

La Mesure de la Saturation

- Mars 2004 -

Première Edition

Sommaire

Introduction	2
Aspect législatif	3
Intérêt de la mesure	3
Physiologie	4
Les appareils	7
<i>Principes de fonctionnement</i>	7
<i>Saturation fonctionnelle, saturation fractionnelle</i>	8
<i>Les différents types d'appareils</i>	9
<i>Les capteurs</i>	12
<i>L'appareil idéal</i>	14
Utilisation en pratique	16
<i>Qualité du signal</i>	16
<i>Précision des appareils</i>	17
<i>Les mouvements</i>	17
<i>Sonde déplacée</i>	18
<i>Interférences colorimétriques</i>	18
<i>La lumière ambiante</i>	18
<i>Odèmes</i>	18
<i>Dyshémoglobinémies</i>	19
<i>Anémies</i>	19
<i>Choisir le site</i>	19
Complications de la technique	20
Tableau résumé des principaux problèmes et de leurs solutions	21
Perspectives d'avenir	22
Bibliographie	23

Introduction

L'utilisation de ce que l'on appelle le plus communément le saturomètre se généralise. Son utilisation au premier abord simple, nécessite pourtant un certain nombre de connaissances afin d'optimiser les résultats obtenus et d'éviter certains pièges. La facilité avec laquelle il se met en œuvre fait trop souvent oublier qu'il y a des règles à respecter. Les oxymètres de pouls sont de plus en plus utilisés par un personnel qui n'est pas nécessairement familiarisé avec leur fonctionnement.

« [...]Il existe un besoin croissant d'éducation des utilisateurs, et les fabricants ont ici un rôle à jouer. [...] »¹

Ce document a pour but d'informer les personnels amenés à utiliser le matériel requis pour la mesure de la saturation (ambulanciers, secouristes, infirmiers, médecins...). Il aborde la plupart des aspects qui sont directement liés aux appareils eux mêmes. Cependant, si certaines notions de physiologie sont abordées, elles sont loin d'être exhaustives et le lecteur devra se reporter à des ouvrages spécialisés afin d'obtenir une information complète. Ce document a été écrit dans le même esprit qu'« Oxygénothérapie à l'usage des secouristes », dont la lecture préalable apportera des éléments supplémentaires.

Les informations de ce document ont pour vocation d'évoluer avec les nouvelles techniques et les nouveaux appareils qui pourraient être mis sur le marché. Il n'est donc pas figé. Si vous souhaitez apporter des précisions ou poser des questions, vos commentaires sont les bienvenus. Vous pouvez les adresser par courrier électronique à l'adresse vincent@evc.net

Ce document est libre de droits, mais il doit **obligatoirement** être reproduit en intégralité. Son usage commercial est prohibé et si vous désirez en citer un passage il suffit de citer également sa source.

Bonne lecture,

Vincent Elmer-Haerrig

¹ AFNOR, norme NF EN 865 Avril 1997.

Aspect législatif

A ce jour, la mesure de la saturation n'est soumise à aucune restriction. Le législateur ne cite pas cet acte comme relevant expressément d'une compétence médicale ou infirmière (au contraire de la mesure d'autres paramètres vitaux). Son utilisation est donc libre, même par une personne ne bénéficiant d'aucune formation. Cette situation étonnante reflète le peu de risque de la mise en œuvre de cette technique. En effet, la mesure de la saturation veineuse en oxygène est non invasive¹. Son usage est relativement récent² et cette valeur s'impose désormais comme incontournable au même titre que le rythme cardiaque, la pression artérielle, la fréquence respiratoire et la mesure de la température.

En revanche en dehors d'un cadre médical, il faut se garder d'utiliser cette mesure pour adapter sa conduite. En effet, à l'exception du médecin³, nul ne peut par exemple décider de se passer d'administrer de l'oxygène, ou d'adapter le débit, sous prétexte qu'il estime que la mesure de l'appareil est satisfaisante.

Intérêt de la mesure

Après tout les signes de détresse ventilatoire sont connus : Cyanose, sueurs, tachypnée, bruits, utilisation des muscles accessoires...

Le dépistage d'une hypoxie n'est pas toujours aisé. Des études menées par Comroe et Bothello ont démontré que 47% des praticiens ne décelaient l'hypoxie que lorsque la saturation baissait en dessous de 80%. Pire, 25% d'entre eux ne la reconnaissaient que lorsqu'elle tombait entre 71 et 75%.

