

Monitoring respiratoire: Quels outils en pratique clinique?



David THEVOZ
Physiothérapie cardio-respiratoire
CHUV Lausanne Suisse



1^{ère} 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

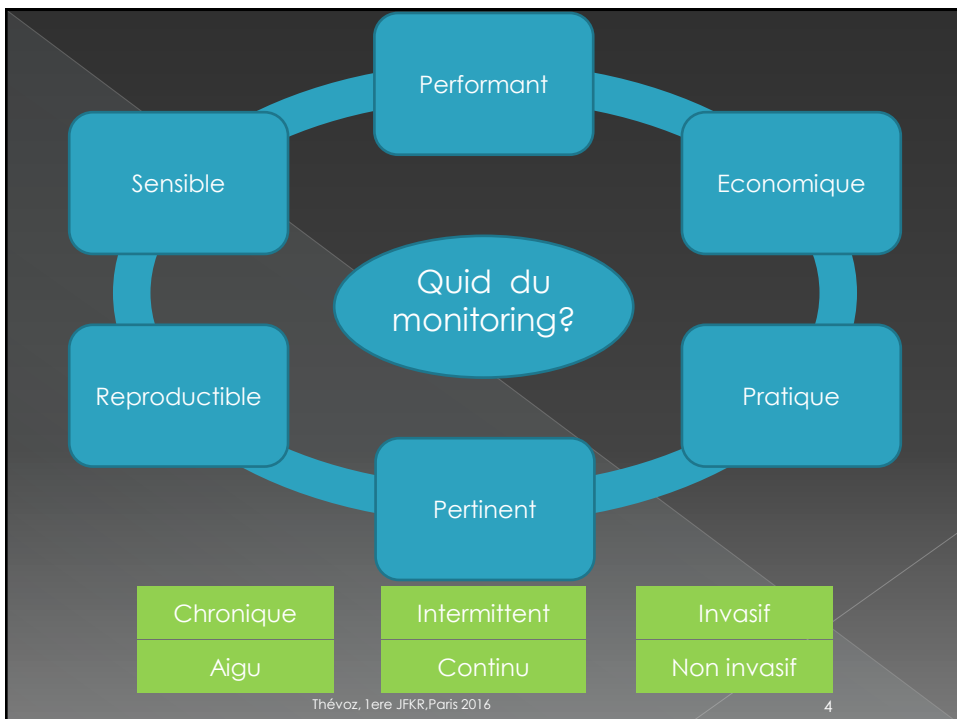
Surveillance (avertir / prévenir)

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

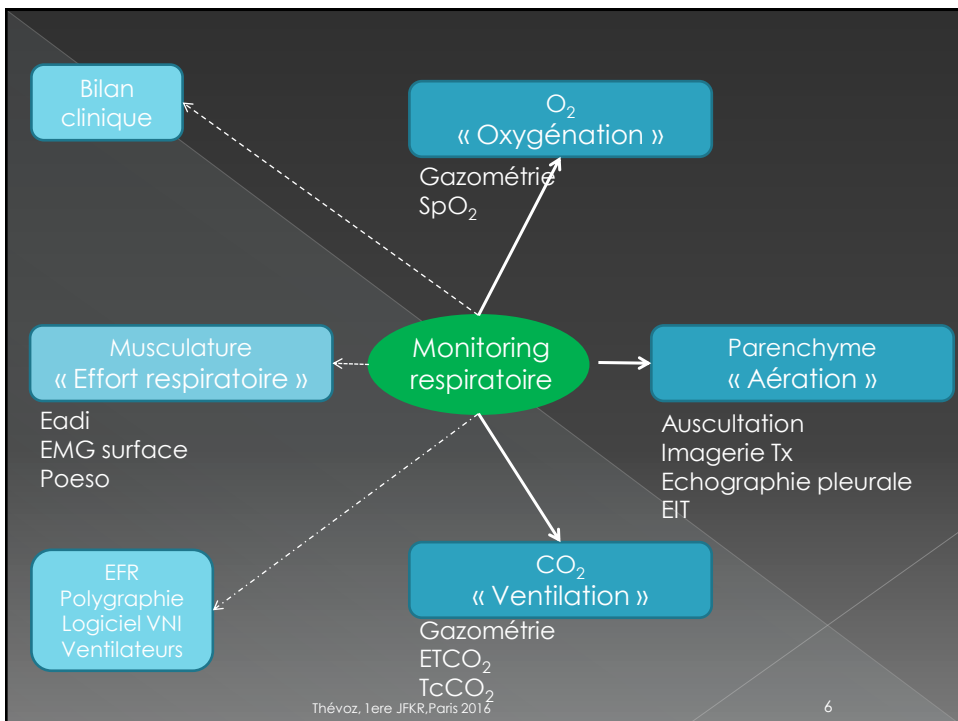
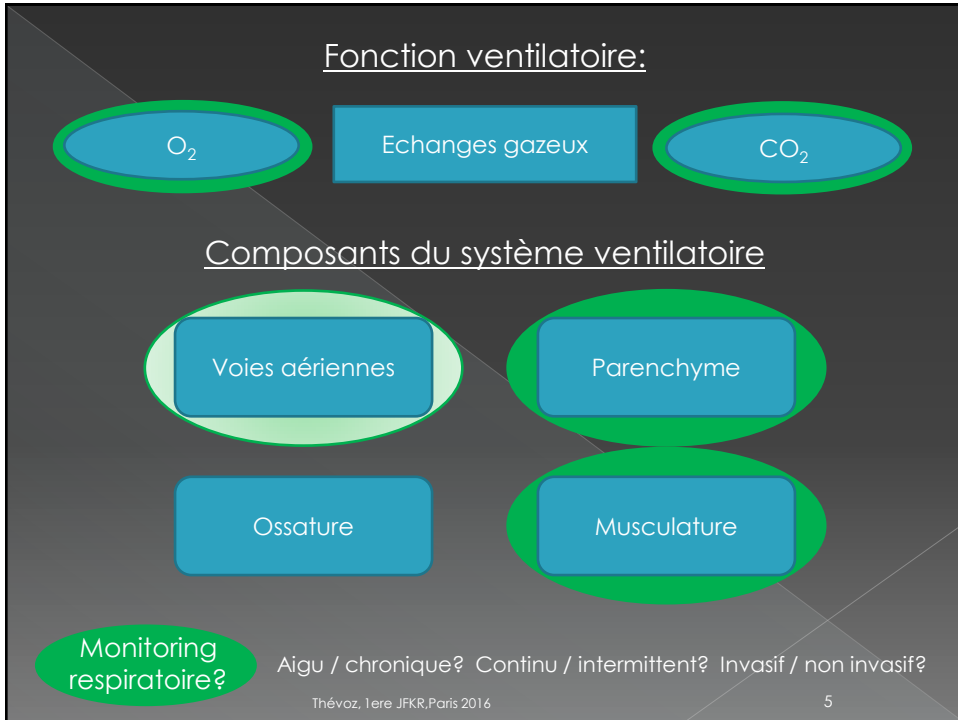
Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

