

## Revue générale / Review

## Le Monitoring Respiratoire Per opératoire Chez l'Adulte

Ze Minkande J<sup>1,3</sup>, Bob'Oyono JM<sup>2,3</sup>, Afane Ela A<sup>2,3</sup>, Bengono R<sup>3</sup>, Metogo Mbengono<sup>3</sup>, Metogo Ntsama JA<sup>3</sup>, Binam<sup>F3,4</sup>, Sosso MA<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Hôpital Gynéco-obstétrique et Pédiatrique de Yaoundé.

<sup>2</sup>Hôpital Central de Yaoundé.

<sup>3</sup>Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé I.

<sup>4</sup>Hôpital Général de Yaoundé

<sup>5</sup>Université de Yaoundé I

**Corresponding author:** Ze Minkande J, Hôpital Gynéco-obstétrique et Pédiatrique de Yaoundé

Email : [minkandeze@yahoo.fr](mailto:minkandeze@yahoo.fr)

**Abstract**

Monitoring, the respiratory system is necessary during anesthesia, due to the depressif effects of anesthesics drugs. And alternative mechanism and its follow up must thus be assured. A mechanical monitoring dosen't exclude the presence of qualified anesthetist in the surgical hall to follow up the patients clinically. The mechanical monitoring is based on a pulse oxymetry, CO2 analysis (capnography), ventilator parameters, anaesthetic gaz concentration and the adjustment of alarms.

**KEY WORDS:**

*Monitoring, respiratory system, peroperatory period.*

**Résumé:**

Le monitoring respiratoire est nécessaire au cours de l'anesthésie car les agents anesthésiques dépriment la ventilation. Il donc faut assurer une suppléance et la surveiller. Le monitoring n'exclut pas la surveillance clinique du patient par un personnel anesthésique présent attentif en salle d'opération. Il est basé sur l'oxymétrie de pouls, la capnographie, les paramètres ventilatoires, les concentrations des gaz anesthésiques et les alarmes.

**MOTS CLÉS**

Monitoring, période peropératoire, fonction respiratoire.

**INTRODUCTION**

L'anesthésie est un phénomène complexe qui présente les différents effets pharmacologiques des agents utilisés tels que : sommeil et amnésie pour les hypnotiques, analgésie pour les morphiniques et anesthésiques locaux, relâchement musculaire pour les curares. Cependant à côté de ces effets pharmacologiques recherchés existent des effets secondaires qui génèrent dès les premières secondes de l'induction des troubles de l'homéostasie. Le patient perd alors son autonomie à des fins thérapeutiques, et doit être pris en charge par l'anesthésiste. A ce niveau intervient la notion de monitoring peropératoire. Le monitoring est défini par la surveillance automatisée, continue ou non, d'un paramètre mesuré ou calculé. En dépit d'une surveillance clinique bien faite, des accidents d'anesthésie surviennent, dont 70% relèvent d'un facteur humain. Le but du monitoring est de donner des informations sur la situation clinique du patient, afin d'en améliorer la prise en charge [1]. La réduction des complications per opératoires des deux dernières décennies est probablement liée à la définition d'un monitoring péri opératoire minimal [2]. Le monitoring respiratoire concerne l'ensemble des

paramètres qui rendent compte de la physiologie respiratoire. Au cours de l'anesthésie il porte à la fois sur les paramètres qui sont fonction de la machine d'anesthésie et sur les paramètres qui rendent compte de l'état du patient (saturation artérielle en oxygène, concentration télé-expiratoire en CO2).

**I. GENERALITES**

Le terme monitoring, traduction du mot anglais « monitoring » est utilisé pour désigner la surveillance instrumentale. Il s'agit de l'ensemble des techniques utilisées en anesthésie réanimation consistant à surveiller d'une manière continue ou répétée différents paramètres physiologiques ou biologiques au moyen d'appareils automatiques. Il peut être invasif ou non. Trois fonctions sont habituellement liées au monitoring : l'automatisation, l'alarme et la mémorisation [3, 4]. Ainsi un matériel de monitoring doit :

- permettre la surveillance continue d'un paramètre, s'il est discontinu, sa mesure doit être effectuée de façon automatique

- être muni d'alarmes visuelles et/ou sonores déclenchées dès que les valeurs mesurées sortent d'une fourchette préalablement établie
- associer la mémorisation des paramètres surveillés au monitoring.

