

28<sup>èmes</sup> Journées Nationales  
**COLLEGE NATIONAL DE BIOCHIMIE DES HÔPITAUX**  
**Jeudi 24 et vendredi 25 janvier 2019**  
Hôtel Ibis Paris 17 Clichy-Batignolles 10 Rue Bernard Buffet, 75017 Paris

# Gaz du sang, les attentes du réanimateur...

**Xavier DELABRANCHE, MD, PhD**

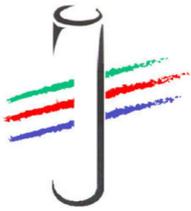
(DES Biologie Médicale – DESC Réanimation Médicale)

Service de Réanimation Chirurgicale Polyvalente – Nouvel Hôpital Civil

**Université**

de Strasbourg





28<sup>èmes</sup> Journées Nationales  
COLLEGE NATIONAL DE BIOCHIMIE DES HÔPITAUX  
Jeudi 24 et vendredi 25 janvier 2019  
Hôtel Ibis Paris 17 Clichy-Batignolles 10 Rue Bernard Buffet, 75017 Paris

Journée validante pour le DPC  
Programme n°14951900001  
ACNBH



## DÉCLARATION D'INTÉRÊT DANS LE CADRE DE MISSIONS DE FORMATION RÉALISÉES POUR L'ACNBH

Dr Xavier DELABRANCHE, exerçant au CHU de Strasbourg, déclare sur l'honneur **ne pas avoir d'intérêt**, direct ou indirect (financier) avec les entreprises pharmaceutiques, du diagnostic ou d'édition de logiciels susceptible de modifier mon jugement ou mes propos, **concernant le DMDIV et/ou le sujet présenté.**

# Les attentes du réanimateur ?

---

# Les attentes du réanimateur ?

---

***TOUT !  
TOUT DE SUITE !  
TOUT LE TEMPS !***





**Réanimation ?**

# Un peu de lexicographie

---

***ANIMVM ATQVE ANIMAM DICO CONIUNCTA TENERI INTER SE***

Je dis que l'esprit et l'âme se tiennent unis ensemble étroitement  
Lucreèce 3,136

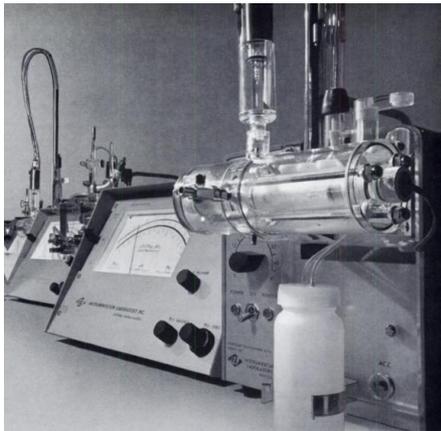
# Un peu de lexicographie

---

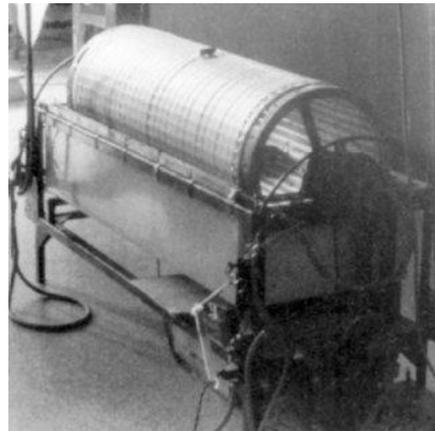
- ***Anima, æ (f)* – Άλογος (qu'on ne peut exprimer par la parole) / Ψυχη (souffle, âme)**
  - Souffle, air
  - Âme, souffle de vie
- ***Animus, i (m)* – Άνεμος (vent) / Λογικός (raison)**
  - Âme, esprit
- **Ressusciter – *Resurgo, surrexi, surrectum, ere* (se relever)**
  - Être de nouveau vivant (transitif)
  - Ramener de la mort à la vie (intransitif)
- **Ranimer (XVI<sup>ème</sup> siècle)**
  - Rendre la vie
  - Redonner du courage
- **Réanimation (1954) – Intensive / Critical Care Medicine**
  - « Ensemble des gestes thérapeutiques destinés à conserver un équilibre humoral aussi proche que possible de la normale » (J. Hamburger)

# À l'origine de la réanimation

- **Des machines...**
  - Évaluation du « milieu intérieur »
  - Ventilation artificielle
  - Épuration extra-rénale



Analyseur de gaz du sang (1968)



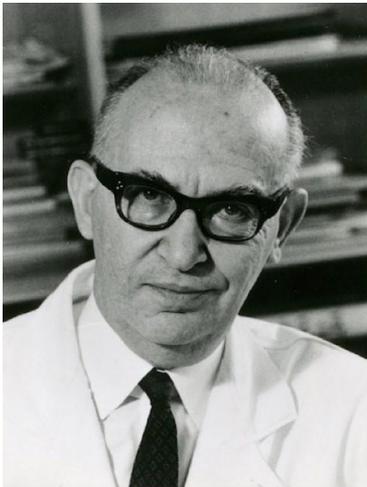
Rein artificiel de Kolff et Kerk (1950)



Ventilateur Engström 150 (1952)

# À l'origine de la réanimation

- **Des machines...**
  - Évaluation du « milieu intérieur »
  - Ventilation artificielle
  - Épuration extra-rénale
- **... et des hommes (1<sup>ère</sup> garde : 01/09/1954)**
  - J-J. Pocidalo, biologiste
  - J-B. Damoiseau, interniste
  - M. Goulon, neurologue et infectiologue



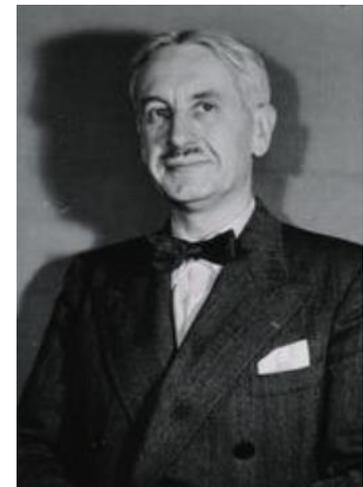
Jean HAMBURGER (1909-1992)



Maurice GOULON (1919-2008)



Maurice RAPIN (1925-1986)



Pierre MOLLARET (1898-1987)

