

Monitoring respiratoire: Quels outils en pratique clinique?



David THEVOZ
Physiothérapie cardio-respiratoire
CHUV Lausanne Suisse



1^{re} journée francophone en kinésithérapie
respiratoire, 28 mai 2016, Paris



Définition

Monitoring

Cette page d'homonymie répertorie les différents sujets et articles partageant un même nom.

Le **monitoring** est l'anglicisme du terme **surveillance** et définit la mesure d'une activité (humaine, économique, électrique, d'un organe, etc.).

- En **médecine**, le monitoring ou le monitoring, désigne la surveillance de patients à l'aide d'appareils (appelés moniteurs) fonctionnant de manière automatique.

- Surveillance médicale en continu ou à intervalles rapprochés, effectuée par mesure de paramètres ou par enregistrement de phénomènes divers (contractions utérines, battements cardiaques, etc.).

A l'aide
d'appareils

Le **monitoring** (ou monitoring) désigne l'ensemble des techniques qui consistent à surveiller différents paramètres physiques ou biologiques à l'aide d'appareils. Le monitoring est également utilisé dans le cadre des urgences et en **réanimation**. Néanmoins, le monitoring

■ **MONITORING**, subst. masc.

Ensemble de techniques permettant d'analyser, de contrôler, de surveiller soit, en électronique, la qualité d'un enregistrement, soit, en médecine, les réactions physiopathologiques d'un patient. Dans le service de réanimation

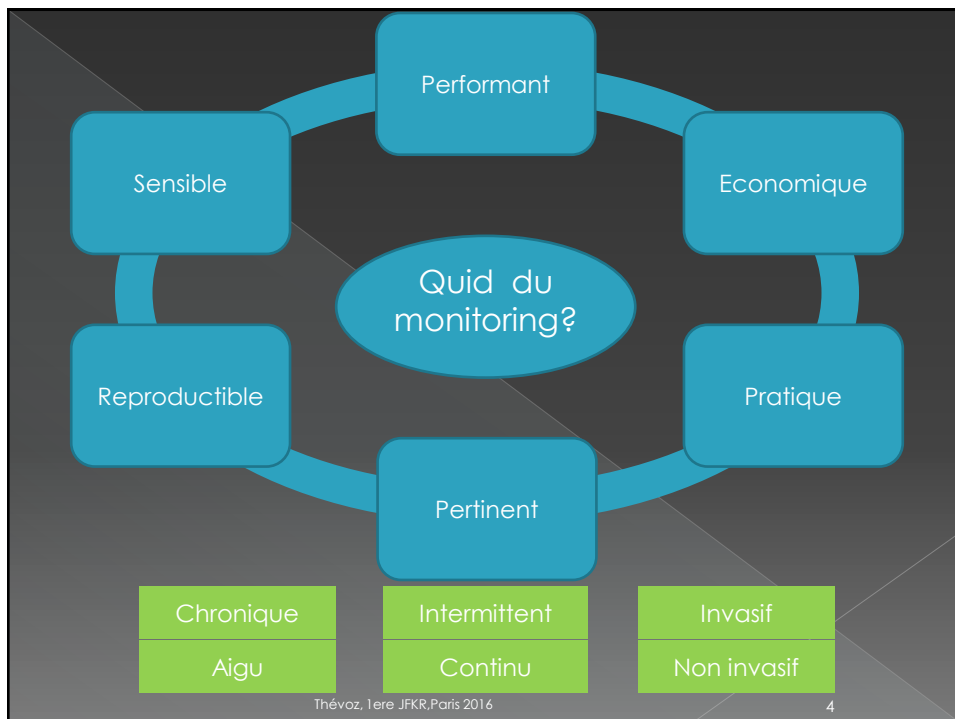
Surveillance (avertir / prévenir)

Pourquoi un monitoring? Que surveiller?

- Court terme (minutes/heures)
 - Définition de la gravité de la situation
 - Appréciation évolution situation critique
 - Appréciation qualité du ttt, de la technique utilisée
- Moyen terme (heures/jours)
 - Appréciation évolution situation
 - Appréciation évolution pathologie
- Long terme (jours/semaines/années)
 - Appréciation évolution pathologie
 - Appréciation adéquation des ttt engagés

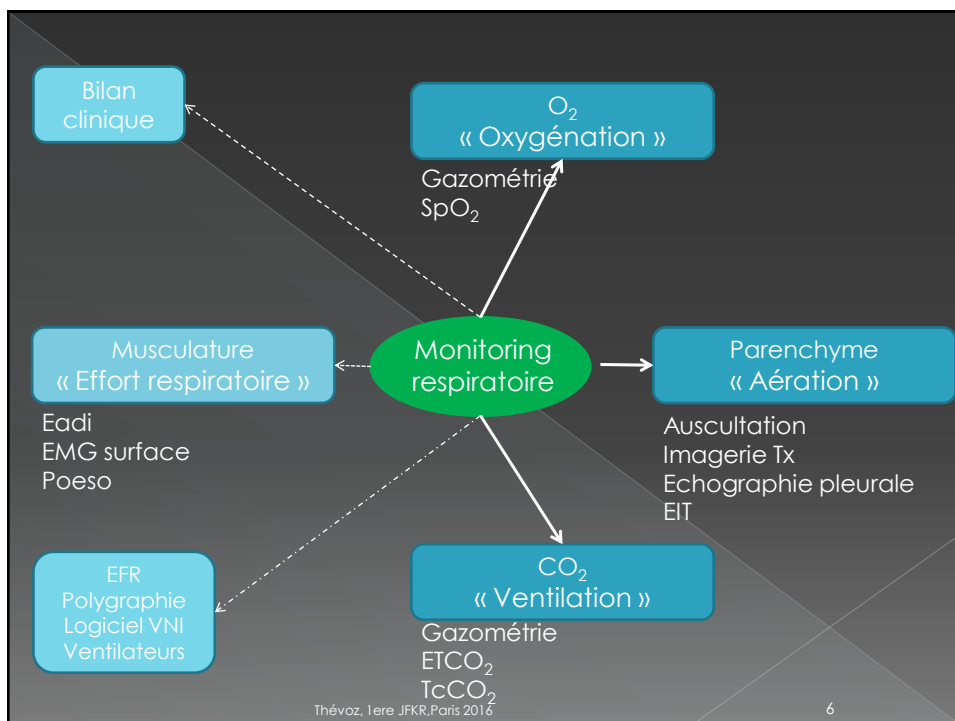
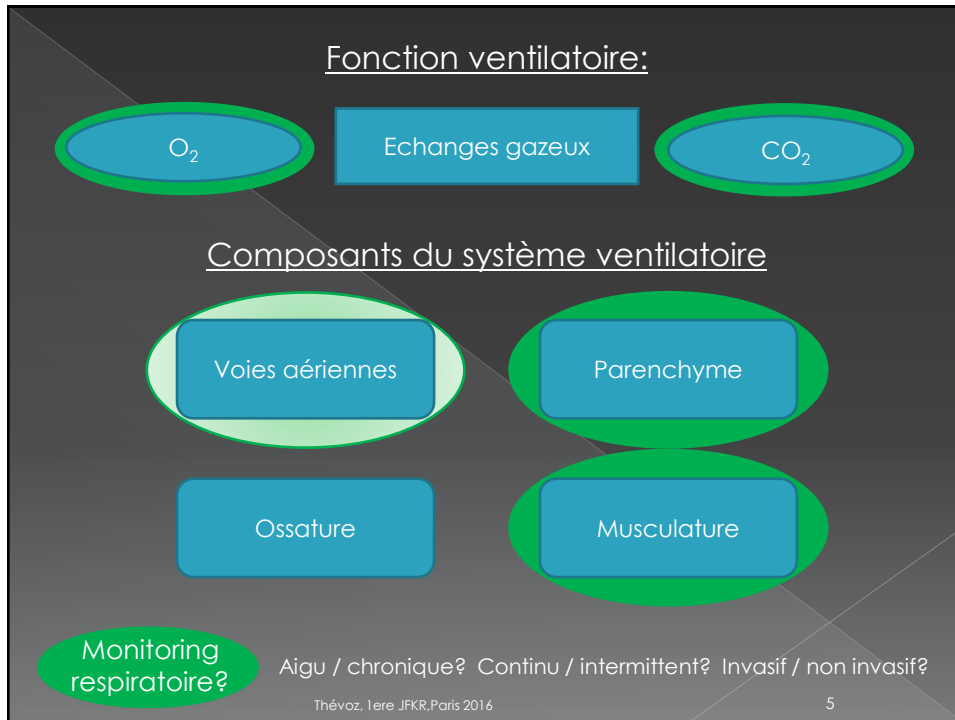
Thévoz, 1ere JFRR, Paris 2016

3



Thévoz, 1ere JFRR, Paris 2016

4



« Oxygénation »

7

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

Gazométrie artérielle

Oxygénation
Ventilation

- Analyse sanguine permettant d'évaluer la fonction respiratoire et acido-basique d'un patient, par prélèvement sanguin artériel
- Mesures
 - > pH, PaCO₂, PaO₂, Bic, BE, lactates, SaO₂
- Artères habituelles
 - > Radiale (Test Allen)
 - > Fémorale



