

Pièges de la mesure de la saturation en oxygène (SpO₂)

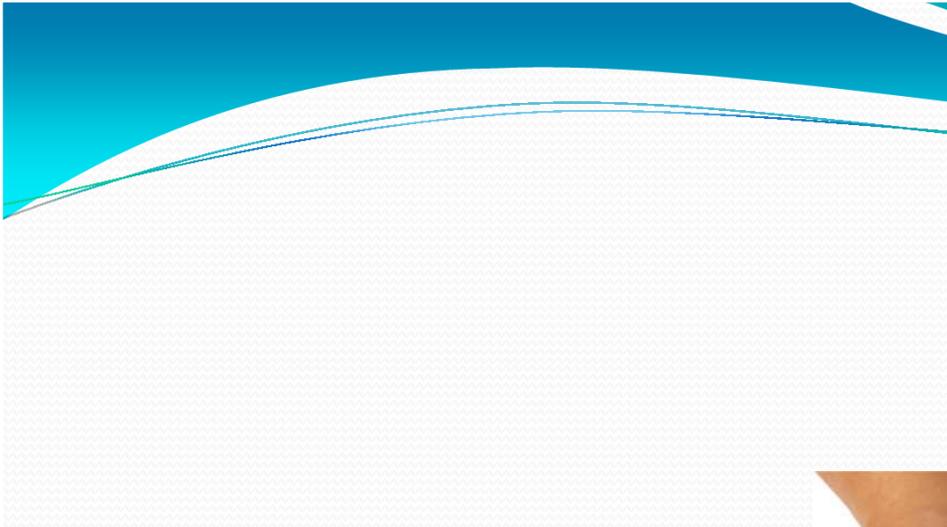
Sarah EGUIENTA
DES de pneumologie

Pr. Michael FAYON

Dr Léonie MARTIGNE
CH d' Angoulême



CIC-0005



Histoire de la maladie

- 16 Février 2012

- Amélie, 3 ans

Hospit au CHG d'Angoulême

Fièvre évoluant depuis 4 jours

Brûlures mictionnelles: Pyélonéphrite aigue ?

A l'examen clinique:

- Angine érythémateuse avec TDR positif
- Auscultation pulmonaire normale
- Apyrexie
- Bon état général
- FC = 126/min, TA 102/84
- SpO₂ (AA) = 85 %

Examens complémentaires

- Biologie

Anémie : Hb à 9,8 g/dL

TCMH 25 pg (27 - 32)

CCMH 34 fl (32 - 36)

Hyperleucocytose à PNN 14,3 G/L

CRP=35 mg/l

Gsg veineux :

pH 7.43,

pCO₂ 36.4 mmHg,

PO₂ 107 mmHg,

HCO₃ 23,8 mM/L

SaO₂ 84 %

D-dimères négatifs

- Radiographie thoracique

- J0 Normale
- J4 Probable foyer base droite, débutant
- J6 Pas de foyer

TRASFERT CHU de Bordeaux

pour **désaturation persistante (J21)**

Examen clinique

- Taille = 98 cm Poids = 13,5 kg
- Très bon état général
- Apyrexie
- Examen clinique **rassurant**
 - Pulmonaire: MV symétrique, pas de polypnée
 - Cardiaque: BdC régulier, pas de souffle, pouls symétriques
 - Abdominal: absence d'organomégalie
 - ORL: examen normal
- Pâleur cutanéomuqueuse
- SpO₂ (AA) = 86 %



HYPOTHESES diagnostiques et CAT ?

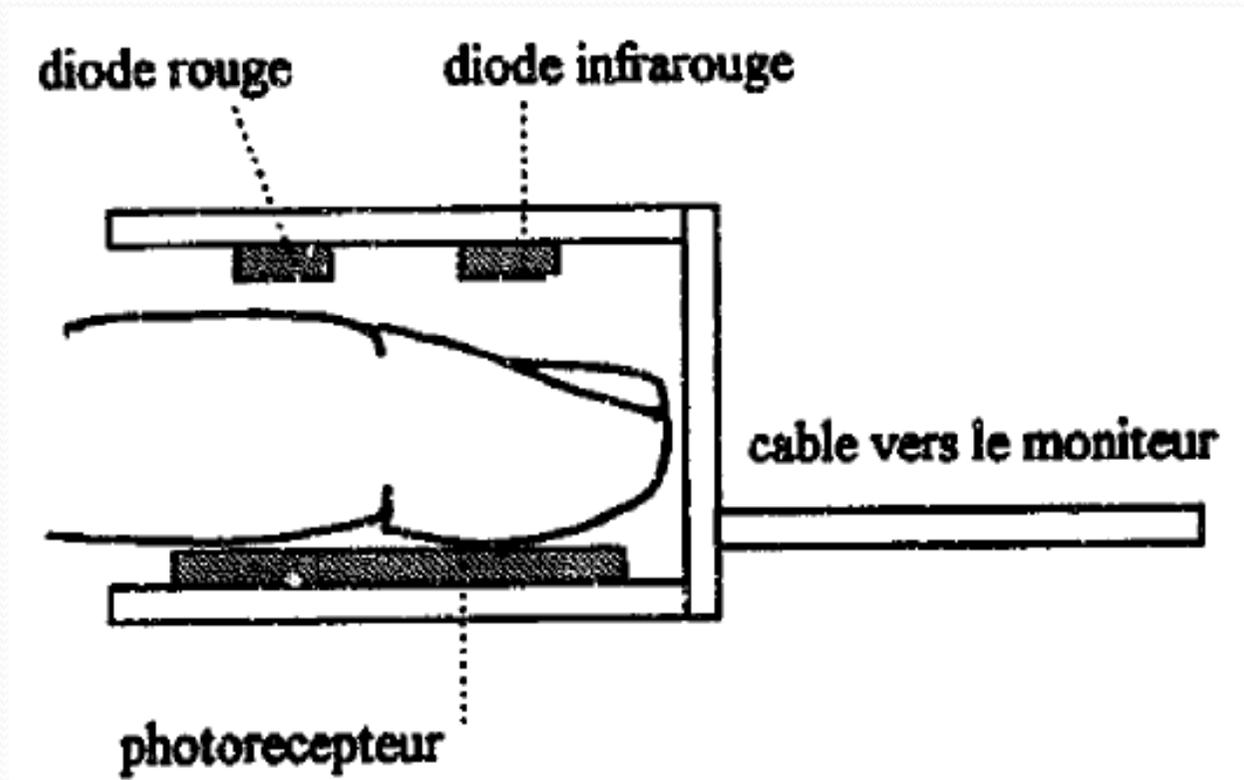
1. Methémoglobinémie
2. Anémie ???
3. Pathologie cardio-vasculaire
 1. MAV
 2. Shunt AV
 3. HTAP
4. Autre ...