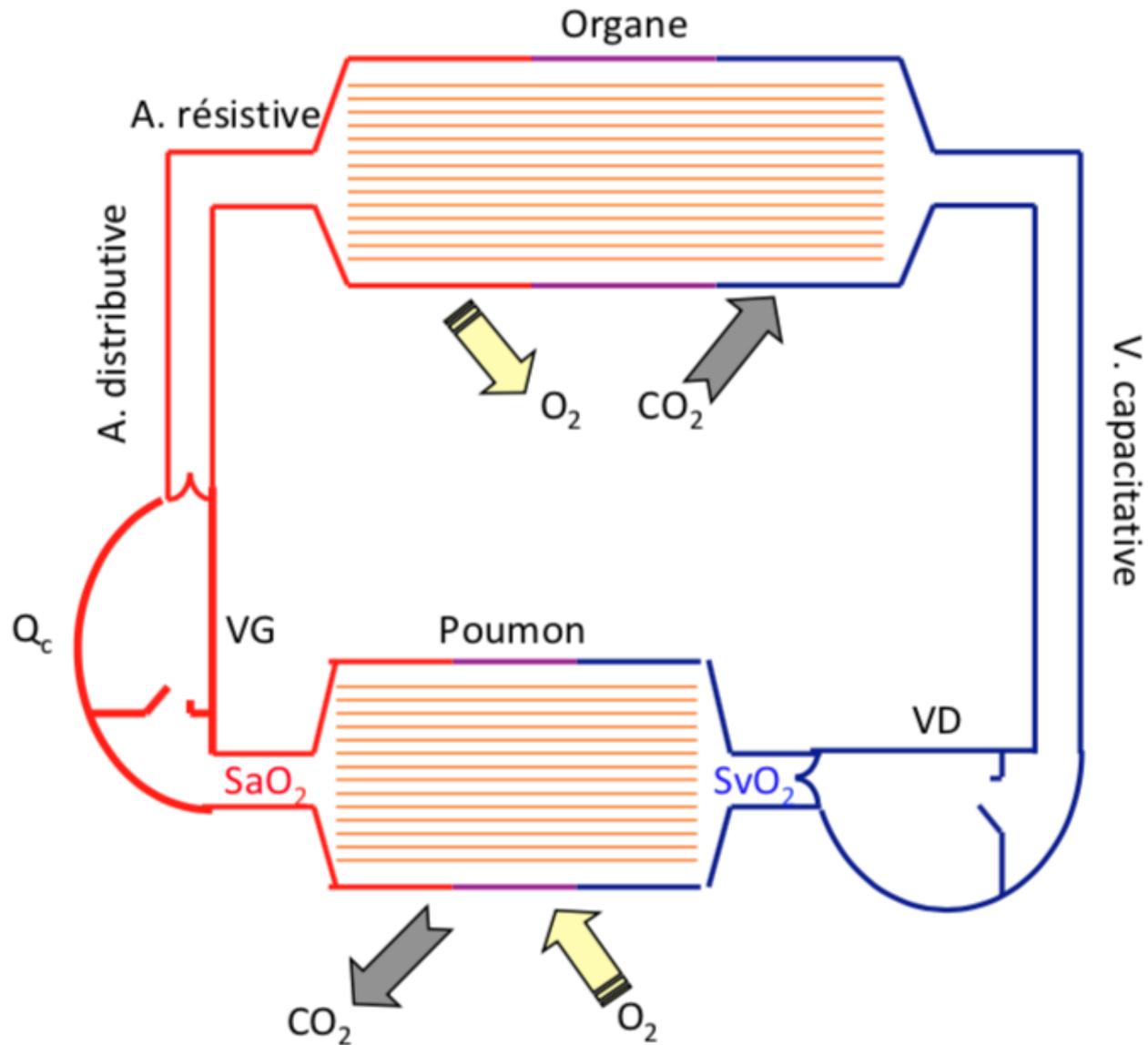
# « Évaluation du milieu intérieur » avez-vous dit...

---

*Il n'y a pas de  
réanimation sans  
biologi(st)e !*



# Système cardiovasculaire



# Intérêts des gaz du sang

- **Équilibre acido-basique**

- Mesure du pH, de la  $p\text{CO}_2$  et du  $\text{CO}_2$  total

- Calcul de  $\text{HCO}_3^-$  et « Base Excess »

- $\text{pH} = 6,1 + \log \left[ \frac{\text{CO}_2 \text{ total} - 0,0301 p\text{CO}_2}{0,0301 p\text{CO}_2} \right]$   $\left. \vphantom{\frac{\text{CO}_2 \text{ total} - 0,0301 p\text{CO}_2}{0,0301 p\text{CO}_2}} \right\} \text{SO}_2 (\%)$