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

8

Oxygénation
Ventilation

Ponction directe




Ponction cathéter artériel



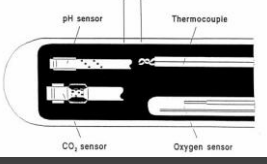
« Inline » analyseur




Sphere Proxima®



Intra-artériel Sensor



Paratrend®



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

9

Oxygénation
Ventilation

Limite de la technique

- Invasif
- Potentiellement douloureux
- Saignement / hématome
- Infection nosocomiale
- Thrombus
- Fiabilité (fibrine sur système intra-artériel)

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

10

Oxygénation
Ventilation

Valeurs

Artère:

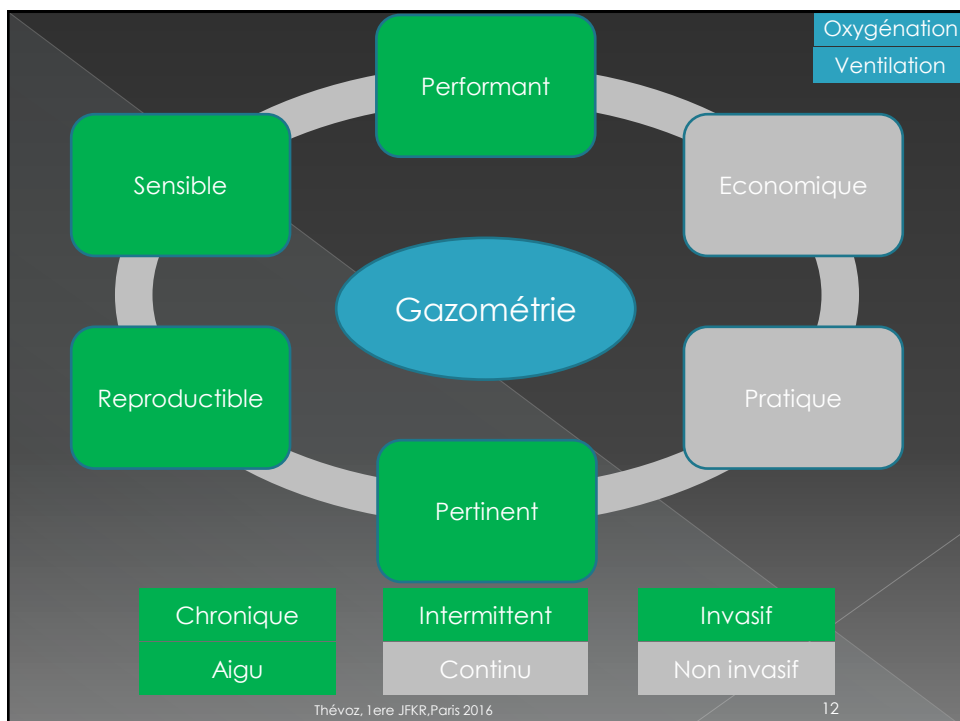
- pH 7.35-7.45
- PaCO₂ 35-45 [mmHg]
- PaO₂ 70-100 [mmHg]
- Bic 22-28 [mmol/L]
- BE +2/-2 [mmol/L]
- Lact 0-2 [mmol/L]
- SaO₂ 94-100 [%]

Veine - Artère:

- PvCO₂ ≈ PaCO₂
(PvCO₂ > 5-6 mmHg avec HD stable)
- pH veineux ≈ pH artériel
- Bic veineux ≈ Bic artériel
- PvO₂ ≠ PaO₂

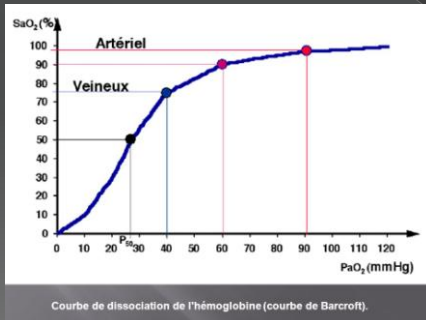
GDS veineux:
Suivi acidose
respiratoire

Thévoz, 1ère JFRR, Paris 2016



Saturation pulsée en O_2 [SpO_2]

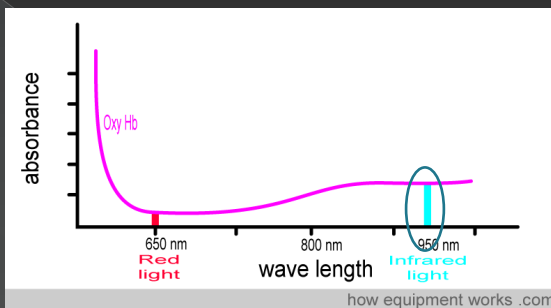
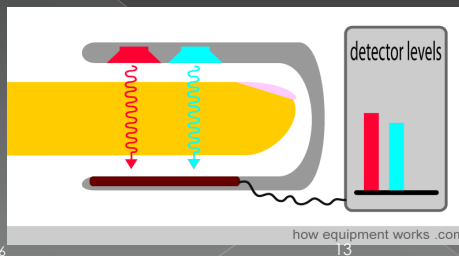
- Monitoring non invasif de la saturation artérielle en oxygène (SpO_2)
- Détection précoce de l'hypoxémie



Relation PaO_2 et SpO_2

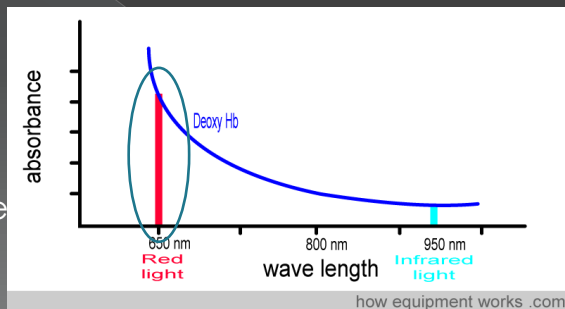
Thévoz, 1ère JFRR, Paris 2016

Différence d'absorption lumineuse (rouge et infrarouge) entre l'hémoglobine oxygénée (HbO_2) et l'hémoglobine non oxygénée (Hb).



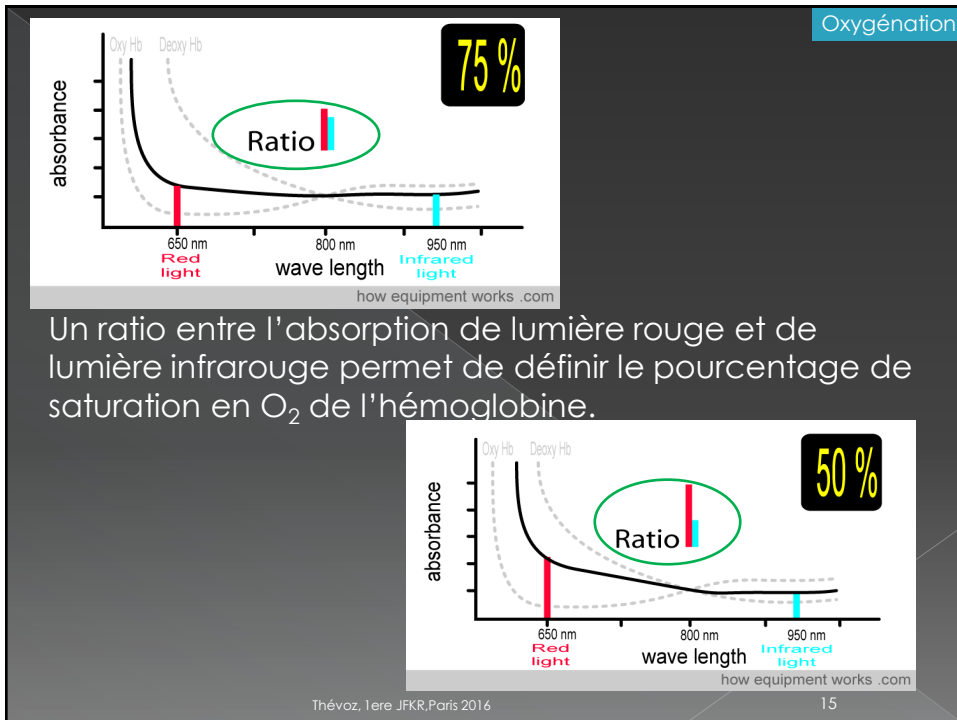
L'oxyhémoglobine (HbO_2) absorbe plus de lumière infrarouge que rouge.

La désoxyhémoglobine (Hb), à l'inverse, absorbe plus de lumière rouge qu'infrarouge.