3



Thévoz, 1ere JFKR, 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



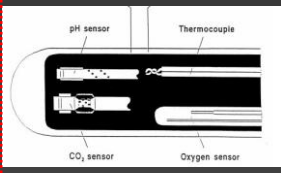
« Inline » analyseur





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:

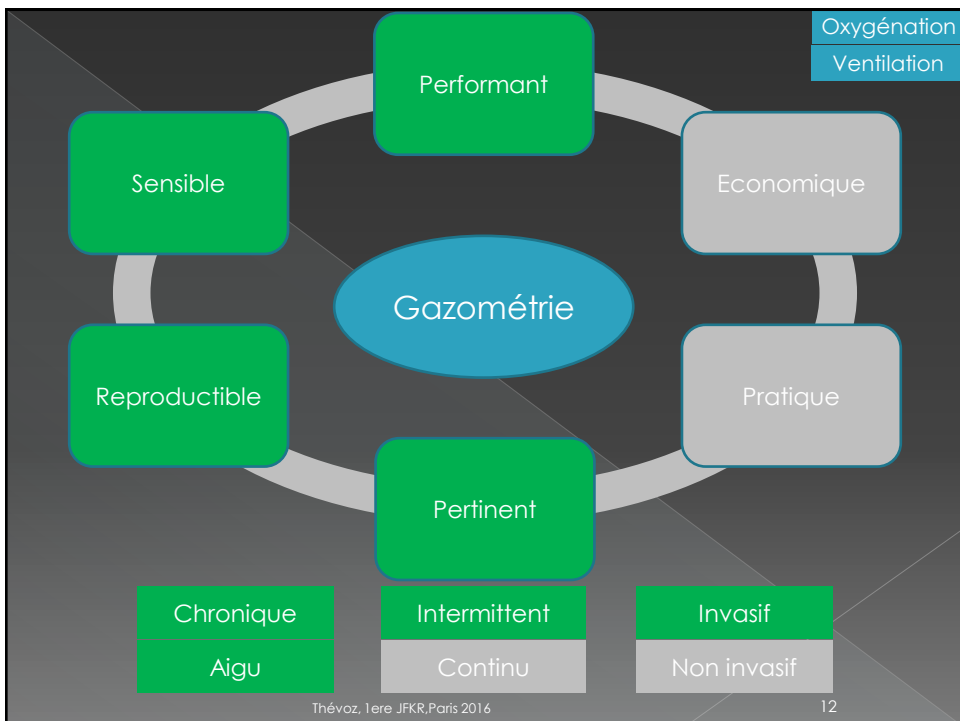
- pH 7.35-7.45
- PaCO₂ 35-45 [mmHg]
- PaO₂ 70-100 [mmHg]
- Bic 22-28 [mmol/L]
- BE +2/-2 [mmol/L]
- Lact 0-2 [mmol/L]
- SaO₂ 94-100 [%]

Veine - Artère:

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

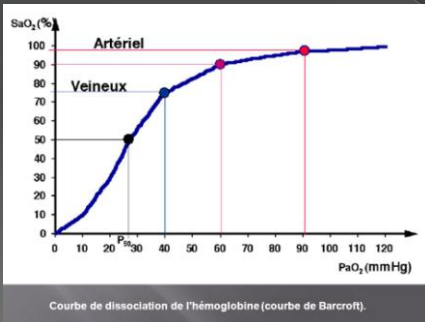
GDS veineux:
Suivi acidose
respiratoire

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016



Saturation pulsée en O₂ [SpO₂]

- Monitoring non invasif de la saturation artérielle en oxygène (SaO₂)
- Détection précoce de l'hypoxémie

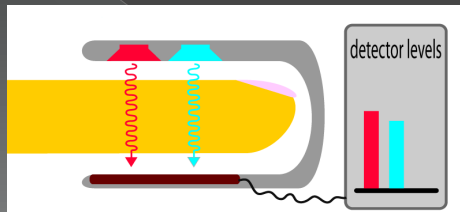


Courbe de dissociation de l'hémoglobine (courbe de Barcroft).

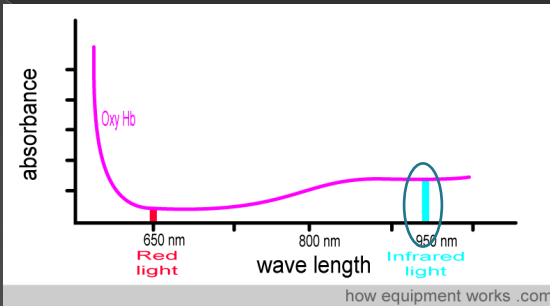
Relation PaO₂ et SaO₂

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

Différence d'absorption lumineuse (rouge et infrarouge) entre l'hémoglobine oxygénée (HbO₂) et l'hémoglobine non oxygénée (Hb).



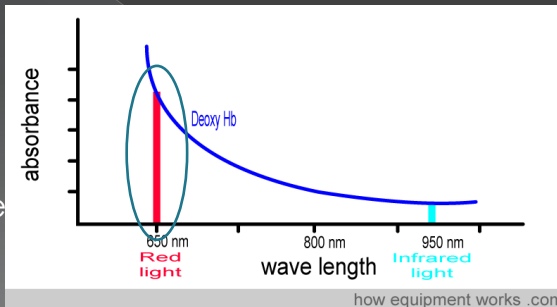
how equipment works .com



L'oxyhémoglobine (HbO₂) absorbe plus de lumière infrarouge que rouge.

how equipment works .com

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



how equipment works .com

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

Oxygénation

absorbance

Oxy Hb Deoxy Hb

Ratio

650 nm Red light

800 nm

950 nm Infrared light

wave length

how equipment works .com

Un ratio entre l'absorption de lumière rouge et de lumière infrarouge permet de définir le pourcentage de saturation en O₂ de l'hémoglobine.

absorbance

Oxy Hb Deoxy Hb

Ratio

650 nm Red light

800 nm

950 nm Infrared light

wave length

how equipment works .com

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

15

Oxygénation

Types de capteur

digital

Auriculaire

Frontal

digital aussi...