La mesure de la SpO2 permet donc de détecter plus rapidement les carences en oxygène et d'adapter la conduite à tenir. Cependant, comme nous l'avons vu et le verrons encore, elle ne modifie en rien la conduite à tenir en dehors d'un avis médical ou d'un protocole.

¹ Aucune effraction cutanée aucun accès par un orifice naturel.

² Les premiers appareils furent fabriqués et commercialisés en 1975, les tout premiers essais eurent lieu en 1935.

³ Il existe une exception lorsqu'un protocole a été écrit au préalable par un médecin, qui peut autoriser un **infirmier** ou un **infirmier anesthésiste** à adapter sa conduite selon la situation (Décret de compétence no 2002-194 du 11 février 2002).

Physiologie¹

Le corps humain a besoin d'un certain nombre d'éléments afin d'assurer son fonctionnement normal. Le plus important est l'oxygène². Mais il ne suffit pas d'avoir un bon système d'échange au niveau des poumons, pour que les cellules reçoivent l'oxygène dont elles ont besoin. Il faut également un système de transport pour amener cet oxygène à bon port. Ce rôle de transport est dévolu aux globules rouges³, qui représentent les éléments les plus nombreux dans le plasma. Il y a environ 5 à 6 millions de globules rouges par millimètre cube de sang⁴. Ces mêmes globules rouges sont composés à 33% (cela représente environ 300 millions de molécules) par une protéine appelée **hémoglobine**. Un globule rouge possède une forme biconcave qui le rend parfaitement adapté à sa tâche. Cette forme lui permet de présenter une surface maximale d'échange par rapport à son volume, afin de distribuer au mieux les gaz (dans le cas qui nous intéresse, l'oxygène). De plus, il a la propriété de pouvoir se déformer afin de s'adapter au diamètre des vaisseaux qu'il va traverser.



La forme des hématies est optimale



Elles transportent l'oxygène

Chaque molécule d'hémoglobine porte quatre atomes de fer⁵, qui peuvent chacun se lier à une molécule d'oxygène. Faites le calcul : 300 millions de molécules d'hémoglobine sur chaque globule rouge, quatre molécules d'oxygène pour chaque molécule d'hémoglobine... Cela signifie que chaque globule rouge est capable de transporter environ un milliard deux cent mille molécules d'oxygène.

¹ Pour une information plus complète, voir « Oxygénothérapie à l'usage des secouristes ».

² Le premier organe à souffrir du manque d'oxygène sera le cerveau dont les cellules commencent à mourir au bout de trois minutes.

³ Egalement appelées érythrocytes ou hématies.

⁴ Cette valeur est valable pour l'homme. Pour les femmes elle se situe entre 4,3 et 5,2.

⁵ D'où la coloration rouge du sang.

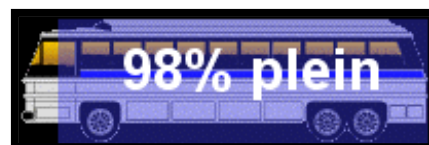
Lorsque l'oxygène se lie au fer, le globule rouge est « chargé » en oxygène et prend une couleur rouge vif. On parle d'oxyhémoglobine (oxygène + hémoglobine).

Une fois que la « livraison » d'oxygène a été effectuée aux tissus, le globule rouge est quasi déchargé de son oxygène et on parle alors de déoxyhémoglobine.

Cette différence colorimétrique est d'une importance capitale pour la compréhension du fonctionnement des appareils de mesure de la saturation.

En résumé, les globules rouges sont les bus qui vont transporter l'oxygène à bon port. Le saturomètre est l'appareil qui va servir à mesurer le taux de remplissage de ces bus et donc l'oxygénation adéquate des tissus. Cette explication casse l'illustration souvent apportée qui consiste à dire que sur 100 globules rouges, 98 sont chargés en hémoglobine pour une SpO₂ à 98%. C'est chaque hématie qui est chargée à 98% !

On utilise plus volontiers l'image du bus. Chaque hématie est un bus qui peut être plus ou moins plein. Pour une SpO₂ à 98%, le bus est plein à 98%.