Thévoz, 1ère JFRR, Paris 2016

14



Limitation de la technique

- ◉ Dépendant de la perfusion distale
 - > TA < 80mmHg
 - > FC <30 ou >200 batt/min
 - > Vasoconstriction (amines, hypothermie)
- ◉ Altération Hb
 - > Carboxy / méthémoglobine (SpO₂ faussement haute/basse)
 - > Thalassémie, anémie (SpO₂ haute, mais CaO₂ faible)
 - > Colorant sanguin (SpO₂ faussement basse)
 - Bleu méthylène, Vert indocyanine
- ◉ Interface
 - > Vernis ongles
 - > Œdèmes
 - > Couleur peau
 - > Mouvements

Thévoz, 1ere JFRR, Paris 2016

17

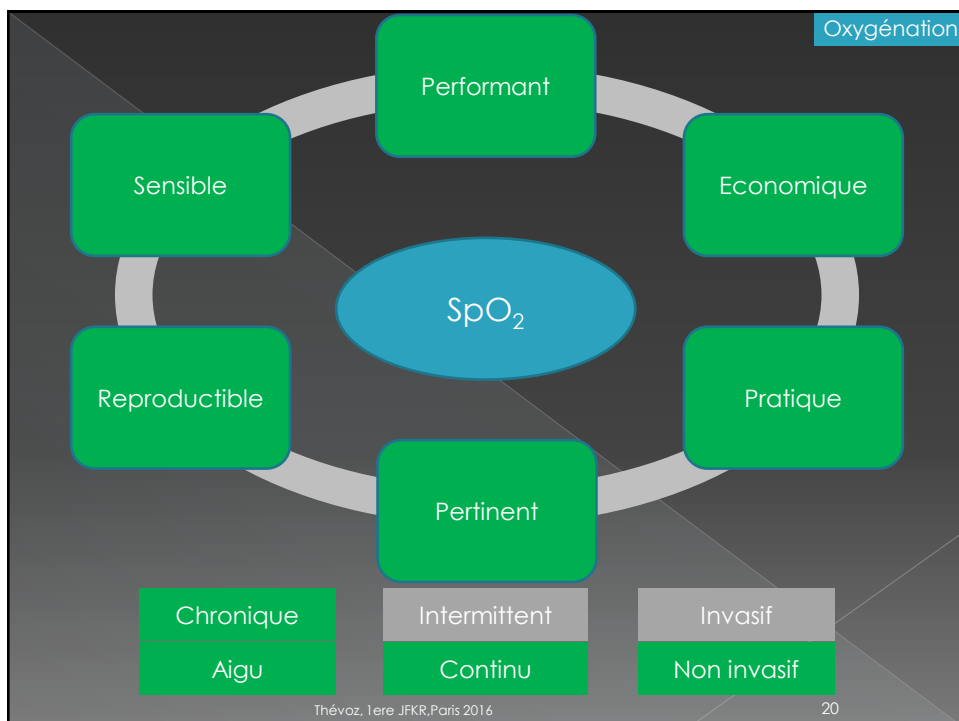
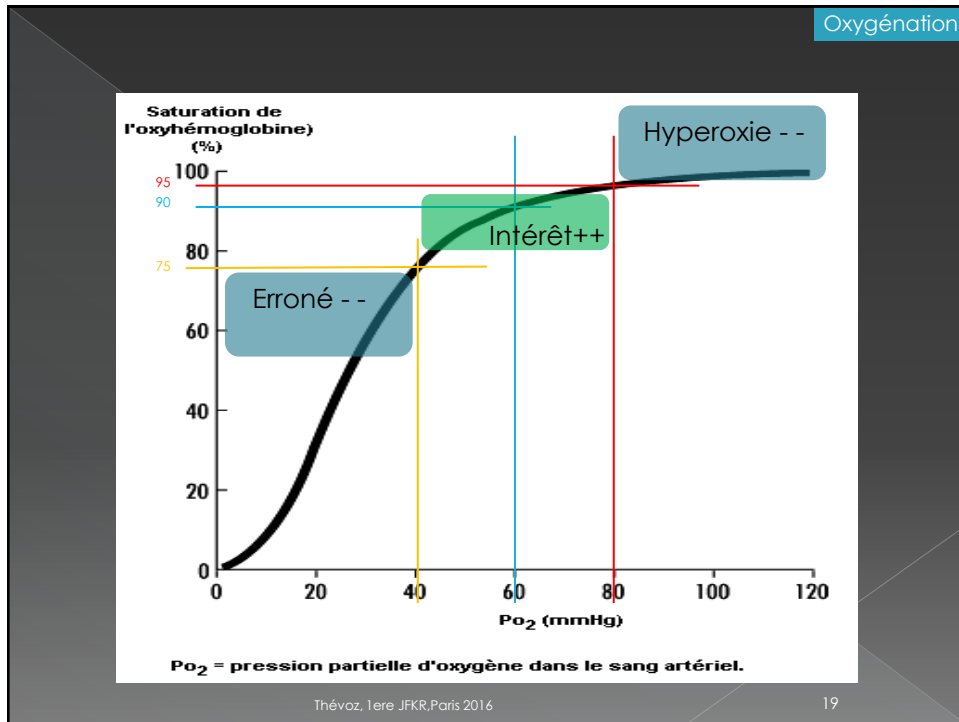
Valeurs

- ◉ Marge d'erreur
 - > 1-2% de 90 à 100% de SpO₂
 - > 4% de 75-90% de SpO₂
 - > 15% en dessous de 75% de SpO₂
 - Inadapté
- ◉ 100 % de SpO₂
 - > Inefficace pour hyperoxie (PaO₂: 100 ou 500mmHg)

SpO2 %	PaO2 mmHg	Oxygenation status
95-100	80-100	Normal
91-94	60-80	Mild hypoxemia
86-90	50-60	Moderate hypoxemia

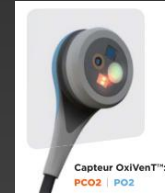
Thévoz, 1ere JFRR, Paris 2016

18



O₂ transcutanée [TcO₂]

- Technique de fluorescence
 - Émission de lumière bleue, énergie absorbée par molécule d'O₂, mesure de lumière rouge qui vient en retour
- Appréciation de la PaO₂
 - ➔ Relevance limitée chez l'adulte « resp »
 - ➔ Diabétologie/chir vasculaire:
 - Indice oxygénation distale
 - ➔ Néonatalogie/pédiatrie:
 - Intérêt pour surveillance hyperoxie



Sentec

« Ventilation »

CO₂ expiré [ETCO₂]

Capnographie permet de monitorer:

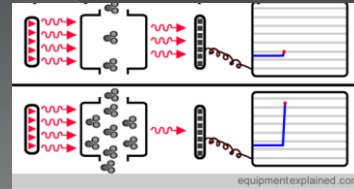
- > Production de CO₂
- > Perfusion pulmonaire
- > Ventilation alvéolaire