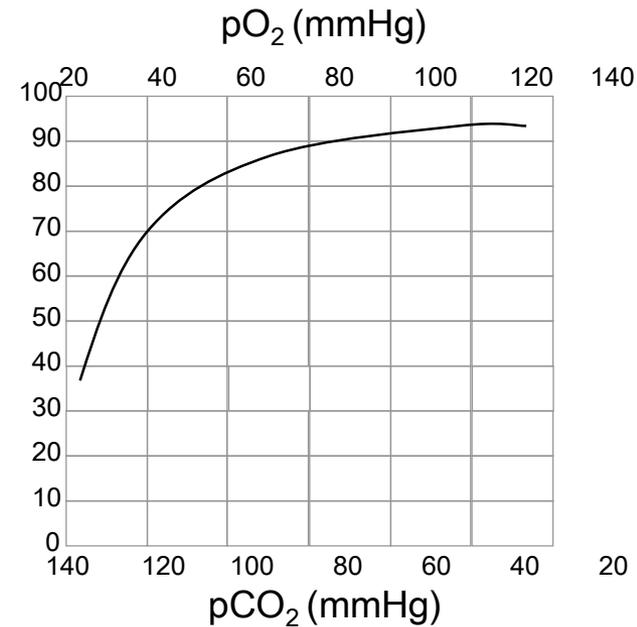
- **Oxygénation**

- Mesure de la  $p\text{O}_2$

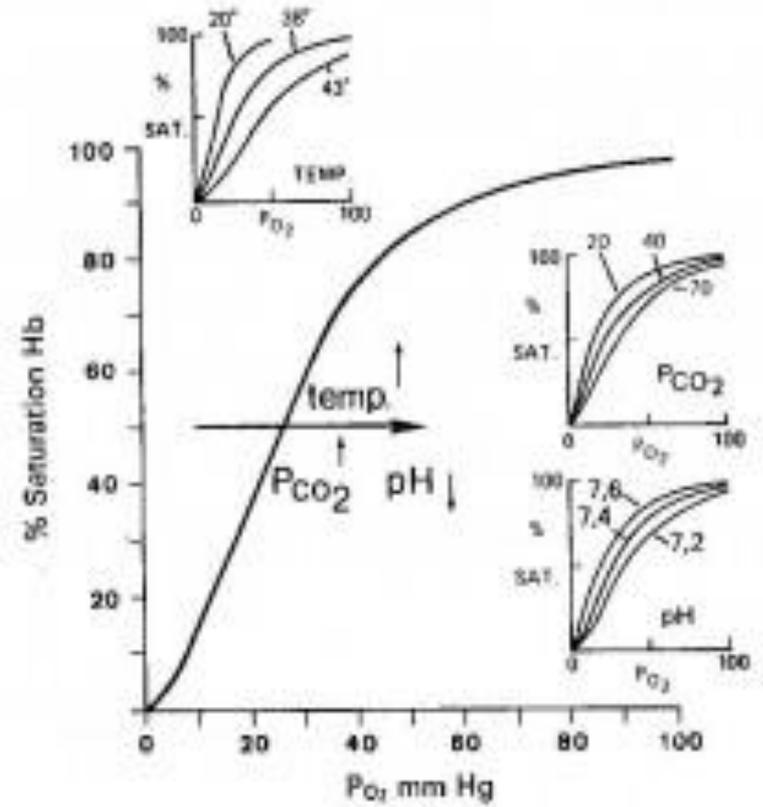
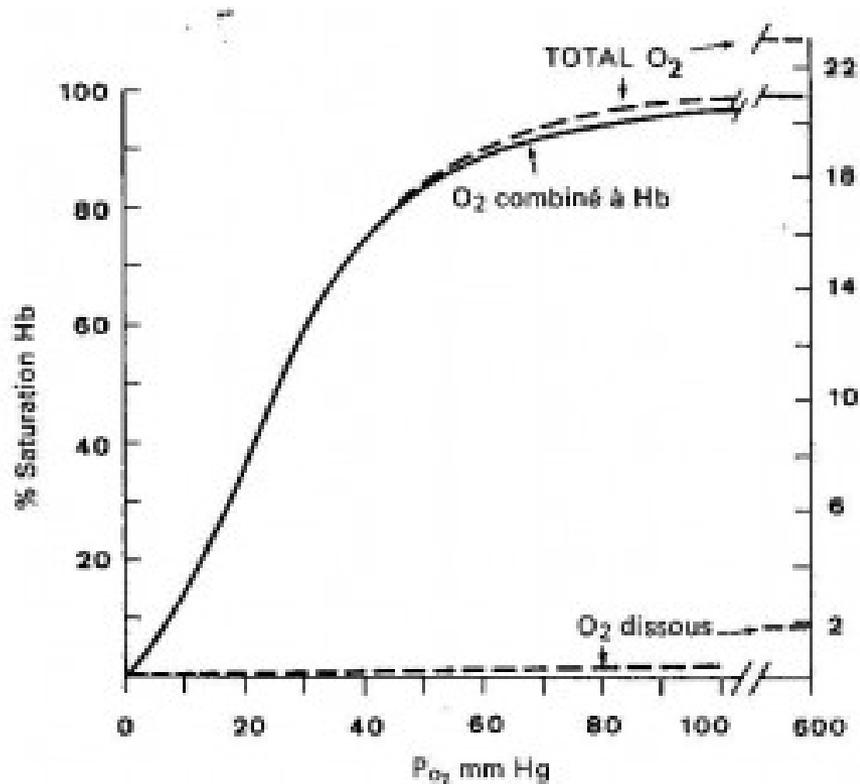
- Mesure de Hb,  $\text{HbO}_2$ , HbCO, MetHb

- Détermination de  $\text{SO}_2$  (=  $\text{HbO}_2 / \text{Hb}$ ) sur Co-oxymètre

- Calcul de  $\text{SO}_2$  selon Sadoul (faux le plus souvent !)

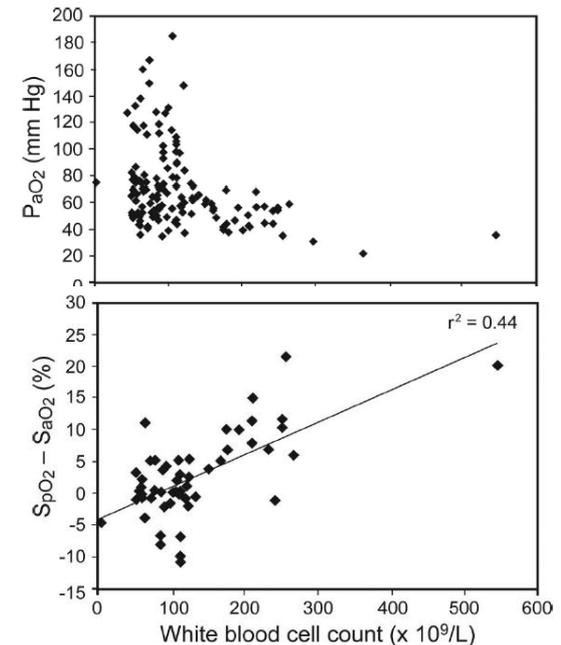


# Dissociation de l'hémoglobine



Diminution de l'affinité de l'hémoglobine  
→ Meilleure oxygénation tissulaire

- **La température : quelle correction ?**
  - Température du patient
  - Température de l'échantillon
  - Température de l'automate
- **La leucocytose (> 50 G/L)**
  - Analyse immédiate (< 2 min.)
  - Transport sur glace
  - Analyses répétées et extrapolation
- **La  $pO_2$  ?**
  - Variabilité de la mesure si  $pO_2 > 200$  mmHg
  - Quelle signification clinique ? (225 vs. 237 mmHg)
- **Le transport**
  - Pas de variation significative 1 heure à 4°C
  - Et sinon ?



# Intérêt : oxygénation tissulaire

---

- $DO_2 = CaO_2 \times Qc$  85-100 mL/min.
- $VO_2 = Qc \times (CaO_2 - CvO_2)$  20-30 mL/min.
- $O_2ER = [(CaO_2 - CvO_2)/CaO_2] = VO_2/DO_2$  25-30%
  
- $CaO_2 = ([Hb] \times 1,39 \times SaO_2) + 0,0031 \times PaO_2$  18-20 mL/100 mL
- $CvO_2 = ([Hb] \times 1,39 \times SvO_2) + 0,0031 \times PvO_2$  11-14 mL/100 mL

