Monitoring de l'hémoglobine au bloc opératoire
Place d'une mesure continue non invasive

C Decoene

PH CHRU Lille

www.jlar.com

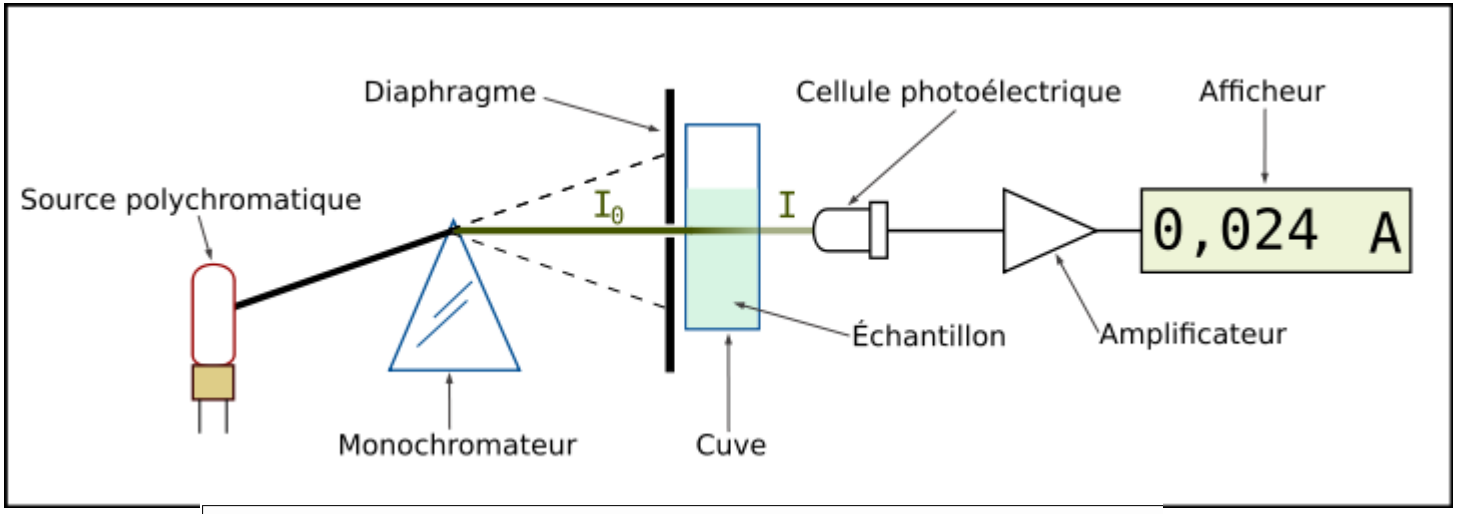
objectif

- Le taux d'hémoglobine intervient dans :
  - Le transport d'O2
  - L'hémostase
  - L'équilibre acidobasique
  - ….
- Déterminer la nécessité d'une transfusion
    - (utiliser à bon escient / éviter des risques transfusionnels indus……..)
- Reflet d'une prise en charge optimisée ?

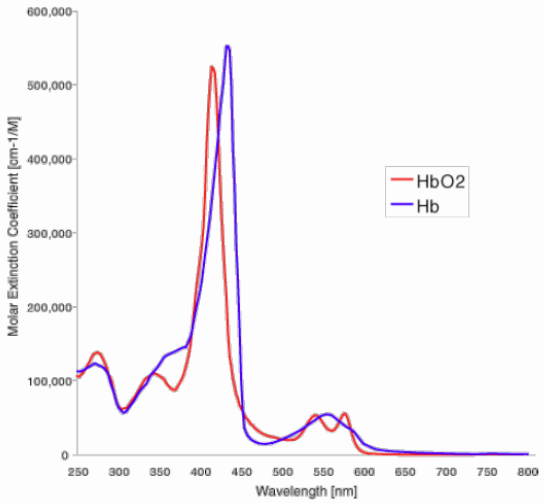
Spectrophotométrie digitale non invasive
Co-oxymétrie de pouls

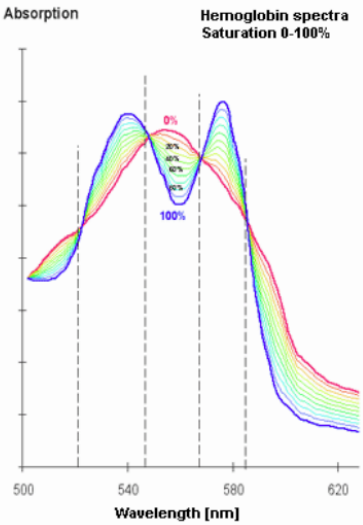
- Appareil couplant
  - Un oxymètre de pouls capteur haute fidélité
  - La mesure d'un index de perfusion
  - La mesure de la variabilité du signal de SaO2
    - Index de remplissage
  - La mesure du taux d'hémoglobine
    - Par spectrophotométrie
    - Nombres de longueurs d'ondes d'absorption (7)
    - Mesure également la MET et la Carboxy hémoglobine