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

16

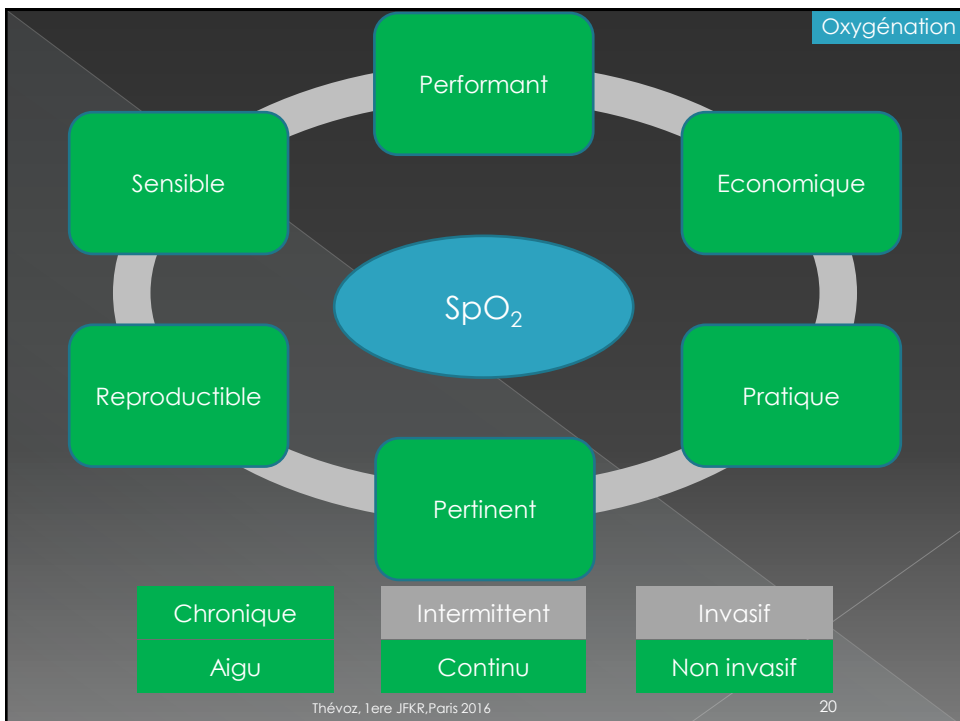
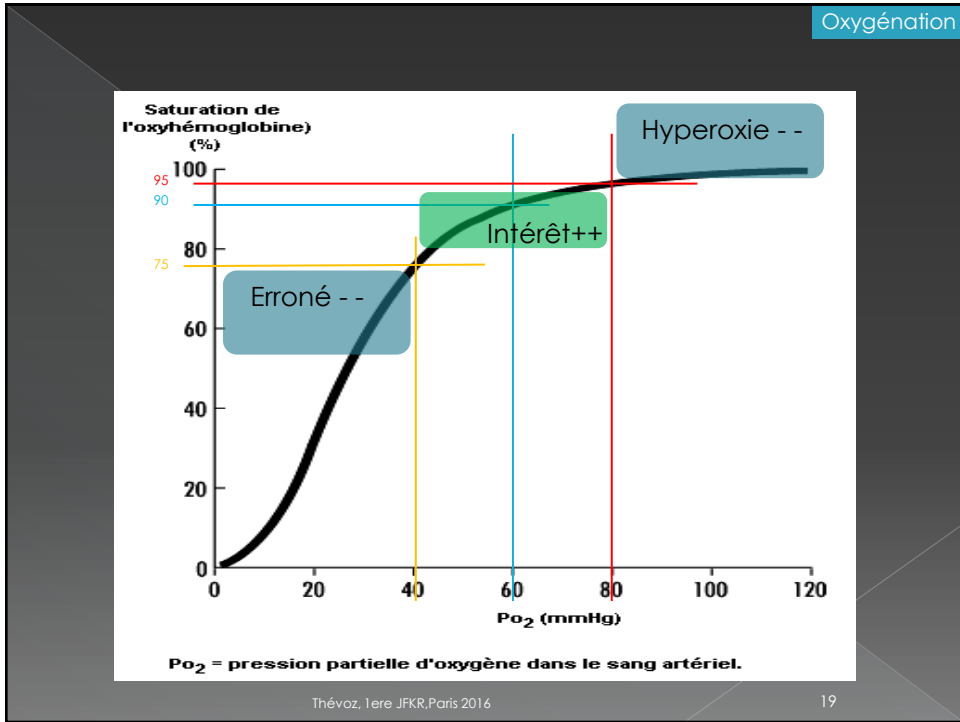
Limitation de la technique

- 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

Valeurs

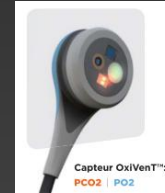
- Marge d'erreur
 - > 1-2% de 90 à 100% de SpO₂
 - > 4% de 75-90% de SpO₂
 - > 15% en dessous de 75% de SpO₂
 - Inadapté
- 100 % de SpO₂
 - > Inefficace pour hyperoxie (PaO₂: 100 ou 500mmHg)

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



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:

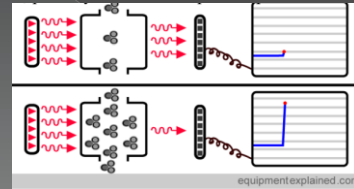
- > Production de CO₂
- > Perfusion pulmonaire
- > Ventilation alvéolaire