Mesure par absorption Infrarouge

Patient intubé / patient non intubé

- ❖ Position sonde intubation
- ❖ Qualité MCE

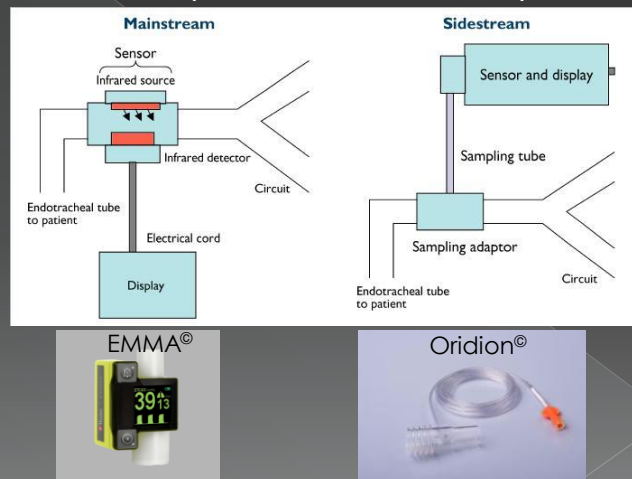


Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

23

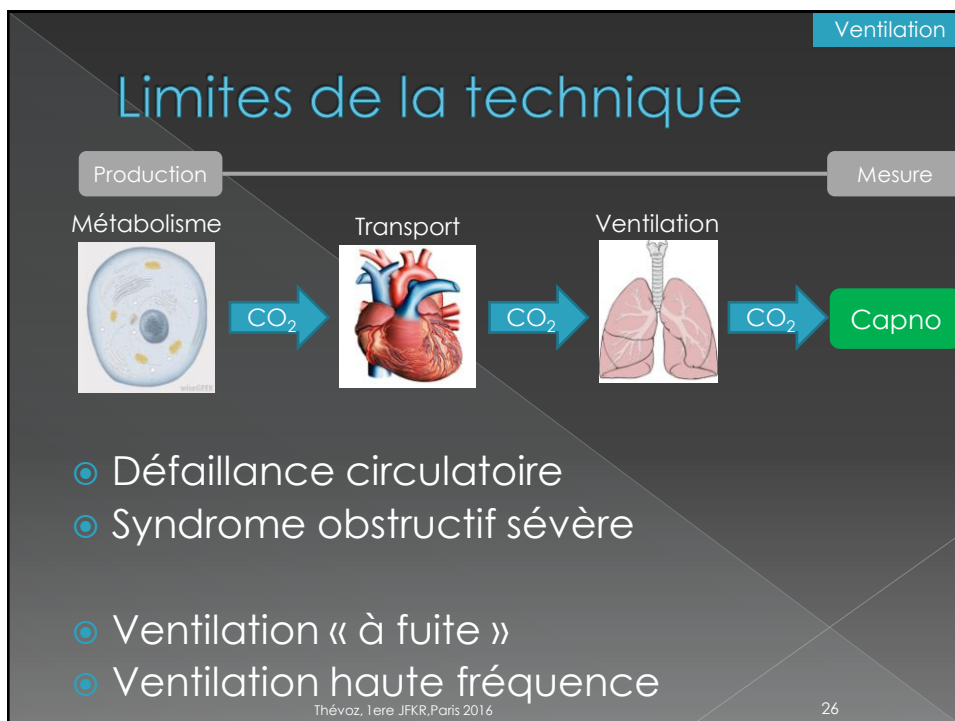
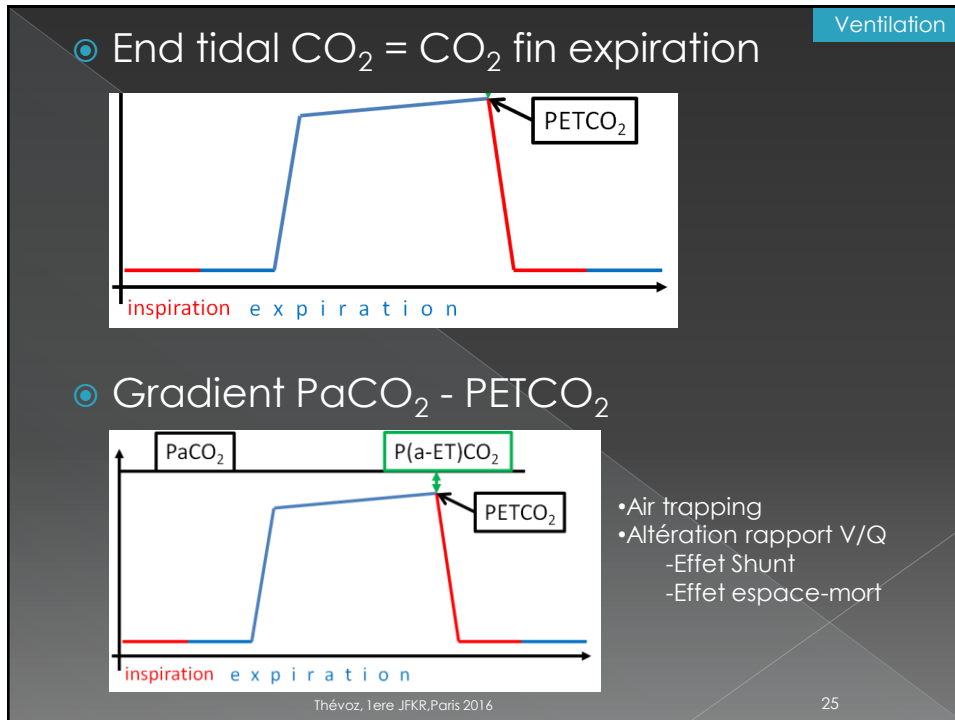
2 systèmes

- > Mainstream (mesure dans flux)
- > Sidestream (mesure hors du flux)



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

24



Valeurs

PETCO₂

- Zéro

- > Intubation œsophagienne
 - > Arrêt circulatoire, MCE inefficace

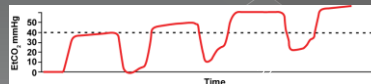
Gradient PaCO₂ - PETCO₂

- 1-3 mmHg sujet sain
- Majoré++ lors pathologies pulmonaires (5-20 mmHg chez sujet obstructif)

Utilisation courbe (sans valeur numérique)

- Repérer apnée/hypoventilation

- > Sédation en endoscopie



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

End-tidal carbon dioxide monitoring using a naso-buccal sensor is not appropriate to monitor capnia during non-invasive ventilation

Lise Piquilloud^{1*}, David Thevoz^{1,2}, Philippe Jolliet¹ and Jean-Pierre Revelly¹

Annals of Intensive Care (2015)



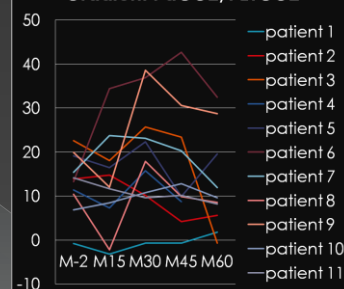
Capnostream

V60 Philips

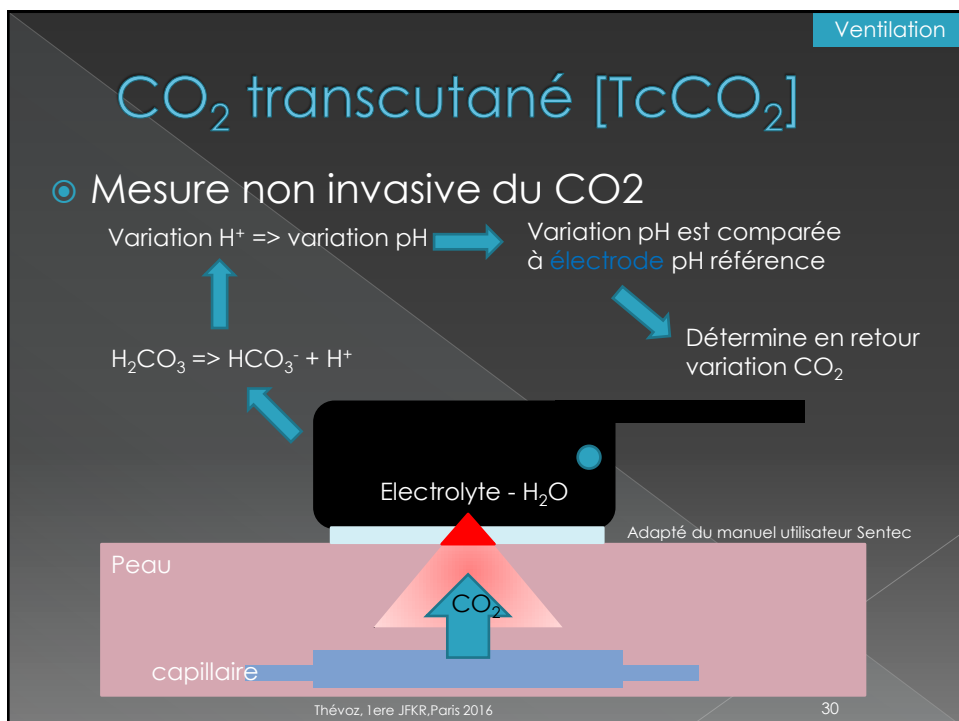
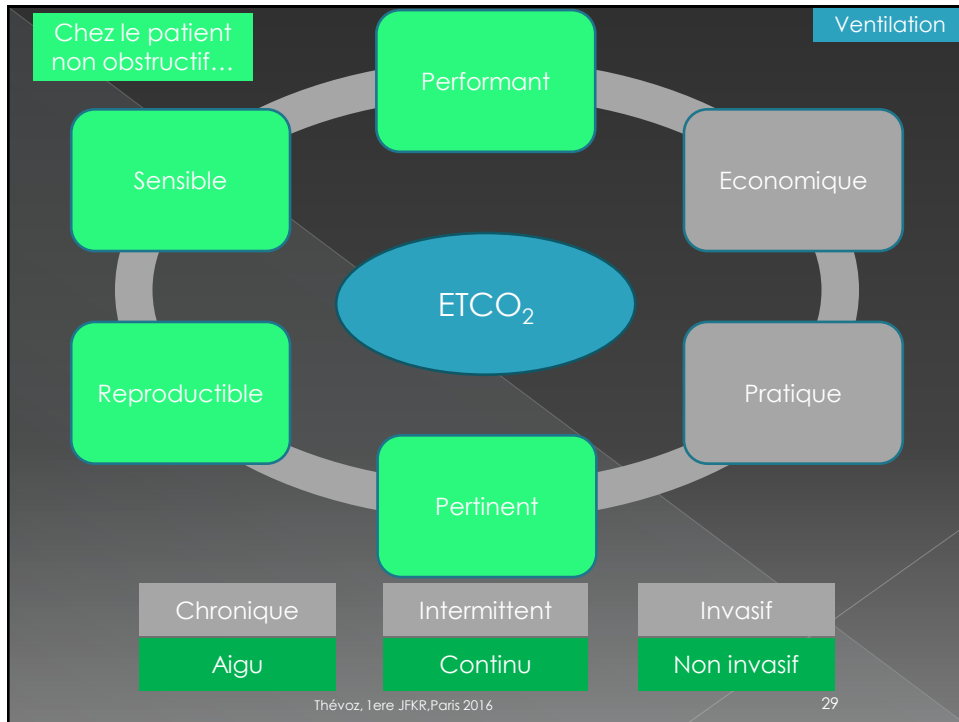
Temps mesure		Gazométrie PETCO2	
	M-5		
1	M-2	x	x
	M0		
2	M15	x	x
3	M30	x	x
			x
			x
4	M45	x	x
5	M60	x	x
			x
			x