Principes de spectrophotométrie



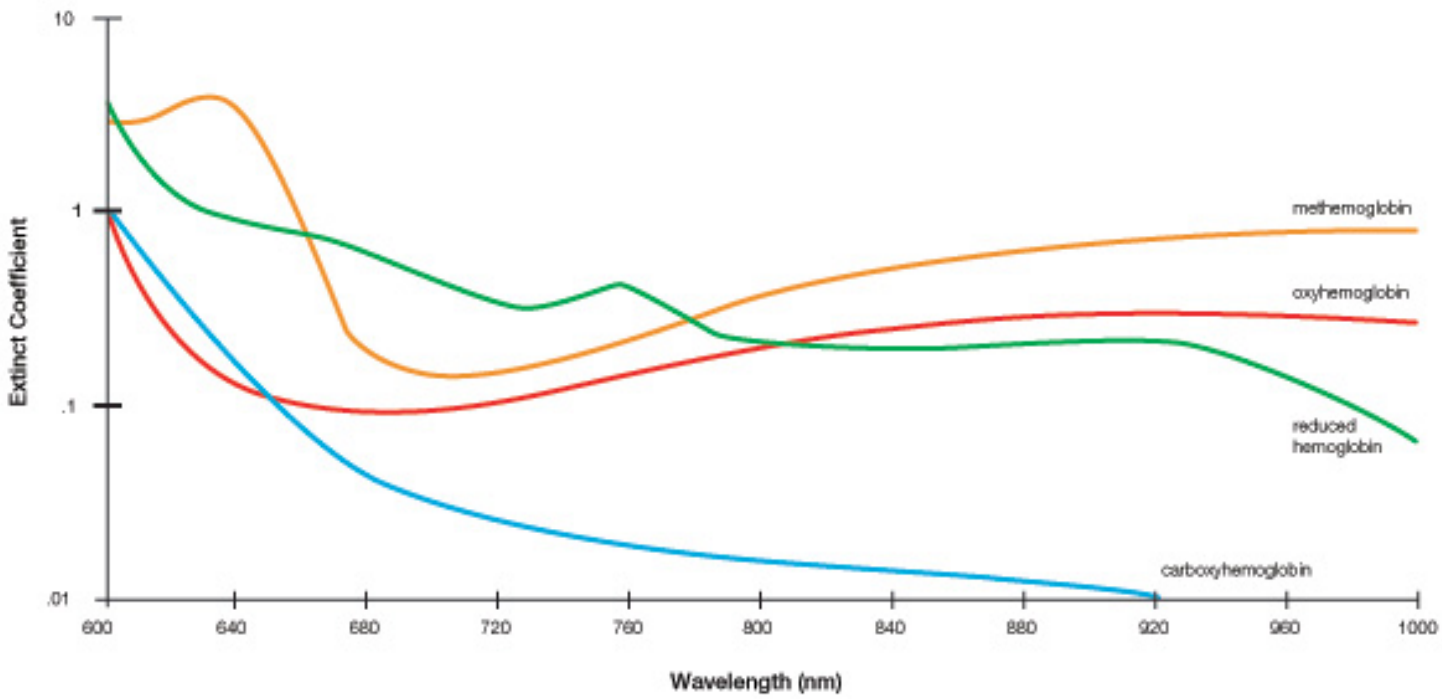
Hemoglobin





ESBS

Co-oxymétrie = ®



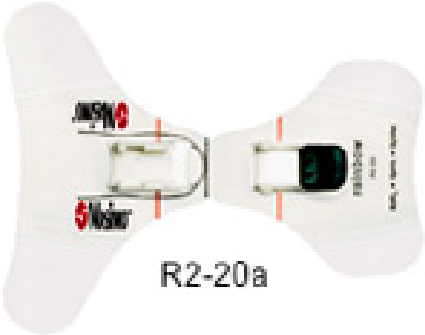
Choix de plusieurs longueurs d'onde pour bien différencier les différents types d'Hb et permettre ainsi une mesure d'hb totale

- **rainbow® Resposable™**
  >30kg
  Adult

R2-25a

R2-25r

- **rainbow® Resposable™**
  10kg - 50 kg
  Paediatric



R2-20a

R2-20r

Masimo
98
%SpO2
69
BPM
1.1
PI
15
PR
14
28/03/14
Radical-7

Masimo
97
78
5.1
PI
23
PR
17
MAX
20/03/14
Radical-7

Astuces

- Recouvrir le doigt
  - Limite les interférences lumineuses

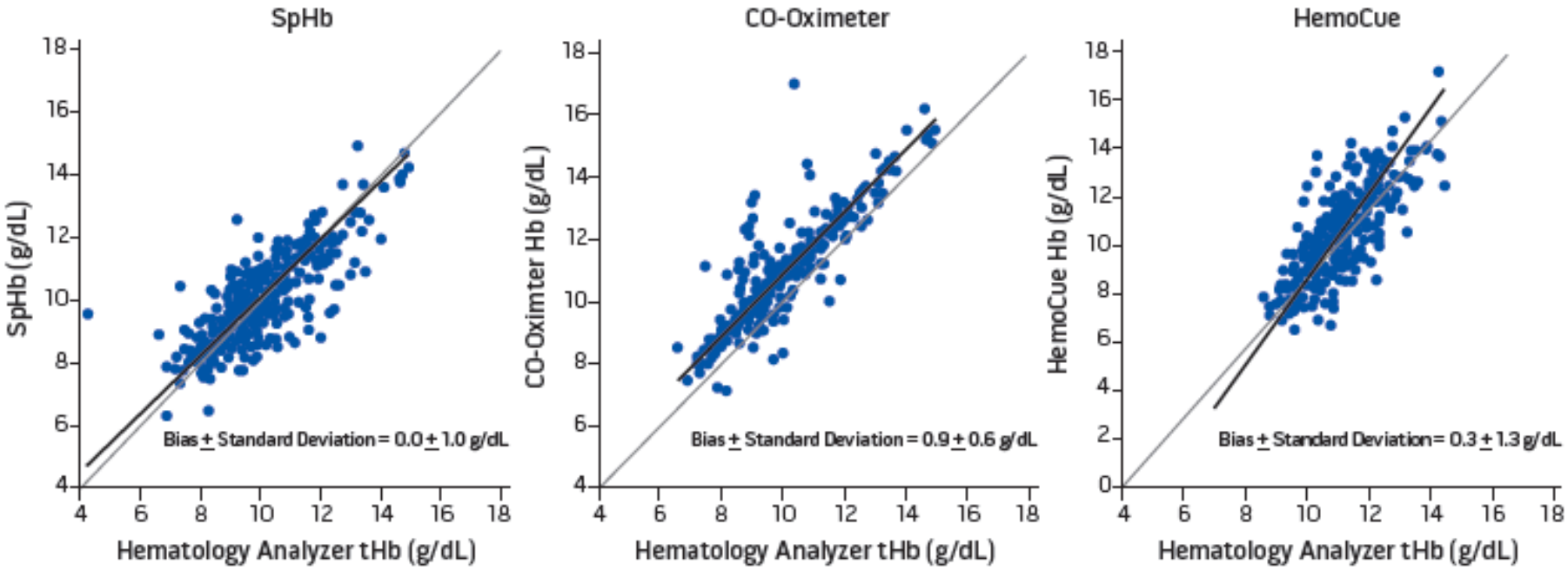
- Bloc de doigt pour améliorer l'index de perfusion

- Possibilité d'étalonnage *in Vivo*

Coût

- 4000 euros de moniteur
- 40 euros de consommables (UU)

Données



tHb (g/dl) donnée par un co-oxymètre de laboratoire

Essentiellement des Patients en postopératoire

Frasca D, et al Crit care Med 2011;39:2277-82

Difference Between SpHb and tHb N (%)			
tHb Range	<1.0 g/dL	<1.5 g/dL	<2.0 g/dL
<10 g/dL	59 (80%)	72 (97%)	74 (100%)
10 - 11.9 g/dL	100 (68%)	140 (96%)	145 (99%)
12 - 17 g/dL	182 (67%)	236 (87%)	257 (94%)
Total	341 (69%)	448 (91%)	476 (97%)

Table 2 - *SpHb accuracy by tHb range*

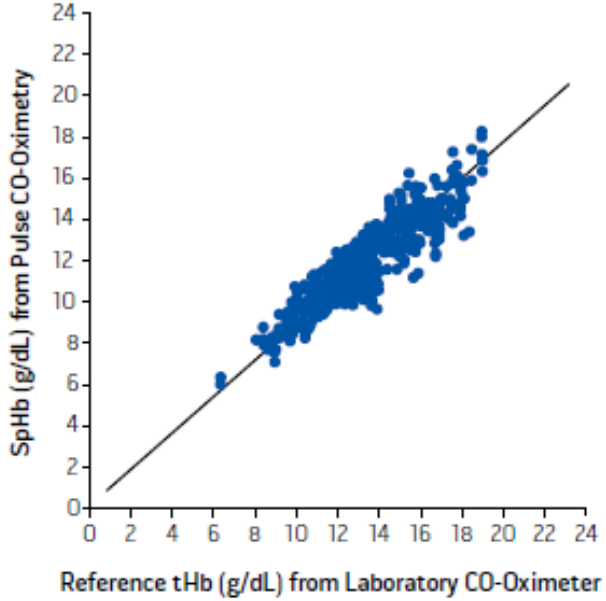


Figure 1 - *Scatter plot of SpHb vs. tHb measurements (N=492)*

Frasca D, et al Crit care Med 2011;39:2277-82
Massimo FDA submission data

En Anesthésie/Réanimation

- De nombreuses publications > 80
  - Evolution des capteurs des logiciels
- Des éditos….
  - **Corrélation correcte**
  - **Biais faible 0.3gr/l à 1.3 gr/l**
  - **Précision bonne 0.5 à 1.7 gr/l**
  - **80% des mesures ont une différence < 2gr/dl**
  - **60% ont une différence <1gr/dl**

