

# La ventilation uni-pulmonaire

**Henri Rossi, Olivier Cantini, Gérard Janvier** *(Bordeaux)*

# 1. Introduction

La ventilation uni-pulmonaire ou sélective en période per-anesthésique n'est pas une technique d'assistance ventilatoire conventionnelle. Elle nécessite la mise en place de sondes d'intubation spécifiques et entraîne des modifications des échanges gazeux avec anomalies du rapport ventilation/perfusion. Elle reste une règle en chirurgie pulmonaire. Pourtant, de nombreux anesthésistes peuvent y être confrontés, notamment en urgence.

## 2. Indications de la ventilation uni-pulmonaire (tableau I)

### 2.1. Indications absolues

Il existe trois types d'indications de ventilation uni-pulmonaire. La séparation pulmonaire est, dans ce contexte, considérée comme une manœuvre de sauvetage. En effet, l'absence de séparation peut menacer le pronostic vital du patient.

### 2.2. Indications relatives

Un grand nombre d'indications relatives à la ventilation sélective permettent de faciliter le travail chirurgical en collabant le poumon dans l'hémithorax opéré.

### 2.3. Indications en réanimation

Elles sont rares et concernent essentiellement des patients porteurs de SDRA asymétrique et nécessitent l'utilisation de 2 respirateurs séparés et synchronisés.

On peut constater que les indications absolues sont le plus souvent des urgences alors que les indications relatives relèvent de la chirurgie réglée.

<b>Indications de la séparation pulmonaire</b>	
<b>Indications absolues</b>	<b>Indications relatives</b>
Isolation d'un poumon pour éviter une dissémination ou une contamination : <ul style="list-style-type: none"> <li>- hémorragie massive</li> <li>- infection</li> </ul>	Haute priorité à l'exposition chirurgicale : <ul style="list-style-type: none"> <li>- anévrisme de l'aorte thoracique</li> <li>- pneumonectomie</li> <li>- lobectomie supérieure</li> <li>- exposition du médiastin</li> <li>- thoroscopie</li> </ul>
Contrôle de la répartition de la ventilation : <ul style="list-style-type: none"> <li>- fistule bronchopleurale</li> <li>- ouverture chirurgicale d'une bronche majeure</li> <li>- bulle ou kyste géant</li> <li>- rupture bronchique</li> </ul>	Priorité moyenne ou faible : <ul style="list-style-type: none"> <li>- lobectomie moyenne ou inférieure</li> <li>- résection segmentaire</li> <li>- œsophagectomie</li> <li>- chirurgie de la colonne vertébrale thoracique</li> </ul>
Lavage bronchopulmonaire unilatéral : <ul style="list-style-type: none"> <li>- protéinose alvéolaire pulmonaire</li> </ul>	

**Tableau I**

*Indications de la séparation pulmonaire (d'après [1]).*

### 3. Problématique de la ventilation uni-pulmonaire

La ventilation uni-pulmonaire est responsable d'une altération des échanges gazeux avec majoration du shunt intra-pulmonaire et d'une surdistension alvéolaire par augmentation des pressions de crête et de plateau [2].

Après anesthésie générale, on sait que la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) diminue chez tous les patients en décubitus dorsal. Il en est de même en décubitus latéral, avec apparition secondaire de trouble du rapport ventilation/perfusion et création d'un shunt droit-gauche en ventilation uni-pulmonaire.

En effet, chez le patient anesthésié en décubitus latéral et en ventilation bilatérale, la perfusion sanguine est déviée vers le poumon inférieur. Par contre, la ventilation est plus facile dans le poumon supérieur. Au total, le poumon déclive se retrouve bien perfusé mais mal ventilé (effet shunt), avec déplacement vers le bas de la courbe débit-volume. La compliance pulmonaire de ce poumon diminue du fait de la gêne due au poids du médiastin, à la poussée des viscères abdominaux, à la position sur la table opératoire et au billot.