**1.1 Aspects réglementaires :** La mise en œuvre du monitoring peropératoire fait partie intégrante de l'acte médical d'anesthésie qui engage la responsabilité du médecin. En France la pratique de l'anesthésie réanimation s'inscrit dans le cadre général de la santé publique, régit par le décret du 26 mars 1992 et de la loi du 4 mars 2002, relative aux droits du malade et à la qualité du système de santé. Les indications précises concernant le monitoring sont données dans le décret n° 94-1050 du 5 décembre 1994 [5]. Les articles D 712-43 à D 712-48 décrivent les obligations minimales de monitoring peropératoire (tableau I) [5]. L'anesthésie étant réalisée « sur la base d'un protocole établi et mis en œuvre sous la responsabilité du médecin anesthésiste. La loi au Cameroun ne s'est pas encore prononcée sur le monitoring obligatoire en période peropératoire.

**Tableau I :** Monitoring du patient anesthésié [2]

Paramètres	Equipement
<b>Contrôle continu de :</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rythme cardiaque</b></li> <li>• <b>Saturation du sang en O<sub>2</sub></b></li> <li>• <b>Débit en O<sub>2</sub> du mélange inhalé</b></li> <li>• <b>Fraction inspiré en oxygène</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrocardioscope</li> <li>• Oxymètre de pouls</li> <li>• Débitmètre à O<sub>2</sub></li> <li>• Analyseur d'O<sub>2</sub></li> </ul>
<b>Surveillance de :</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pression artérielle non invasive ou</b></li> <li>• <b>Pression artérielle invasive</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sphygmomanomètre ou brassard automatisé</li> <li>• Transducteur de pression et scope</li> </ul>
<b>Contrôle continu (si intubation trachéale) de :</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Débits ventilatoires</b></li> <li>• <b>Pressions ventilatoires</b></li> <li>• <b>Concentration de CO<sub>2</sub> expiré</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spiromètre ou débitmètre</li> <li>• Manomètre</li> <li>• Capnomètre</li> </ul>

**1.2 Les recommandations des sociétés savantes :** Les recommandations de la Société française d'anesthésie et de réanimation (Sfar) soulignent également que la présence d'un médecin anesthésiste réanimateur est obligatoire pour assurer la surveillance du patient. Par ailleurs lorsqu'un monitoring expose à un risque spécifique une information doit être donnée comme pour tout acte médical. Pour ce qui est de l'appareil d'anesthésie, les recommandations de la Sfar indiquent les éléments de monitoring indispensables : manomètre, volumètre, analyseur d'O<sub>2</sub>, capnographe, analyseur de vapeurs anesthésiques, alarme de pression

haute ou d'obstruction, alarme d'arrêt de ventilateur. Une alarme de débranchement ou de fuite est indispensable et obtenue par 2 des 3 moniteurs suivants : le manomètre (absence de franchissement d'un seuil de pression minimale), le volumètre (absence d'expiration d'un volume minute minimal), ou le capnographe (absence de gaz carbonique expiré). Les recommandations de la Société d'anesthésie réanimation d'Afrique noire francophone (SARANF) concernant l'équipement minimum d'un site opératoire datent de 2003 à Ndjaména [6]. Pour ce qui est du monitoring, l'équipement minimum comporte un oxymètre de pouls (indispensable); un cardioscope; un appareil à pression artériel et le Stéthoscope (à avoir). Le matériel de monitoring est décrit dans le tableau II ci-dessous.

**Tableau II :** Matériel et catégorie de formation sanitaire [6]

Matériel	Formation sanitaire de base	lère référence	Hôpitaux de référence nationale
<b>Assistance respiratoire</b>	Libération des voies aériennes Administration d'oxygène	Idem + respirateur d'anesthésie et de transport	Idem + respirateur Toute catégorie
<b>Monitoring</b>	Stéthoscope Scope Oxymètre de pouls	Idem	Toute catégorie

Cependant ces recommandations ne sont pas toujours effectives, ainsi l'étude de Ze Minkandé et al a révélé que dans 48 formations sanitaires représentant 6 des 10 régions du Cameroun, la pression artérielle était le paramètre le plus monitoré (100%), suivie du pouls (83,33%), de la diurèse (72,20%) et du saignement (68,71%) [7]. En France le respect des recommandations de la Sfar [8,9] s'est accompagné d'une série de 244000 anesthésies sans aucun accident mortel ou coma, chez des sujets ASA 1 et 2 [10].