Le BUS, une illustration de la saturation

Il y a deux abréviations à ne pas confondre :

- SpO₂ : C'est la saturation de l'hémoglobine en oxygène par oxymétrie de pouls. Le « p » signifie saturation pulsée.
- SaO₂ : Mesure de la saturation de l'hémoglobine par prélèvement de sang artériel. Cette seconde technique nécessite un acte pratiqué par un médecin ou un infirmier et n'entre pas dans le cadre de ce document. C'est à l'heure actuelle la seule technique qui permet une mesure fiable et définitive des gaz du sang.

Les valeurs de ces mesures s'expriment en pourcentage.

Les appareils sont le plus souvent appelés « **saturomètre** », mais on peut également trouver les appellations **oxymètre de pouls**, ou **sphygmo-oxymètre**.

Les appareils

Principes de fonctionnement

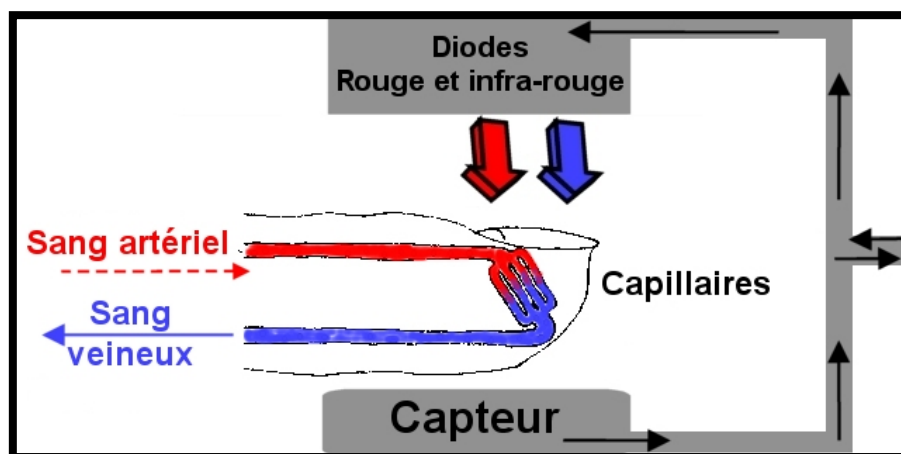
Les appareils de mesure fonctionnent selon deux principes :

- La **pléthysmographie**, qui utilise l'absorption des ondes lumineuses pour reproduire les ondes émises par le sang pulsatif.
- La **spectrophotométrie**, qui mesure l'absorption de la lumière à travers les substances à certaines longueurs d'ondes.

Nous venons de voir que la couleur du sang variait selon son oxygénation autrement dit, sa saturation. C'est donc grâce à cette propriété que les capteurs des appareils vont pouvoir déterminer la SpO₂.

Le capteur de la sonde contient deux diodes qui émettent deux lumières. L'une est rouge¹ et l'autre bleue² (voir figure ci-dessous).

L'appareil va d'une part repérer chaque onde pulsatile artérielle et ensuite déterminer la saturation selon la couleur du sang qui sera déduite selon l'absorption des lumières émises. Il va donc fournir une SpO₂, mais également une fréquence cardiaque et un index de qualité de signal³. Chaque seconde, environ 600 mesures sont effectuées et envoyées à un processeur qui effectue l'analyse. Le résultat affiché reflète les 3 à 6 dernières secondes de saturation. Il est mis à jour toutes les demi-secondes.



¹ Longueur d'onde 660nm.

² Longueur d'onde 940nm soit infra rouge.

³ L'onde pulsatile peut être de qualité variable.

Saturation fonctionnelle, saturation fractionnelle

La différenciation des deux termes est importante dans la compréhension du principe de fonctionnement des oxymètres. La saturation fractionnelle s'obtient par la valeur d'oxyhémoglobine (HbO₂) divisée par la valeur de l'hémoglobine totale (Hbtotale).

$$\frac{\text{HbO}_2}{\text{Hbtotale}}$$

La saturation fonctionnelle en revanche, s'obtient avec la valeur d'oxyhémoglobine divisée par la somme d'oxyhémoglobine et de déoxyhémoglobine.

$$\frac{\text{HbO}_2}{(\text{HbO}_2 + \text{HHb})}$$

Les oxymètres actuels utilisés in vivo sont incapables de faire la différence entre les formes anormales et normales de l'hémoglobine. Ils mesurent donc la saturation fonctionnelle. Cependant les algorithmes de ces appareils sont conçus afin de combler cette carence. Ces algorithmes sont bien entendu inégaux selon les marques ce qui explique les variations de mesures observables selon les produits.