- Mesure par absorption Infrarouge

- Patient intubé / patient non intubé

- ❖ Position sonde intubation
- ❖ Qualité MCE

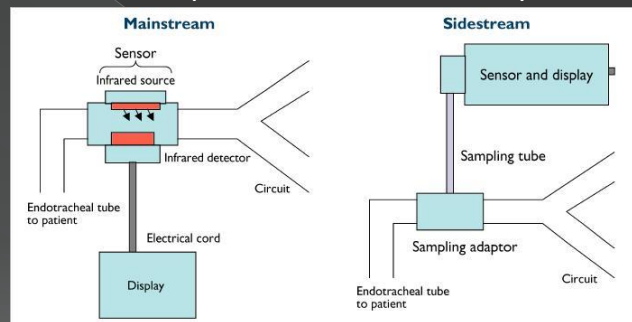


Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

23

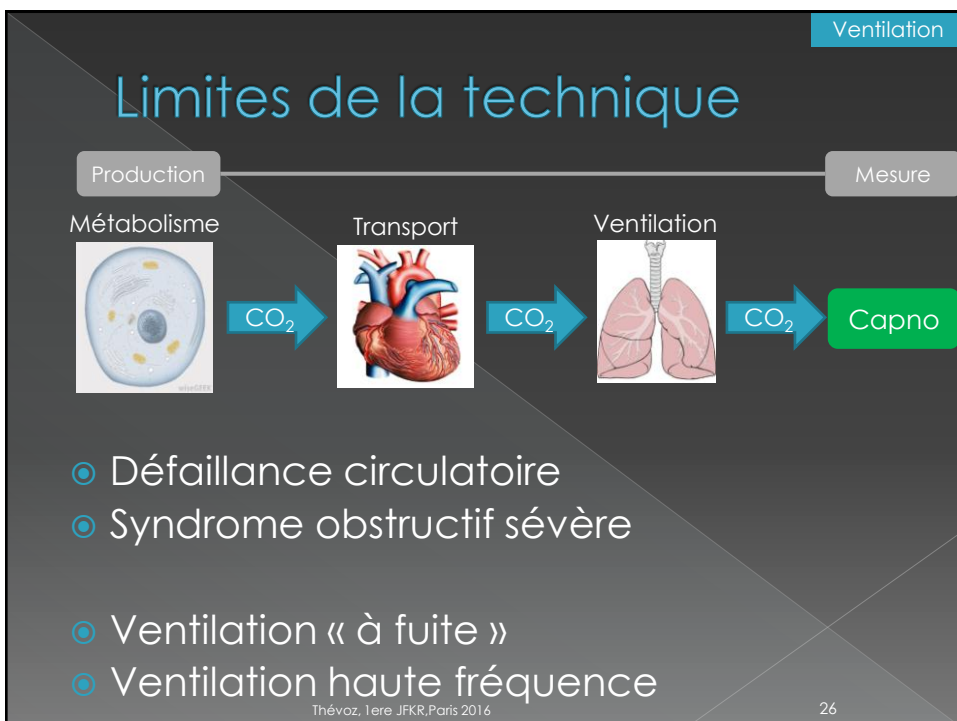
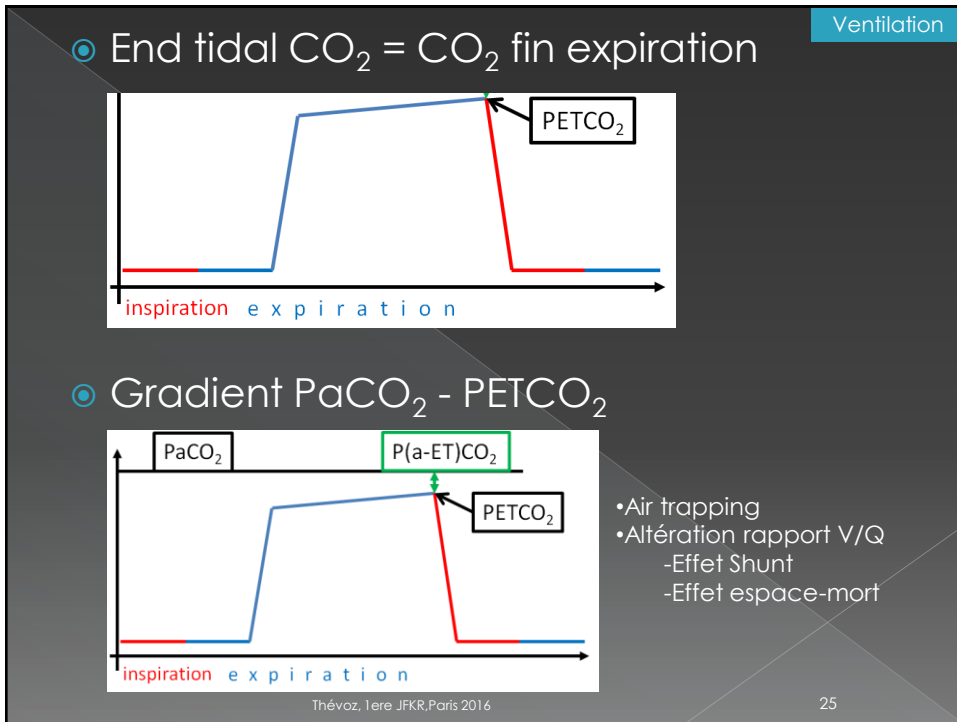
- 2 systèmes

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



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

24



Valeurs

PETCO₂

● Zéro

- > Intubation œsophagienne
- > Arrêt circulatoire, MCE inefficace

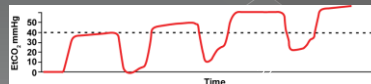
Gradient PaCO₂ - PETCO₂

- 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

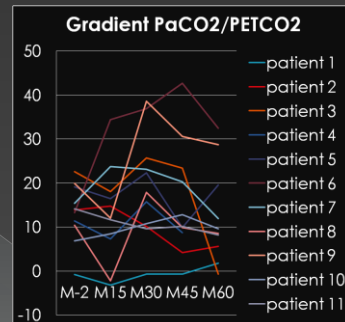
Lise Piquilloud^{1*}, David Thevoz^{1,2}, Philippe Jolliet¹ and Jean-Pierre Revely¹

Annals of Intensive Care (2015)