## II. PARAMÈTRES RESPIRATOIRES MONITORÉS AU COURS DE L'ANESTHÉSIE

L'enquête épidémiologique sur les anesthésies des années 80 a montré la place importante des complications respiratoires dans la morbidité anesthésique [11]. Les plaintes pour complications respiratoires représentaient près d'un tiers des 1541 dossiers ayant conduit à une plainte et analysées par l'ASA [12]. Cependant, il ne faut jamais oublier de vérifier l'état clinique du patient (rechercher par exemple une marbrure ou une cyanose). Ainsi pendant l'anesthésie la surveillance des échanges gazeux repose sur le monitoring deux paramètres : la saturation artérielle en oxygène et la concentration télé-expiratoire en CO<sub>2</sub>.

## 2.1. Monitoring des paramètres d'oxygénation [3, 13, 14, 15].

### L'Oxymétrie de pouls

Il s'agit du monitoring non invasif de la saturation en O<sub>2</sub> artériolaire (SaO<sub>2</sub>), obligatoire en période opératoire et en SSPI [3]. L'appareil utilisé est l'oxymètre de pouls qui mesure la fraction oxygénée de l'hémoglobine, par oxymétrie de transmission couplée à une photo-pléthysmographie :

- ✓ La pléthysmographie utilise les variations des ondes lumineuses pour reproduire les ondes pulsatiles artérielles.
- ✓ La spectrophotométrie mesure l'absorption des lumières à travers les substances.

Positionnement : On peut le positionner sur le doigt, l'oreille ou le nez. Cependant le signal au doigt est généralement meilleur que sur le lobe de l'oreille (figure 1), surtout en cas de désaturation



Figure 1 : Oxymètre de pouls et positionnement au doigt

a) Intérêt de ce monitoring: L'oxymétrie de pouls permet d'obtenir plusieurs paramètres à la fois : la saturation en oxygène du sang artériel, la courbe de pléthysmographie et la fréquence du pouls. Il permet par ailleurs la détection précoce de désaturations artérielles en période périopératoire et en réanimation, donc diminution de la fréquence, de la profondeur et de la durée des hypoxémies ; diminution des prélèvements artériels pour gaz du sang (et par conséquent diminution de la morbidité et du coût). L'oxymètre de pouls s'avère aussi intéressant au cours du transport du patient de la salle d'opération à la salle de surveillance post-interventionnelle [16, 17]. Ce moniteur peut aussi être utilisé comme une aide au réglage de la ventilation mécanique, permettant de suivre rapidement l'efficacité sur l'oxygénation d'un changement de réglage du ventilateur.

b) Limites: Ces limites doivent être connues de tout utilisateur (tableau III).

Les mouvements entraînent une fausse pulsativité, mal interprétée par l'algorithme. Les Néons et scialytiques ont une pulsativité propre pouvant interférer avec la mesure. L'arythmie entraîne une pulsativité irrégulière gênant le moyennage. Les colorants (vernis à ongle, vert d'indocyanine ou de bleu de méthylène) donnent une mesure moins fiable du fait d'une plus grande absorption du signal. L'ictère n'altère pas le signal.

Corrélations SaO<sub>2</sub>, SPO<sub>2</sub> et PaO<sub>2</sub>: La SaO<sub>2</sub> est un meilleur reflet du contenu artériel total en O<sub>2</sub> (CaO<sub>2</sub>) que la PaO<sub>2</sub>. En effet connaissant la SaO<sub>2</sub> et le contenu en hémoglobine (en ignorant la quantité négligeable de l'oxygène dissout), on peut apprécier approximativement la CaO<sub>2</sub> (tableau IV). La PaO<sub>2</sub> ne permet d'apprécier correctement la CaO<sub>2</sub> que lorsque sont connus la courbe de dissociation de l'hémoglobine, la qualité de l'hémoglobine et le contenu en hémoglobine. Si les hypoxémies sont facilement détectables, les hyperoxies ne peuvent être quantifiées par la SpO<sub>2</sub> dès lors que la PaO<sub>2</sub> dépasse 100mmHg [18].

Tableau III : Principaux mécanismes et étiologies perturbant le monitoring de la SpO<sub>2</sub>