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2

Gradient PaCO₂/PETCO₂

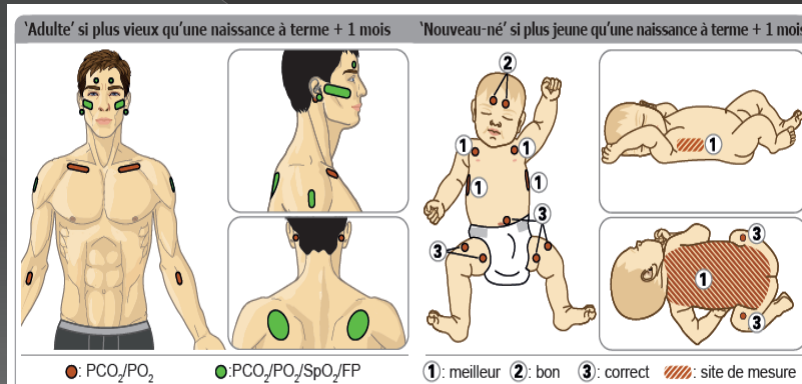


Chez les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë hypercapnique traitée par ventilation non invasive, la mesure du CO₂ expiré par un capteur **nasobuccal ne permet de prédire ni la valeur de P_aCO₂ ni son évolution dans le temps.**



Zones application capteur

- Les endroits optimaux de mesures TC sont ceux présentant une bonne perfusion cutanée



Pincette
(oreille)



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016



Patch
(peau) 31

Limites de la technique

- Perte de signal (traction sensor, gel contact)
- Recalibration régulière
- Œdèmes
- Épaisseur de peau (lobe de l'oreille)
- Défauts cutanés, pilosité, graisse
- Problèmes dermatologiques
- Lésions thermiques ($42-45^{\circ}C$, déplacer capteur)

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

32

Valeurs

- $TcCO_2 = 0,81 \times PaCO_2 + 10,86$
- $TcCO_2 > PaCO_2$ (43°C, majeure CO_2 local)
- Intérêt trend > valeur absolue

Thévoz, 1ere JFRR, Paris 2016

33

Relationship between transcutaneous CO_2 measurement and $PaCO_2$ during non invasive ventilation delivered in hypercapnic acute respiratory failure

D.Thévoz¹, J-P. Revelly², P. Jolliet², L. Piquilloud²

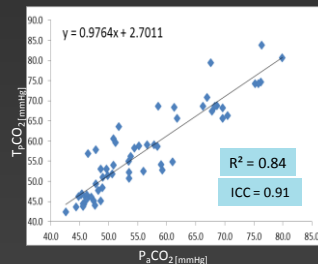
Sentec Digital Monitoring System



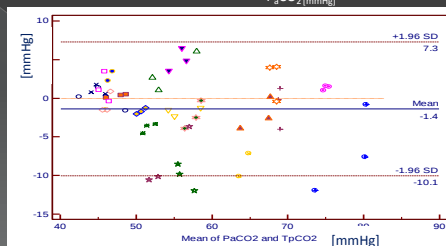
V-sign Captor



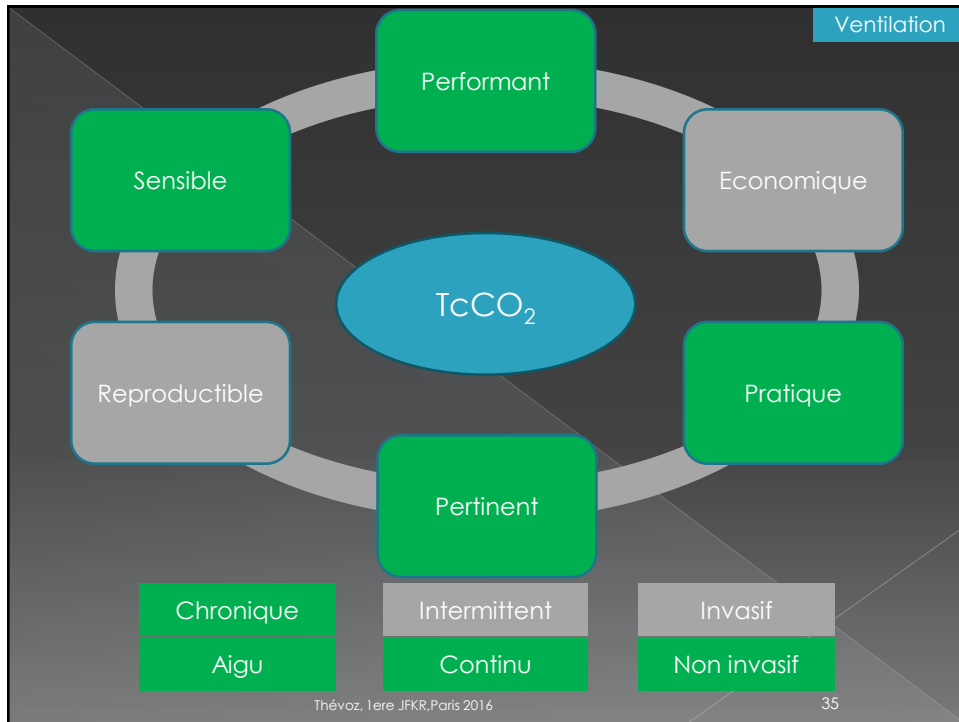
V60 Philipps



Time	T_pCO_2	Blood gas
M-15	Device installation	
M0	X	X
	Initiation of NIV	
M30	X	X
M45	X	X
M60	X	X



In a small group of patients undergoing NIV for acute hypercapnic respiratory failure the agreement between T_pCO_2 and $PaCO_2$ was very good and **suggests that CO_2 transcutaneous measurement could be of interest to evaluate the course of $PaCO_2$ during NIV**



Auscultation pulmonaire

- Perception auditive des ondes sonores produites par le passage de l'air dans les voies aériennes supérieures et l'arbre trachéo-bronchique au cours de l'inspiration et de l'expiration.
- Ces vibrations sont propagées à la paroi thoracique par le parenchyme pulmonaire

Bruit respiratoire

Normal

Anormal

Trachéal
Trachéo-bronchique
Vésiculaire

Abolition, diminution
« délocalisé »
(Souffle)

Bruit adventice

Continu 125<250ms

Discontinu 5<20ms

Sibilances:

Monophoniques
Polyphoniques (Rhonchi)

Craquements:

BF: Gros Crépitants (Râles bulleux)
MF: Crépitants
HF: Crépitants fins (Sous crépitants)

Aération

Hier

Avant-Hier

Auscultation médiate

Auscultation immédiate

Demain ?

DigiBreathe

Aujourd'hui

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

39

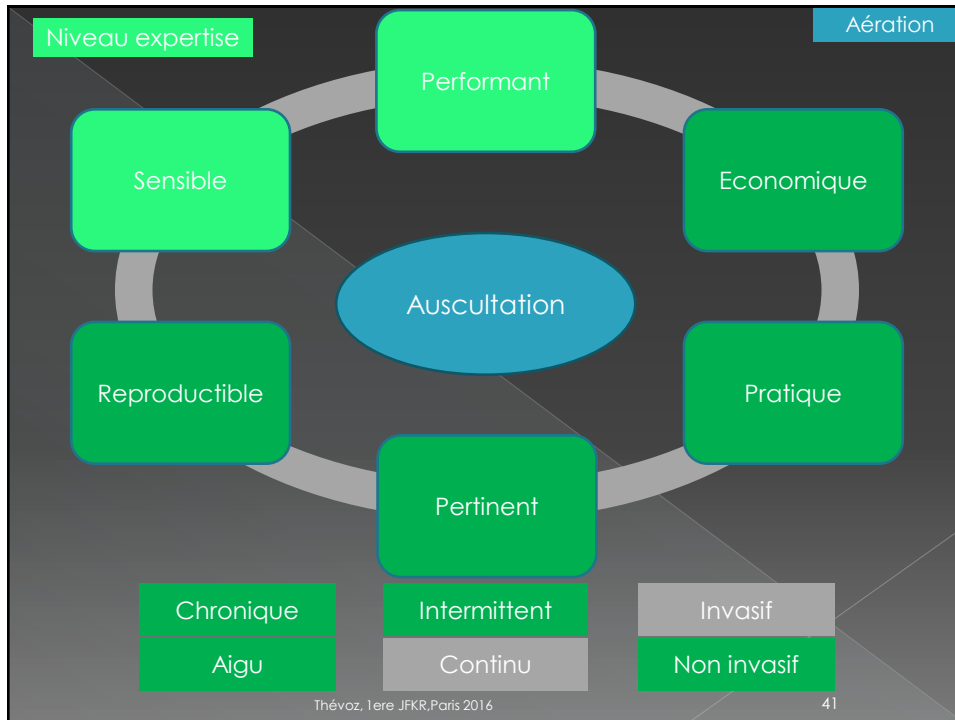
Aération

Limites de la technique

- Erreur de pratique
 - > Patient
 - Position
 - Qualité I et E
 - Habits, poils
 - Equipements bruyants (drain, LVAD,...)
 - > Soignant
 - Niveau expertise
 - Multiples nomenclatures...