- Corrélation correcte dans 70 à 80 % des cas
- A chaque fois des variations aléatoires
- Impact des modifications rhéologiques
  - Vasoconstricteurs/ hémodilution/température
- Insuffisant pour décider d'une transfusion
  - Nécessite un contrôle
- Nombreux cas cliniques démonstratifs
- Dans chaque étude quelques patients réfractaires
  - 1à5% (rappel 40 Euros UU)

Table 5. Comparison of the Version of Sensor, Correlation Coefficient, Bias, and Precision with Those from Previous Studies

Author	Version of sensor	Correlation coefficient	Bias (95% CI) (g/dL)	SD (g/dL)
Gayat[6]	rev B	0.53	1.80 (1.50–2.10)	–
Causey[10] OR patients	rev C	0.77	0.29 (0.08–0.49)	–
Causey[10] ICU patients	rev C	0.67	0.05 (−0.22 to 0.31)	–
Lamhaut[12]	rev C	–	−0.02	1.11
Miller[5]	rev E	–	0.26	1.79
Berkow[11]	rev E	–	−0.1	1.00
Butwick[13] baseline	rev E	–	1.22 (0.89–1.54)	1.05
Butwick[13] immediately post-CS	rev E	–	0.14 (−0.18 to 0.46)	1.56
Butwick[13] 24-hour post-CS	rev E	–	1.36 (1.04–1.68)	0.85
Frasca[14]	rev E	0.79	0.00	0.50
Applegate[16]	rev E	0.69	0.50	1.44
This study	rev E	0.53	0.90 (0.48–1.32)	1.35
Macknet[4]	unspecified	0.69	−0.15	0.92
Nguyen[15] version 7.3.0.1	unspecified	0.33	−1.3 (−1.9 to −0.7)	–
Nguyen[15] version 7.3.1.1	unspecified	0.52	−1.7 (−2.3 to −1.1)	–

Bias = average difference of SpHb and tHb; SD = 1 standard deviation of the difference of SpHb and tHb; CI = confidence interval; OR = operating room; ICU = intensive care unit; CS = Caesarean section

The Accuracy of Noninvasive Hemoglobin Monitoring Using the Radical-7 Pulse CO-Oximeter in Children Undergoing Neurosurgery

Yong-Hee Park, MD,* Ji-Hyun Lee, MD,* Hyun-Gul Song, MD,* Hyo-Jin Byon, MD,†
Hee-Soo Kim, MD, PhD,* and Jin-Tae Kim, MD, PhD*

Anesth Analg 2012;115:1302-7

Un abstract

- Non publié à présent
  - Démontrant que l'analyse en continu diminuait le recours aux CGR par rapport à une stratégie standardisée sans surveillance continue

Les autres méthodes de mesure

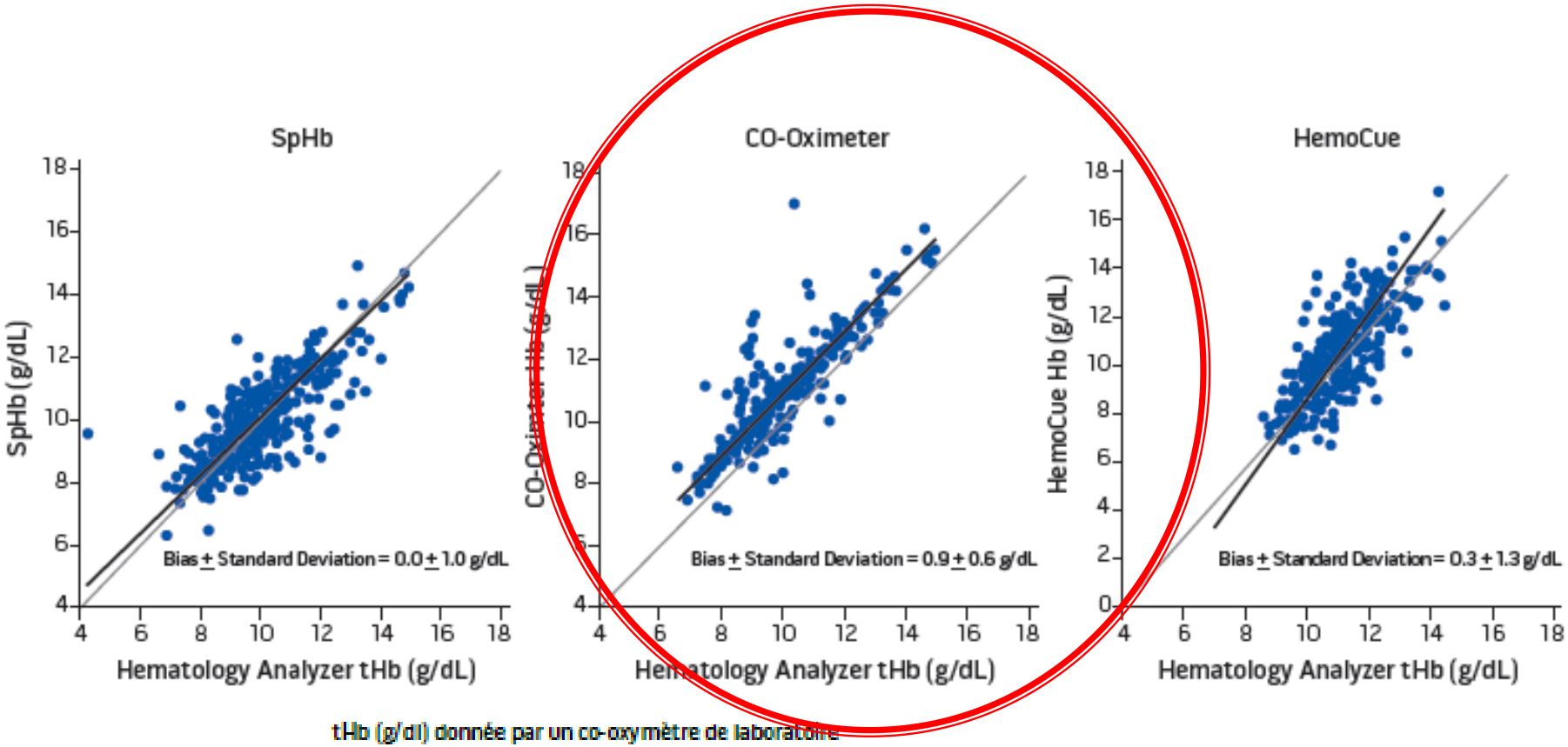
- Invasif
  - Laboratoire
  - Déporté == > Automates de gaz du sang
  - Portable
    - Spectrophotométrie (Hémocue®)
    - Conductivité (i-stat®)

Méthode de référence

- Dosage au laboratoire
  - Tube EDTA
  - Lyse des globules rouges
  - **Saturation de toute l'hémoglobine** par un dérivé du cyanure ou des nitrites ou du sodium lauryl sulfate…
  - Lecture par spectrophotométrie (coefficient d'absorption proportionnel à la quantité d'Hb à une seule longueur d'onde donnée)
- Il existe des variations qui sont connues et légales pour valider une méthode de laboratoire
- Accréditation COFRAC
  - Norme Iso En 15189
  - **Contrôle automate/inter automate/ pool d'automates**
    - **précision sensibilité fidélité justesse**
  - **Biais 0.1gr/dl précision 0.3gr/l**