Anomalies	Mécanismes	Causes possibles
<b>SpO<sub>2</sub> non mesurée ou erronée (qualité du signal)</b>	Onde de pouls insuffisante Ou irrégulière	Hypotension artérielle, hypothermie, vasoconstriction, arythmie, compression du membre, CEC continue, déplacement du capteur, Thrombose artérielle, choc Cathéter artériel, froid, collapsus, brassard PA, capteur trop serré
<b>SpO<sub>2</sub> erronée</b>	Artéfacts de mesure	Mouvements ou frissons, Interférences électriques
<b>Sous-estimation de la SaO<sub>2</sub></b>	Augmentation de la pression veineuse digitale	Position déclive du membre, hyperpression thoracique Compression du membre
<b>SpO<sub>2</sub> erronée</b>	Signal insuffisant	Anémie extrême (Ht<10%)
<b>Sous-estimation si SaO<sub>2</sub>&gt;85% ou Surestimation si SaO<sub>2</sub>&lt;85%</b>	Absorption par hémoglobine anormale	Méthémoglobinémie
<b>Surestimation de la SaO<sub>2</sub></b>	Absorption modifiée	carboxyhémoglobine
<b>SpO<sub>2</sub> erronée</b>	Colorants intraveineux	Bleu de méthylène, vert d'indocyanine, rouge indigo
<b>SpO<sub>2</sub> absente ou erronée</b>	Modification de l'absorption	Vernis à ongle ou ongles synthétiques, henné, onychomycose
<b>SpO<sub>2</sub> ne reflétant pas la SaO<sub>2</sub></b>	Manque de précision	Hypoxémie sévère (SaO <sub>2</sub> <80%)

Tableau IV : Corrélations entre SpO<sub>2</sub>(%) et PaO<sub>2</sub> (mmHg)

SpO <sub>2</sub> (%)	PaO <sub>2</sub> (mmHg)
<b>99 ou 100</b>	95 à 650
<b>95</b>	≈80
<b>90</b>	≈60
<b>70</b>	≈40
<b>50</b>	≈25

Ces valeurs dépendent de : température ; pH ; 2,3-DPG ; PaCO<sub>2</sub>

La pigmentation de la peau peut induire une surestimation de la SPO<sub>2</sub> variable selon les appareils, qui augmente avec la pigmentation et l'hypoxémie (max entre 2 et 4%).

La carboxyhémoglobine (COHb) est prise en compte par l'appareil comme de l'oxyhémoglobine, donc surestimation de la SaO<sub>2</sub> réelle. Pour ce qui est de la méthémoglobine (metHb), plus sa concentration est élevée, plus la SPO<sub>2</sub> tend vers 85%, quelle que soit la SaO<sub>2</sub> réelle.

En pratique, il faut maintenir une SPO<sub>2</sub> ≥ 94% pour assurer une SaO<sub>2</sub> réelle ≥ 90% et une PaO<sub>2</sub> ≥ 60 mmHg. Enfin l'oxymétrie de pouls n'est pas adaptée pour reconnaître sans délai et de façon fiable un défaut ou une absence de ventilation d'un patient, car il faut plusieurs minutes, en fonction du degré d'oxygénation préalable, pour qu'une hypoxie se manifeste.

c) Incidents possibles :

-Hypoxémie non détectées par la SPO<sub>2</sub> en raison d'un signal faussé par l'agitation (enfants) : associer systématiquement dans ce cas un autre monitoring.

-Les troubles locaux de la perfusion liés à l'utilisation d'une pince capteur adulte chez l'enfant (à éviter)

-Risque de surchauffe du capteur lié à l'utilisation d'un moniteur de marque différente (malgré une connexion compatible)

-Désaturation passant inaperçue en raison de fausses alarmes à répétition.

*Analyse de d'oxygène dans les gaz inspirés [19,20]*

a) La FiO<sub>2</sub> : la mesure de la fraction inspirée en oxygène permet de vérifier que le gaz inspiré par le patient contient une concentration suffisante en oxygène. Il s'agit donc plus d'une surveillance du circuit et du ventilateur que d'une surveillance de l'oxygénation du patient [3]. Les moniteurs de FiO<sub>2</sub> permettent donc d'assurer que le mélange de gaz inhalé par le patient n'est pas un mélange hypoxique.

b) L'analyse de la fraction en O<sub>2</sub> en fin d'expiration (FeO<sub>2</sub>) : La FeO<sub>2</sub> est un témoin fiable de la qualité de pré oxygénation, mais elle ne donne pas d'information directe sur la quantité des réserves d'oxygène. Ce monitoring n'est pas obligatoire et n'est possible de manière fiable qu'avec certains capteurs rapides (paramagnétiques). Lorsque la FeO<sub>2</sub> est ≥ 90%, la quasi-totalité de l'air alvéolaire a été remplacée par de l'oxygène.