Pour comparer les mesures entre saturation fonctionnelle et fractionnelle, il faut utiliser l'équation de conversion suivante

$$\text{Saturation fonctionnelle} = \frac{\text{Saturation fractionnelle}}{100 - (\% \text{carboxyhémoglobine} + \% \text{méthémoglobine})}$$

Les différents types d'appareils

Ils se présentent sous de multiples formes selon l'usage qui leur est destiné. D'un bloc, afin de les appliquer directement sur le doigt, portatifs avec des sondes interchangeable et un fonctionnement sur batterie, ou bien au lit du patient pour une surveillance continue. Ils affichent en général au moins la fréquence cardiaque en plus de la saturation et le plus souvent un indice de qualité de signal.

- Au lit du patient : Ces appareils sont souvent destinés à un usage hospitalier. En service conventionnel, on les trouve à fonction unique afin d'effectuer des mesures à court ou moyen terme. Ils sont alors mobiles car peu encombrants. Selon le degré de performance, ils sont capables de garder en mémoire les alarmes ou encore d'imprimer des résultats de mesure. Certains cabinets médicaux peuvent en être équipés.



Le Nonin® 9600 Avant



Nellcor® N-395

Dans les services de soins intensifs, d'urgence ou de réanimation, la mesure de saturation fait souvent partie d'un ensemble constitué de modules. La mesure peut faire l'objet de traitements complexes ; Affichage d'une courbe plethysmographique, indice de perfusion, report d'alarmes sur une centrale à distance. Ces appareils sont plus volumineux, mais permettent toutefois un transport de courte distance grâce à une batterie.



GE Dash® 3000 Pro



GE Dash® 4000 Pro

- En pré-hospitalier : Selon le degré de médicalisation et les moyens à disposition des prestataires, ils sont également de deux types. A fonction unique pour les plus simples, ils sont peu encombrants et portatifs. Leur taille peut être très réduite².



Nellcor® N-20 avec leurs coques de protection

² Certains ne sont pas plus grand qu'un paquet de chewing-gum.

Les appareils des secours spécialisés ressemblent à ceux utilisés dans les services de réanimation. Ils fonctionnent également en modules et la saturation fait partie d'un ensemble qui comprend en général la mesure de la pression artérielle, un ECG sommaire et éventuellement une EtCo2¹. La miniaturisation demeure la principale différence avec un appareil hospitalier. Ce matériel, destiné à être porté au plus près du patient dans n'importe quel type de situation, (pluie, vibrations, chocs) est robuste et autonome.



Medtronic Lifepak® 12
Un des modèles les plus répandus en SMUR²

Enfin, pour clore la présentation des appareils on peut citer les oxymètres fœtaux qui permettent de suivre la saturation et le rythme cardiaque d'un enfant in utero.



Un oxymètre fœtal

¹ Abbreviation pour **End Tidal CO2**. Mesure qui permet de calculer le taux de CO2 expiré par une personne. Elle est par exemple utile au médecin pour évaluer la qualité d'une intubation.

² **S**ervice **M**obile d'**U**rgence et de **R**éanimation.

Les capteurs

Les capteurs existent sous différentes formes et différentes tailles afin de s'adapter à toutes les situations. Le plus souvent, ils se présentent sous l'apparence de pinces à placer sur un doigt.

- Les pinces : Elles sont prévues pour être utilisés sur les mains, sans distinction de qualité entre la droite et la gauche. Elles sont relativement volumineuses et restent parfois difficilement en place si le porteur est agité, ou oublie tout simplement sa présence. C'est un dispositif réutilisable. Elles peuvent être soit rigides, soit semi-rigides afin de s'adapter au mieux à toutes les morphologies.



- Les pinces autocollantes : Elles se présentent comme des sparadraps avec une face collante pourvue des deux diodes lumineuses. Elles se collent tout simplement de façon à ce que les diodes se trouvent au dessus de l'ongle du doigt choisi. Cette présentation a l'avantage d'être beaucoup plus stable et permet des mesures fiables au long cours. Elle est donc particulièrement adaptée à un usage pédiatrique, néonatal¹, ou chez les personnes non coopérantes. Souvent, par souci d'économie la sonde est réutilisable et seul le dispositif autocollant est changé.



¹ Dans ces situations, les mesures sont le plus souvent prises au niveau des pieds.