Les automates de gaz du sang

- **Co-oxymétrie** ou conductivité
- **Maintenance = appareil de biologie délocalisée**
- Très dépendant
  - Du préanalytique
    - Seringue dilution
    - Temps de manipulation
    - Sédimentation
  - Analytique
    - Pas de lyse obligatoire
    - Longueur d'ondes limitées
    - Interférences
  - Ex CCV -1gr/dl dans la vraie vie



tHb (g/dl) donnée par un co-oxymètre de laboratoire

Frasca D, et al Crit care Med 2011;39:2277-82

Les appareils Portables

- Hémocue®
  - Prélèvement V/A/Capillaire
    - Attention erreur
      - Dilution (pression capillaire désinfectant)
      - Concentration (bulle thrombose)
  - Spectrophotométrie
  - **Biologie délocalisée**
  - **4000 euros**
    - **+ 3 euros /hb**

- I-Stat®
  - Prélèvement V/A/Capillaire
    - Attention erreur
      - Dilution (pression capillaire désinfectant)
      - Concentration (bulle thrombose)
  - Conductivité
    - Mesure l'hématocrite et calcule un taux d'hémoglobine 0.33 x HCt
  - **Biologie délocalisée**

Tableau 10 : Biais ± précision comparés sur HcueCap et HcueArt

	HcueCap	**HcueArt**
Seguin *et al*	1,1 ± 2,4	0,1 ± 1,0
Mimoz *et al*	0,2 ± 0,8	- 0,1 ± 0,5
Giraud *et al*	0,5 ± 0,5	0,2 ± 0,2

Les prélèvements capillaires pour dosage de l'hémoglobine sont soumis aux mêmes problèmes que la mesure non invasive avec en plus les problèmes de prélèvements

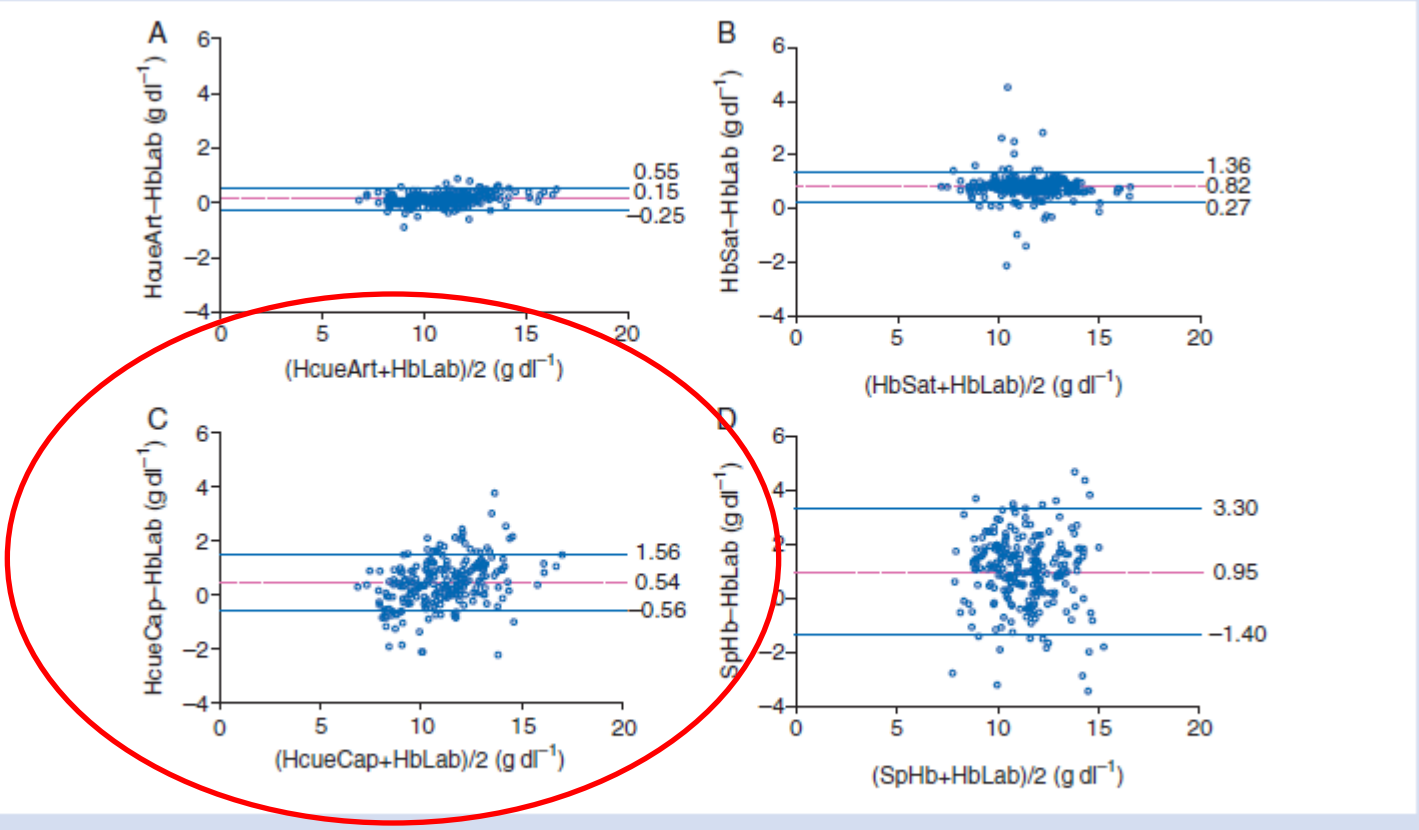


Fig 1 Bland and Altman plot for arterial haemoglobinometer (HcueArt, A), satellite lab CO-Oximeter (HbSat, B), capillary haemoglobinometer (HcueCap, C), and Pulse CO-Oximeter (SpHb, D), *vs* haematology analyser (HbLab). Limits of agreement are adjusted for repeated measures from the same subject. Bias is represented by pink dashed line and limits of agreement by blue solid lines (1 g dl^{-1}=0.63 mmol $litre^{-1}$).

Giraud et al
British Journal A anesthesia 2013;11:946-54

Biologie délocalisée

- La norme européenne concernée est la norme **EN.ISO.22870** décrivant les exigences relatives au management qualité et à la gestion des compétences s'y rapportant
- Cette norme précise que l'établissement doit se doter d'un groupe multidisciplinaire d'encadrement des ADBD incluant le responsable du laboratoire, des représentants de l'administration (en pratique du service économique) et des service cliniques concernés par une éventuelle nouvelle implantation d'un automate de biologie délocalisée afin d'en étudier la pertinence.