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

40



Imagerie thoracique

Offre une vision anatomique du thorax et a pris une place majeure dans l'arsenal diagnostique des pathologies pulmonaires

- Rx
 - > Utilisation très régulière, de routine
 - > Non invasive, « aisée »
 - > Dose réduite de rayons X
 - > Incidence multiple (face, profil, I ou E)
 - > Renseigne:
 - extra-thoracique
 - contenant / contenu

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016 42

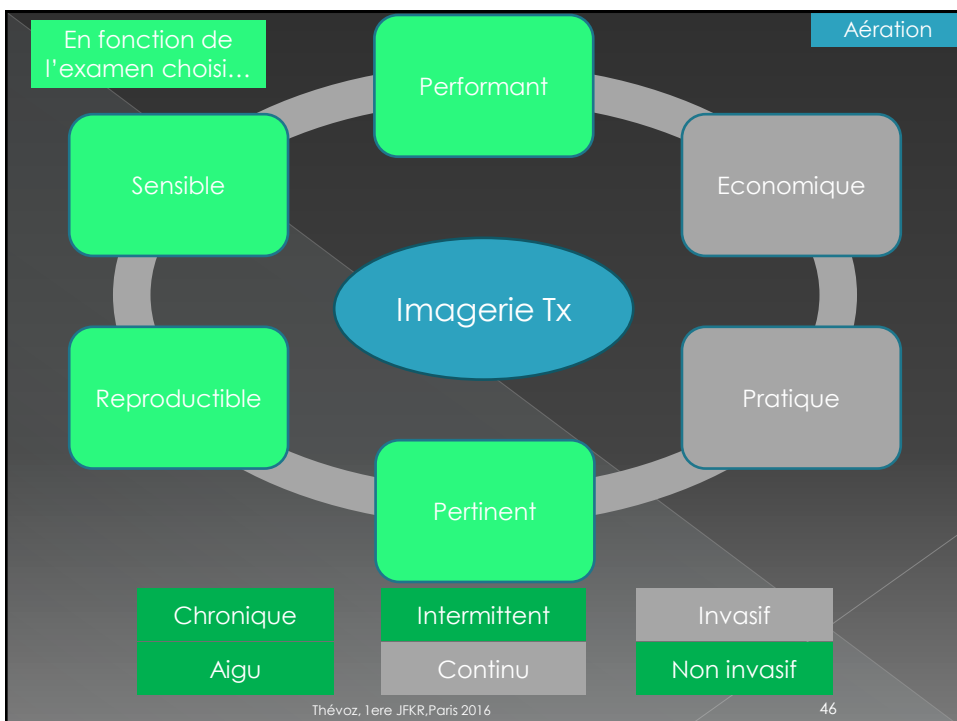
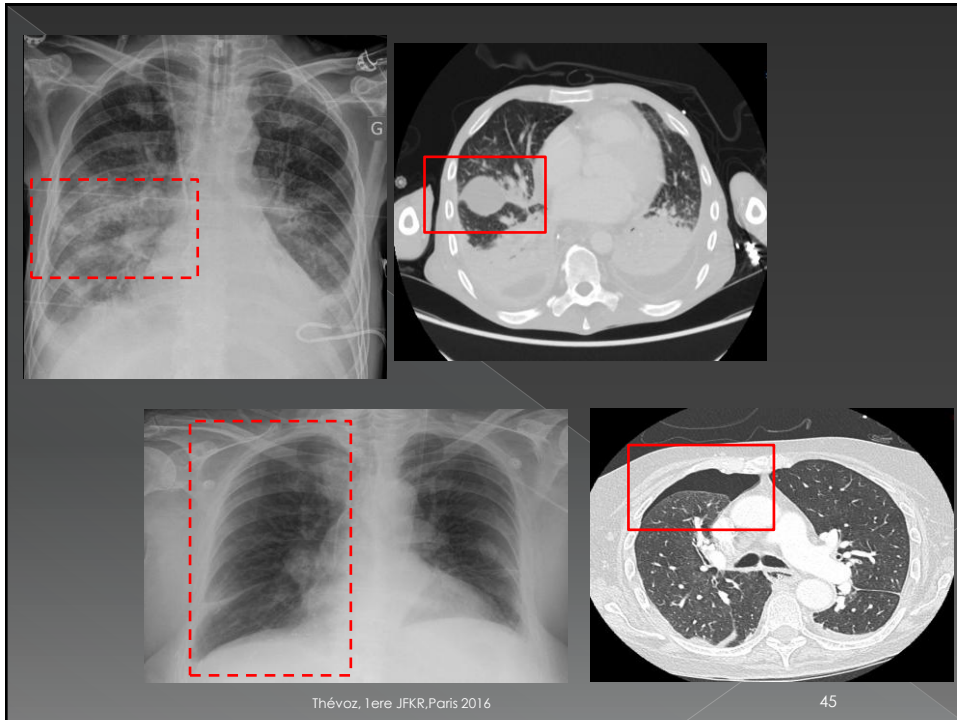
- Tomodensitométrie (scanner)
 - > Non invasive, dose majorée rayons X
 - > Moins « aisé »
 - > Coupe fine, plan axial
 - > Reconstruction 3D
 - > Injection contraste possible

- Résonnance magnétique (IRM)
 - > Non invasive, non irradiant (aimant)
 - > Moins « aisé »
 - > Reconstruction 3D
 - > Incompatible avec implants métalliques (prothèse, valves cardiaques, Swan-Ganz, PM,...)

Limites de la technique

- Variabilité
 - > Réalisation
 - > Lecture
- Irradiation

(Rx: 0.01 mSv, Scan: 5mSv)
- Performance
 - > Dépendante de l'atteinte (PNO, Ca, PMN,...)
 - > Scanner > Rx



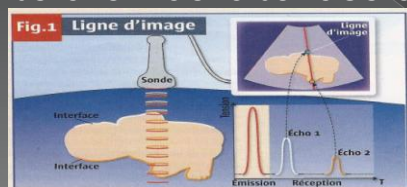
Echographie pulmonaire

- ◉ Image ultrasonographique (pas de rayons)
- ◉ Analyse des « artefacts »
- ◉ Détermination d'entité clinique
 - > Poumon sain
 - > Épanchement pleural
 - > Syndrome interstitiel
 - > Consolidation alvéolaire
 - > Pneumothorax
- ◉ LUS = Scanner > radiographie thorax

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

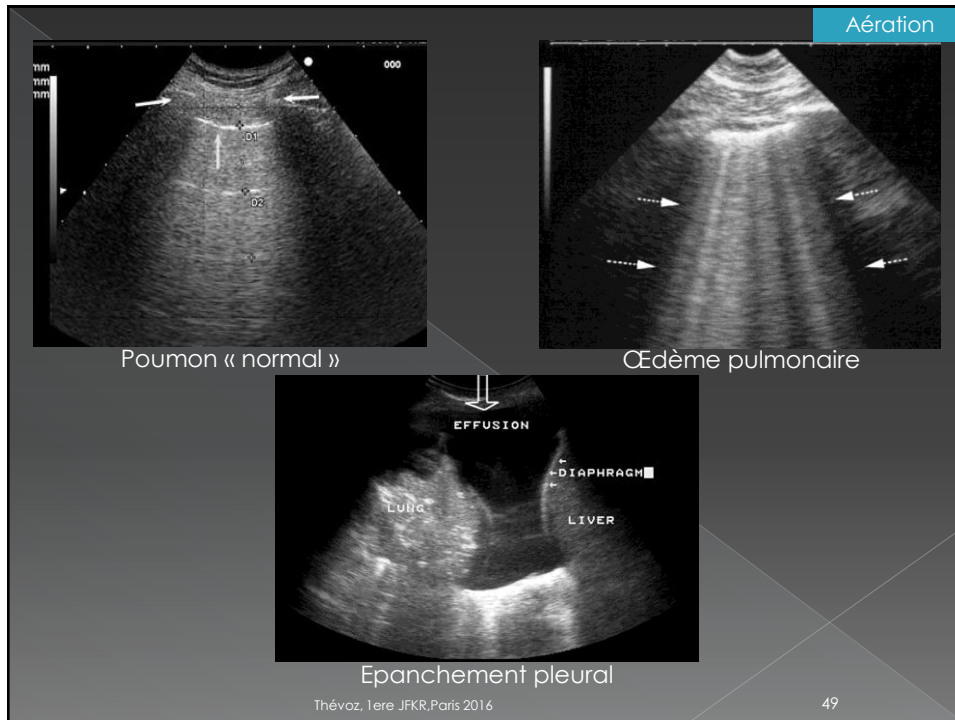
47

- ◉ Emission d'ultrasons dans le corps et récupération après « rebonds » sur les tissus.
- ◉ Différence d'absorption:
 - > Eau absorbe ++ → noir « anéchogène »
 - > Os absorbe -- → blanc « hyperéchogène »
- ◉ « Distance » à la sonde
 - > Plus la structure réfléchissante est loin, plus le temps de « trajet A/R » est long, donc l'image sera loin de la surface de la sonde.