Limites du monitoring de la FeO<sub>2</sub> : L'élévation rapide de la FeO<sub>2</sub> au cours de l'inhalation d'oxygène chez l'enfant, la femme enceinte ou chez le patient obèse ou ayant une maladie respiratoire restrictive traduit en général des réserves faibles, alors que chez l'emphysémateux, l'élévation de la FeO<sub>2</sub> est plus lente.

c) Monitoring de l'oxygène par voie transcutanée (Ptc O<sub>2</sub>) :

Les mesures de la PtcO<sub>2</sub> reposent sur la notion que l'oxygène et le gaz carbonique, comme les autres gaz présents dans l'organisme, diffusent à travers la surface

cutanée. Le monitoring de la PtcO<sub>2</sub> est la mesure de la pression tissulaire en O<sub>2</sub> qui par des artifices techniques permet d'obtenir une valeur proche de la valeur artérielle. Le principe utilisé est la mesure de la pression partielle de l'O<sub>2</sub> diffusé à travers la peau par une électrode (électrode polarographique de Clark) collée sur la peau. Ce territoire cutané doit être chauffé (≈ 43-45°C). La PtcO<sub>2</sub> est influencée par le débit cutané (une diminution importante du débit cardiaque entraîne une diminution de PtcO<sub>2</sub>). Cette technique garde une place mineure en raison d'une modification des valeurs par les gaz et les vapeurs anesthésiques, ainsi que les contraintes techniques (calibration toutes les 12 à 24 heures, temps de chauffage 15 à 20 minutes) [19, 20].

*La capnométrie [3, 13, 14,15, 21, 22,23]*

La capnographie permet de mesurer le contenu en CO<sub>2</sub> du mélange gazeux pendant tout le cycle respiratoire.

Monitoring de la PetCO<sub>2</sub> : La mesure continue de la concentration en CO<sub>2</sub> dans le gaz du circuit respiratoire se fait le plus souvent sur un échantillon de gaz aspiré en continu par le capnomètre. Le débit d'aspiration (50-200ml/min) doit être pris en compte en pédiatrie ou en cas de faible débit de gaz. La surveillance de la PetCO<sub>2</sub> est obligatoire lorsque le patient est intubé (décret 94-1050 du 5déc 1994 en France). Pour une interprétation correcte de la capnométrie il faut disposer d'un système de mesure du CO<sub>2</sub> expiré permettant l'affichage permanent de la courbe. La valeur peut être exprimée en mmHg ou en % de CO<sub>2</sub> dans les gaz expirés. Le capnogramme est la courbe de la concentration du CO<sub>2</sub> mesurée au niveau de l'air expiré (PeCO<sub>2</sub>).

Intérêt et limites : Les informations fournies par le capnomètre nécessitent une interprétation en fonction des données cliniques.

-L'absence de CO<sub>2</sub> dans le gaz expiré permet la détection précoce de l'intubation œsophagienne. Celle-ci peut être prise en défaut en cas de bronchospasme sévère, d'arrêt cardiaque ou de fuite dans le circuit. A contrario, un capnogramme transitoire peut être observé après intubation œsophagienne, l'estomac pouvant contenir du CO<sub>2</sub>.

- La présence du CO<sub>2</sub> dans le gaz inspiré est le témoin d'une réhinalation (chaux sodée saturée, faible débit de gaz frais ou valve défectueuse)

- La concentration en CO<sub>2</sub> en fin d'expiration (PetCO<sub>2</sub>) est un reflet, habituellement fidèle de la PaCO<sub>2</sub>, avec un gradient compris entre 3 et 5 mmHg. Cependant ce gradient n'est pas toujours prévisible (affections broncho-pulmonaires préexistantes) et peut varier en fonction de la situation clinique chez un même malade (modifications hémodynamiques, chirurgie thoracique, embolie). La PetCO<sub>2</sub> ne peut donc pas remplacer la mesure directe de la PaCO<sub>2</sub> dans ces circonstances ou lorsque la PaCO<sub>2</sub> doit être ajustée précisément (neurochirurgie).

Les variations de la capnométrie et du capnogramme doivent toujours être interprétées conjointement et rapidement, car elles peuvent traduire : une variation de

la ventilation alvéolaire, une modification du débit cardiaque (ETCO<sub>2</sub> diminue quand le débit cardiaque augmente), une modification de la production du CO<sub>2</sub> (ETCO<sub>2</sub> diminue quand la profondeur d'anesthésie augmente), notamment en cas de variation de température, une résorption de CO<sub>2</sub> en coeliochirurgie, un phénomène embolique pulmonaire (ETCO<sub>2</sub> diminue car le gradient alvéolo-capillaire augmente et la perfusion tissulaire diminue)