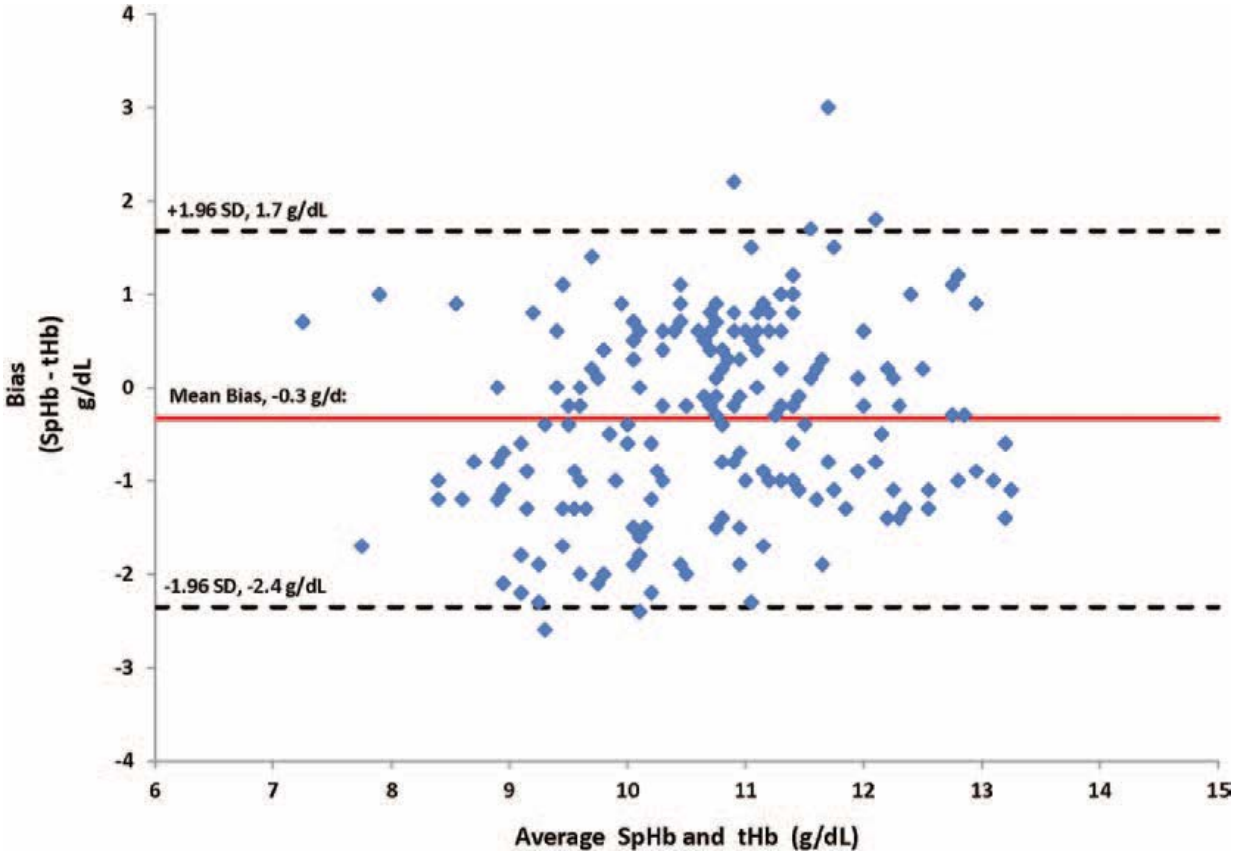
Quelques éléments pour bien choisir

- Biais moyenne des écarts (+1 /-1 =0)
- Précision : moyenne des écarts-types standard en valeur absolue
- Limite d'agrément (biais +/- 1.96 précision)
  - Contient 95% des résultats

- Evolution dans le temps ?
- Evolution en fonction de l'hémodynamique ?
- Evolution en fonction du remplissage ?
- En fonction de la pathologie ?
- Me donnera-t-il la bonne tendance au bon moment ?
  - « me fera-t-il faire des erreurs »
- Quid de mes autres moyens de mesure ?

Quelques éléments de statistiques pour bien choisir

- Bland Altman test



Biais -0.3 g/dl

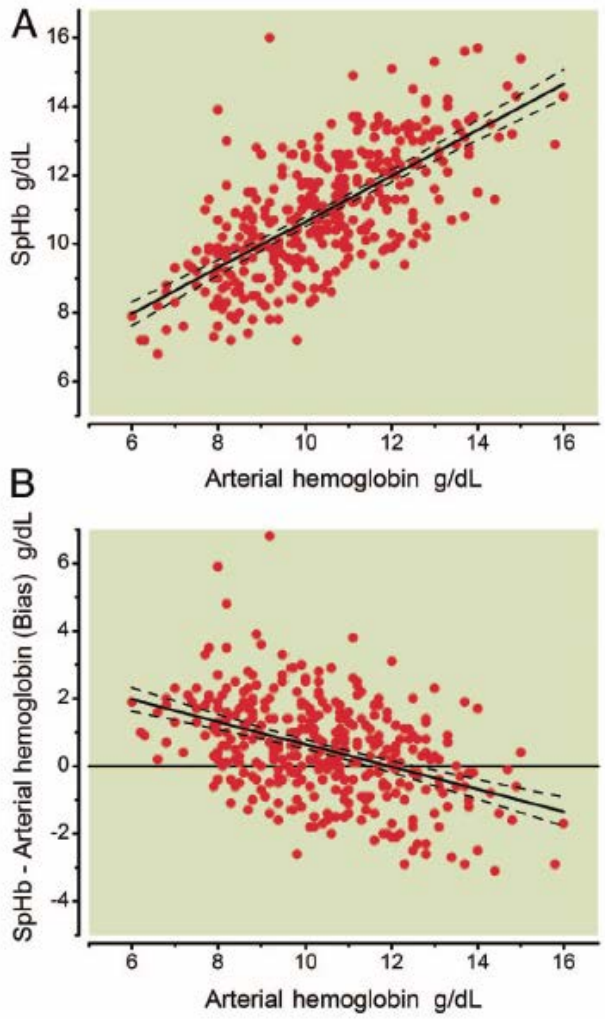
Précision 1.07 g/dl

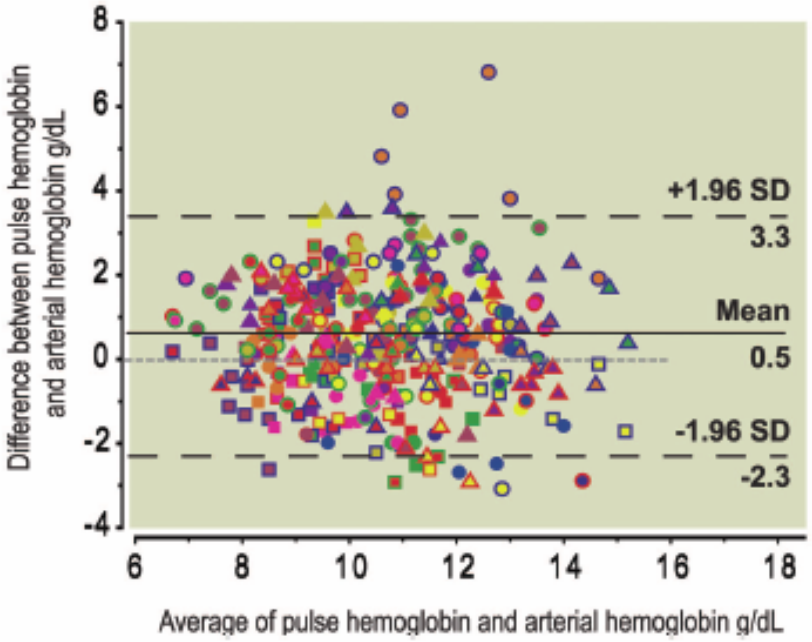
Limites d'agrément
-2.4 g/dl, + 1.7 gr/dl