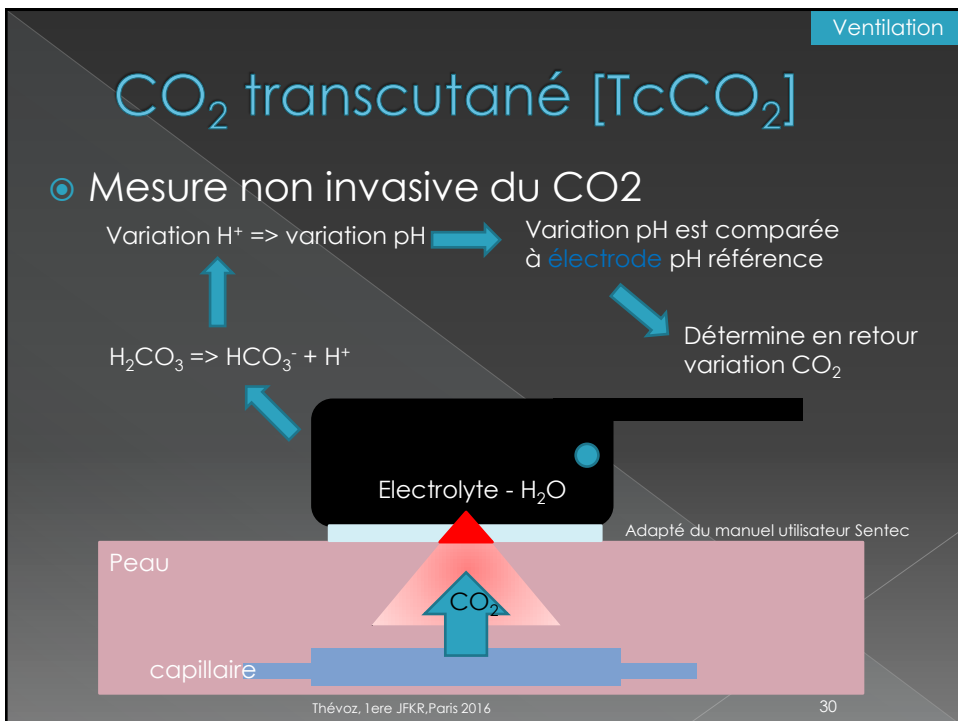
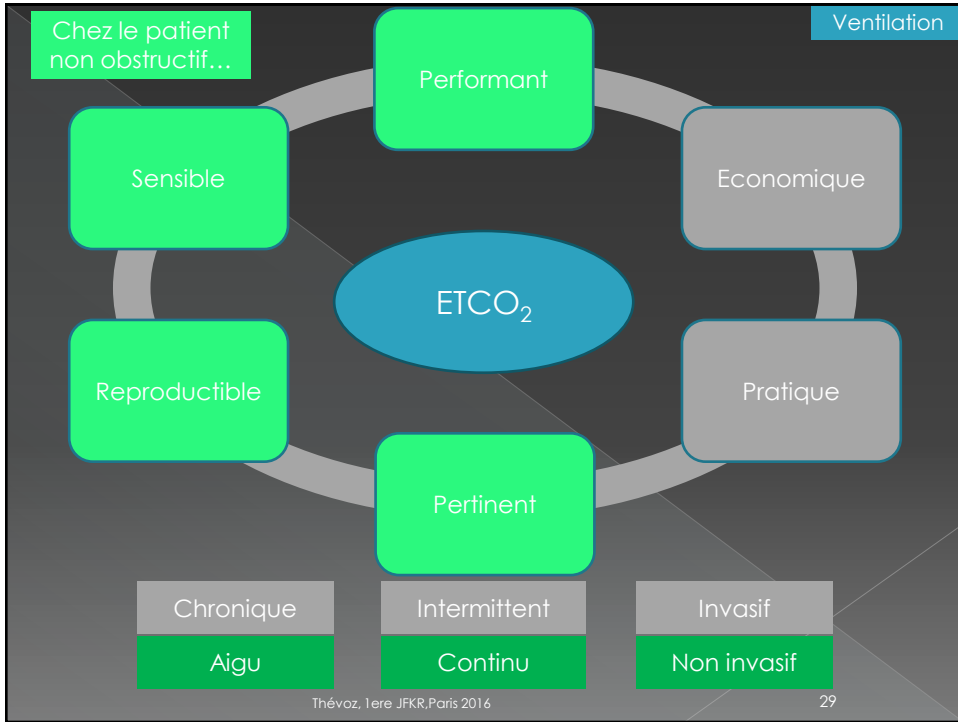


Temps mesure		Gazométrie PETCO2	
	M-5		
1	M-2	x	x
	M0		
2	M15	x	x
	3	M30	x
			x
4	M45	x	x
			x
5	M60	x	x
			x

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2

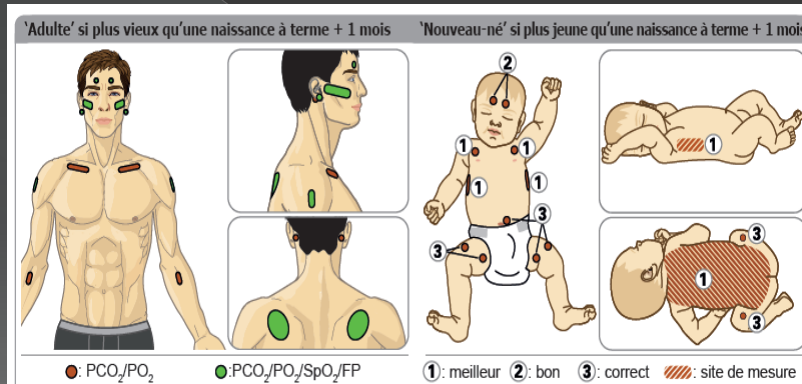


Chez les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë hypercapnique traitée par ventilation non invasive, la mesure du CO₂ expiré par un capteur **nasobuccal ne permet de prédire ni la valeur de P_aCO₂ ni son évolution dans le temps.**



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°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 CO₂ local)
- Intérêt trend > valeur absolue

Relationship between transcutaneous CO₂ measurement and PaCO₂ during non invasive ventilation delivered in hypercapnic acute respiratory failure

Unpublished data

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



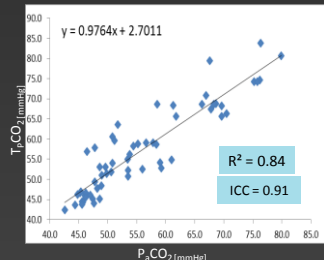
Sentec Digital Monitoring System



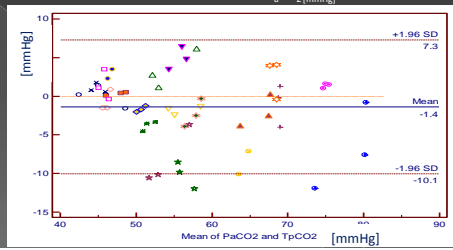
V-sign Captor



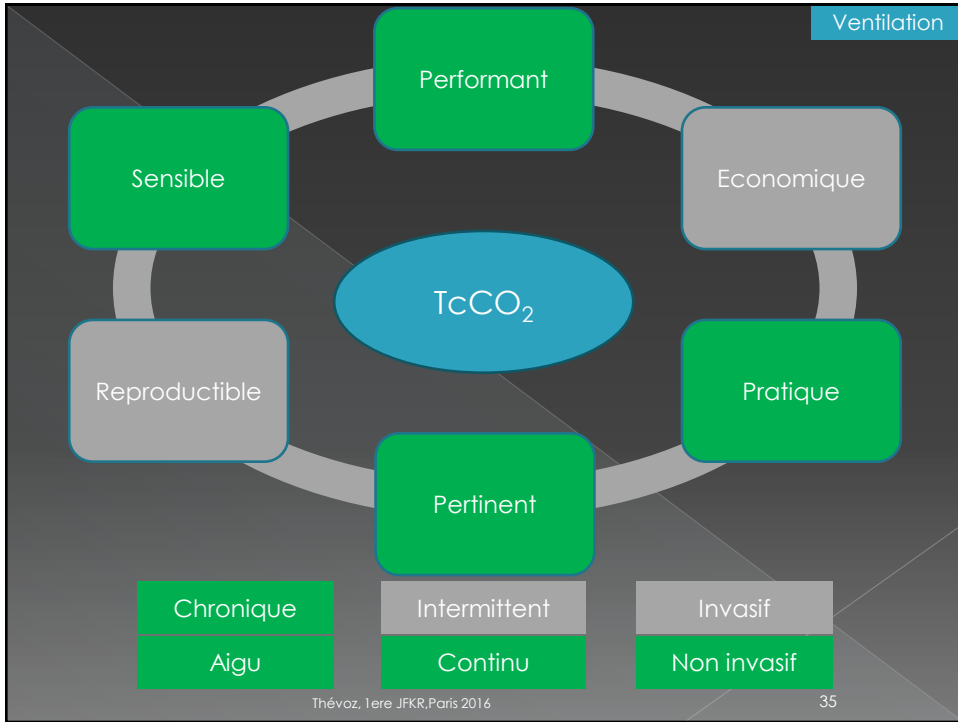
V60 Philipps



Time	T _p CO 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_pCO₂ and PaCO₂ was very good and **suggests that CO₂ transcutaneous measurement could be of interest to evaluate the course of PaCO₂ during NIV**