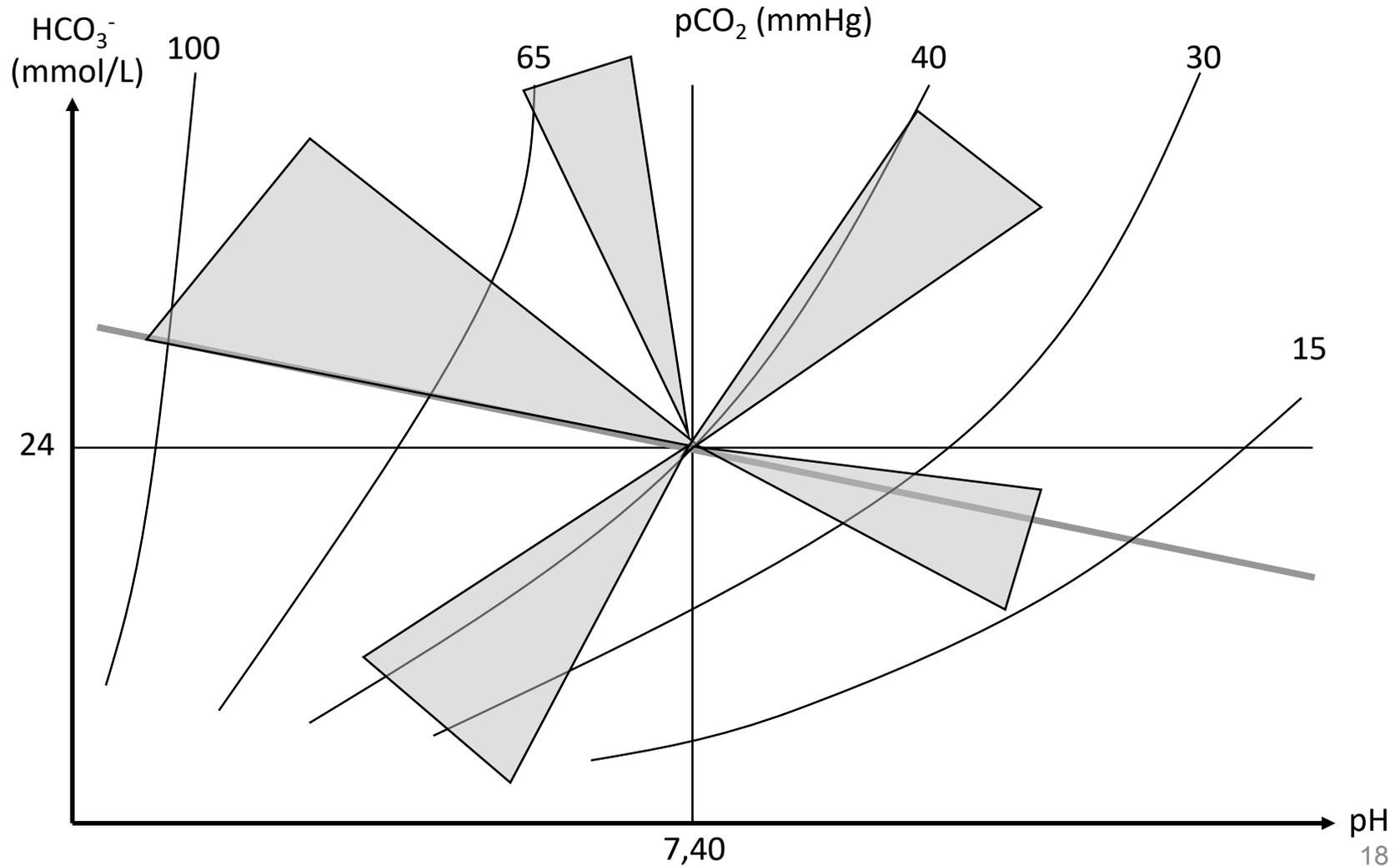
# Intérêt : oxygénation tissulaire

- $DO_2 = CaO_2 \times Qc$  85-100 mL/min.
- $VO_2 = Qc \times (CaO_2 - CvO_2)$  20-30 mL/min.
- $O_2ER = [(CaO_2 - CvO_2)/CaO_2] = VO_2/DO_2$  25-30%
- $CaO_2 = ([Hb] \times 1,39 \times SaO_2) + 0,0031 \times PaO_2$  18-20 mL/100 mL
- $CvO_2 = ([Hb] \times 1,39 \times SvO_2) + 0,0031 \times PvO_2$  11-14 mL/100 mL

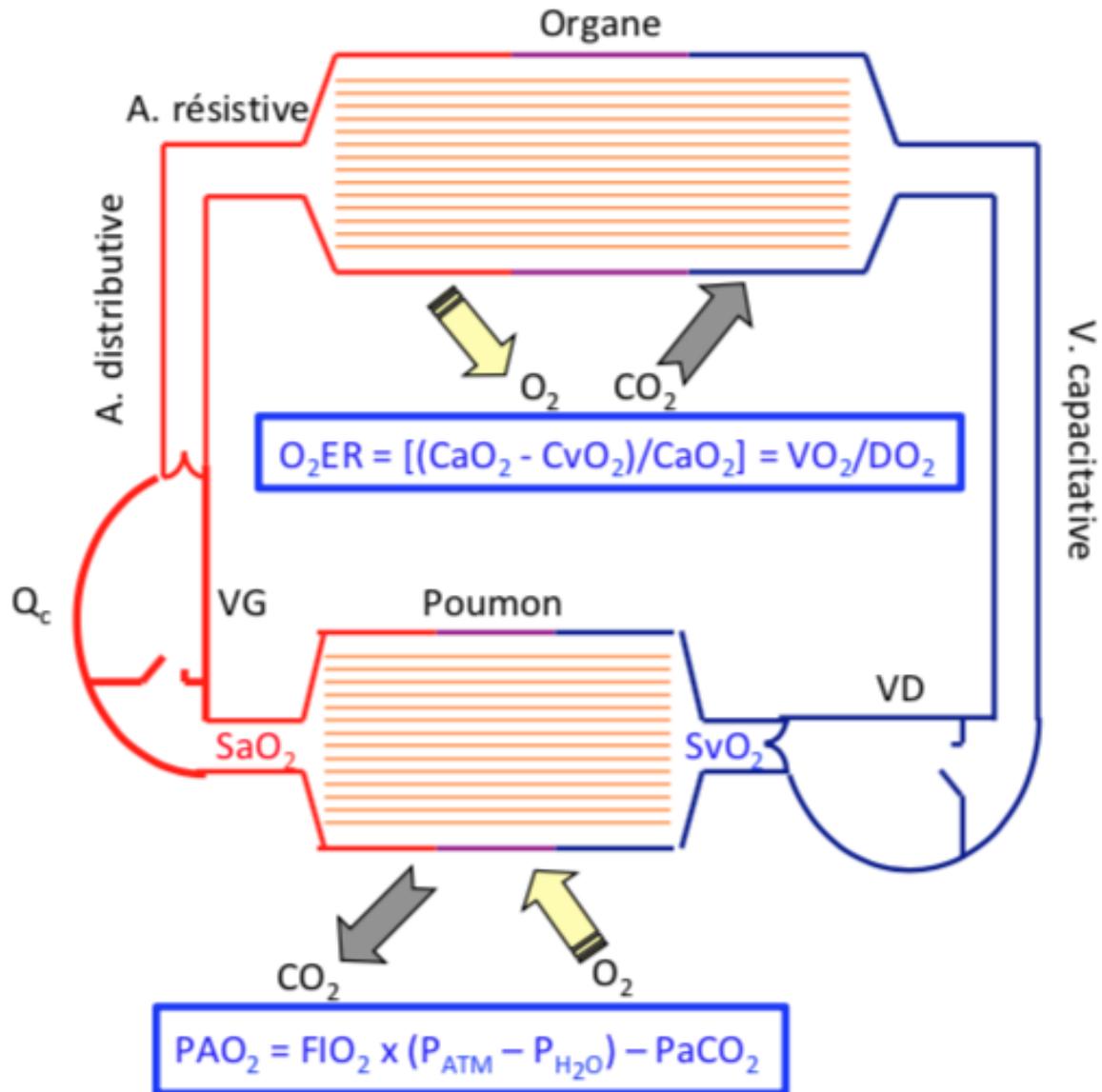
**Co-oxymètre**

$$O_2Hb (\%) = \frac{O_2Hb}{O_2Hb + HHb + COHb + MetHb + SufHb} \times 100$$

# Équilibre acido-basique : schéma de Davenport



# Oxygénation tissulaire



# Analyseurs de gaz du sang

---

- **Un peu d'histoire**

- 1957 : Premier analyseur
- 1966 : « Routine » en réanimation et en anesthésie
- 1985 : Hb, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Lactate...
- Avec des personnels formés et identifiés