En ventilation uni-pulmonaire, le poumon supérieur non ventilé répond à l'hypoxie tissulaire par une vasoconstriction active. Cette vasoconstriction pulmonaire hypoxique (VPH) est un réel « mécanisme de défense contre l'hypoxie ». Ainsi, l'augmentation des résistances vasculaires pulmonaires du poumon non ventilé détourne le débit sanguin vers les zones ventilées normoxiques ou hyperoxiques sans augmenter la pression artérielle pulmonaire. Ce mécanisme d'action n'est pas connu avec précision et n'intéresse que les petites artères pulmonaires situées au niveau des bronchioles terminales.

La VPH diminue au maximum de moitié la perfusion d'un poumon non ventilé. Ainsi, si la répartition préopératoire du débit pulmonaire est égale entre les deux poumons, la perfusion du poumon supérieur passe de 50 % en décubitus dorsal à 40 % en décubitus latéral (effet de la gravité), et à 20 % lorsqu'il n'est plus ventilé (effet de la vasoconstriction pulmonaire hypoxique), ce qui correspond à une PaO<sub>2</sub> de l'ordre de 250 à 300 mmHg en O<sub>2</sub> pur.

La VPH est inhibée par tous les médicaments vasodilatateurs (dérivés nitrés, inhibiteurs calciques, dobutamine, agonistes  $\beta_2$ ) et les halogénés. Elle est également altérée chez les patients porteurs d'une BPCO, en cas d'hypocapnie ou de remplissage vasculaire excessif. Les manipulations chirurgicales peuvent aussi aggraver le shunt par libération de prostaglandines vasodilatatrices. Au total, 10 à 20 % des patients sont hypoxémiques en ventilation uni-pulmonaire.

De nombreux facteurs expliquent que la réponse à la ventilation uni-pulmonaire soit variable : répartition préopératoire du débit sanguin pulmonaire, côté non ventilé (shunt plus important si le poumon droit est non ventilé), degré de vasoconstriction hypoxique du poumon supérieur, répercussion du mode de ventilation du poumon inférieur sur sa perfusion.

Le risque d'hyperinflation pulmonaire dynamique (HPD) est également important en ventilation sélective et plus particulièrement chez le patient emphysémateux. Elle se définit par une distension pulmonaire au-dessus de la CRF en fin d'expiration [2]. Elle se traduit par l'apparition d'une pression télé-expiratoire positive intrinsèque (PEEP intrinsèque ou auto-

PEEP), correspondant à un volume « trappé ». Cette PEEP intrinsèque peut être un facteur favorisant la survenue d'une hypoxémie. En effet, l'augmentation des résistances vasculaires pulmonaires du poumon ventilé, secondaire à cette PEEP intrinsèque, peut entraîner une redistribution d'une fraction du débit sanguin vers le poumon ventilé et augmenter le shunt.

Le risque de l'hyperinflation pulmonaire est également hémodynamique (« tamponnade gazeuse ») : le retour veineux est gêné par l'HPD et entraîne une hypotension artérielle voire un arrêt cardiaque lors de l'instauration de la ventilation uni-pulmonaire. Il faut donc optimiser les paramètres ventilatoires chez l'emphysémateux avant la mise en ventilation uni-pulmonaire, en diminuant le volume courant et en allongeant le temps expiratoire.

Le dernier risque de l'HPD est barotraumatique, avec le risque de survenue d'un pneumothorax qui reste cependant exceptionnel.

## 4. Technique de blocage pulmonaire

On entend par intubation sélective la mise en place d'une sonde munie d'un ballonnet d'étanchéité dans l'une des deux bronches souches, permettant la séparation bronchique et autorisant la ventilation uni-pulmonaire [3].

La connaissance de l'anatomie de l'arbre trachéobronchique est essentielle pour comprendre les possibilités de l'intubation sélective. En effet, la bronche souche gauche est plus longue et plus divergente que la bronche souche droite. Ainsi, la marge de sécurité ou zone de bon positionnement de l'extrémité du dispositif intrabronchique est plus petite à droite (4 à 8 mm) qu'à gauche (1,6 à 1,9 cm). Cela permet la mise en place d'une sonde avec tube bronchique gauche sans obstruer l'orifice lobaire supérieur gauche.