- La forme du capnogramme est aussi importante à considérer : Il a normalement une forme rectangulaire (figure 2) à laquelle on décrit 5 phases principales (après la brève phase initiale E1, inapparente, correspondant à l'expiration de l'espace mort anatomique) :

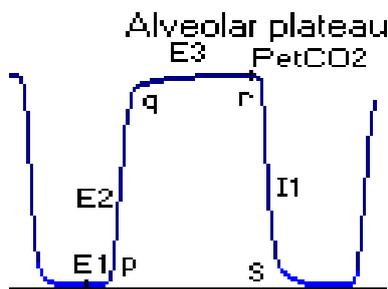


Figure 2 : capnogramme normal

- **E<sub>2</sub>** : pente ascendante, presque verticale (air mixé),
- **Angle Q** : proche de 90°, habituellement bien marqué,
- **E<sub>3</sub>** : plateau expiratoire presque horizontal (air alvéolaire),
- **R** : pic télé-expiratoire (PetCO<sub>2</sub>) proche de la PACO<sub>2</sub> et de la PaCO<sub>2</sub>,
- **I<sub>1</sub>** : pente descendante verticale (début de l'inspiration suivante)

Remarques sur le capnogramme normal : la ligne de base doit revenir à zéro (si non réinhalation) ; le plateau QR doit être légèrement ascendant ; l'EtCO<sub>2</sub> est déterminé par 3 paramètres (la production métabolique de CO<sub>2</sub>, son transport vers les poumons (débit cardiaque), et son élimination par la ventilation

Les capnogrammes pathologiques :

-L'absence du plateau enfin d'expiration, remplacé par une pente expiratoire prolongée témoigne d'une inhomogénéité des constantes de temps de vidange pulmonaire observée dans la BPCO et le bronchospasme. Dans ce cas l'expiration en cours est interrompue par l'insufflation suivante, et la PetCO<sub>2</sub> sous-estime la PaCO<sub>2</sub>.

- Diminution progressive ou rapide de l'EtCO<sub>2</sub> : hypoventilation (fuite du circuit, débit de gaz frais insuffisant), baisse du VA/Q par embolie pulmonaire ou par baisse du débit cardiaque (hypovolémie, pneumothorax compressif, clampage cave), baisse du métabolisme (approfondissement de l'anesthésie, hypothermie)

-Augmentation brutale de l'EtCO<sub>2</sub> : augmentation du débit cardiaque, hyperthermie maligne.

## 2.2) Paramètres ventilatoires [19, 20, 21, 22] :

### Mesure des pressions et volumes

La surveillance des pressions dans les voies aériennes permet d'apprécier les forces s'opposant au débit gazeux délivré par le ventilateur. Il peut s'agir au niveau du patient, de forces de distension de l'ensemble poumon-cage thoracique ou de forces imputables à la résistance des voies aériennes. Néanmoins la pression est mesurée au niveau du circuit du ventilateur, l'augmentation des pressions peut être secondaire à une augmentation des résistances située dans le circuit du respirateur. Deux types d'alarme peuvent être déclenchés :

-L'alarme de haute pression qui est déclenchée lorsque la pression d'insufflation atteint une valeur limite réglée. Cette alarme indique l'existence d'une gêne à l'insufflation du volume courant située soit dans le circuit du ventilateur, soit dans les voies aériennes du patient.

-L'alarme basse est en principe une alarme destinée à indiquer un débranchement du ventilateur ou du circuit. Une fois le circuit et la ventilation branchés sur la sonde trachéale, le niveau de cette alarme est habituellement fixé à 5 cmH<sub>2</sub>O au dessous de la pression crête atteinte.

### Monitoring de la spirométrie [19, 20].

Il s'agit de monitorer l'ensemble des techniques spirométriques munies d'alarmes. En pratique, la spirométrie apporte réellement une surveillance fiable de la ventilation. Elle peut cependant être prise en défaut lors d'une intubation œsophagienne, elle peut également être utilisée sur un circuit filtre utilisant un faible débit de gaz frais, et que survient une déconnexion.

### - Trapping gazeux

Le trapping gazeux en fin d'expiration est lié à une réduction du flux expiratoire, observé dans le bronchospasme ou les pathologies bronchiques chroniques (emphysème+++). Sa détection est importante surtout dans les situations de ventilation unipulmonaire, parce qu'il s'accompagne d'une pression positive enfin d'expiration (auto-PEP ou PEP intrinsèque) et peut avoir un retentissement hémodynamique majeur, lié à la gêne au retour veineux et à l'interaction entre ventricules. Cette PEP n'est pas détectée par le monitoring habituel de la pression dans les voies aériennes supérieures, mais elle est détectée de manière indirecte par un débit expiratoire non nul (et anormal) en fin de l'expiration sur un monitoring de la courbe débit-volume.