- **De l'automate de laboratoire à la biologie embarquée**



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

---

- Médecine pré-hospitalière



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

---

- Médecine pré-hospitalière



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

---

- Médecine pré-hospitalière



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

---

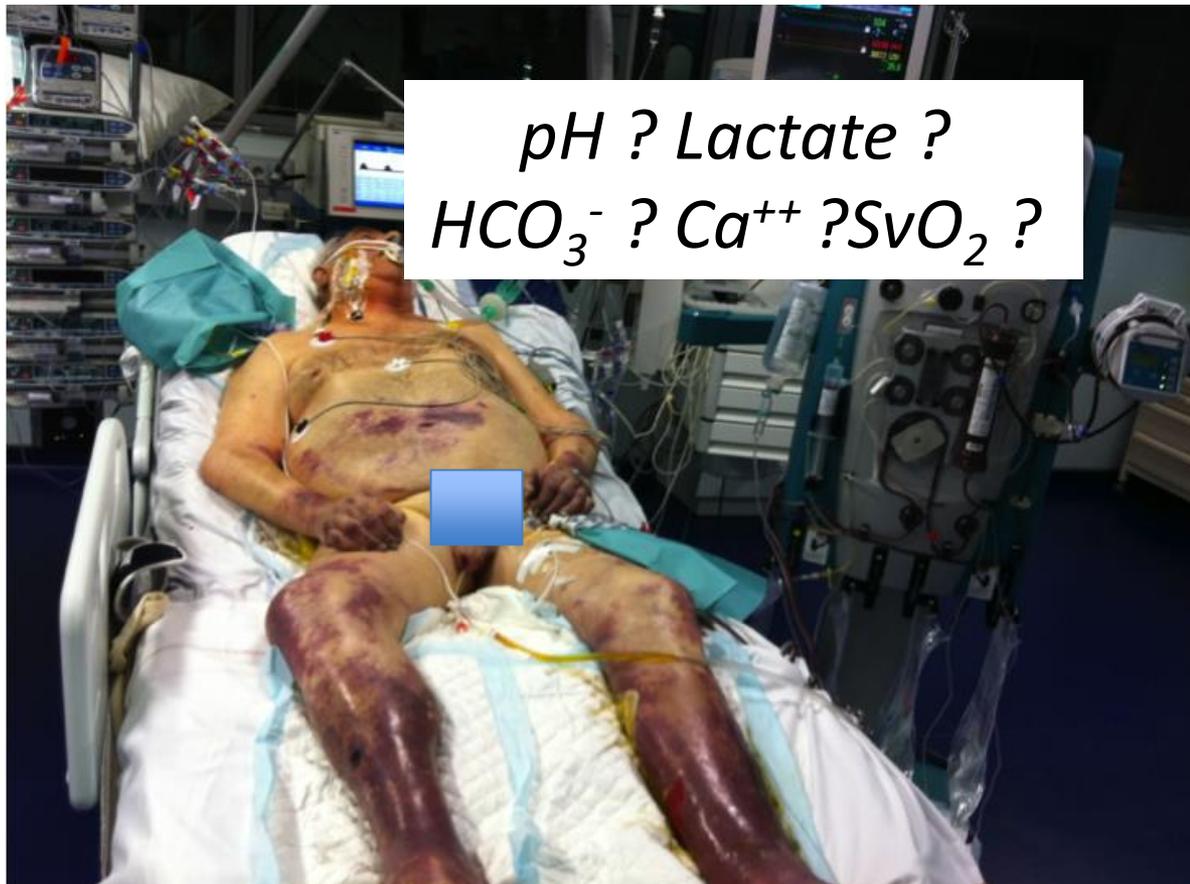
- Réanimation



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

---

- Réanimation



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

---

- Réanimation



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

---

- **Bloc opératoire**



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

---

- **Bloc opératoire**



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

- **Bloc opératoire**



# Quel analyseur pour quel situation clinique ?

---

- **Biologie embarquée**

- pH, PaCO<sub>2</sub>, Hb, K<sup>+</sup>, Lactate
- Décision thérapeutique... mais la clinique prime toujours !
- Orientation

- **Biologie délocalisée**

- Adaptation de la thérapeutique en temps réel
- Biologie continue sur CEC

- **Biologie centralisée**

- Gage de bonnes pratiques et de qualité (COFRAC)
- Routine
- Organisation d'un circuit dédié aux urgences

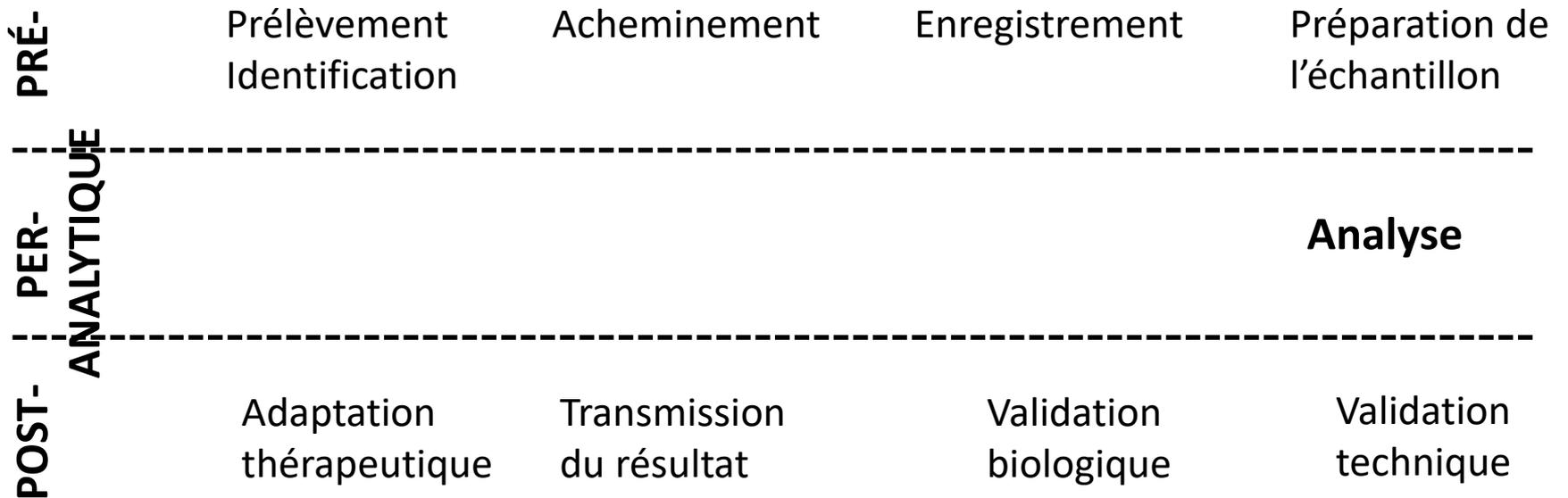
# Quelle biologie dans quelle structure de soins ?