- Les pinces à oreilles : Comme leur nom l'indique, elles sont prévues pour effectuer la mesure au niveau de l'oreille. Idéalement, elles se placent sur le lob, mais elles peuvent également obtenir une mesure sur le pavillon. Elles sont indiqués lorsque le sujet possède une mauvaise circulation périphérique et qu'une mesure au niveau des membres est impossible, ou de mauvaise qualité. Elles présentent l'inconvénient d'être relativement instables si le patient bouge. Comme les pinces pour les doigts, elles sont réutilisables.



- Les capteurs à réflectance se placent sur le front au moyen d'un bandeau ou d'un système autocollant. Plus stables que les pinces à oreille, ils représentent également une alternative efficace à la mesure périphérique au niveau des membres. Ces capteurs se placent parfois au niveau des ailes du nez.



De tous ces modèles de capteurs, on considère les capteurs digitaux comme les plus fiables¹. C'est la raison pour laquelle ce sont ces capteurs qui sont fournis par défaut avec les appareils².

Ces capteurs nécessitent la plupart du temps une désinfection simple à l'aide d'un produit détergeant désinfectant. La présence de composants électroniques sur les sondes ne permettent pas le trempage intégral. Les principes de traitement du matériel qui ne peut être immergé sont alors applicables. Souvent un premier nettoyage afin d'éliminer les souillures, puis l'application d'un désinfectant après rinçage et séchage.

¹ 0.2 à 1.7% de marge d'erreur.

² En revanche chez les enfants on ne note pas de différences significatives entre les mesures des différentes sondes.

L'appareil idéal



Il existe une norme applicable à l'utilisation de ces appareils. Il s'agit de la norme NF EN 865 d'avril 1997 publiée par l'AFNOR³ (une norme européenne ayant le statut d'une norme française). De cette norme, mais également en fonction du bon sens, ressortent des éléments importants dans le choix et les fonctions que ces appareils peuvent fournir.

Un appareil performant doit être adapté aux conditions dans lesquelles il va être employé. D'une manière générale, il faut au moins pouvoir disposer d'un affichage visible de jour comme de nuit et dans des conditions climatiques difficiles pour le pré-hospitalier (les affichages à cristaux liquides sont fragiles et peu lisibles par grand froid par exemple). Cet affichage doit comporter un indice de qualité de signal numérique et/ou graphique. Celui-ci peut être couplé à un indicateur sonore, qui en plus de renseigner sur la rythmique du pouls, peut selon son intensité avertir d'un changement de valeur de saturation. Si l'appareil est amené à être déplacé souvent, il est préférable de le protéger dans une coque spécifique ou un emballage renforcé. L'état de charge de la batterie lorsqu'elle est présente, est un plus indéniable qui permet de lever le doute sur un dysfonctionnement de l'appareil. Ces appareils étant destinés à la surveillance continue des patients, ils doivent être munis d'alarmes à valeurs réglables.

³ Association Française de **NOR**malisation. Une nouvelle norme est en projet depuis novembre 2003 (NF EN ISO 9919).

Un seul type d'oxymètre semble peu adapté à un usage pertinent en pré-hospitalier. Ceux qui se présentent d'une pièce à poser sur un doigt sont particulièrement sensibles aux artefacts, fragiles et peuvent poser des problèmes d'hygiène et de maintenance (impossibilité de nettoyer ou de changer la sonde aisément).



Adapté pour un usage personnel, ce type d'appareil est déconseillé pour les professionnels malgré son faible encombrement

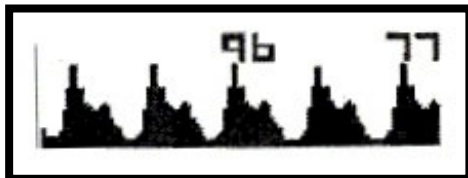
Utilisation en pratique

Tous les appareils disposent de notices d'utilisation et sont simples à mettre en œuvre. D'une façon générale, il suffit dans la plupart des cas, de placer le capteur au niveau d'un doigt. Il est donc inutile de s'étendre sur la façon de les utiliser. Il existe cependant un certain nombre de pièges à éviter et d'astuces à connaître afin d'en user de façon optimale.