Le praticien dispose de plusieurs dispositifs : les sondes à double lumière, les sondes à simple lumière, les bloqueurs bronchiques et le tube Univent<sup>®</sup>.

### 4.1. Les sondes à double lumière (SDL)

Elles sont constituées par l'accolement de deux canaux, l'un bronchique et l'autre trachéal. Chacun des canaux est muni de son ballonnet d'étanchéité. Ces sondes existent en caoutchouc (réutilisables) et en PVC (usage unique). Il existe 4 types de SDL.

La plus ancienne et la plus utilisée de toutes les SDL est la sonde de Carlens en caoutchouc. Elle est destinée à l'intubation bronchique gauche. Elle se caractérise par la présence d'un ergot au-dessous de l'orifice trachéal qui facilite le positionnement correct de la sonde. Elle permet de pratiquer toute la chirurgie thoracique sauf la pneumonectomie gauche. Cette sonde existe en 4 tailles : Charrière 39 et 41 chez l'homme ; Charrière 35 et 37 chez la femme.

La sonde de White est l'équivalent droit de la sonde de Carlens, avec un ballonnet fendu en regard de l'orifice lobaire supérieur. Elle est destinée à intuber la bronche souche droite. Le positionnement de cette sonde en bonne position est aléatoire du fait de la faible marge de sécurité.

Les sondes de Robertshaw, droite et gauche, se différencient de la sonde de Carlens par l'absence d'ergot. Cette caractéristique facilite l'intubation mais son positionnement sur la carène est plus délicat avec un risque important de déplacement secondaire. La sonde de Robertshaw droite est utilisée pour la pneumonectomie gauche.

Les sondes en PVC existent en plusieurs versions sur le marché. Leurs avantages sont certains : présentation stérile, non réutilisables, dépourvues de latex, kit de raccordement à usage unique livré avec chaque sonde, ballonnet à basse pression, calibre interne des canaux plus important.

Pourtant, l'expérience de notre service retrouve des malpositions de l'ergot plus fréquentes qu'avec les sondes en caoutchouc. De plus, le blocage peut dans certains cas s'avérer plus difficile. Les sondes en caoutchouc gardent donc encore des indications.

## 4.2. Les tubes bronchiques à lumière unique

Ils permettent l'intubation sélective de la bronche souche du côté sain et excluent en totalité l'autre côté. Ce sont des sondes en PVC à simple lumière munies de deux ballonnets basse pression, l'un trachéal et l'autre bronchique. Elles nécessitent le plus souvent l'utilisation du fibroscope pour s'assurer du bon positionnement.

Leur avantage principal est le calibre interne important, mais une fois en place, elles ne permettent aucune manœuvre (aspiration, reventilation peropératoire) au niveau du poumon exclu. Nous n'utilisons donc pas ces sondes en 1<sup>ère</sup> intention pour la chirurgie réglée.

### 4.3. Tubes avec bloqueur

Le tube Univent<sup>®</sup> est une sonde en silicone munie d'un bloqueur bronchique qui coulisse dans un canal inclus dans la paroi. Après une intubation oro-trachéale, le bloqueur est descendu sous contrôle fibroscopique, puis le ballonnet est gonflé. On obtient l'affaissement du poumon opéré en laissant ouverte la lumière du bloqueur. Une réexpansion intermittente ou une aspiration du poumon peuvent être réalisées sans déplacer le bloqueur.

Le dispositif d'Arndt est un bloqueur qui s'adapte sur une sonde d'intubation standard. Un lasso est situé à l'extrémité du bloqueur dans lequel on passe le fibroscope pour faciliter le positionnement [4].

### 4.4. Choix du dispositif de contrôle bronchique

Les nouvelles réglementations d'hygiène hospitalière imposent l'utilisation de sondes en PVC et à usage unique.

Toute la chirurgie droite et la chirurgie périphérique et lobaire gauche peuvent se faire avec une sonde de Carlens ou équivalent en PVC. En effet, sa facilité de mise en place et son faible risque de déplacement peropératoire en font la sonde la plus souvent utilisée.