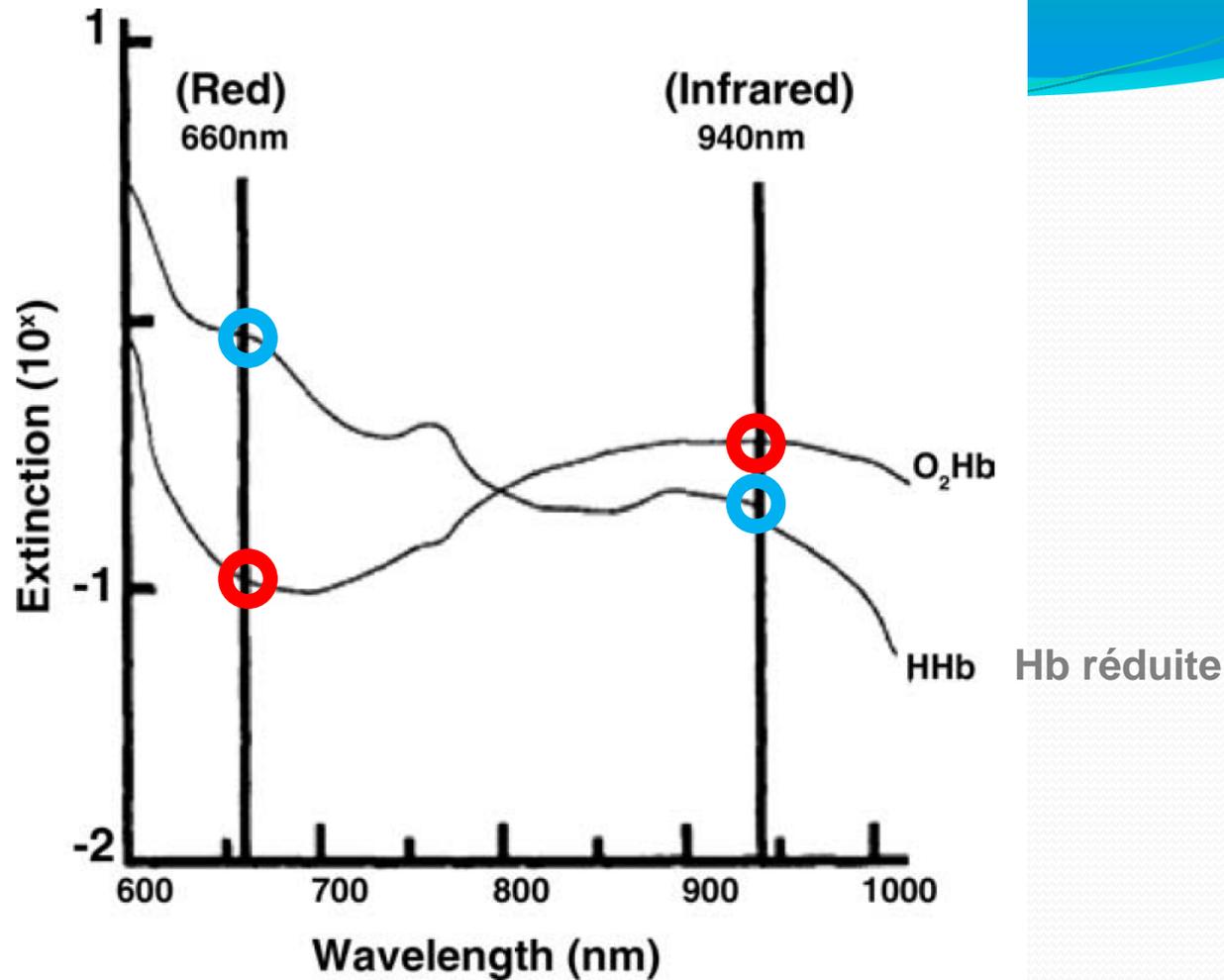
DESATURATION SpO₂



Eliminer les artéfacts

- Mesures transcutanées
 - Mesure de la saturation percutanée en O₂



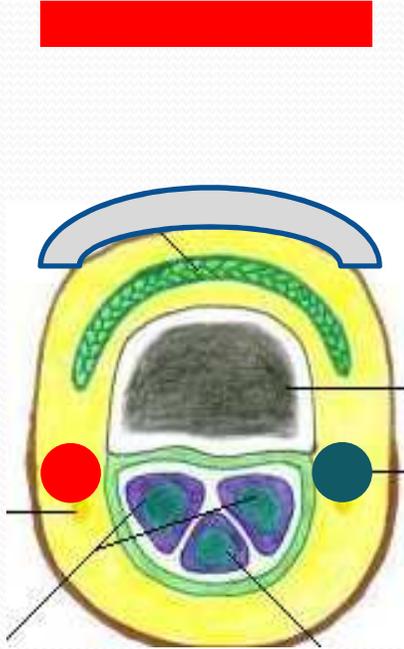


$R = \text{absorption à } 660 \text{ nm} / \text{absorption à } 940 \text{ nm}$

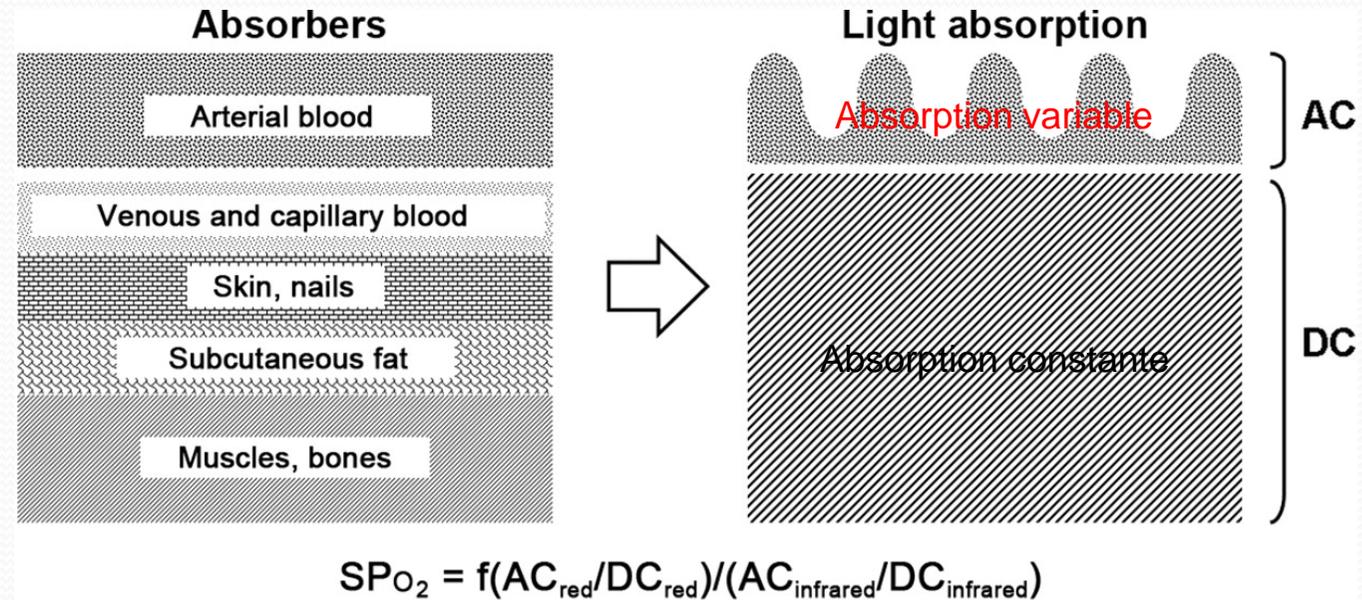
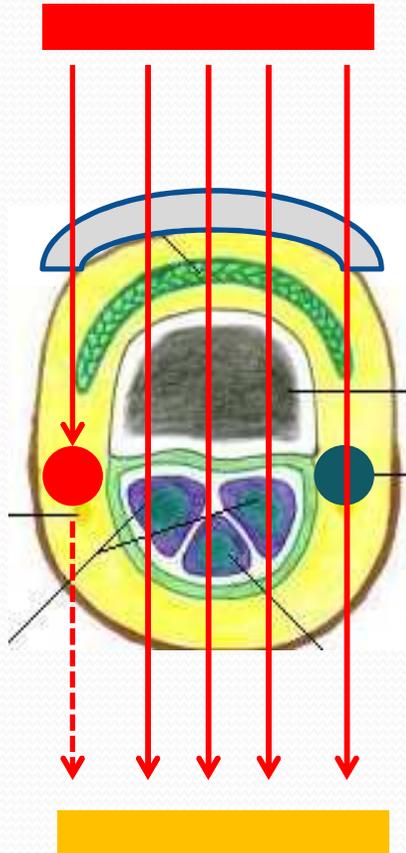
(Si $R = 1$, $SpO_2 = 85 \%$)

