Diminuer la  $FiO_2$  de l'ECMO
  - Adapter les conditions respiratoires
- Evaluer la courbe de pression artérielle (reprise d'une courbe pulsée)
- Evaluer la fonction cardiaque par écho trans-oesophagienne
- Gazométries de contrôle
- Ne pas interrompre l'anti-coagulation car risque accru de thrombose pendant la phase de diminution du débit

But : faire tourner l'ECMO à 1-2L/min, sans gaz et avec des conditions respiratoires normales



Si conditions de ventilation correctes, hémodynamique stable et gazométrie améliorée : retrait des canules

# Conclusion

- Peut être utilisée pour le traitement des défaillances cardiaque et/ou respiratoire sévères
- Gestion lourde nécessite **une équipe formée**
- Prise en charge selon des **protocoles établis** dans le service

On peut dire que l'on aura un bénéfice à utiliser l'ECMO si :

- L'**indication** est correctement établie / **gestion adéquate**
- Absence de complications **liées à l'ECMO**
- Absence de complications liées aux autres traitements (**anti-coagulation**)
- Ni trop tôt, ni trop tard

Bénéfice lié au  
traitement



Risque de  
complications

Merci pour votre  
attention ...



C H U | U V C  
B R U G M A N N

# Cas clinique

## Prise en charge d'une ECMO

Schayes, K

28/05/2013

20 décembre 2013



# Présentation

- Femme de 41 ans
- Antécédents :
  - Epilepsie sous Tégrétol® et Dépakine®
  - Anémie
  - pneumonie

# Aux urgences...

## ● Admission aux urgences le 5/03/2013:

### ➤ Motif:

- difficulté respiratoire, bronchite depuis plusieurs jours?
- hyperthermie ( $t^{\circ} 40^{\circ}\text{C}$ )
- Douleur abdominale diffuse

### ➤ Symptômes:

- Syndrome fébrile
- thrombopénie  $44 \times 10^3/\text{l}$ ) + CIVD débutante?
- Anémie (HB: 7.4 g/dL)

### ➤ Diagnostic:

- pneumonie basale droite

# A l'USI...

## ● Admission à l'USI:

- Paramètres à l'arrivée:

- T°: 40°C

- Gazométrie sous LN 4 L O<sub>2</sub>:

- Ph :7.50/ PCo<sub>2</sub>: 26.3 mmHg / PO<sub>2</sub> :52.6mmHg / SpO<sub>2</sub> : 95 %

- ( Hypoxémie avec Hypocapnie)