### - Analyse de la concentration des gaz anesthésiques :

Le monitoring des gaz anesthésiques (fraction inspirée et expirée) permet d'évaluer la quantité délivrée et la

profondeur de l'anesthésie. La fraction télé-expiratoire en gaz halogéné est le reflet de la concentration artérielle et permet une estimation de la concentration au site-effet. La concentration inspiratoire dépend de la quantité de gaz délivré dans le circuit et de la réinhalation. Plus le débit de gaz frais est élevé et plus la concentration de gaz halogéné dans le circuit est proche de la concentration dans les gaz frais.

### 2.3) Monitoring des paramètres de mécanique ventilatoire

#### Paramètres monitorés

Au cours de l'anesthésie générale, et après l'intubation endotrachéale, le patient est connecté au respirateur d'anesthésie dans le but d'assurer une hématoxémie optimale. Dès la connexion du patient au respirateur, les paramètres suivants sont réglés : volume courant (6-8ml/Kg), fréquence respiratoire, pression expiratoire (le plus souvent à 0 mmHg pour la ventilation en anesthésie, parfois faible niveau de pression expiratoire positive), fraction inspirée en oxygène (FiO<sub>2</sub>) dans les gaz frais et mélanges gazeux (O<sub>2</sub>-air ; O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>O), rapport I/E (1/2). On doit aussi régler également l'évaporateur des agents anesthésiques inhalés. En fin les alarmes du respirateur sont réglées (à des seuils en rapport avec le patient et sa physiologie) et on se rassure qu'elles sont audibles. La plupart des machines d'anesthésie affichent une configuration pré-réglée des alarmes, que l'on peut ensuite adapter en rapport à chaque patient.

#### Alarmes

- Alarme du capnomètre : il faut régler l'alarme supérieure de PETCO<sub>2</sub> que l'on va accepter chez le patient ainsi que l'alarme inférieure (utile pour le diagnostic de déconnexion du patient)
- Alarme de FiO<sub>2</sub> : Il faut assurer au patient un mélange non hypoxique (attention particulière lors des modes ventilatoires à bas débits)
- Alarmes de spirométrie : le respirateur est réglé en ventilation contrôlée en lui donnant une consigne de volume courant et de fréquence. L'alarme existe sur la mesure des gaz expirés en une minute. Il existe une borne haute (aide au diagnostic de décurarisation et un passage en ventilation spontanée) et une borne inférieure (aide au diagnostic de déconnexion).
- Alarme de pression : Il faut régler le seuil d'alarme inférieure (aide au diagnostic de débranchement ou de fuite dans le circuit) et l'alarme supérieure (utile pour le diagnostic d'obstruction des voies aériennes ou de plicature du circuit de ventilation)
- Alarme d'agents anesthésiques inhalés : On règle un seuil haut qui prévient le surdosage en agents anesthésiques inhalés (cuve laissée ouverte par inadvertance). On règle aussi le seuil bas qui permet de détecter le bas niveau de remplissage en agent anesthésique inhalé (une des causes de mémorisation peropératoire).

Toutes ces alarmes sont monitorées pendant la période peropératoire pour détecter à tant les complications et assurer une prise en charge rapide et adéquate.

### CONCLUSION:

Le monitoring ne remplace pas la surveillance clinique du patient au bloc opératoire. Le rôle du monitoring est de donner les informations sur la situation clinique du patient, afin d'en améliorer la prise en charge. Les sociétés savantes ont défini les recommandations sur le monitoring minimum respiratoire et hémodynamique (Sfar, SARANF). L'étendue et la complexité du monitoring résultent de l'analyse de la situation clinique du patient, de l'acte opératoire prévu et de l'environnement dans lequel il prend place. L'anesthésiste doit avoir une bonne connaissance du paramètre physiologique mesuré par l'appareil, des limites de la mesure et des complications éventuelles. La saturation en oxygène, la pression expirée en CO<sub>2</sub>, les paramètres ventilatoires, les concentrations des gaz anesthésiques et les alarmes sont les principaux éléments à surveiller en période peropératoire sur le plan respiratoire