Saturation fonctionnelle : $O_2Hb / (O_2Hb + HbR) \times 100$

In vivo



In vivo



Alternance d'émission
des 2 λ
= 0,6 à 1.0 KHz

Limitations sans risque

Mouvements

Hypoperfusion

Pigmentation de la peau

Vernis à ongles, ongles artificielles

Arythmie cardiaque

Interférence électromagnétique

Effet sur la SpO₂

↓

↓

↓ (peau foncée, lorsque SpO₂ basse)

↓ (noir, bleu, vert)

↓

↓

Limitations à risque pour le patient

Calibration

Pas fiable < 80 %

Chute brusque de SaO₂

Décalage de 15-20 secondes

Mauvaise position du capteur/émetteur

↓

Interférence avec la lumière ambiante

↓

Veines pulsatiles

↓ (Insuf. tricuspидienne,
états hyperdynamiques)

Colorants I.V.

↓ (Bleu de méthylène, indigo carmine)

DESATURATION SpO₂

Éliminer les artéfacts

Évaluation clinique

- Symptômes d'hypoxémie
- Atteintes respiratoire, cardiaque
- ATCDs familiaux
- Réponse à l'oxygénothérapie



- Examen complémentaires

Biologie

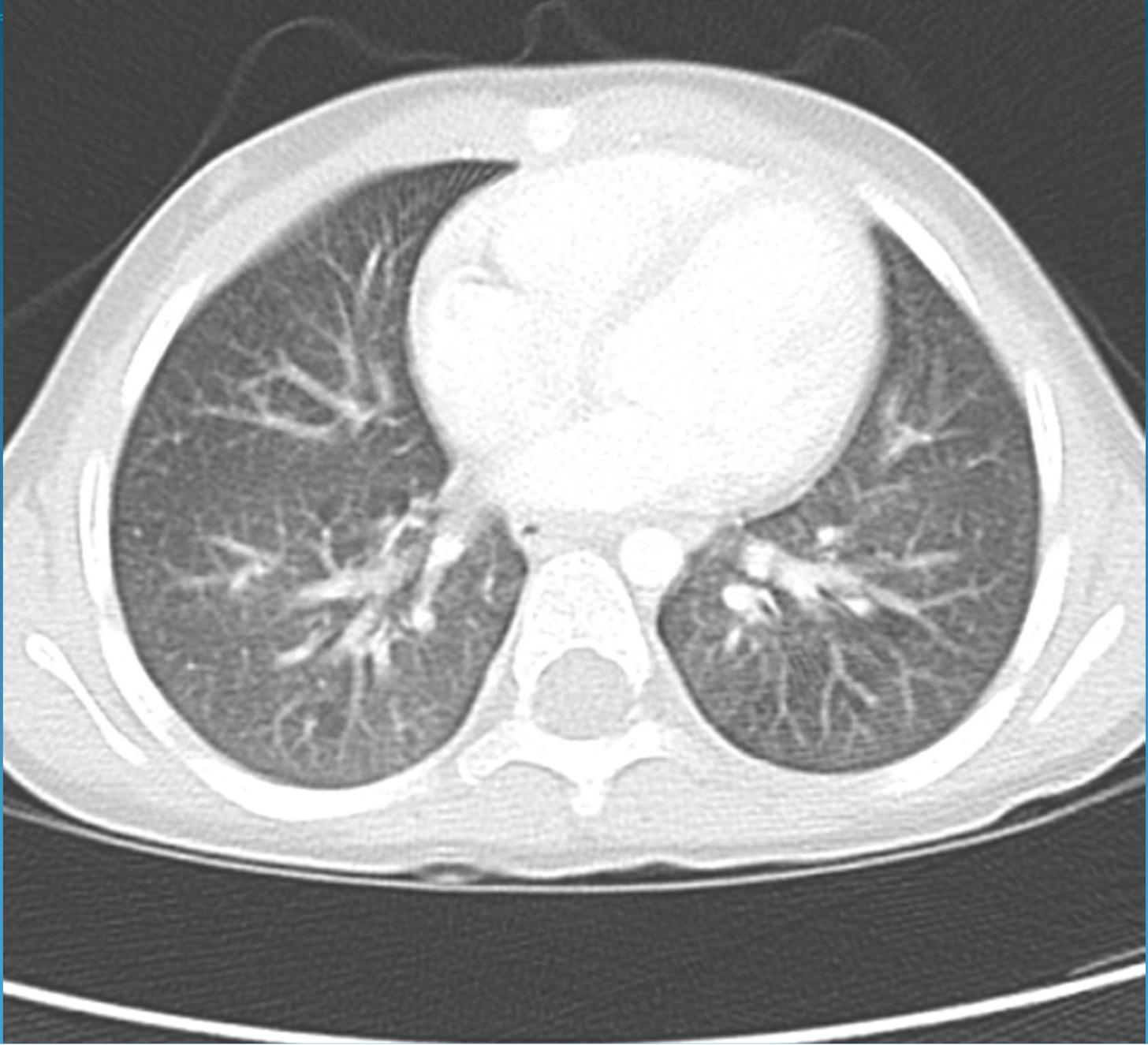
- Fonction rénale, ionogramme normal
- Bilan hépatique normal
- Bilan martial:
 - Fer = 18,9 (9-22)
 - Transferrine = 3,1 g/l (2-3,5)
 - Capacité totale = 77,5 umol/l (47-92)
 - Coefficient saturation = 0,24 (0,1-0,3)