Berkow L, Rotolo S, Mirski E. Continuous noninvasive hemoglobin monitoring during complex spine surgery. Anesth Analg 2011;113:1396–402

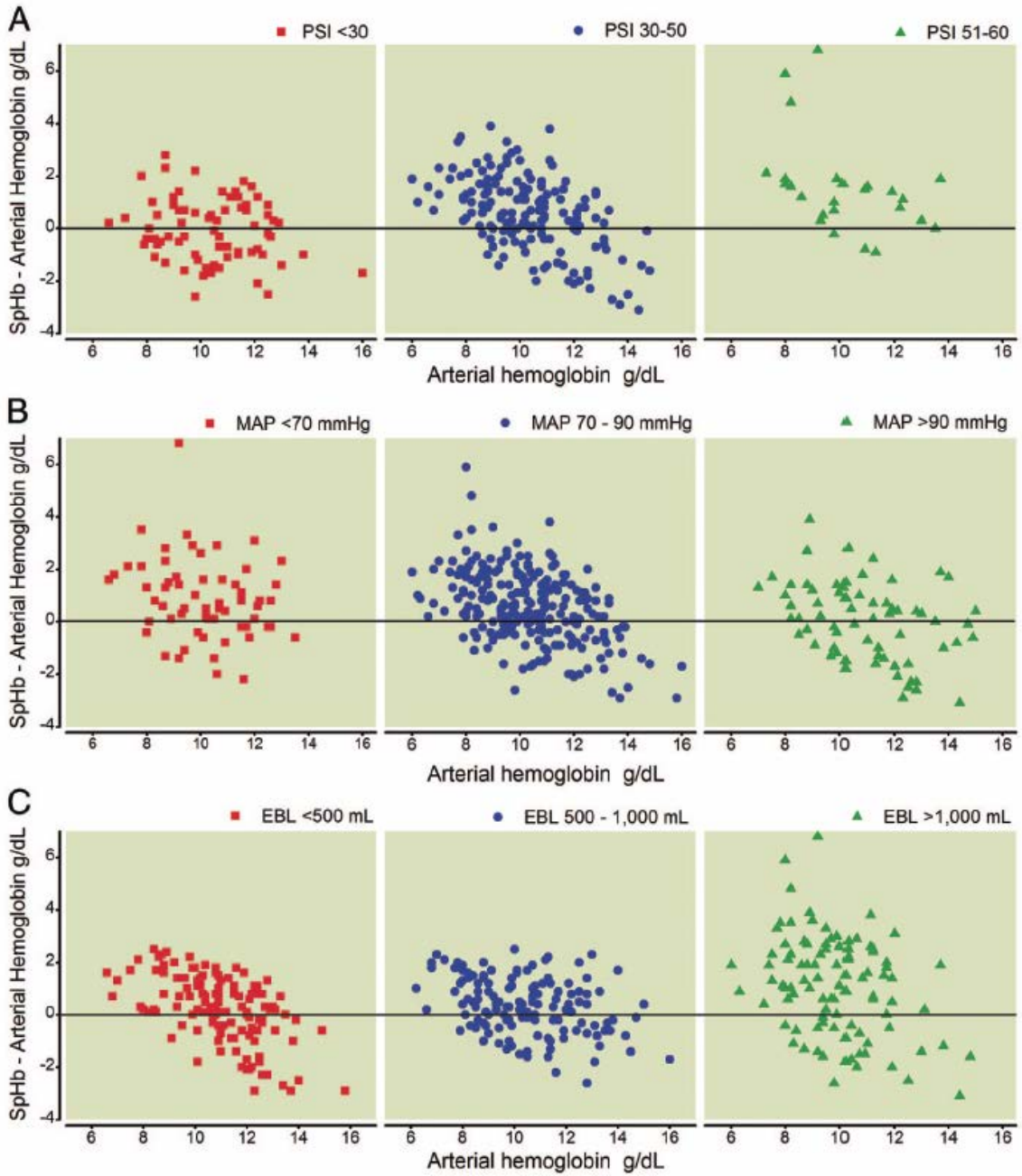
Evaluation of Pulse Cooximetry in Patients Undergoing Abdominal or Pelvic Surgery

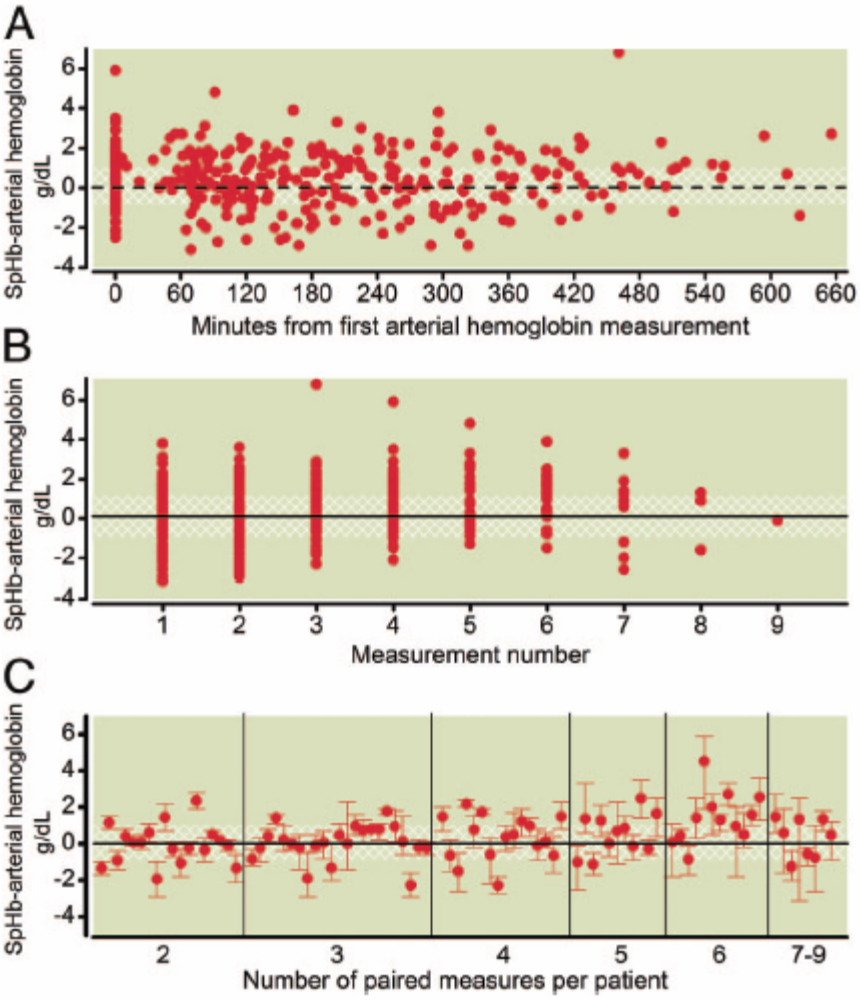
Richard L. Applegate II, M.D.,* Steven J. Barr, M.D.,† Carl E. Collier, D.O.,‡
James L. Rook, D.O., M.P.H.,§ Dustin B. Mangus, M.D.,† Martin W. Allard, M.B.Ch.B., F.R.C.A.*