En cas de pneumonectomie gauche prévue, nous utilisons la sonde de Robertshaw droite.

Les tubes sans ergot conviennent mieux lorsqu'une résection à ras de la carène est envisagée.

En cas d'intubation difficile avec impossibilité de mettre en place une SDL, le tube Univent<sup>®</sup> ou une sonde d'intubation standard avec bloqueur autonome (dispositif d'Arndt) sont les deux alternatives.

## 5. Conduite pratique de la ventilation uni-pulmonaire

### 5.1. Protocole anesthésique et monitoring en période peropératoire

Le monitoring peropératoire est standard : cardioscope 5 électrodes, oxymétrie de pouls, pression non invasive, capnographie et analyseurs de gaz.

Les indications de la mise en place d'un cathéter artériel sont les pneumonectomies, les actes à risque hémorragique, les patients emphysémateux et les greffes pulmonaires.

L'induction anesthésique ne présente aucune spécificité et dépend essentiellement des antécédents du patient. L'anesthésie générale peut être maintenue avec les agents halogénés ou le propofol. En effet, l'inhibition de la VPH constatée avec les halogénés chez l'animal est faible chez l'homme (environ 4 % pour une MAC à 1) et ne contre-indique pas leur utilisation en chirurgie thoracique [5]. Par ailleurs, ils ont un effet bronchodilatateur qui peut s'avérer bénéfique. Les morphiniques et le propofol n'ont pas ou peu d'effet sur la VPH. Les curares ne modifient pas la VPH mais sont nécessaires pour l'induction anesthésique et l'intubation, ainsi que pour la myorelaxation indispensable à l'acte chirurgical.

### 5.2. Vérification de la SDL

Le positionnement de la SDL doit être parfait avant l'incision. Sa vérification est effectuée par l'anesthésiste lorsque le patient est en décubitus dorsal, puis après la mise en décubitus latéral, car le risque de déplacement secondaire n'est pas négligeable. Après auscultation bilatérale en ventilation uni-pulmonaire gauche puis droite, il faut rechercher de façon systématique une fuite inférieure à 50 mL grâce au spiromètre de Wright. Certaines équipes utilisent l'épreuve dite des « bulles ». La vérification systématique du positionnement de la SDL est discutée. Par contre, en cas de fuite persistante ou de pressions de ventilation trop élevées, l'utilisation de la fibroscopie (fibroscope pédiatrique 3,7 mm) doit être systématique. Son utilisation est plus fréquente avec les sondes sans ergot et en cas de sonde droite devant le risque important d'obstruction du lobe supérieur droit.



### 5.3. Ventilation en période peropératoire

La ventilation mécanique est obligatoire et elle a comme objectifs d'assurer une ventilation alvéolaire et des échanges gazeux suffisants. Deux modes ventilatoires sont utilisables en ventilation uni-pulmonaire : la ventilation en volume contrôlée et la ventilation en pression contrôlée.

En ventilation uni-pulmonaire, le maintien d'un volume courant de 8 à 10 mL.kg<sup>-1</sup> avec une pression de plateau limitée à 30 cmH<sub>2</sub>O et une fréquence respiratoire de 12 à 14 par minute paraît idéal [6]. Une FiO<sub>2</sub> élevée est recommandée (comprise entre 70 et 100 %), car le risque de désaturation est plus important que celui d'atélectasies postopératoires du fait de la courte période d'exposition. Par contre, le dogme d'une ventilation à FiO<sub>2</sub> 100 % systématique a été remplacé par l'adaptation de la FiO<sub>2</sub> à la valeur de la SpO<sub>2</sub> (qui doit rester comprise entre 95 et 100 %) [6].

La ventilation en pression contrôlée permet une diminution des pressions de crête et de plateau en ventilation uni-pulmonaire pour une même ventilation minute du fait de l'utilisation d'un débit décélérant. Tugrull et coll. ont également retrouvé une réduction du shunt intra-pulmonaire et une amélioration de la PaO<sub>2</sub> [7].