« Aération » 36

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

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

Aujourd'hui

Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

39

Auscultation médiate

Auscultation immédiate

iPhone Stetho

Disposable sensor pads

Real time monitoring

DigiBreathe

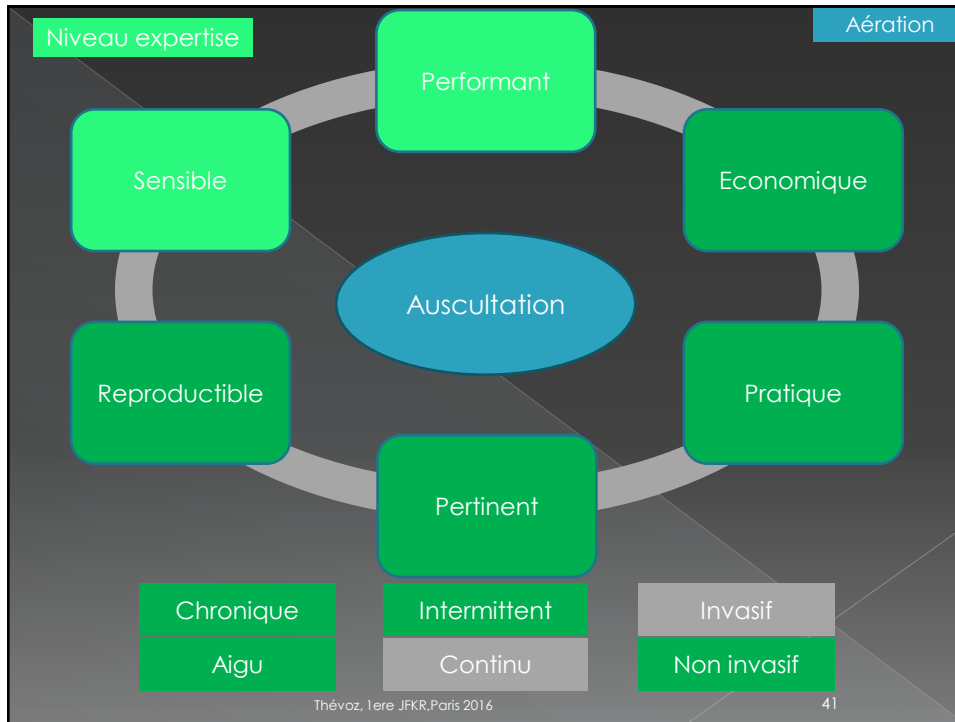
Aération

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

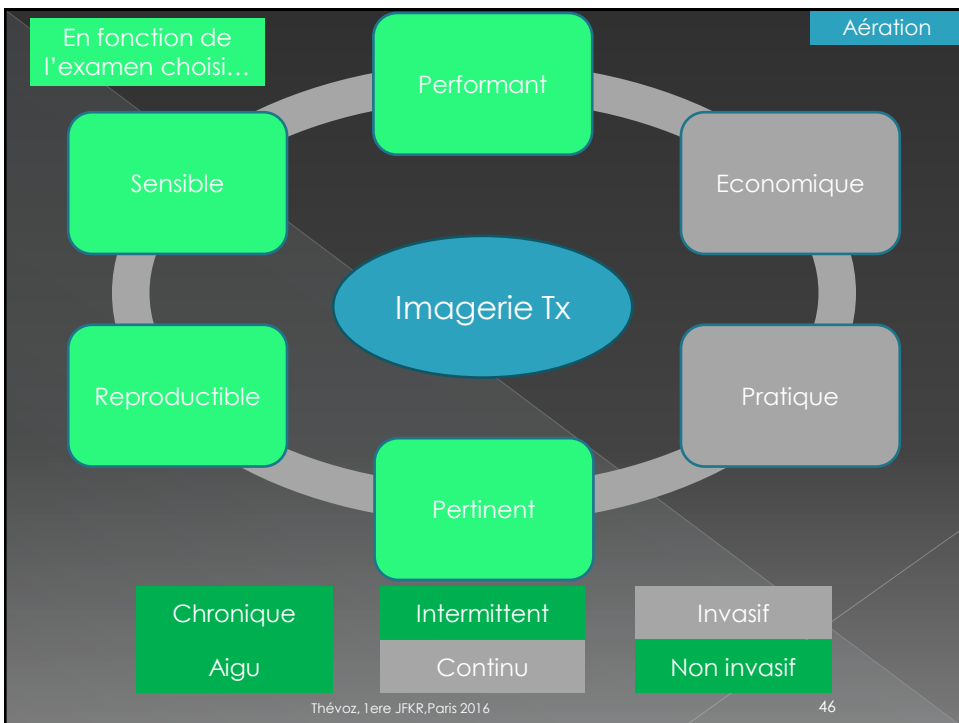
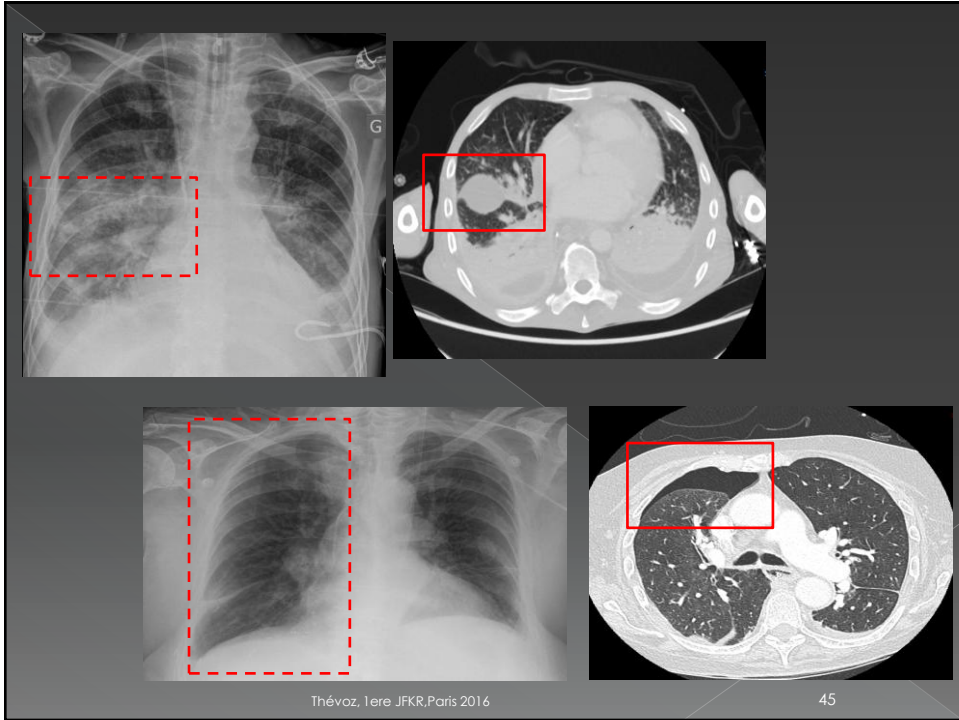
- Tomodensitométrie (scanner)
 - > Non invasive, dose majorée rayons X
 - > Moins « aisé »
 - > Coupe fine, plan axial
 - > Reconstruction 3D
 - > Injection contraste possible