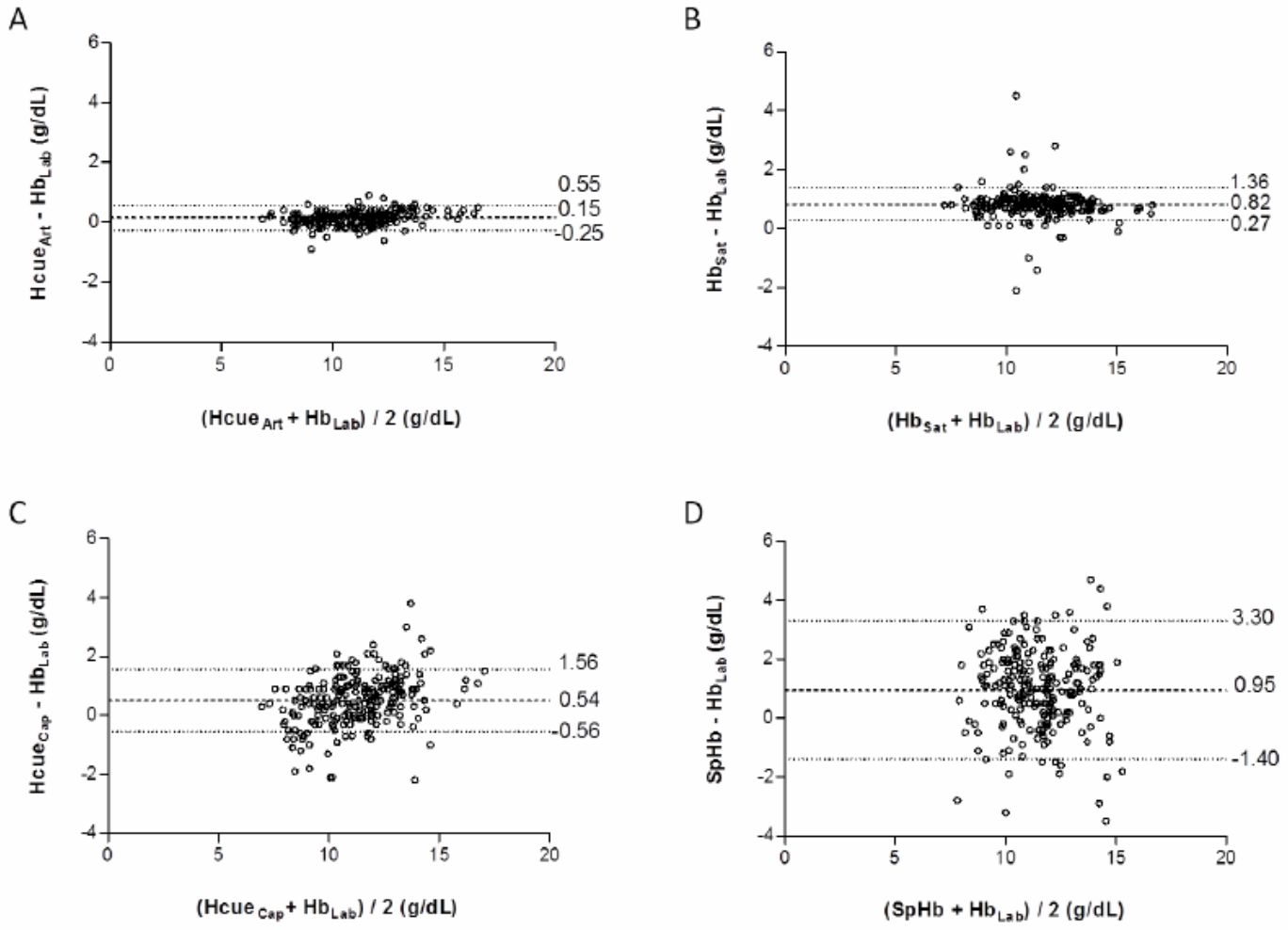




Anesthesiology 2012;116:65-72

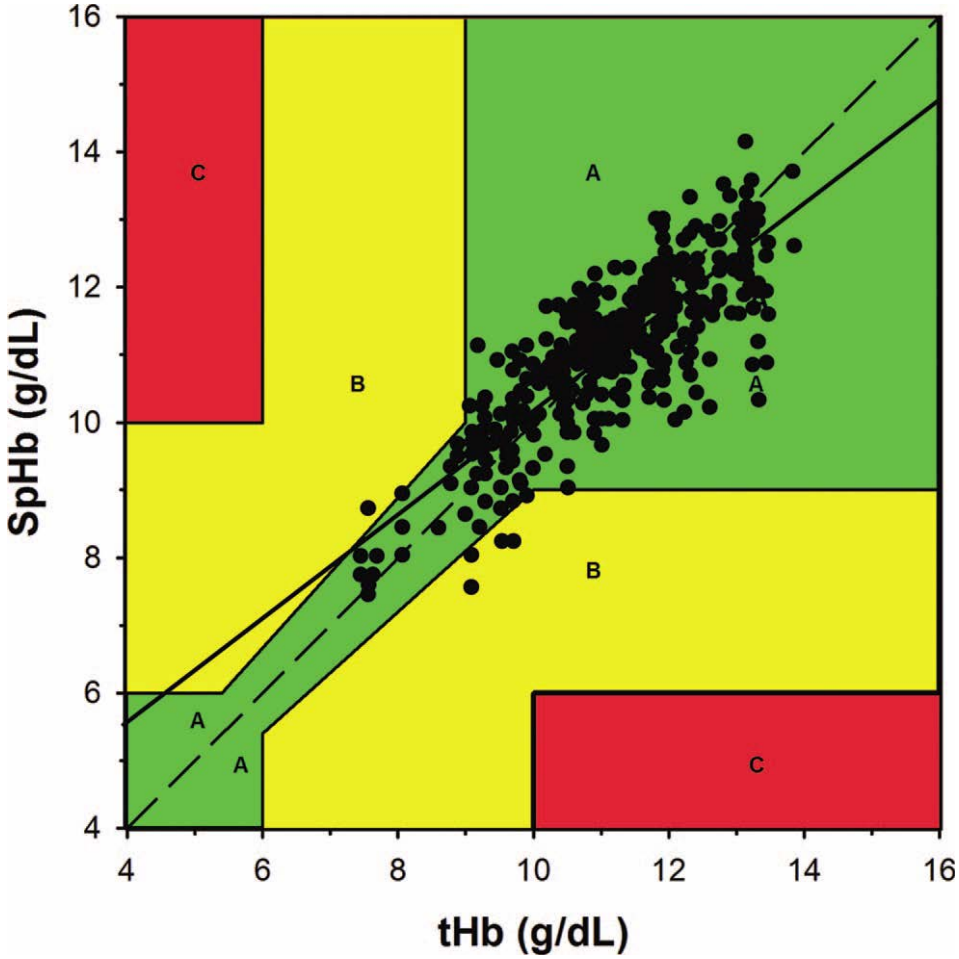

A
PSI <30
PSI 30-50
PSI 51-60
SpHb - Arterial Hemoglobin g/dL
Arterial hemoglobin g/dL
B
MAP <70 mmHg
MAP 70 - 90 mmHg
MAP >90 mmHg
SpHb - Arterial Hemoglobin g/dL
Arterial hemoglobin g/dL
C
EBL <500 mL
EBL 500 - 1,000 mL
EBL >1,000 mL
SpHb - Arterial Hemoglobin g/dL
Arterial hemoglobin g/dL