- ⇒ VM 50%

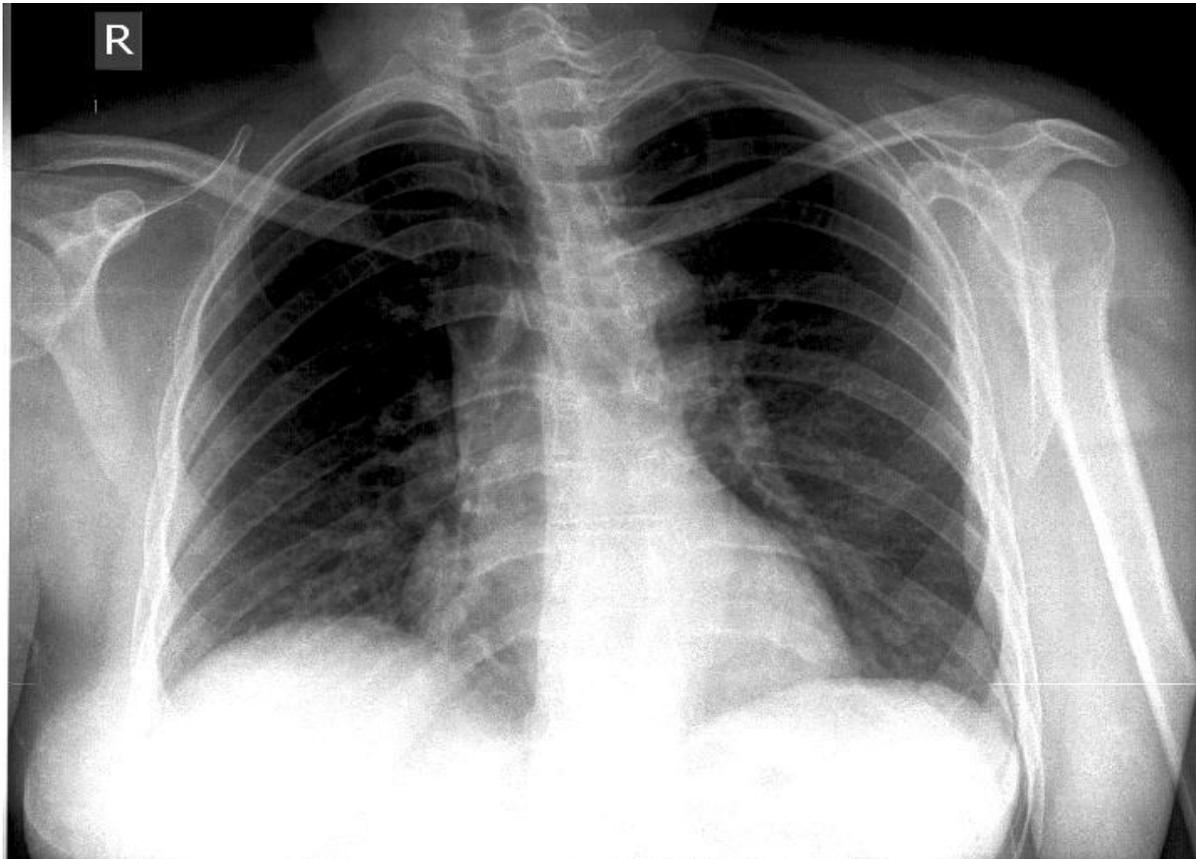
- Biologie:

- Pancytopénie : GR ( $3.12 \times 10^6/L$ ) , GB ( $2.65 \times 10^6 /L$ ) , Plaquettes ( $44 \times 10^3/L$ )

- HB 7.1 g/dL

# A l'USI...

- Radio de thorax à l'admission :



# A l'USI...

- Diagnostic à l'admission

Suspicion de Sepsis sévère sur pneumopathie bi-basale  
Aplasie médullaire

=> Start antibiothérapie (Méronem ®)

# Evolution à l'USI

● J 1 → J 6

- Hyperthermie (t°: 40 °C) malgré l'antibiothérapie  
( Augmentin®, Méronem®, Amukin®)
- Anémie (Hb à 7.8 g/dL)
- Hypoplaquettose ( 23 000 /L)
- Dégradation sur le plan respiratoire avec épuisement
  - NRM 100%: pH: 7.51/ PCO2: 26.3 / PaO2: 57.7
  - RX thorax: augmentation de l'opacité bilatérale + infiltrats bilatéraux