Qualité du signal

Il existe plusieurs façons d'évaluer la qualité de la mesure effectuée. Sur les appareils portatifs, l'indice de qualité est souvent représenté par une jauge ou des diodes lumineuses. Plus le nombre de diodes est allumé, meilleure sera la qualité du signal. Le principe est le même pour les jauges qui indiquent une bonne qualité, lorsqu'elles sont à leur niveau maximum.

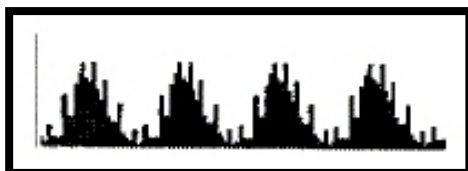
Une des meilleures façon d'évaluer le signal est de disposer d'une courbe plethysmographique. Celle-ci selon son aspect, va renseigner sur la qualité de la perfusion des capillaires et éventuellement sur le problème qui empêche une mesure correcte.



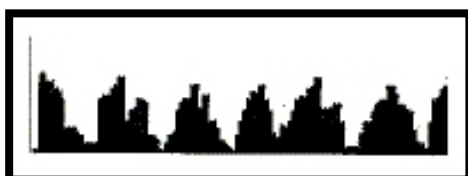
Courbe correcte, signal fiable.



Courbe de faible qualité, signal atténué.



Interférences électriques.



Parasites de mouvements ou mauvaise position de la sonde.

De par leur mode de fonctionnement¹, les saturomètres ont besoin d'un signal de qualité. Le site de mesure doit donc bénéficier d'une bonne perfusion sanguine. **Les patients en vasoconstriction, en hypothermie ou présentant des carences circulatoires** locales au niveau des membres **posent des problèmes de mesure**. Selon les marques, les appareils ont besoin d'un minimum de perfusion afin d'effectuer une mesure.

Précision des appareils

Même si les fabricants améliorent sans cesse leur matériel il faut prendre en compte la relative imprécision des mesures. Le **taux d'erreur** estimé des appareils oscille **entre 2% et 3%**² pour des valeurs de mesure comprises entre 70% et 100%. En dessous de ces valeurs, la saturation est évaluée par extrapolation. La mesure est alors particulièrement aléatoire, le taux d'erreur est souvent supérieur à 10%. En pratique, il n'est de toute manière pas intéressant d'avoir des valeurs exactes à des saturations aussi basses. La conduite à tenir sera identique.

Enfin, chaque marque possède ses propres logiciels d'interprétation et ses propres algorithmes. Ceux-ci sont calibrés pour fonctionner avec un certain nombre de périphériques. Si une sonde incompatible est utilisée, la mesure peut être erronée.

Les mouvements

Ils peuvent affecter de façon significative les mesures. Selon les études effectuées, **le taux d'erreur sur artefacts de mouvements peut s'élever à 20%**³. Ici aussi, les logiciels des fabricants peuvent faire toute la différence, en éliminant par omission les perturbations des mouvements, afin de déterminer une valeur plus exacte. Il n'en reste pas moins qu'il faut se méfier des valeurs de saturation chez les personnes agitées, ou victimes de tremblements.

¹ C'est par rapport aux pulsations cardiaques (à chaque systole) que l'appareil va réagir.

² Langton J, Hanning CD, Effect of motion artefact on pulse oximeters, Br J Anaesth 1990; 65: 564-570.

³ Plummer JL, Zakaria AZ, Isley AH, Fronsco RR, Owen H, Evaluation of the influence of movement on saturation readings from pulse oximeters, Anaesthesia 1995; 50:423-426.

Sonde déplacée

Un capteur mal positionné provoque en général une sous estimation de lecture par rapport à la valeur réelle de saturation. C'est un problème rapidement résolu, car le premier réflexe de l'opérateur est souvent de vérifier la position de cette sonde.

Interférences colorimétriques

Le principe de fonctionnement s'appuyant sur l'absorption des deux lumières émises, tout ce qui peut perturber cette absorption est susceptible de provoquer des erreurs. Le bleu de méthylène par exemple, peut fausser la mesure car il absorbe plus de lumière. Des mesures sous évaluées sont plus facilement rencontrées chez les sujets à peau foncée. La présence de vernis à ongle dans les tons bleus, verts ou de couleur noire¹, provoque une lecture sous estimée. Les faux ongles en revanche n'affectent pas les mesures.

La lumière ambiante

En présence de lumière fluorescente au xénon, ou simplement lors d'une forte luminosité au soleil, la lecture est perturbée. Le chiffre obtenu sera plus bas que la valeur réelle de la SpO₂.