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

48



Aération

Limites de la technique

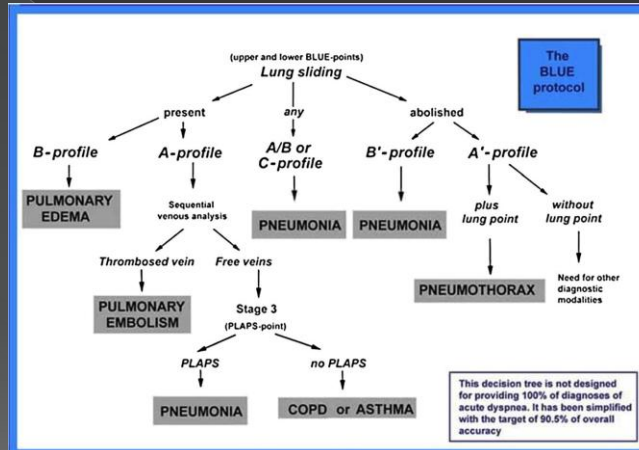
- Intégrité surface cutanée
 - > Plaie
 - > Pansements
- Emphysème ss-cutané
- Nécessite entraînement
 - > ≈ 50-100 examens de LUS
- Matériel +/- imposant
- ≠ Stétho moderne...




Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

50

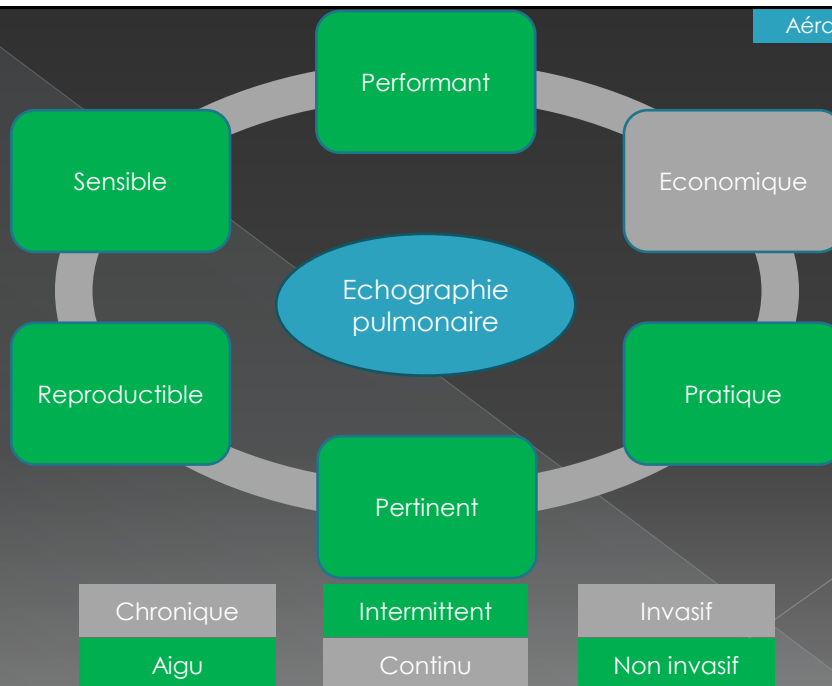
Blue Protocol



c'est une analyse échographique standardisée et imaginée pour un **diagnostic rapide de 97% des pathologies pulmonaires** chez les patients se présentant aux urgences avec une détresse respiratoire aigue

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

51



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

52

Table 1. Sensitivity and Specificity of Auscultation, Chest Radiography, and Lung Ultrasonography for Diagnosing Pleural Effusion, Alveolar Consolidation, and Alveolar-Interstitial Syndrome in 384 Lung Regions in 32 Critically Ill Patients with ARDS

	Auscultation, %	Chest Radiography, %	Lung Ultrasonography, %
Pleural effusion			
Sensitivity	42	39	92
Specificity	90	85	93
Diagnostic accuracy	61	47	93
Alveolar consolidation			
Sensitivity	8	68	93
Specificity	100	95	100
Diagnostic accuracy	36	75	97
Alveolar-interstitial syndrome			
Sensitivity	34	60	98
Specificity	90	100	88
Diagnostic accuracy	55	72	95

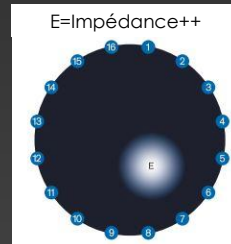
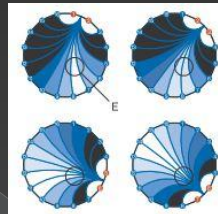
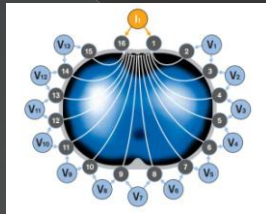
D'après : Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. D Lichtenstein et al. Anesthesiology 2004
100 : 1 : 9-15

Tomographie par impédance électrique [TIE]

- Evaluation de la distribution de la ventilation dans les différentes régions pulmonaires
- Non invasif, ceinture d'électrodes (16-32 pces)
- Information sur variation de volumes d'air
 - > Atélectasie
 - > Sur-distension
 - > Epanchement / Pneumothorax
- Appréciation?
 - > Manœuvre de recrutement, titration Peep
 - > Désencombrement
 - > Mobilisation DL/DV

Aération

- Ceinture d'électrodes (2 électrodes source, les autres réceptrices) générant un faible courant traversant les tissus du thorax.



- En fonction de l'impédance (résistance), plutôt variation d'impédance, des tissus, une image est reconstruite.
- Importante variation d'impédance (variation importante du volume d'air)
→ la région « s'allume »
- Si peu/pas de changement « d'aération », alors la zone reste « noire »

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

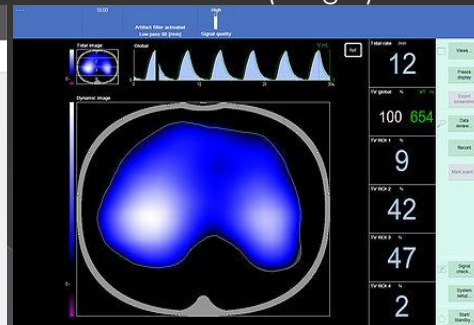
55

Aération

Swisstom (Maquet)



Pulmovista (Dräger)



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

56

Limites de la technique

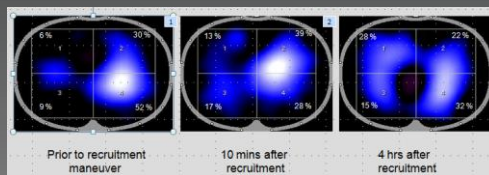
- Matériel et coût
- Intégrité cutanée (pansements)
- Matériel prothétique (PM, cerclage)
- Position ceinture (5cm de largeur)
- Analyse/fiabilité des informations?
 - > Image
 - > Valeurs

Thévoz, 1ere JFRR, Paris 2016

57

Valeurs

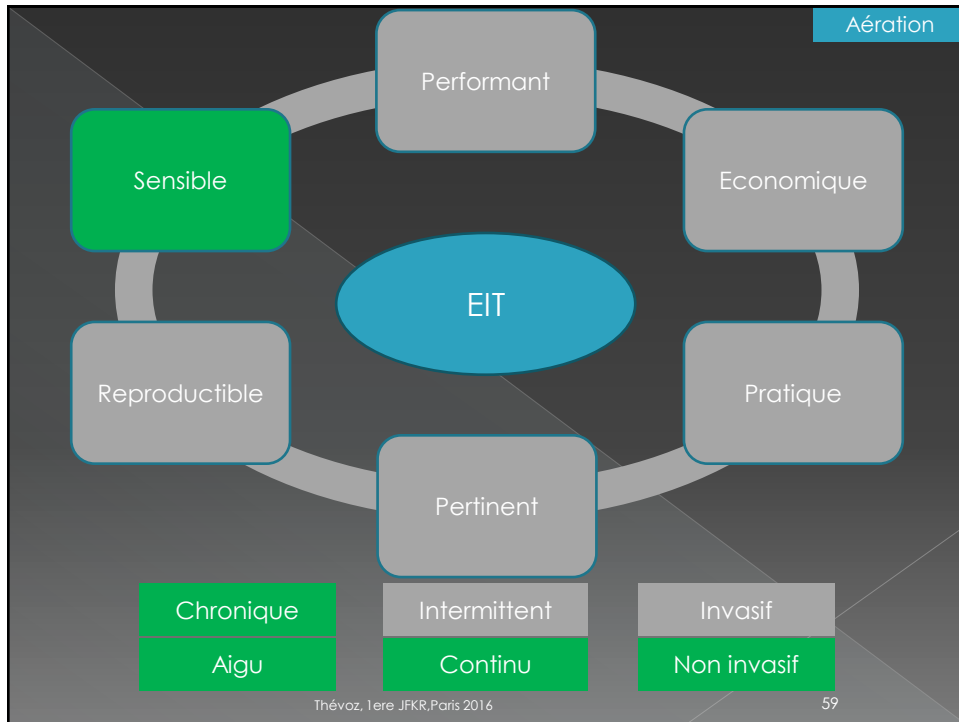
- Lieu distribution
 - > A/P
 - > G/D
- EELV (End-expiratory lung volume)
 - > Recrutement avant-après