Bilan immunologique

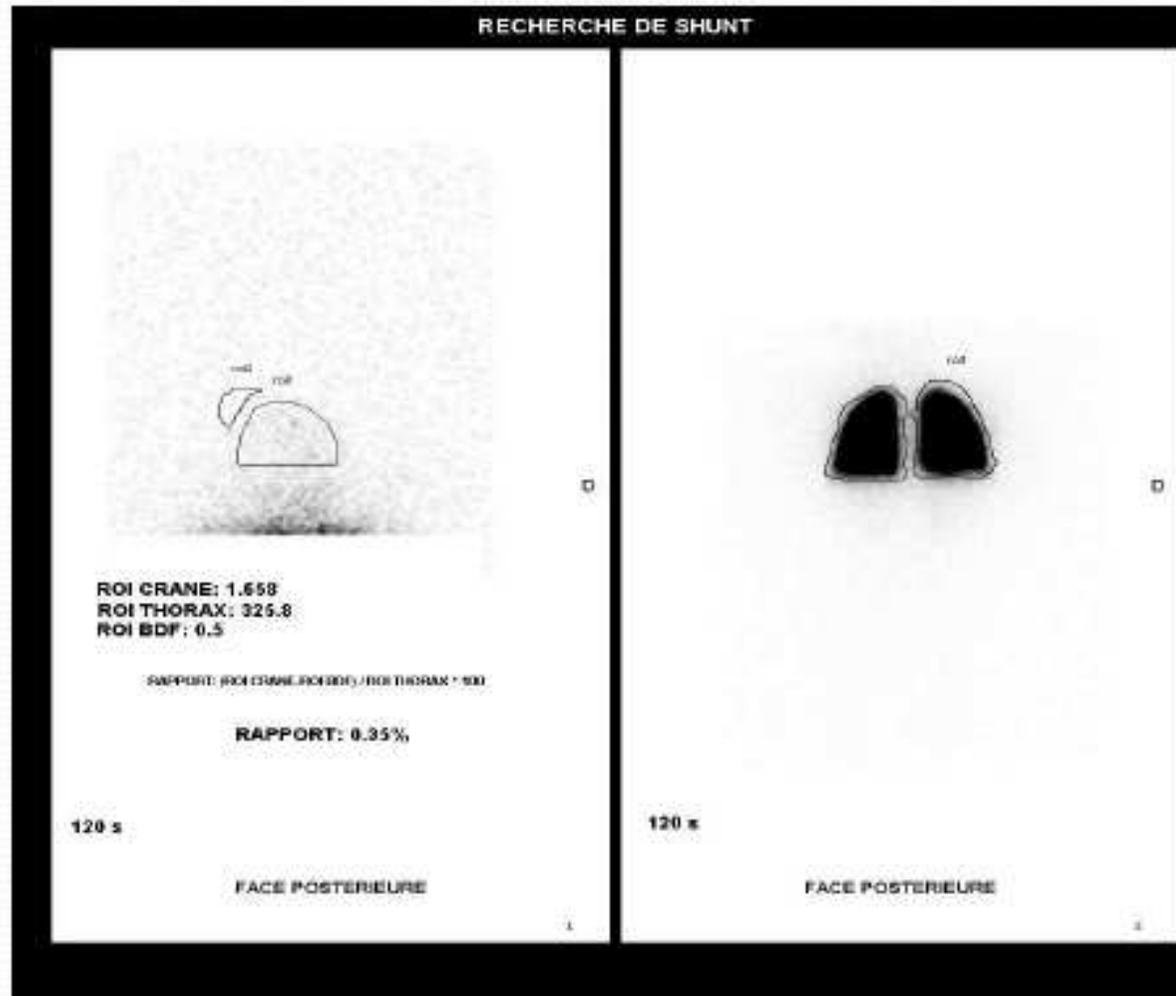
- Ig G, A, M : normales
- Test de coombs: négatif
- Sérologies mycoplasme/chlamydiae pneumoniae: négatives

Bilan cardiaque

- ECG
- Echographie cardiaque normale



Scintigraphie à l'albumine marquée



DESATURATION SpO₂

Éliminer les artéfacts

Évaluation clinique

- Symptômes d'hypoxémie
- Atteintes respiratoire, cardiaque
- ATCDs familiaux
- Réponse à l'oxygénothérapie

GDS artériel (co-oxymétrie) : SaO₂

Les 2 définitions de la SaO₂ de l'Hb

La saturation fonctionnelle (SpO₂)

$$\text{O}_2\text{Hb} / (\text{O}_2\text{Hb} + \text{HbR}) \times 100$$

La saturation fractionnelle (SaO₂)

$$\text{O}_2\text{Hb} / (\text{O}_2\text{Hb} + \text{HbR} + \text{COHb} + \text{MetHb}) \times 100$$

GDS Artériel (Amélie): Co-oxymétrie

pH	7,56
PaCO ₂	2,7 kPa (20 mmHg)
HCO ₃ ⁻	17,3 mmol/l
PaO ₂	17,5 kPa (131 mmHg)
SaO ₂	93,9 % (95-99%)
OxyHb	92,5 % (95-99 %)
CarboxyHb	0,3% (0,5-1,5)
MétHb	1,2 % (0,2-1,5)
Capacité Hb en O ₂	12 ml/dL (16-24)



Diagnostic ?