### 5.4. Complications

L'hypoxémie est la complication la plus fréquente durant la ventilation uni-pulmonaire. Elle concerne 10 à 20 % des patients et se définit par une SpO<sub>2</sub> inférieure à 95 % qui conduit à une série d'étapes thérapeutiques (tableau II).

Il faut avant tout penser à un déplacement de la SDL, notamment en cas d'élévation des pressions d'insufflation. Le repositionnement de la SDL peut s'effectuer à l'aveugle ou au mieux sous contrôle fibroscopique.

Dans la majorité des cas, l'augmentation de la FiO<sub>2</sub>, parfois associée à la reventilation du poumon supérieur en oxygène pur, est suffisant.

L'application d'une PEEP de 5 à 10 cmH<sub>2</sub>O au poumon déclive rapporte des résultats discordants. En effet, la variation de la PaO<sub>2</sub> résulte de la balance entre l'effet positif de la

PEEP (par augmentation de la CRF et levée d'atélectasies) et négatif (compression des petits vaisseaux intra alvéolaires et détournement du débit sanguin vers le poumon non ventilé).

Les bénéfices de la PEEP sont supérieurs à ses désavantages si le poumon déclive est pathologique.

Par contre, au cours d'interventions réalisées sous thoracoscopie qui nécessitent l'immobilité du champ opératoire, un traitement pharmacologique par l'almitrine est une bonne indication. Initialement utilisée dans le SDRA, cette molécule, qui améliore les rapports ventilation/perfusion en majorant la VPH, a un intérêt certain en ventilation uni-pulmonaire. Moutafis et coll. ont en effet démontré que l'administration continue d'almitrine pendant la ventilation uni-pulmonaire permet une amélioration significative de la PaO<sub>2</sub> [8]. Certaines équipes proposent l'association NO almitrine pendant la ventilation uni-pulmonaire qui donne également des résultats satisfaisants.

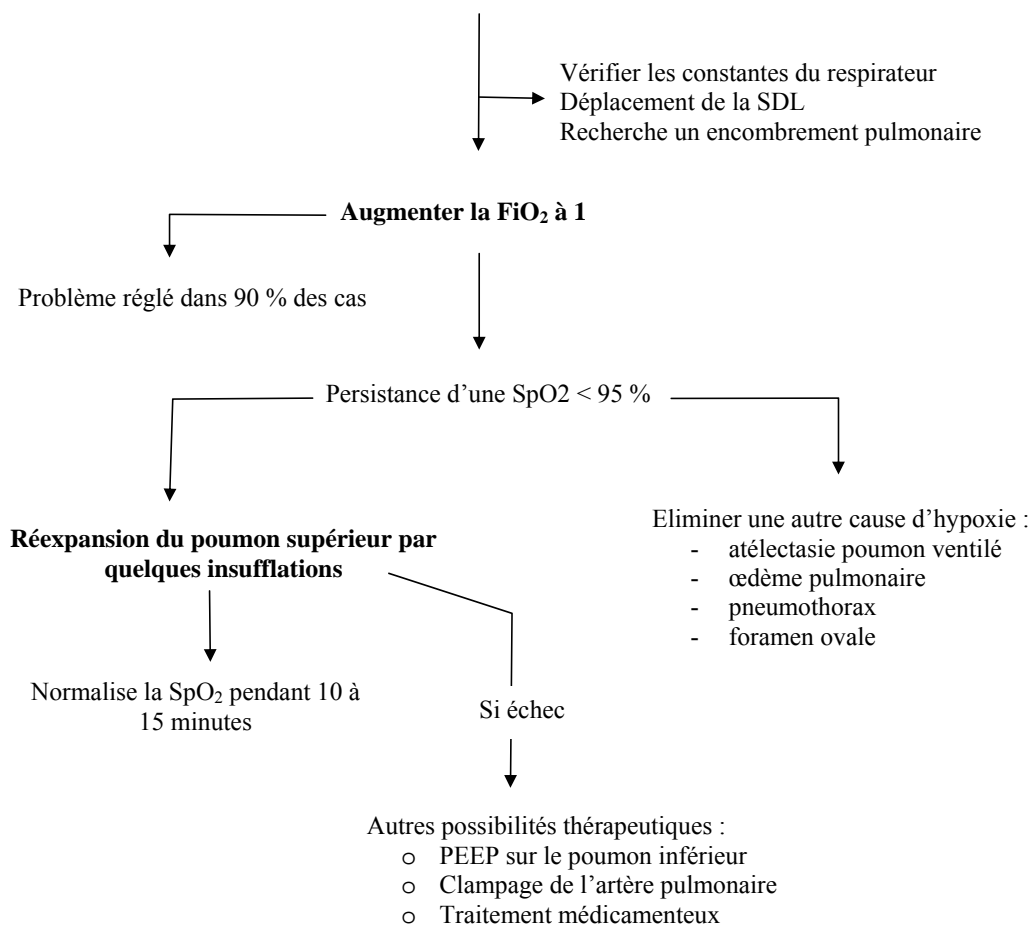
Les complications mécaniques de l'intubation sélective se manifestent par des traumatismes laryngés et sont dus le plus souvent à une mauvaise position de l'ergot lors du franchissement des cordes vocales. La luxation crico-aryténoïdienne ou une lésion cordale sont exceptionnelles.