Dräger

Thévoz, 1ere JFRR, Paris 2016

58



Conclusion

Pour choisir un bon moyen de monitoring

● Importance de définir:

- > Lieu de prise en charge
 - Réanimation
 - Ambulatoire
 - Domicile
- > Gravité de la situation
 - Aigu
 - Chronique

- > Pertinence de l'outil
 - Intérêt, plus-value clinique
 - Coût
 - « Transportabilité »
 - Fiabilité
 - Continu / discontinu
 - Invasif / non invasif

➔ Comme en cuisine, bien identifier le client (**patient**), définir ce qu'on veut lui servir (**paramètres étudiés**) et choisir les bons ingrédients (**choix appareil**)!

➔ Les chiffres, les dispositifs médicaux... Ne pas omettre l'appréciation clinique!

Systemes de demain...

63

Monitoring non invasif de la
Ventilation minute [VM]

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016



ExSpiron 1Xi



**RESPIRATORY
MOTION INC.**
INSPIRED INNOVATION

Minute Ventilation = Tidal Volume x Respiratory Rate



Minute Ventilation (MV)



Tidal Volume (TV)



Respiratory Rate (RR)

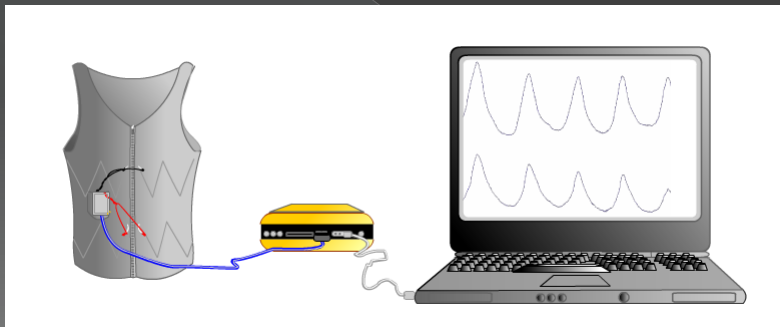


Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

64



Mesure de la ventilation minute

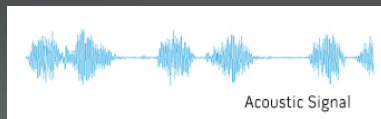


Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

65



RRa[®] **MASIMO**
Noninvasive Acoustic
Respiration Rate



Monitoring FR

Monitoring « bruits » filière ORL

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

66




- ECG
- Respiration rate
- Pulse oximetry (SpO2, HR)
- Blood pressure
- Body core temperature
- Activity and posture
- Weight and body composition

LONG TERM MEDICAL SURVEY SYSTEM

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

67

Monitoring helvétique de bonne santé...

« Quand eux vont bien, les Suisses vont bien »



Merci pour votre attention

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

David.Thevoz@chuv.ch

Bibliographie

1. <AARC clinical practice guideline_transcutaneous monitoring of carbon dioxide and oxygen_2012_Restrepo.pdf>.
2. <Pulmonary stethacoustic nomenclature_Why not a worldwide consensus_Postiaux.pdf>.
3. <Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults a systematic review and meta-analysis_Chavez.pdf>.
4. Basaranoglu G, Bakan M, Umutoglu T, Zengin SU, Idin K, Salihoglu Z. Comparison of SpO2 values from different fingers of the hands. Springerplus. 2015;4:561.
5. Bodenstein M, David M, Markstaller K. Principles of electrical impedance tomography and its clinical application. Crit Care Med. 2009;37(2):713-24.
6. Chan ED, Chan MM, Chan MM. Pulse oximetry: understanding its basic principles facilitates appreciation of its limitations. Respir Med. 2013;107(6):789-99.
7. Costa ELV, Lima RG, Amato MBP. Electrical impedance tomography. Current Opinion in Critical Care. 2009;15(1):18-24.
8. DeMeulenaere S. Pulse Oximetry: Uses and Limitations. The Journal for Nurse Practitioners. 2007;3(5):312-7.
9. Dexheimer Neto FL, Andrade JM, Raupp AC, Townsend Rda S, Beltrami FG, Brissón H, et al. Diagnostic accuracy of the Bedside Lung Ultrasound in Emergency protocol for the diagnosis of acute respiratory failure in spontaneously breathing patients. J Bras Pneumol. 2015;41(1):58-64.
10. Hufmann SE, Windisch W, Storre JH. Techniques for the measurement and monitoring of carbon dioxide in the blood. Ann Am Thorac Soc. 2014;11(4):645-52.
11. Karsten J, Stueber T, Voigt N, Teschner E, Heinze H. Influence of different electrode belt positions on electrical impedance tomography imaging of regional ventilation: a prospective observational study. Crit Care. 2016;20:3.
12. Leech M, Bissett B, Kot M, Ntoumenopoulos G. Physiotherapist-initiated lung ultrasound to improve intensive care management of a deteriorating patient and prevent intubation: a case report. Physiother Theory Pract. 2015;31(5):372-6.
13. Lermuzeaux M, Meric H, Sauneuf B, Girard S, Normand H, Lofaso F, et al. Superiority of transcutaneous CO2 over end-tidal CO2 measurement for monitoring respiratory failure in nonintubated patients: A pilot study. J Crit Care. 2016;31(1):150-6.
14. Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill. Curr Opin Crit Care. 2014;20(3):315-22.

Thévoz, 1ere JFRR, Paris 2016

69

15. Lichtenstein D, van Hooland S, Elbers P, Malbrain ML. Ten good reasons to practice ultrasound in critical care. Anaesthesiol Intensive Ther. 2014;46(5):323-35.
16. Lichtenstein DA. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. Chest. 2015;147(6):1659-70.
17. Lichtenstein DA, Meziere GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. Chest. 2008;134(1):117-25.
18. Lundin S, Stenqvist O. Electrical impedance tomography: potentials and pitfalls. Curr Opin Crit Care. 2012;18(1):35-41.
19. Muders T, Luepschen H, Putensen C. Impedance tomography as a new monitoring technique. Curr Opin Crit Care. 2010;16(3):269-75.
20. Nassar BS, Schmidt GA. Capnography During Critical Illness. Chest. 2016;149(2):576-85.
21. Peris A, Tufino L, Zagli G, Batacchi S, Cianchi G, Spina R, et al. The use of point-of-care bedside lung ultrasound significantly reduces the number of radiographs and computed tomography scans in critically ill patients. Anesth Analg. 2010;111(3):687-92.
22. Pesenti A, Musch G, Lichtenstein D, Mojoli F, Amato MB, Cinnella G, et al. Imaging in acute respiratory distress syndrome. Intensive Care Med. 2016;42(5):686-98.
23. Ruiz Y, Ferrero E, Cordoba A, Gonzalez N, Dorca J, Prats E. Transcutaneous Carbon Dioxide Monitoring in Subjects With Acute Respiratory Failure and Severe Hypercapnia. Respir Care. 2016;61(4):428-33.
24. Sarkar M, Madabhavi I, Niranjana N, Dogra M. Auscultation of the respiratory system. Ann Thorac Med. 2015;10(3):158-68.
25. Spalten O, Fiedler F, Schier R, Wetsch WA, Hinkelbein J. Transcutaneous PTCCO measurement in combination with arterial blood gas analysis provides superior accuracy and reliability in ICU patients. J Clin Monit Comput. 2015.
26. Stieglitz S, Matthes S, Priegnitz C, Hagmeyer L, Randerath W. Comparison of Transcutaneous and Capillary Measurement of PCO2 in Hypercapnic Subjects. Respir Care. 2016;61(1):98-105.
27. van Oppen JD, Daniel PS, Sovani MP. What is the potential role of transcutaneous carbon dioxide in guiding acute noninvasive ventilation? Respir Care. 2015;60(4):484-91.
28. Walsh BK, Crotwell DN, Restrepo RD. Capnography/Capnometry during mechanical ventilation: 2011. Respir Care. 2011;56(4):503-9.
29. Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, Kondili E, Plataki M, Patrianakos A, et al. Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. Intensive Care Med. 2011;37(9):1488-93.
30. Jabre P, Combes X, Adnet F. Place de la surveillance de la capnographie dans les détresses respiratoires aiguës. Réanimation 2010, 19, 633-639.

Thévoz, 1ere JFRR, Paris 2016

70