Risques d'erreur de mesure

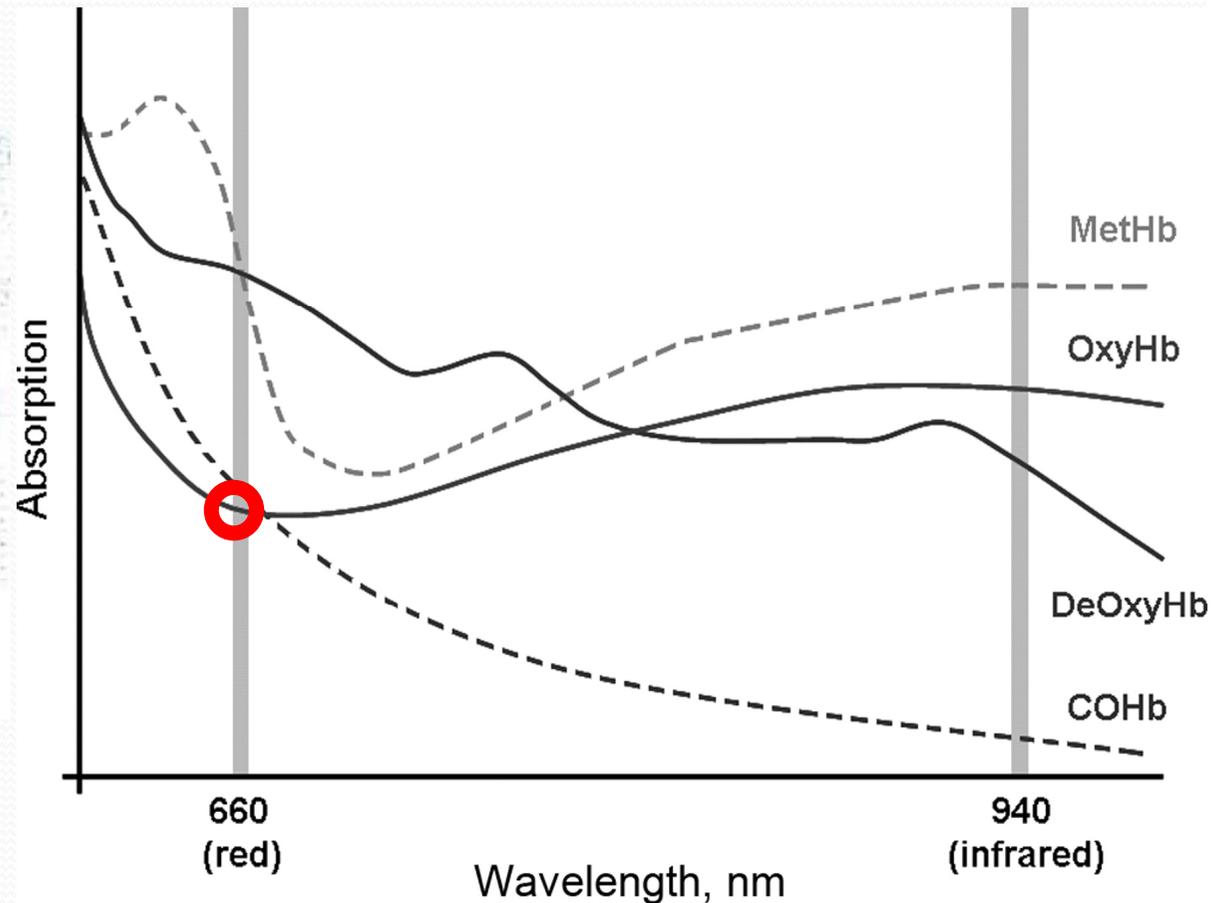
Anomalies de l'hémoglobine

Carboxyhémoglobine

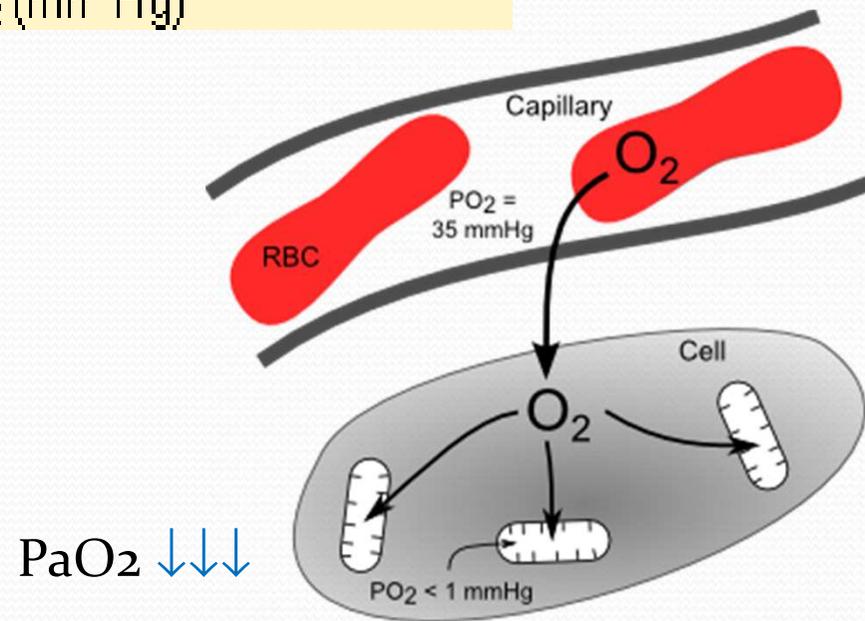
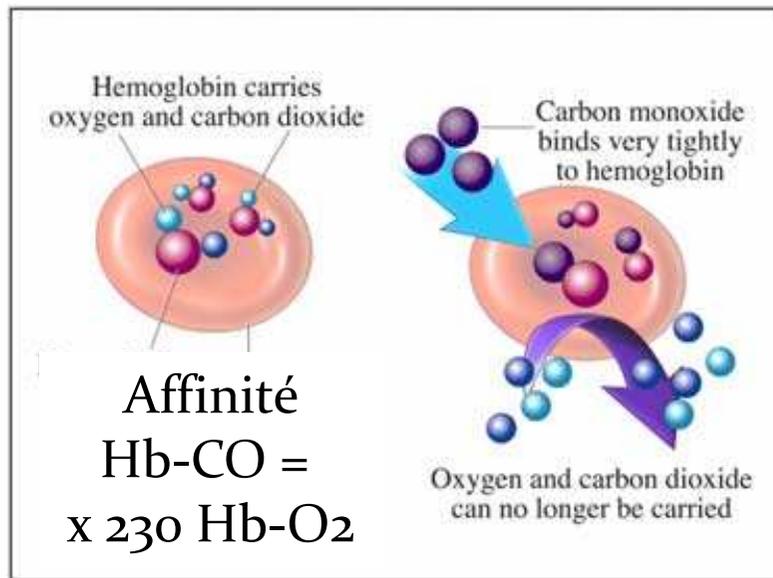
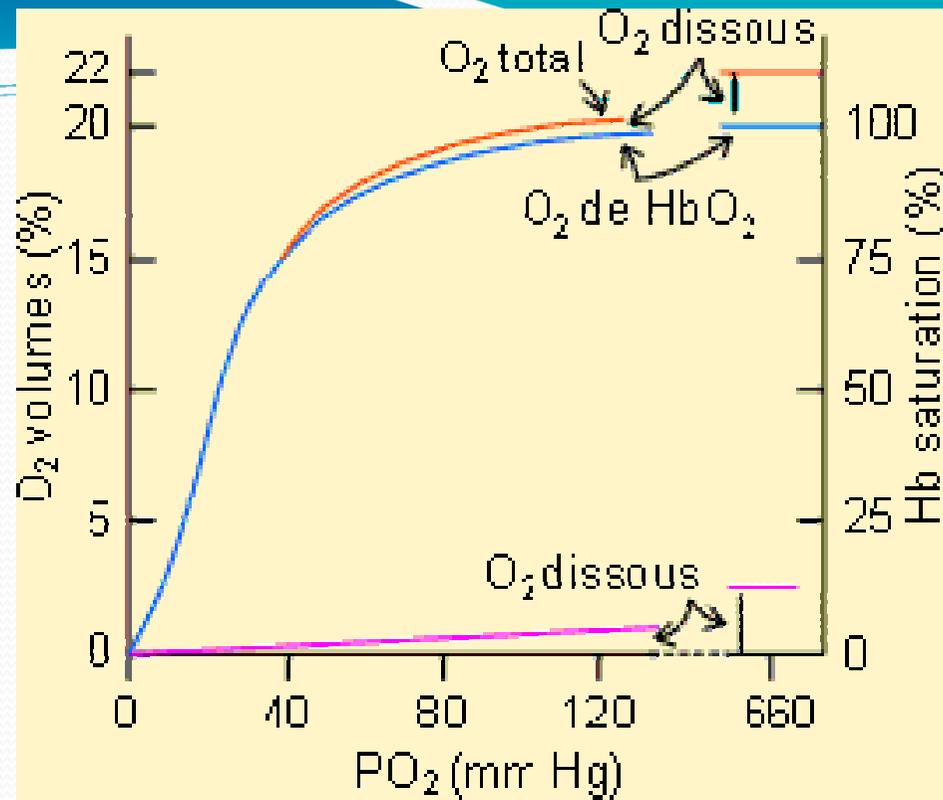
Chaque % de COHb \uparrow de 1% la SpO₂



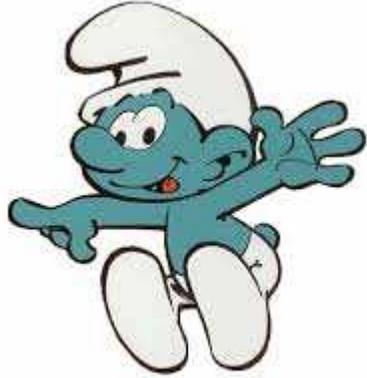
Cherry-red skin color produced by CO poisoning.