Odèmes

Les sujets qui présentent des oedèmes des membres peuvent poser des problèmes de mesure. En effet, dans ces situations, les sondes peuvent présenter des résultats erronés ne raison du changement de densité sur le site de mesure.

¹ Les autres couleurs sont moins perturbantes. Il faut cependant se méfier puisque les marques peuvent utiliser des produits variables dans leur capacité à absorber la lumière.

Dyshémoglobulinémies

Les saturomètres sont conçus pour mesurer le taux d'oxygène associé à l'hémoglobine normale (hémoglobine A). La carboxyhémoglobine² et la méthémoglobine³ bien que pathologiques affectent de façon significative la lecture. Celle-ci sera considérée comme normale alors que les valeurs réelles de SaO₂ sont basses et le patient en hypoxie. Le traitement de la méthémoglobine est le bleu de méthylène. On imagine donc assez bien la difficulté d'obtenir une lecture fiable. De sur-estimée, la valeur va passer à sous-estimée. Seule une mesure des gaz du sang par prélèvement direct sera fiable.

Anémies

En cas de saignement, il ne faut pas être rassuré par un taux de saturation élevé. Selon l'importance des pertes sanguines, le volume total de globules rouges est diminué. Moins de globules rouges signifie moins de vecteurs de transport pour l'oxygène. Par conséquent, si les hématies restantes sont toutes correctement saturées, le patient peut néanmoins être hypoxique. On estime la mesure peu fiable lorsque le taux d'hémoglobine est inférieur ou égal à 5mg/dl.

Choisir le site

Les contre mesures à prendre en fonctions des limitations sont souvent évidentes. Elles sont listées dans le tableau ci-dessous. Il convient d'ajouter à cette liste deux recommandations.

Ne pas poser la sonde sur un bras porteur :

- d'un brassard de Pression Non Invasive (PNI)
- d'un artérocatéter

² Lorsqu'une personne s'intoxique au CO (monoxyde de carbone), celui-ci se lie à l'hémoglobine qui prend le nom de carboxyhémoglobine.

³ La méthémoglobine est une forme d'hémoglobine oxydée qui existe en faible proportion en situation normale. Elle augmente dans certaines intoxications avec des produits oxydants (produits industriels, engrais...) et entraîne une cyanose.

Complications de la technique

Les problèmes liés à la mesure de la saturation sont rares. Certains appareils peuvent perturber la mesure, mais ils sont utilisés dans des cadres bien précis¹. Certains traitements sont susceptibles d'exacerber la sensibilité à la lumière. On a noté des cas de brûlures au niveau de l'emplacement de la sonde chez des personnes rendues photosensibles. L'inconfort lié au port d'une sonde n'est qu'une complication passagère facilement résolue en alternant les sites de mesure. On recommande de changer le site de mesure toutes les 4 heures pour les sondes réutilisables et toutes les 8 heures pour les sondes à usage unique.

Les principales complications ne sont pas dues aux appareils eux-mêmes, mais bien souvent aux utilisateurs. Le saturomètre peut en effet donner un faux sentiment de sécurité. D'une part, les causes d'erreurs de mesure peuvent être nombreuses, d'autre part la méconnaissance des principes de fonctionnement en font parfois un outil mal utilisé. Une étude a par exemple révélé que 30% des praticiens et 93% des infirmières pensaient que le saturomètre mesurait la SaO₂².

Les alarmes itératives peuvent également poser problème. Un niveau d'alarme trop élevé, provoque de nombreuses alertes qui finissent par abaisser le niveau de vigilance. **On ignore les alarmes parce qu'elles deviennent habituelles.** Les recommandations de la SRLF³ préconisent que le niveau inférieur de la SpO₂ soit réglé à 85% chez l'adulte. Cependant, de nombreux utilisateurs préfèrent le régler à 90%, afin de détecter plus précocement un éventuel problème. La règle de départ est d'évaluer le réglage de l'alarme en fonction d'une valeur initiale mesurée chez le patient. Par exemple, une personne insuffisante respiratoire chronique peut présenter une saturation à 91% sans que cela soit alarmant. Dans ce cas, régler l'alarme à 90% expose l'utilisateur à des déclenchements répétitifs.

¹ Certains appareils de stimulation électrique et bistouris au bloc opératoire.