- Résonance 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

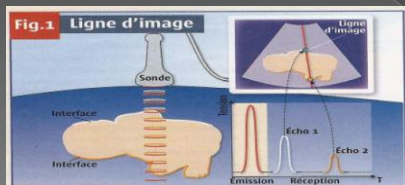
(Rx: 0.01 mSv, Scan: 5mSv)
- Performance
 - > Dépendante de l'atteinte (PNO, Ca, PMN,...)
 - > Scanner > Rx

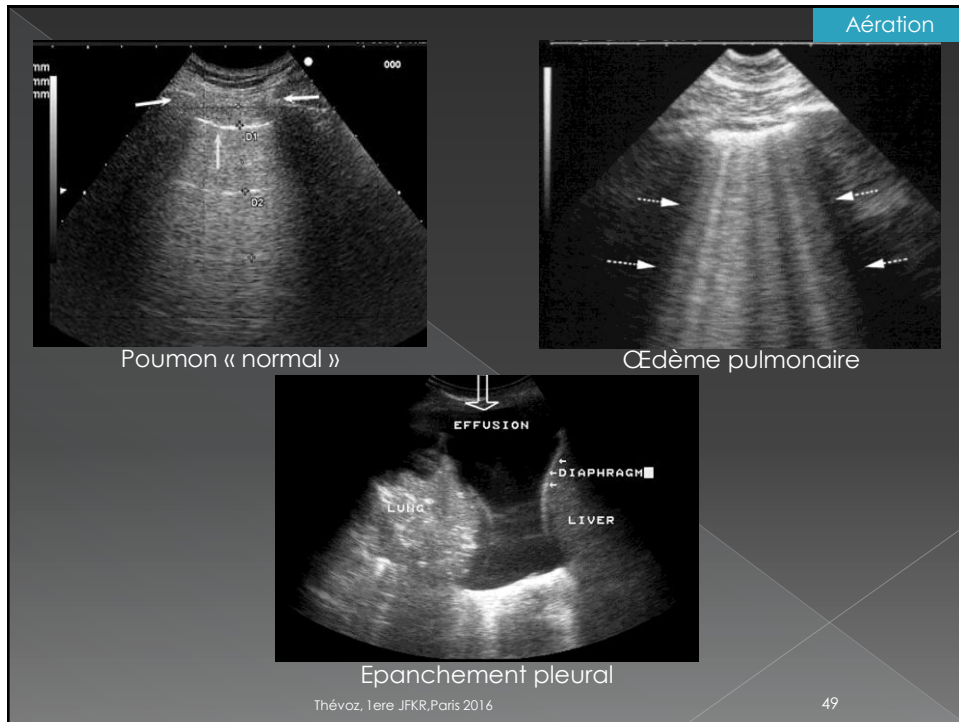


Echographie pulmonaire

- 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

- 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.







Aération

Limites de la technique

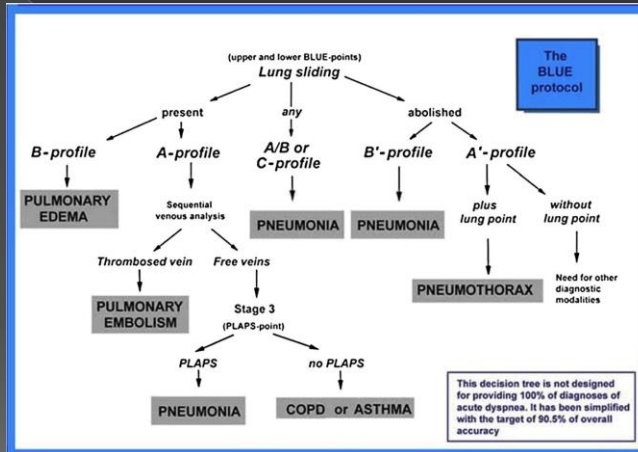
- Intégrité surface cutanée
 - > Plaie
 - > Pansements
- Emphysème ss-cutané
- Nécessite entraînement
 - > ≈ 50-100 examens de LUS
- Matériel +/- imposant
- ≠ Stétho moderne...

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 aigüe

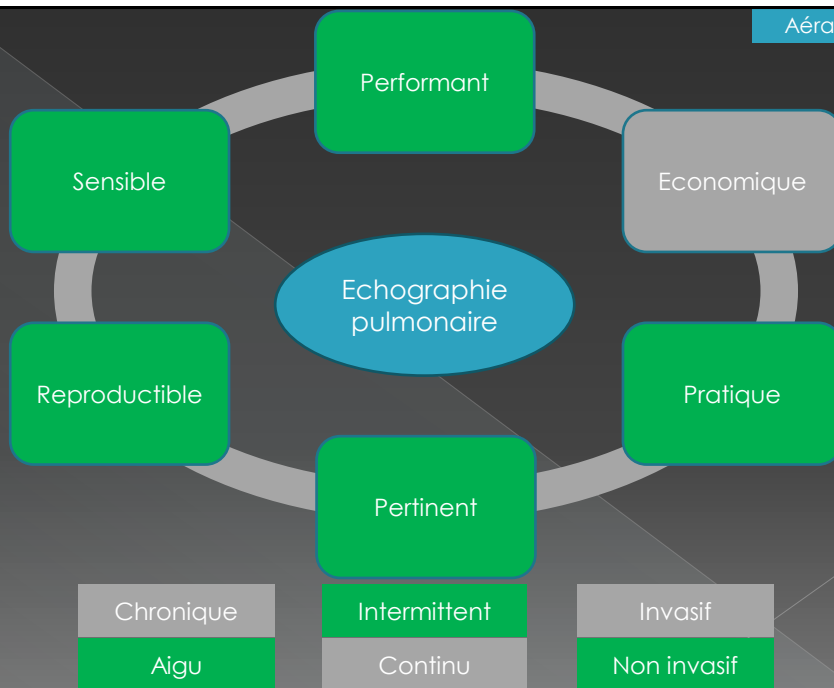


Table 1. Sensitivity and Specificity of Auscultation, Chest Radiography, and Lung Ultrasonography for Diagnosing Pleural Effusion, Alveolar Consolidation, and Alveolar-Interstitial Syndrome in 384 Lung Regions in 32 Critically Ill Patients with ARDS