Hb =
Capacité
O₂ sg
x 70

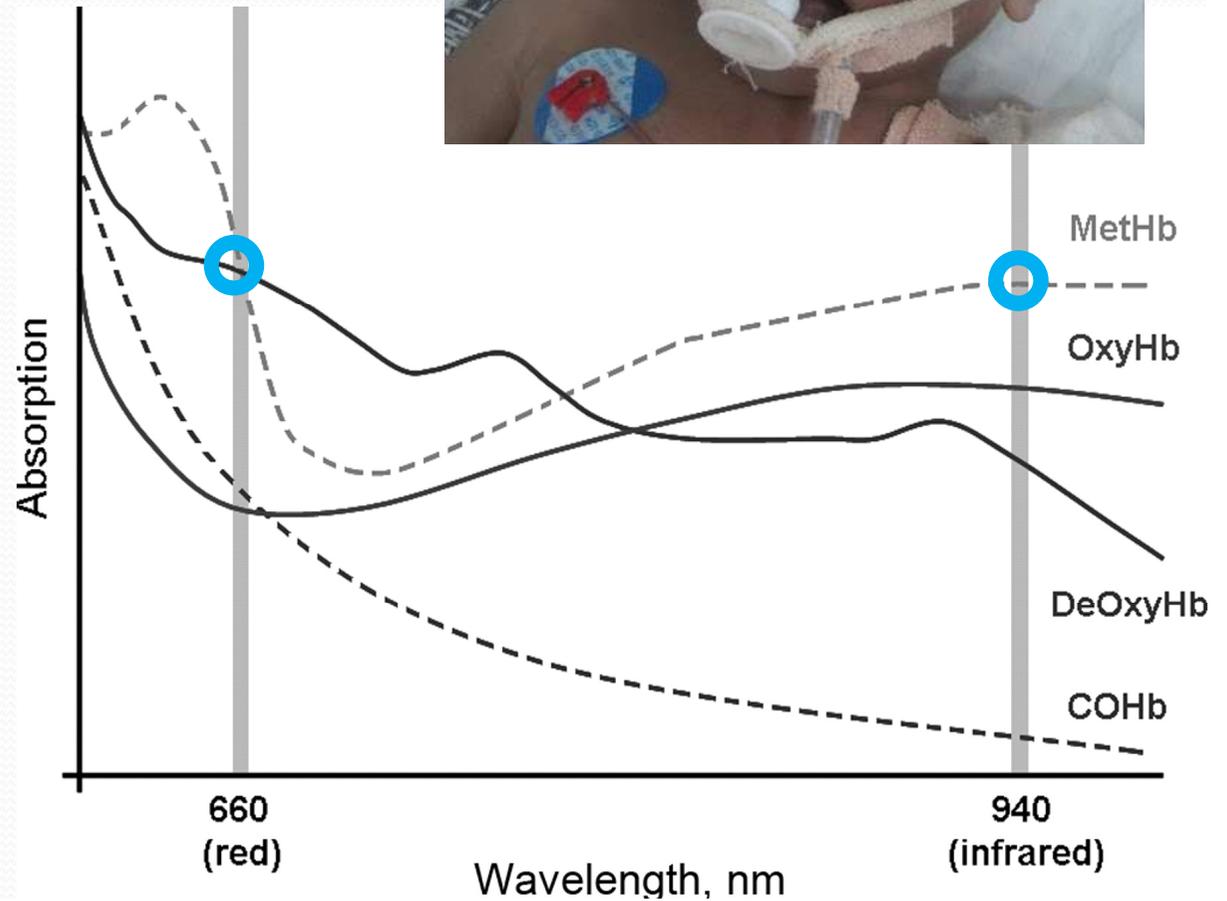


Méthémoglobinémie



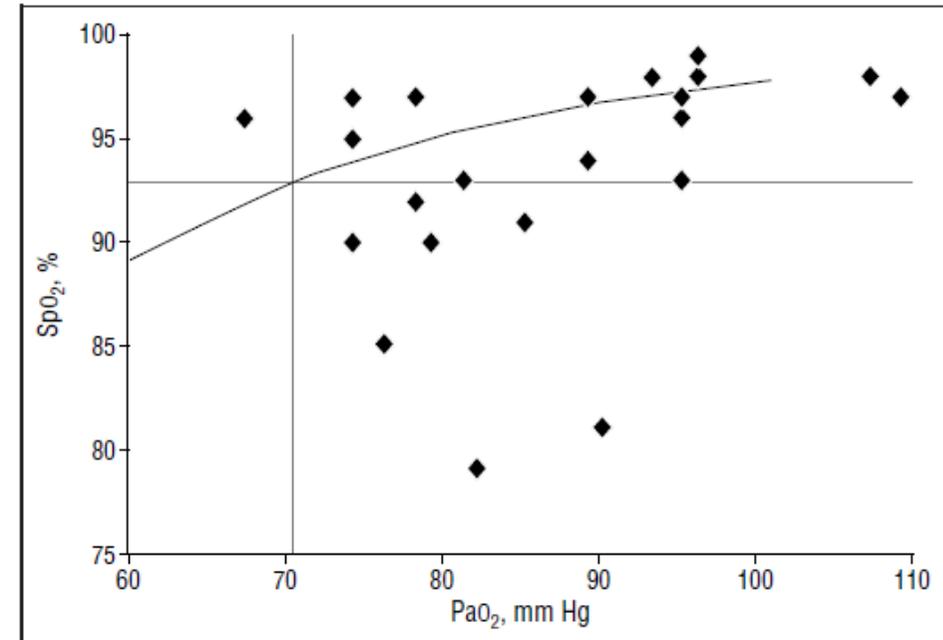
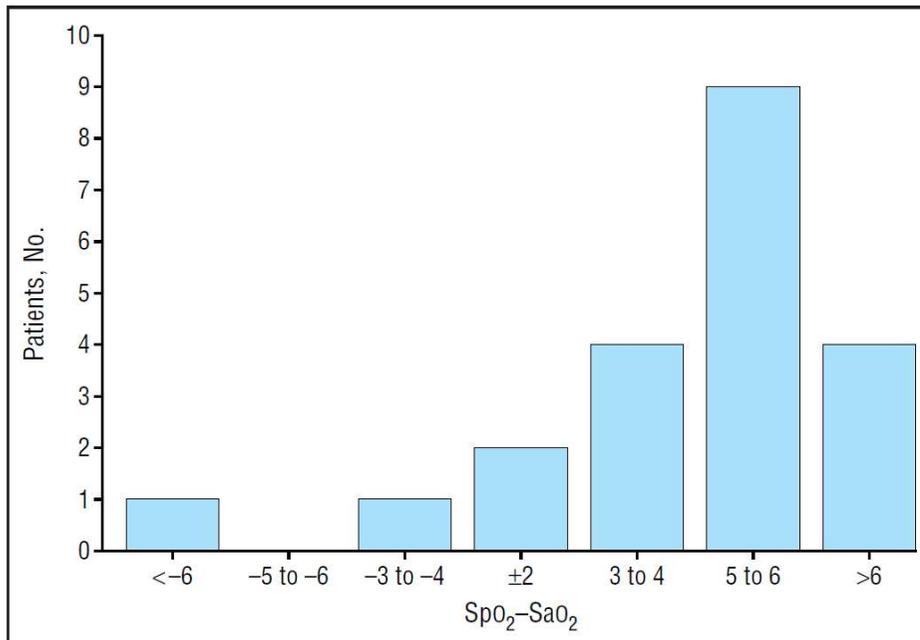
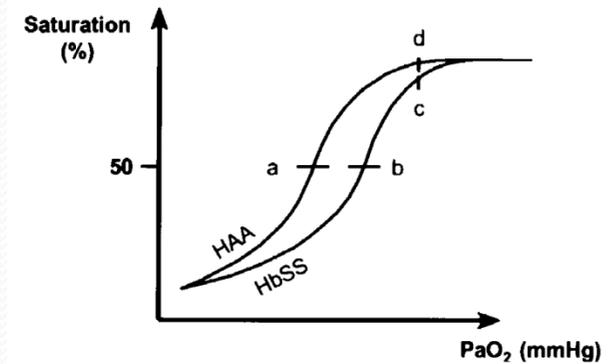
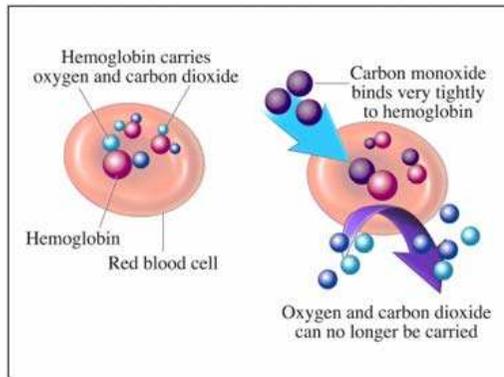
© 1976 HELLÉ

- SpO₂ basse (85 %)
- PaO₂ ↑ ou normale



Crise drépanocytaire vaso-occlusive

La SpO₂ surestime la SaO₂ en moyenne de 6,9 %



GDS Artériel (Amélie) :

pH	7,56
PaCO ₂	2,7 kPa (20 mmHg)
HCO ₃ ⁻	17,3 mmol/l
PaO ₂	17,5 kPa (131 mmHg)
SaO ₂	93,9 % (95-99%)

$$\text{SaO}_2 = \text{SpO}_2 + 8\%$$

DESATURATION SpO2

Eliminer les artéfacts

Evaluation clinique

- Symptômes d'hypoxémie
- Atteintes respiratoire, cardiaque
- ATCDs familiaux
- Réponse à l'oxygénothérapie

GDS artériel (co-oxymétrie) : SaO2

Discordants (> 5%)

Recherche
hémoglobinopathie
congénitales

Méthémoglobinémie
congénitale

Autre variant de
l'hémoglobine



Electrophorèse de l'hémoglobine

Présence d'une hémoglobine anormale représentant 47% de l'hémoglobine totale

L'hémoglobine anormale X est une Hb rare

Patient hétérozygote pour cette hémoglobine