---

- **Organisation des soins**
  - Couverture sociale
  - Orientation du patient (pré-hospitalier)
  - Établissement primaire / secondaire
- **Organisation de la biologie**
  - Automates délocalisés
  - Laboratoire interne à l'établissement
  - Laboratoire central multi-établissements
  - Laboratoire externalisé

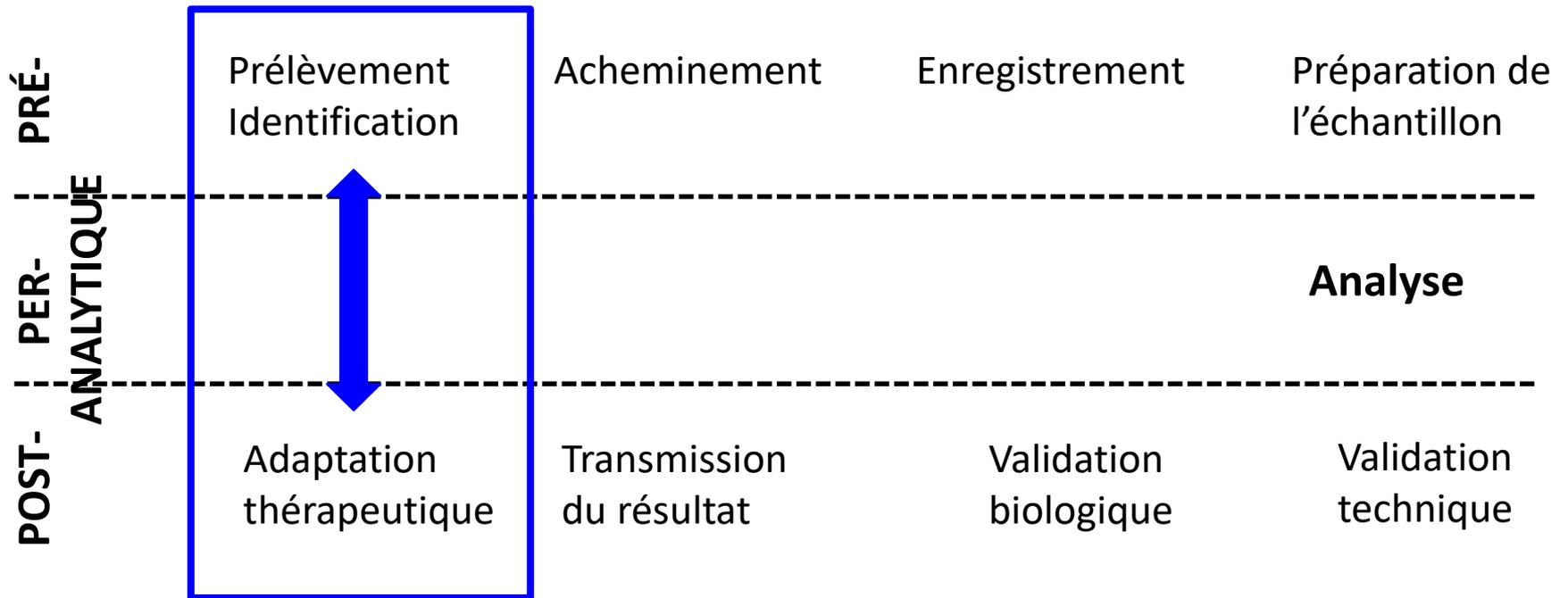
# Chemin analytique

---

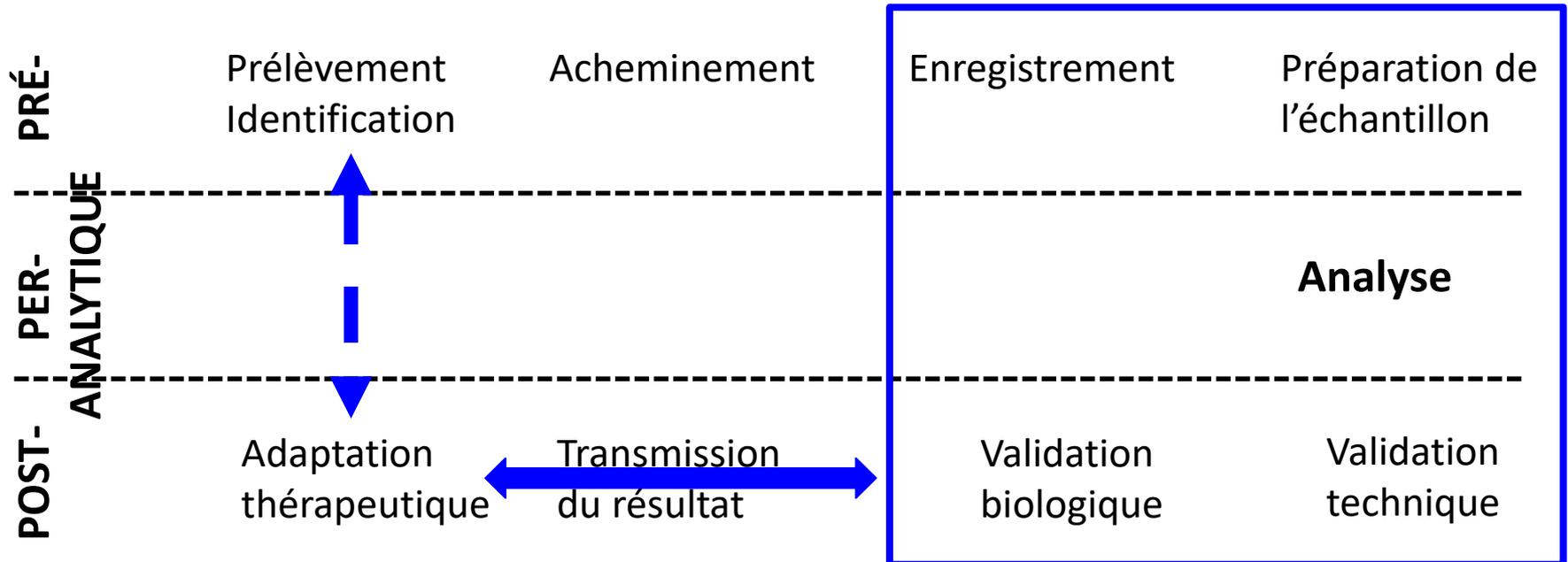