### REFERENCES

1. Pili-floury S, Devaux B, Samain E. Le monitoring au bloc opératoire. Les essentiels 2005. 47<sup>e</sup> Congrès national d'anesthésie et de réanimation. Paris : Elsevier 2005 : 335-351.
2. Lienhart A, Auroy Y, Pequignot F et al. Première leçon de l'enquête « mortalité » Sfar-Inserm. In Sfar, Ed. 45<sup>e</sup> Congrès national d'anesthésie et de réanimation. Paris : Elsevier 2003 : 203-18.
3. Clergue F, Barre E, OURAHMA S. Monitoring périopératoire de l'oxygène et du gaz carbonique. EMC 4<sup>e</sup> ed (paris) 36385 A 10 10- 1990.
4. Beydou L, Guilleux AM. Monitoring peri-opératoire in Kamran Sami. Anesthésie réanimation chirurgicale. Paris 3<sup>ème</sup> édition Médecine Sciences Flammarion 2003:196-210.
5. Ministère des affaires sociales de la santé et de la ville. Décret n° 94-1050 du 5 décembre 1994 relatif aux conditions techniques de fonctionnement des établissements de santé publique. Journal Officiel de la République Française du 8 décembre 1994.
6. Société des anesthésistes -réanimateurs d'Afrique noire francophone. Recommandations concernant l'équipement minimum d'un site d'anesthésie et la formation du personnel. Congrès d'anesthésie réanimation de la SARANF, Ndjamen 2003.
7. Ze Minkandé J, Mboudou E T, Chiabi A, Bengondo C, Yonzo F, Noah L, Binam F, Chobli. Monitoring peropératoire en anesthésie générale chez l'adulte au Cameroun. Clinics in Mother and Child Health 2007 ; Vol 4 (2) : 797-801.
8. Eichhorn JH, Prevention of intraoperative anesthesia accidents and related severe injury through safety monitoring. Anesthesiology 1989; 70:572-7.
9. Recommandations concernant la surveillance des patients en cours d'anesthésie, SFAR, septembre 1989.
10. Recommandations concernant la surveillance et les soins postanesthésiques, SFAR. Septembre 1990.
11. Hatton F, Tiret L, Maujol L, et al. INSERM. Enquête épidémiologique sur les anesthésies. Premiers résultats. Ann Fr Anesth Réanim 1983 ; 2 :331-86.
12. Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, et al. Adverse respiratory events in anesthesia; a closed claims analysis. Anesthesiology 1990; 72: 828-33.
13. Billard V. Monitoring de la profondeur de l'anesthésie. 53<sup>e</sup> congrès national d'anesthésie et de réanimation. Infirmiers,

- 
- Infirmièr(e)s anesthésistes diplômé(es) d'état. Paris. Elsevier 2011: 1-8.
14. De Montblanc J. Monitoring in Francis B, Lember N. Le livre de l'interne d'anesthésie. Médecine-Sciences Flammarion, Paris 2006 : 205-34.
  15. Tyler I.L, Tantisira B, Winter PM, Motoyma E.K. Continuous monitoring of arterial oxygen saturation with pulse oxymetry during transfer to recovery room. *Anesth Analg* 1985; 65:1108-1112.
  16. Morris R.W., Buxchman A., Warren D.L., Philip J.H., Raemer D.B. The prevalence of hypoxemia detected by pulse oxymetry during recovery from anesthesia. *J. Clin. Monit.* 1988; 4:16-20.
  17. Knill RL, Clement J.L, Kiersaszewicz H.T., Dodgson B.G. Assessment of two noninvasive monitors of arterial oxygenation in anesthetized man. *Anesth. Analg.* 1982; 61: 581-6.
  18. Norber R, Holger T. Atlas de poche d'anesthésie. Médecine-Sciences Flammarion Paris 2001 : 156-64.
  19. Degrémon AC, Clerge F. Monitoring respiratoire. Anesthésie réanimation chirurgicale, 2<sup>e</sup> édition, Médecine –Sciences Flammarion ed 1995 :pp406-413.
  20. Buhre W, Rossaint R. Perioperative management and monitoring in anaesthesia. *Lancet* 2003; 362:1839-46.
  21. Dureuil B, De Larminat V. La capnographie dans la surveillance per et postopératoire. Congrès National d'Anesthésie-Réanimation. Conférences d'actualisation ; Masson ed 1993 :97-116.
  22. Lienhart A, Auroy Y, Pequignot F, Benhamou D, Warszawski J, Bovet M, et al. Survey of anesthesia-related mortality in France. *Anesthesiology*, 2006; 105: 1087-97.
  23. Futier E, Pascal J, Constantin JM. Surveillance de la ventilation au bloc opératoire. 53<sup>e</sup> Congrès national d'anesthésie et de réanimation Sfar, Elsevier Paris 2011 : 1-8.