Hémoglobine Saint-Mandé

Génétique

- Hémoglobinopathies : recherche du gène beta globine
 - Enfant Amélie
 - Profil hétérozygote pour la mutation
c.307 A>T ou p.Asn102Tyr
 - Appelé variant Saint Mandé
 - Sa mère
 - idem

Traitement

- Aucun
- Surveillance simple

DESATURATION SpO2

Eliminer les artéfacts

Evaluation clinique

- Symptômes d'hypoxémie
- Atteintes respiratoire, cardiaque
- ATCDs familiaux
- Réponse à l'oxygénothérapie

GDS artériel (co-oxymétrie) : SaO2

Concordants

Investigations
cardio-
pulmonaires

Recherche
hémoglobinopathie
congénitales

Discordants

Recherche
hémoglobinopathie
congénitales

Méthémoglobinémie
congénitale

Autre variant de
l'hémoglobine

Conclusion

- Désaturation \neq hypoxémie
- Dg correct : éviter examens/stress inutiles

	SpO ₂	SaO ₂	PaO ₂
Intoxication CO	↑	N	↓
MetHb	↓	Gap	N ou ↑
Drépanocytose	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓
Hb Saint Mandé	↓	N	N
Hb variant	↓	↓N	N



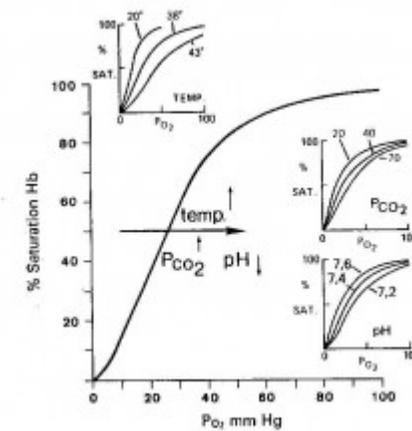
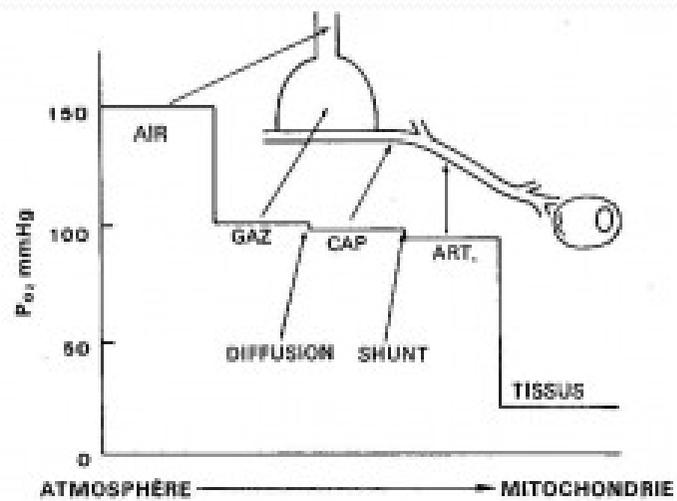
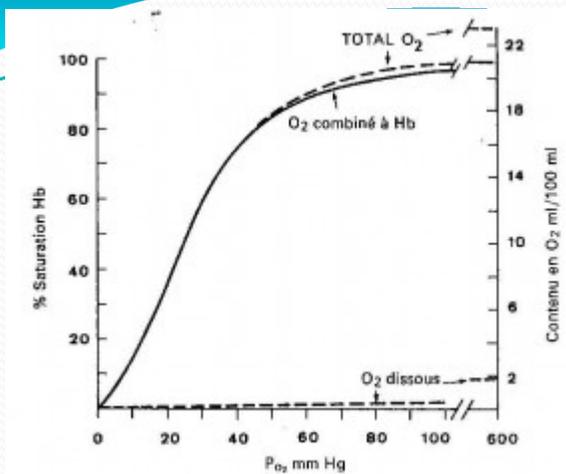
TABLE 1 Limitations of Pulse Oximetry