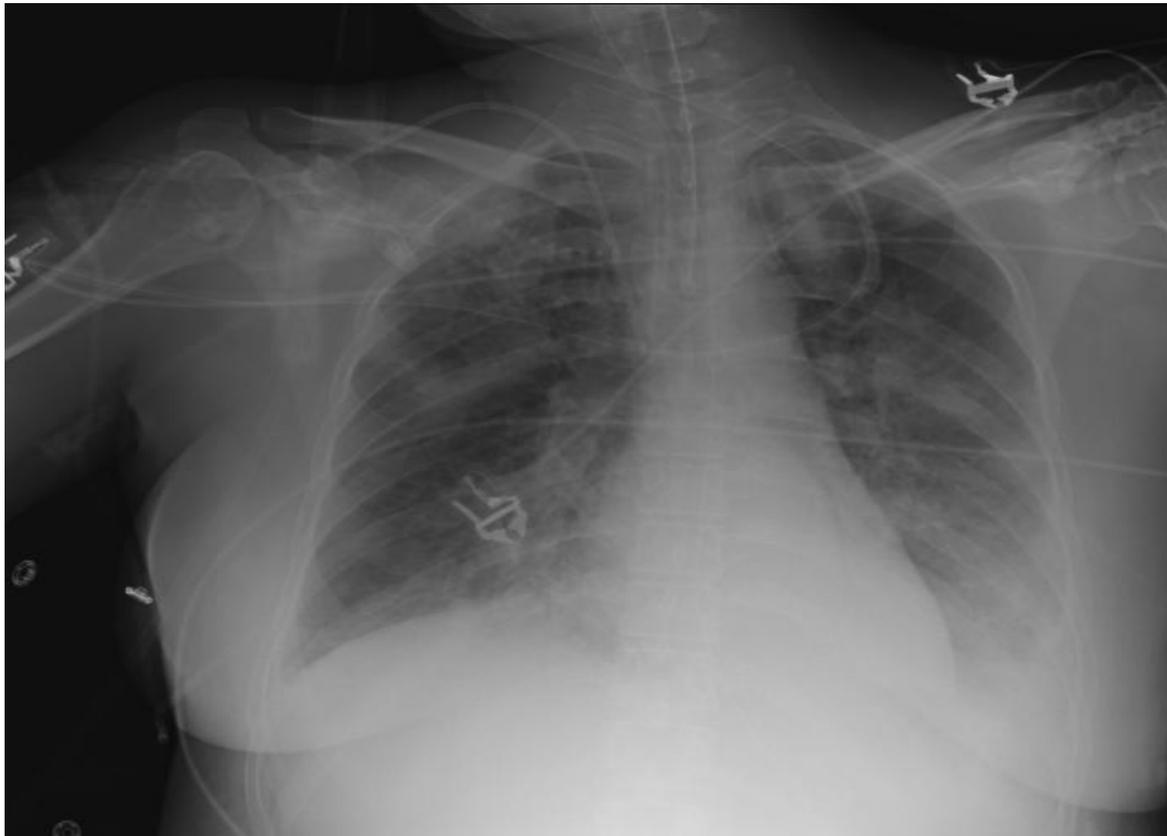
# Evolution à l'USI

## INTUBATION (J5)

VAC 100% peep 10

# Evolution

- Rx thorax J6 :



# Evolution

## ● J 6 → J7

- Persistance d'une hyperthermie  
=> Changement d'antibiothérapie : Glazidim®, Avelox®
- Absence d'amélioration respiratoire:  
=> hypoxémie + hypercapnie  
=> ARDS  
=> I/V/S : FiO2 100%, PEEP 16 → PO2: 55 mmHg

### Start NO (J 7)

- Demande d'examens supplémentaires à la recherche d'un diagnostic  
=> frottis de grippe, ponction de moelle, PCR

# Evolution

## ● Evolution J7:

- Persistance d'une hypoxémie sévère :

=> VAC 100% peep 16, NO: 20 ppm

gazométrie: pH: 7.38 / PCO<sub>2</sub>: 48 / PaO<sub>2</sub> : 45

Start ECMO veino-veineuse

# Prise en charge de l'ECMO

## ● ECMO veino-veineuse

- Anti coagulation: héparine

Vérification APTT / 6h

- Lancement de la machine d'ECMO

### - Conditions de lancement:

- FIO<sub>2</sub>: 100%
- Débit air/O<sub>2</sub>: 6L/min débit air/O<sub>2</sub> = ou > débit pompe
- Débit pompe: 5.2 L/min

- Conditions du respirateur: VC 100% 300X16 peep 12  
+ NO 10 ppm

Gazométrie: 7.56/29.4/46.9 avec SpO<sub>2</sub> à 88%

# Prise en charge de l'ECMO

- Vérification de l'efficacité de l'ECMO:

=> prélèvement d'une gazométrie en post filtre de la machine d'ECMO : pH: 7.58 / PCO<sub>2</sub>: 28 / PaO<sub>2</sub>: 70.1 mm.Hg

- J2 ECMO:

=> changement du mélangeur gaz/O<sub>2</sub> de l'ECMO car défectueux

- PaO<sub>2</sub> post filtre après changement: 354 mm.Hg

- gazométrie: pH: 7.48 / PCO<sub>2</sub>: 28.1 / PaO<sub>2</sub>: 91.3

- J3 ECMO:

=> start Indéral®

*but: diminuer débit cardiaque patient pour une meilleure oxygénation*

# Prise en charge de l'ECMO

- changement du mode respiratoire de VC en PC

But: - mettre au repos les poumons  
- P plateau < ou = à 30 cm.H<sub>2</sub>O

## Pression contrôlée

- FIO<sub>2</sub>:100%
- Pression inspiratoire: 20
- peep 10
- FR: 14

⇒ Volume minute: 1 L/min  
= Volume tidal à 70 ml !