Les ruptures trachéales ou bronchiques ont une incidence de 2/1 000 et peuvent être diagnostiquées dès l'intubation ou plus tardivement, devant un tableau d'emphysème sous-cutané, de pneumothorax ou de pneumomédiastin. Le mécanisme de la rupture bronchique est traumatique (mandrin, sonde de diamètre excessif) ou ischémique par une surdistension du ballonnet bronchique.

## 6. Conclusion

La ventilation uni-pulmonaire possède donc des indications bien définies en chirurgie réglée mais également en situation d'urgence. Elle peut également être proposée en réanimation pour préserver la fonctionnalité d'un poumon. Les complications peropératoires sont peu spécifiques mais potentiellement graves et nécessitent une prise en charge rapide et adaptée. La ventilation uni-pulmonaire doit donc être une technique d'assistance ventilatoire maîtrisée par tous les anesthésistes.

### Hypoxémie en ventilation uni-pulmonaire



### Tableau II

Traitement d'une désaturation artérielle en ventilation uni-pulmonaire (d'après [9]).

## Références

- [1] Benumof JL, Alfery DD. Anesthésie en chirurgie thoracique. In : RD Miller *Anesthésie Médecine Sciences* Flammarion ; p. 1663-756.
- [2] Fischler M. Anesthésie en chirurgie thoracique, *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris). Anesthésie Réanimation 1992. 36-570-A.10 : 16 p.
- [3] Bruneteau A, Valat Ph. Matériel d'intubation selective. In : AM Cros, JL Bourgain et P. Ravussin. *Les voies aériennes : leur contrôle en anesthésie-réanimation*. Editions Pradel. p. 141-53.
- [4] Kuhlman G, Fischler M. Utilisation du dispositif d'Arndt pour la réalisation d'une ventilation uni-pulmonaire. *Ann Fr Anesth Réanim* 2001 ; 20 : 378-81.
- [5] Mazerolles M, Leballe F, Duterque D, Rougé P. Anesthésie et réanimation en chirurgie thoraco-pulmonaire. *Conférences d'actualisation*. SFAR 2003, p. 271-90.
- [6] Schmautz E, Fischler M. Ventilation uni-pulmonaire. In : MAPAR 1999 p 43-9.
- [7] Tugrul M, Camci E, Karadeniz H, Senturk M, Pembeci K, Akpir K. Comparison of volume controlled with pressure controlled ventilation during one-lung anaesthesia. *Br J Anaesth* 1997 ; 79 : 306-10.
- [8] Moutafis M, Liu N, Dalibon, N. The effects of inhaled nitric oxide and its combination with intravenous almitrine on PaO<sub>2</sub> during one-lung ventilation in patients undergoing thoracoscopic procedures. *Anesth Analg* 1997 ; 85 : 1130-5.
- [9] Olivier P, Fischler M. Anesthésie en chirurgie thoracique pour un « non-spécialiste ». In : MAPAR 2003. p 63-76.