Limitations	Mechanism	Bias	Proposed Action
Safe limitations^a			
Motion	Sensor movement Increased noise caused by changes in nonpulsatile component of light absorption	Lower SP ₀₂ readings False alarms	Evaluate plethysmographic waveform Stabilize sensor Change sensor position Use new-generation pulse oximeters
Poor perfusion	Decreased signal caused by decreased pulsatile (arterial) component of light absorption	Lower SP ₀₂ readings	Evaluate plethysmographic waveform Check and correct skin temperature and peripheral perfusion Place sensor more centrally Use new-generation pulse oximeters ^b
Skin pigmentation	Probably caused by calibration assumptions for dark skin pigmentation	Lower or less reliable SP ₀₂ readings at lower SaO ₂ values	Use new-generation pulse oximeters ^b
Nail polish and artificial nails	Decreased signal because of decreased light absorption with artificial nails or nail polish of black, blue, or green color	Lower SP ₀₂ readings	Change sensor position
Irregular rhythms	Increased noise caused by tachyarrhythmias	Lower or less reliable SP ₀₂ readings	Evaluate plethysmographic waveform Use new-generation pulse oximeters ^b
Electromagnetic interference	External electromagnetic energy interference caused by electrosurgical cauterization units, cellular phones, or MRI devices	Lower SP ₀₂ readings False alarms Heating of the sensor and thermal injury (MRI)	Evaluate plethysmographic waveform Avoid external electromagnetic energy sources Use pulse oximeters with fiber-optic technology (MRI)
Potentially unsafe limitations^a			
Calibration	Device-specific calibration algorithms derived by correlating light absorption ratios over a SaO ₂ spectrum of 80%–100% in healthy young adults	SP ₀₂ readings of <80%–85% are less accurate especially at the extremes of the age spectrum	Use new-generation pulse oximeters ^b
Time lag	Lower SP ₀₂ values calculated by mathematical equations Software-related delay between sudden changes in blood oxygenation and SP ₀₂ readings	Delay in detecting clinically important desaturation, which may exceed 15–20 s	Use new-generation pulse oximeters ^b Do not use pulse oximetry as a substitute for cardiorespiratory monitoring in critically ill patients
Probe positioning	The emitted light energy is projected tangentially to the detector because of inappropriate sensor placement (“penumbra” or “optical shunting” effect)	Lower SP ₀₂ readings	Place sensor with the emitter and the detector exactly opposite to each other Use probes of appropriate size in neonates and infants
Ambient light interference	Intense external light energy (as in phototherapy) may interfere with the photodetector (“flooding” effect)	Lower SP ₀₂ readings	Use new-generation pulse oximeters ^b Cover the sensor
Abnormal hemoglobin molecules	COHb presents red-light absorption similar to oxyhemoglobin	In carboxyhemoglobinemia pulse oximetry overestimates blood oxygenation	Check arterial SaO ₂ if abnormal hemoglobin molecules are suspected (ie, carbon monoxide intoxication)
	Methemoglobin absorbs equal amount of energy in the red and infrared spectra, which affects the ratio of absorption	In significant methemoglobinemia, SP ₀₂ tends toward 85%	Suspect abnormal hemoglobin molecules if the SaO ₂ –SP ₀₂ difference exceeds 5% Use pulse co-oximetry ^c
Pulsatile veins	Increased noise because of pulsations of venous blood (ie, significant tricuspid regurgitation, hyperdynamic circulation states)	Lower or less reliable SP ₀₂ readings	Use new-generation pulse oximeters ^b
Intravenous dyes	Intravenous dyes such as methylene blue, indocyanine green, and indigo carmine interfere with light absorption	Lower SP ₀₂ readings	Do not use pulse oximetry or interpret pulse-oximetry readings with caution Check SaO ₂

^a Safe limitations are circumstances in which a possible inaccuracy in the displayed SP₀₂ can be easily suspected; the observer is usually warned by the device (alarm) about the pitfall. Potentially unsafe limitations are those situations in which the inaccuracy is difficult to recognize; the displayed SP₀₂ is erroneous but the observer is not warned about the pitfall.

^b New-generation pulse oximeters are less susceptible to these limitations because of more sophisticated calibration and signal-extraction algorithms.

^c Pulse co-oximeters are capable of detecting abnormal hemoglobin molecules by using multiwavelength technology.



Limitations sans risque

Mouvements

Hypoperfusion

Pigmentation de la peau

Vernis à ongles, ongles artificielles

Arythmie

Interférence électromagnétique

Limitations à risque pour le patient

Calibration

Chute brusque de SaO₂

Mauvaise position du capteur/émetteur

Interférence avec la lumière ambiante

Veines pulsatiles

Colorants I.V.

Hb anormale

Effet sur la SpO₂

↓

↓

↓ (peau foncée, lorsque SpO₂ basse)

↓ (noir, bleu, vert)

↓

↓

Pas fiable < 80 %

Décalage de 15-20 secondes

↓

↓

↓ (Insuf. tricuspидienne,
états hyperdynamiques)

↓ (Bleu de méthylène, indigo carmine)

↑ (CarboxyHb, + 1% HbCO = +1% SpO₂)

↑ (Drépanocytose, +6,9 %)

↓ (MetHb, SpO₂ ~ 80 %)

EXAMENS BIOCHIMIQUES SANGUINS

HEMOGLOBINE : Recherche d'une anomalie

Résultats valables pour un patient non transfusé

Analyses réalisées sur automates Capillarys (SEBIA)

Variant II dual kit(BIORAD) : HPLC

Hémoglobine A	* 47	%	N: 90	- 100
Hémoglobine A2 (HPLC)	* 3,5	%	N: 1,7	- 3,4
Hémoglobine F (HPLC)	1,2	%	N: 0,0	- 1,5
Hémoglobine X	47,0	%		

Conclusion :

Présence d'une Hb anormale représentant, à l'électrophorèse, 47 % de l'Hb totale.

L'hémoglobine anormale X est une Hb "rare".

patient hétérozygote pour cette hémoglobine X

Nous pouvons réaliser l'identification précise de cette hémoglobine.

Veillez dans ce cas prélever un tube de sang sur tube EDTA

(bouchon mauve), nous fournir les information cliniques

du /de la patiente ainsi qu'un consentement éclairé obligatoire

pour les analyses de génétique