# Contrainte du service clinique

---

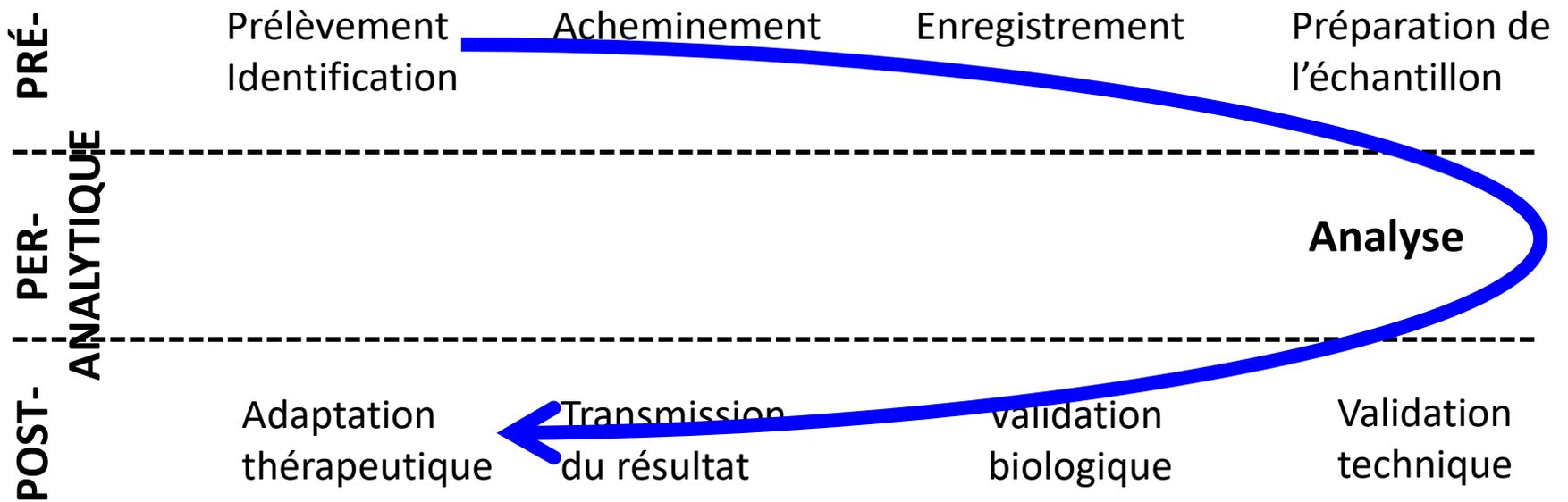


# Contrainte du laboratoire



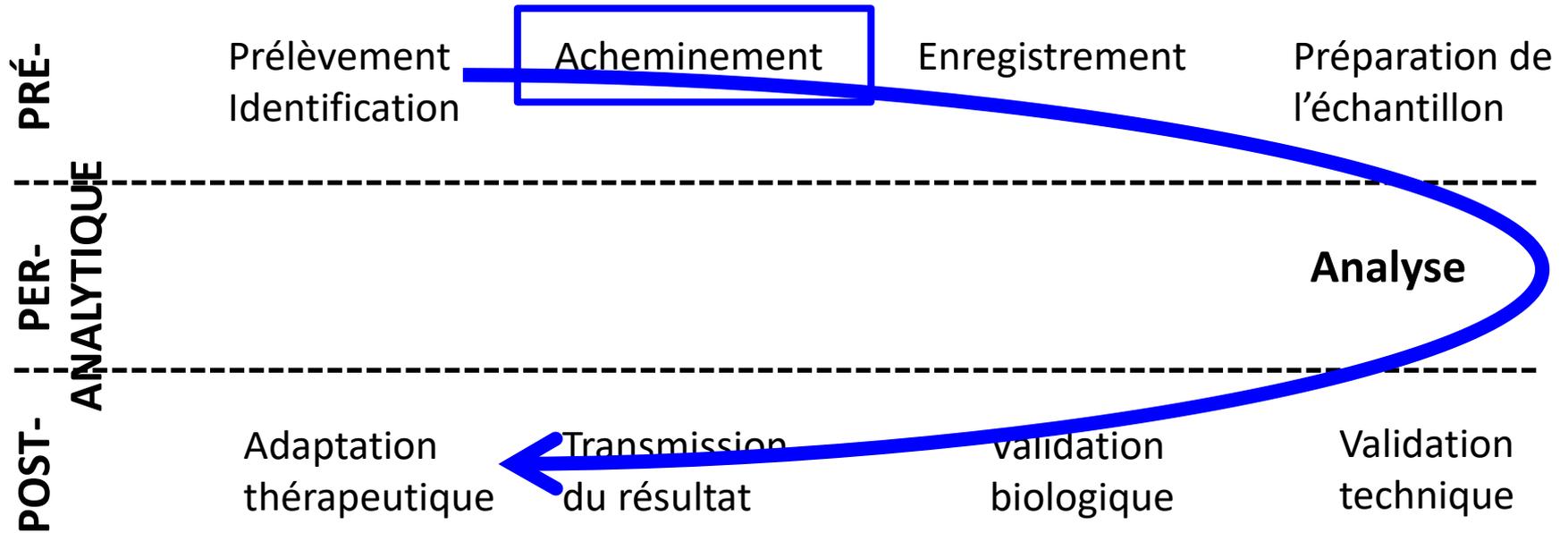
# Laboratoire interne à l'établissement de soins

---



**Délai :** 0h30 à 1h30 (voire plus si les valisettes sont en panne !)

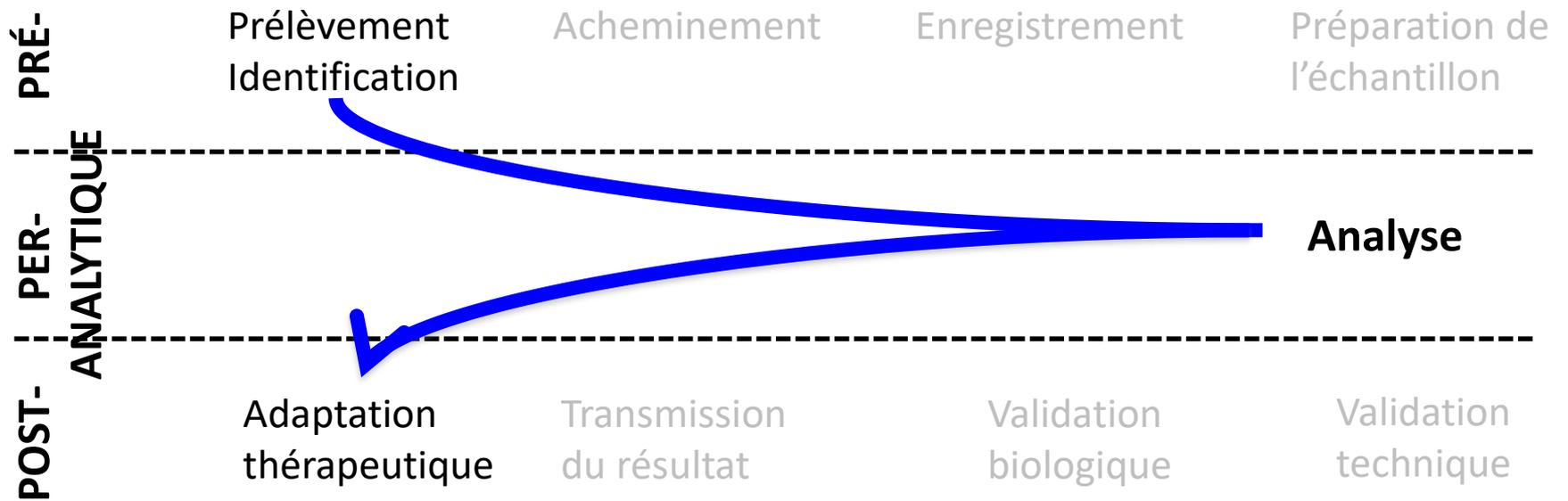
# Rationalisation : la voie du laboratoire central multi-établissements