# Evolution

## • J7 → J 15:

- Saignement aux niveaux des canules d'ECMO
- Saignement vaginal :
  - Avis gynécologique : test de grossesse - / règles???
  - Echo difficile à faire
    - => Masse annexielle droite + ascite
- Polytransfusion: GRC, plaquettes

# Evolution

 J15

Diagnostic :  
Grippe Influenza A par PCR

# Evolution

## ● J 19

- Dégradation hémodynamique + respiratoire
  - => start Noradrénaline
- Oligurie malgré remplissage
  - => start CVVHDF héparine
- Foie de choc, anasarque
  - => **ARCA** sur désamorçage de la pompe d'ECMO sur bas débit
  - Reprise manuelle de la pompe d'ECMO
  - MCE 15 min, adrénaline, atropine
    - ⇒ récupération d'un rythme
    - ⇒ Changement du filtre d'ECMO par le perfusionniste
    - ⇒ Multi transfusions

# Evolution

● J20 => J 28

- Mydriase aréflexique  
=> EEG mauvais (absence de N20)

## Nouveau diagnostique:

Syndrome myélodysplasique VS leucémie aiguë de mauvais pronostic

- Amélioration des conditions respiratoires  
(Récupération d'un volume minute plus élevé (4-5 L/min) sans changement des conditions respiratoires)
  - => diminution des conditions du respirateur + stop NO
  - => diminution des conditions de l'ECMO (quand conditions du respirateur =  $fiO_2$ : 40%, peep 8)

# Evolution

• J 28 => J 33

- ECMO stoppée (19 jours) + retrait des canules (J28)
- GCS: E4 V + M1 => coma vigile
- Scanner => hémorragie frontale + hémorragie sous-durale en occipital gauche < caogulopathie + héparinothérapie

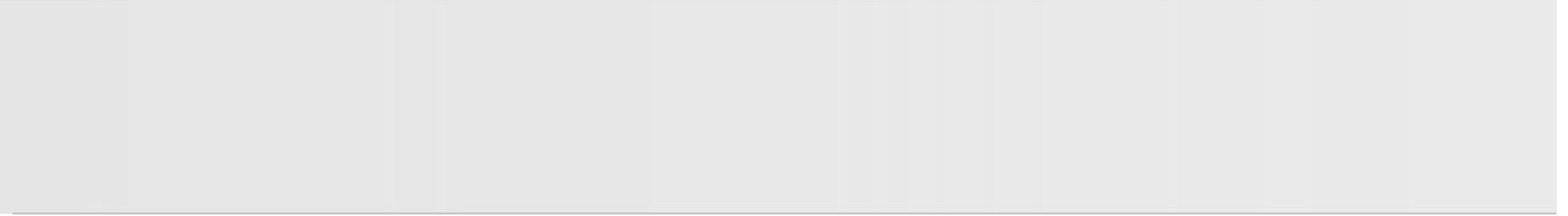
# Evolution

## • J 33 => présent

- Récupération neurologique avec résorption complète des collections hémorragiques pariétales gauche et bi frontales
- Echec de sevrage respiratoire => trachéotomie
- Syndrome de neuropathie d'alitement
- Épanchement péricardique
- Stop CVVHDF => start hémodialyse discontinue
- Récidive d'un sepsis à ESBL
- Prévoir une allogreffe de moelle dès que la patiente ira mieux

# Conclusion

- ARDS < grippe influenza A traité sous ECMO et NO
  - Pancytopénie sur syndrome myélodysplasique
    - Hémorragie cérébrale
- ARCA sur désamorçage de la pompe d'ECMO sur bas débit avec Coma post anoxique résolu
  - IRA => CVVHDF
- Insuffisance respiratoire, trachéotomie
  - Neuropathie d'alitement



*Merci de votre attention*