A
SpHb-arterial hemoglobin g/dL
6
4
2
0
-2
-4
0 60 120 180 240 300 360 420 480 540 600 660
Minutes from first arterial hemoglobin measurement
B
SpHb-arterial hemoglobin g/dL
1 2 3 4 5 6 7 8 9
Measurement number
C
SpHb-arterial hemoglobin g/dL
2 3 4 5 6 7-9
Number of paired measures per patient



Giraud et al
comparaison de l'hémocue le coOxymètre et la méthode non invasive
thèse poitiers 2012

Plus intéressant !
Diagramme d'intérêt « Error Grid »

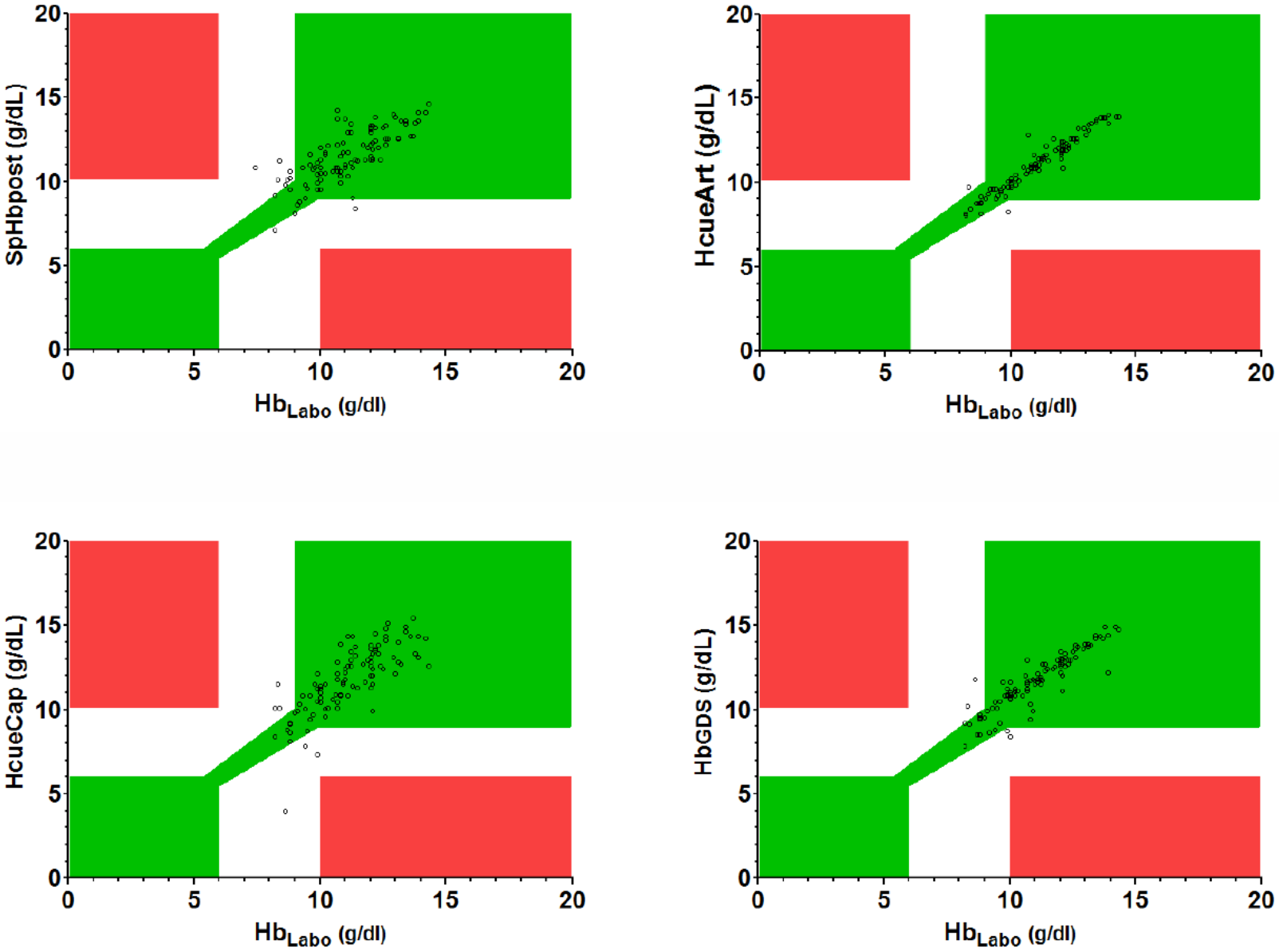


Doit on transfuser ?
Quelle erreur induit le monitoring

Zone A correspond à notre demande
Zone B
Zone C erreur grave

Macknet MR, Allard M, Applegate RL 2nd, Rook J. The accuracy of noninvasive and continuous total hemoglobin measurement by pulse CO-Oximetry in human subjects undergoing hemodilution. Anesth Analg 2010;111:1424–6

Let's Think Clinically Instead of Mathematically About Device Accuracy
Timothy E. Morey, MD, Nikolaus Gravenstein, MD, and Mark J. Rice, MD
Anesth analg 2011; 113: 89-91



Mounios Helene thèse juin 2013 CHU Poitiers (Pr Debaene, Pr Minoz,dr Frasca)
Mesure non invasive de l'hémoglobine apport de la calibration in vivo

% de mesures dans la zone A de Morey selon certaines études

Auteur	SpHb pré	SpHb in vivo	SpHb post	HcueArt	HcueCap	HbGDS
Colquhoun	67 %	-	-	-	-	-
Giraud	74 %	-	-	100 %	89 %	85 %
Frasca	93,6 %	-	-	-	91,3 %	90,5 %
Notre étude	***84 %***	***85%***	***82 %***	***99,3 %***	***88 %***	***91 %***

Mounios Hélène thèse juin 2013 CHU poitiers (Pr debaene, Pr minoz,dr frasca)
Mesure non invasive de l'hémoglobine apport de la calibration in vivo

- Que choisir ?
- Ces différences sont elles explicables ??

- Le taux d’hémoglobine varie
  - Artériel < veineux < capillaire (hémoconcentration ≈ 1gr/dl)
  - Position debout > couché
  - Variations digitales (≈ 1gr/dl)
  - Garrot > 60 sec hb concentrée
  - Variations nycthémérales

Physiologiquement l’hémoglobine capillaire est supérieure à l’hémoglobine veineuse et artérielle

Comment évolue-t-elle en fonction de la rhéologie ???

- Les écarts observés ne sont ils pas les témoins d'une modification de la microcirculation ???

  Hemoconcentration microvasculaire en cas de bas débit

  » Naftalovich R, Naftalovich D, Med hypotheses 2011; 77: 665-7

- Intérêt d'études de corrélation
  - PVI/ VVI /spHb??

Pour conclure

- Monitorage continu de l'hémoglobine avec des risques d'erreur proches des monitorings discontinus déportés
- Monitorage du pleth variability index PVI (National health service)
- Cible patient polypathologique chirurgie intermédiaire, nécessite malgré tout une confrontation clinique et biologique
- Variation dans le temps probablement en partie, indépendante d'une variation centrale
  - Intérêt ?
- Je vous remercie