	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

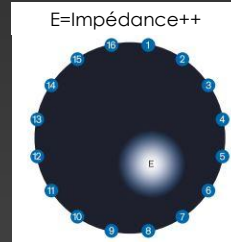
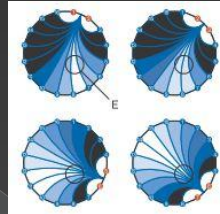
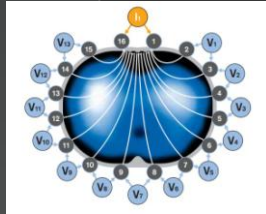
100 ; 1 ; 9-15

Tomographie par impédance électrique [TIE]

- Evaluation de la distribution de la ventilation dans les différentes régions pulmonaires
- Non invasif, ceinture d'électrodes (16-32pces)
- 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

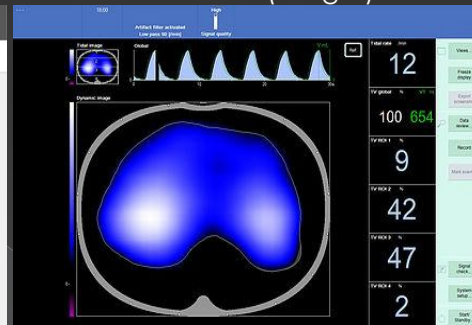
55

Aération

Swisstrom (Maquet)



Pulmovista (Dräger)



Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

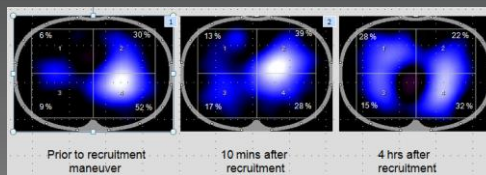
56

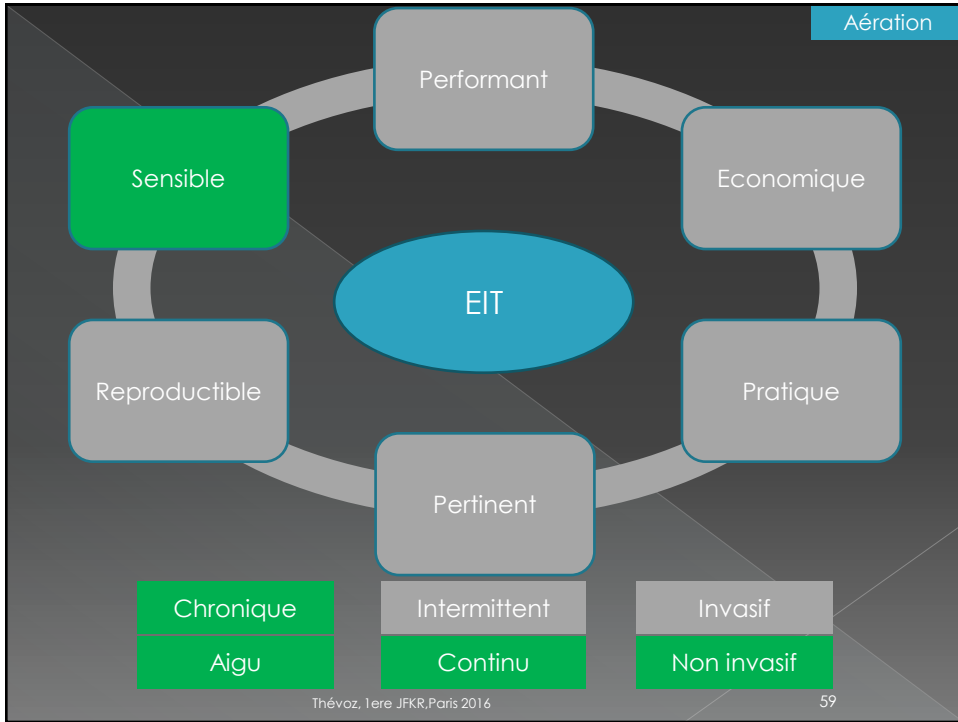
Limites de la technique

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

Valeurs

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





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



ExSpirom 1Xi

Minute Ventilation = Tidal Volume x Respiratory Rate



Minute Ventilation (MV)



Tidal Volume (TV)



Respiratory Rate (RR)



RESPIRATORY
MOTION INC.
INSPIRED INNOVATION

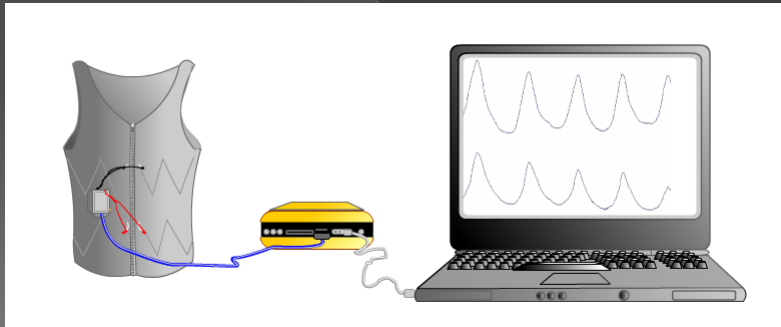


Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

64



Mesure de la ventilation minute

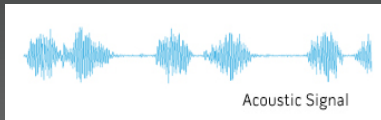


Thévoz, 1ere JFKR, Paris 2016

65



RRa 
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, Salinoglu Z. Comparison of SpO2 values from different fingers of the hands. Springerplus. 2015;4:561.
5. Bodenstern 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, Ntounenopoulos 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 JFKR, 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, Prieznitz C, Hagemeyer 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, Platakis M, Patrinoakos 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 JFKR, Paris 2016

70