**Délai :** plusieurs heures

# La tentation de la biologie délocalisée

---



**Délai : 0h05 à 0h15**

- **Attente du clinicien**
  - Tout, tout de suite, tout le temps
  - Réponse thérapeutique immédiate
- **Contrainte du biologiste**
  - COFRAC
  - Temps dévolu à l'analyse
  - Validation sans contexte clinique (antériorités, UF ?)
- **Comment ?**
  - Serveur de résultats
  - Appel téléphonique
  - SMS sur DECT du prescripteur (avec validation)

# Dans « l'urgence » ?

---

- **Circuit dédié**

- Identification du prélèvement urgent
  - Circuit d'cheminement
  - Code couleur / appel préalable
- Traitement immédiat

- **Transmission du résultat**

- Cahier posé à côté du téléphone
- « Je vous passe le médecin concerné... » (*longues sonneries*)
- Papier volant posé dans la chambre du patient
- ! ATTENTION À LA TRANSCRIPTION !
  - Unité ? (Glucose : 1 mmol/L  $\neq$  1 g/L... 1 mort)
  - PL : Gram négatif... (méningocoque ou absence de bactérie ?)

➔ Numéro d'appel DIRECT du prescripteur

# Coût de la biologie délocalisée

---

- **Automates / consommable**

- Achat

- Laboratoire central
- Service clinique (« sauvage »)

- Location contre achat des consommables

- Sous-utilisation : gaz du sang

- 20 à 30 analyses/jour (contre 250 à 300 au laboratoire)
- 24 « cal 1 point », 2 « cal 2 points », 1 « cal système » = 27 !

- Hétérogénéité du parc

- Coût de maintenance
- Pas d'achat « groupé » des consommables

# Coût de la biologie délocalisée

---

- **Maintenance**

- Dévolue au laboratoire
  - Entretien et nettoyage
  - Changement des consommables
  - Contrôles de qualité
- « Maltraitance » par les utilisateurs
  - Mauvaise observance des règles analytiques
  - Intervention inopinée sur l'automate
  - Réduction de la durée de vie des composants
  - Durée d'indisponibilité
- Et le week-end ?
  - Pas d'intervention technique
  - « Panne » entre le vendredi 22h et le samedi 15h...
  - ... Jusqu'au lundi 10h !

# Coût de la biologie délocalisée

---

- **« Sur-prescription »**
  - Analyses inutiles
    - Gazométries itératives
    - Pas de sélection de l'analyte
  - Analyses redondantes
    - Analyse en biologie délocalisée
    - Également envoyée au laboratoire central pour :
      - Contrôle
      - Avoir un résultat dans le dossier
      - Résultat partiel

# Coût de la biologie délocalisée

---

- **Facturation ?**
  - Cotation en B si enregistrement au laboratoire
    - Quantification de l'activité
      - Renouvellement des automates
      - Nombre de techniciens
      - Nombre de biologistes
    - Budget alloué
  - Coût réel sans « facturation » si achat cartouche

# Pertinence clinique ?

---

- **Prouvée**

- Gazométrie → Paramètres « vitaux »
- Glucose → Signes cliniques absents si sédation
- Lactate → ?
- Potassium → Ne pas attendre les signes ECG
- Calcium ionisé → Adaptation si EER citrate
- Troponine ? → Préservation myocardique

- **Non prouvée**

- Électrolytes

- **Équilibre acido-basique**

- Analyse de la situation clinique
- Détermination des moyens thérapeutiques
  - Ventilation alvéolaire
  - Débit de gaz sur une ECMO
  - Apport de bicarbonates (EER > perfusion)

- **Oxygénation**

- Adaptation de la  $FiO_2$
- Transfusion ou inotrope si  $S(c)vO_2$  basse au cours du choc

- **Anticoagulation régionale au citrate**

- Mesure régulière du  $Ca^{++}$  circuit et patient pour adaptation des débits

# Utilisation clinique

- **Équilibre acido-basique**

- Analyse de la situation clinique
- Détermination des moyens thérapeutiques
  - Ventilation alvéolaire
  - Débit de gaz sur un patient
  - Apport de bicarbonate

*La clinique prime  
**TOUJOURS !***

- **Oxygé**

- Ad
- Tra

- **Antico**

- Me



$S(c)vO_2$  basse au cours du choc

**le au citrate**

circuit et patient pour adaptation des débits



# Anticoagulation régionale au citrate

---

- **Principe : hypocalcémie**

- Complexe citrate- $\text{Ca}^{++}$
- Réduction de la fixation des facteurs vitamine K-dépendants aux surfaces électronégatives

- **Risques pour le circuit**

- $\text{Ca}^{++}$  trop haut : coagulation du circuit
- $\text{Ca}^{++}$  trop bas : ? (→ intoxication au citrate)

- **Risques pour le patient**

- $\text{Ca}^{++}$  trop bas :
  - Risque hémorragique
  - Troubles du rythme cardiaque
- $\text{Ca}^{++}$  trop élevé :
  - Troubles du rythme cardiaque
  - Convulsions
- Intoxication au citrate :  $\text{Ca}/\text{Ca}^{++} < 2,3$  → risque acidose métabolique

# Et dans la vraie vie ?

---

- **Suspicion de MERS-CoV – vendredi 23h00...**
  - Pas de biologie « centralisée »
  - Biologie délocalisée « EBOLA » (en chambre)
    - Récupération du matériel samedi à 12h30
      - Casette « gaz du sang » : fonctionnelle
      - Casette « biochimie » : non fonctionnelle
    - Automate hémogramme : pas de CQ, réactifs « périmés »
- **Commentaires**
  - Biologie : 2 gazométries en 48 heures et c'est tout
  - Cliniquement : décompensation de BPCO
  - Le patient va bien...
  - La CLINIQUE vous dis-je !

# Et dans la vraie vie ?

---

- **Interprétation « critique » des résultats ?**
  - Faible connaissance par le clinicien des contraintes de l'analyse
  - Faible détection des « incompatibilités »
  - Ticket de caisse = argent comptant ! (« si c'est écrit, c'est vrai »)
  - Absence de mise en perspective
    - Hémoglobine et pouvoir tampon
    - Hémoglobine et oxygénation tissulaire
- **Le laboratoire peut-il avoir une valeur ajoutée ?**
  - $\text{PaO}_2/\text{PAO}_2$  plutôt que  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$
  - $\text{CaO}_2$  mesurée

- **Biologie délocalisée : oui...**
  - Indispensable à l'évaluation du milieu intérieur
  - Utilisation rationnelle
  - En collaboration avec le laboratoire
  - Avec des personnels formés et identifiés

- **Biologie délocalisée : oui...**
  - Indispensable à l'évaluation du milieu intérieur
  - Utilisation rationnelle
  - En collaboration avec le laboratoire
  - Avec des personnels formés et identifiés
- **... mais**
  - Responsabilité partagée / engagée
  - Surcoût
  - Fiabilité

# Conclusion

---

*Il n'y a pas  
– et il n'y aura pas –  
de réanimation sans  
biologi(st)e !*