² Stoneham MD, Saville GM, Wilson IH, Knowledge about pulse oxymetry among medical and nursing staff, Lancet 1994; 344: 1339-1342.

³ Les recommandations des experts de la Société de Réanimation de Langue Française, Réanim Urgences 2000 ; 9 : 407-12

Tableau résumé des principaux problèmes et de leurs solutions¹

Problème	Conséquence	Solution
Mesure anormalement basse	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 basse 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Confronter à la clinique du patient : - Signes de détresse respiratoire ? ➤ Vérifier la bonne position de la sonde de mesure sur le site
Mouvements parasites du patient	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 basse, mauvaise qualité de signal 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tenir la main du patient ➤ Lui demander de tenir un objet (bande, compresse...) pour réduire les mouvements ➤ Utiliser une sonde adhésive
Mauvaise circulation périphérique	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 Basse, mauvaise qualité de signal 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vérifier présence du pouls radial/cubital ➤ Changer de site de mesure ➤ Changer de type de sonde (auriculaire, frontal...)
Présence de vernis bleu, vert ou noir	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 basse 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retirer le vernis à l'aide d'un dissolvant
Hypothermie, mains froides	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 basse, mauvais qualité de signal 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réchauffer, couvrir la main (bouillotte...) ➤ Changer de site de mesure (nez, oreille...)
Lumière ambiante vive	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 basse 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Couvrir le site de mesure
Sujet à peau foncée	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 basse 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En tenir compte dans l'évaluation
Traitement au bleu de méthylène	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 basse 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gazométrie artérielle
Anomalies de l'hémoglobine	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 normale et faussement rassurante 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gazométrie artérielle
Intoxication au CO	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 normale chez un sujet inconscient 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ S'en tenir à la clinique ➤ Gazométrie artérielle + carboxyhémoglobine²
Hémorragie patente ou latente suspectée	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur SpO2 normale et faussement rassurante 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ S'en tenir à la clinique, évaluer la quantité du saignement

¹ Tableau valable pour des appareils fiables, aux normes et entretenus.

² Mesure de l'hémoglobine chargée de monoxyde de carbone.

Perspectives d'avenir

L'avenir de ces appareils prédit des mesures de plus en plus fiables pour des utilisations de plus en plus simples. L'utilisation d'un nombre de longueurs d'ondes plus grand, afin de mesurer la saturation en tenant compte des hémoglobines anormales, entre dans ce champ de recherches. Enfin, les méthodes d'étalonnage in vivo et in vitro doivent encore se perfectionner, pour que les oxymètres s'approchent de la valeur fractionnelle sans extrapoler par algorithmes.

Enfin, la formation des personnels étant amenés à utiliser ces moyens d'évaluation reste à faire. Par une augmentation des moyens diagnostics, l'utilisateur oublie bien souvent de regarder le patient. Les éléments cliniques seront toujours prépondérants face à une simple valeur affichée sur un « scope ». Et c'est bien le patient qu'il faut prendre en charge, pas le saturomètre.

« Lorsque le sage montre la lune, l'imbécile regarde le doigt... ».

Bibliographie

- Nellcor Sensors, Pulse oximetry : clinical considerations and recommendations, Nellcor Puritan Bennett 2001.
- A.H. Kendrick, Non vasive gas measurments. Pulse oximetry, Dept of Respiratory Medicine, Bristol Royal Infirmary.
- Comroe JH, Bothello S, The unreliability of cyanosis in the recognition of arterial anoxaemia, Am J Med Sci 1947; 214: 1-9.
- Langton J, Hanning CD, Effect of motion artefact on pulse oximeters, Br J Anaesth 1990; 65: 564-570.
- Plummer JL, Zakaria AZ, Isley AH, Fronsko RR, Owen H, Evaluation of the influence of movement on saturation readings from pulse oximeters, Anaesthesia 1995; 50:423-426.
- Stoneham MD, Saville GM, Wilson IH, Knowledge about pulse oxymetry among medical and nursing staff, Lancet 1994; 344: 1339-1342.
- Les recommandations des experts de la Société de Réanimation de Langue Française, Réanim Urgences 2000 ; 9 : 407-12.
- Tablette Nonin Avant 9600, Nonin Medical Inc, 2002.
- Norme AFNOR NF EN 865, avril 1997.
- Elaine N. Marieb, Anatomie et physiologie humaines, DeBoeck Université 1992.