

# Exploration fonctionnelle respiratoire

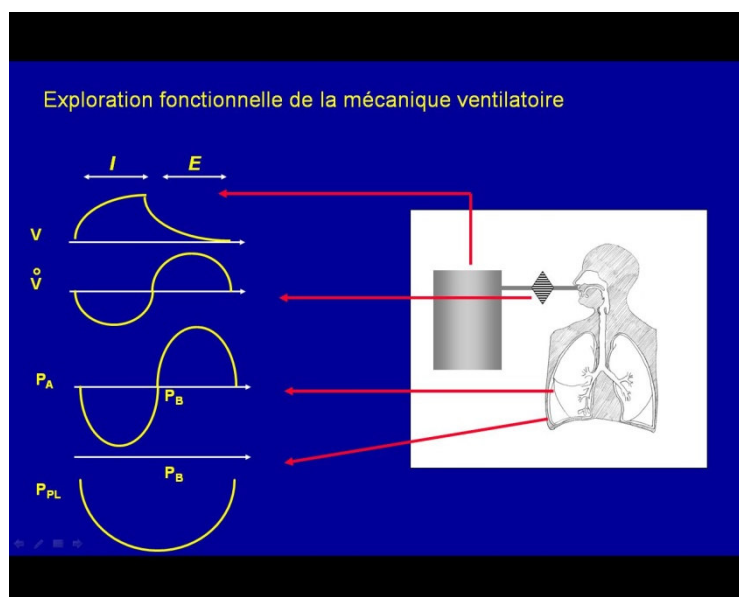
**Professeur Michel AUBIER**

**Hôpital Bichat, service de Pneumologie, Unité Inserm 700**

Au repos, une personne respire en moyenne 10 000 litres d'air par 24 heures. Lors d'un effort modéré, cette moyenne s'élève à 20 000 litres et peut atteindre 50 000 litres dans les efforts très intenses, notamment chez les athlètes de haut niveau.

Les atteintes de la mécanique ventilatoire s'avèrent fréquentes et peuvent prendre différentes formes : les pathologies neuromusculaires sont liées à des anomalies des pressions générées par les muscles respiratoires; les pathologies parenchymateuses qui se situent au niveau de l'alvéole et se traduisent par un défaut d'élasticité du poumon ; et les pathologies bronchiques par une obstruction des voies aériennes.

L'exploratoire fonctionnelle de la mécanique respiratoire permet d'explorer la pression pleurale qui correspond à la pression négative générée lorsque les muscles respiratoires se contractent. Lors de l'inspiration, cette pression pleurale devient plus négative par rapport à la pression barométrique puis remonte lors de l'expiration.



La pression alvéolaire peut également être mesurée : lors de l'inspiration, cette dernière devient plus négative par rapport à la pression barométrique puis augmente lors de l'expiration. Cette mesure s'effectue par des pressions à la bouche.

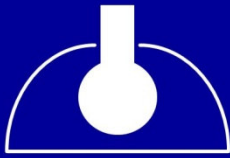
Par spirométrie, il est possible de déterminer le volume généré qui augmente lors de l'inspiration et diminue lors de l'expiration.

Les débits générés lors de l'inspiration et de l'expiration peuvent également être mesurés grâce à un pneumo-tachographe.

Il est possible de mesurer les variations de volume ou de débit : il s'agit de la base de l'exploration fonctionnelle respiratoire.

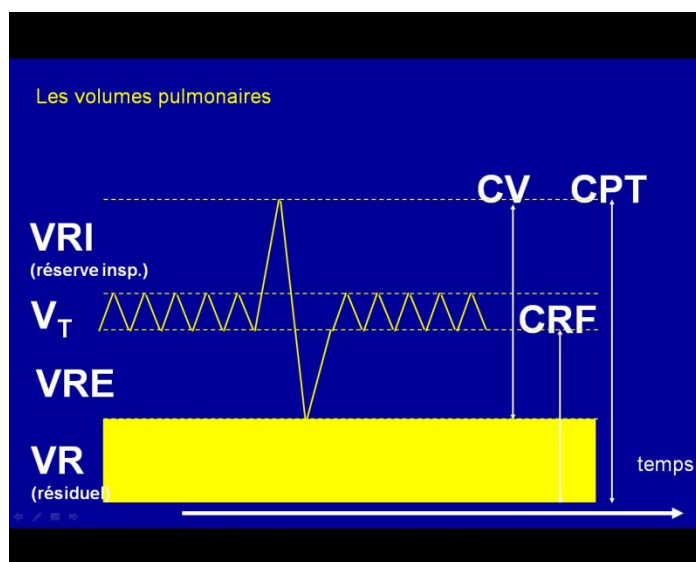
Les volumes pulmonaires sont mesurés en fonction du temps. Le volume courant correspond au volume mobilisé pendant une inspiration-expiration normale.

Exploration fonctionnelle de la mécanique ventilatoire

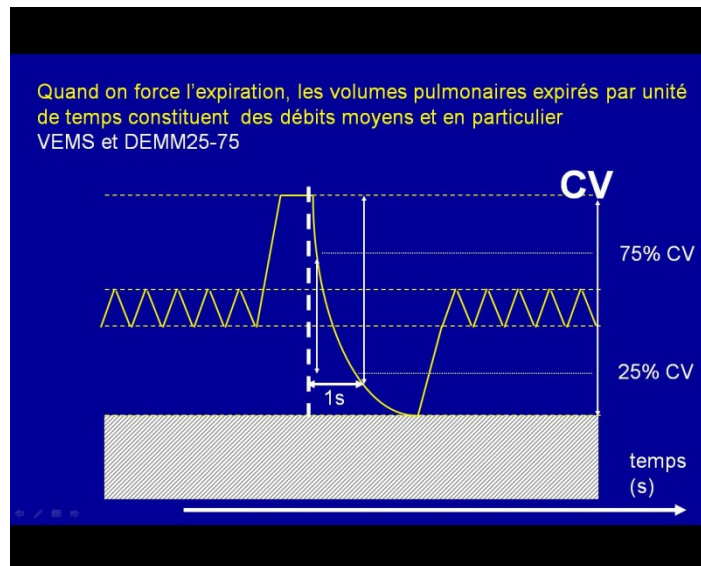

$$\Delta P = 1/C \Delta V + R \dot{V}$$

La mesure des volumes pulmonaires, des débits (expiratoires) et des uns par rapports aux autres (courbe débit – volume) est la base de l'exploration standard de la mécanique ventilatoire.

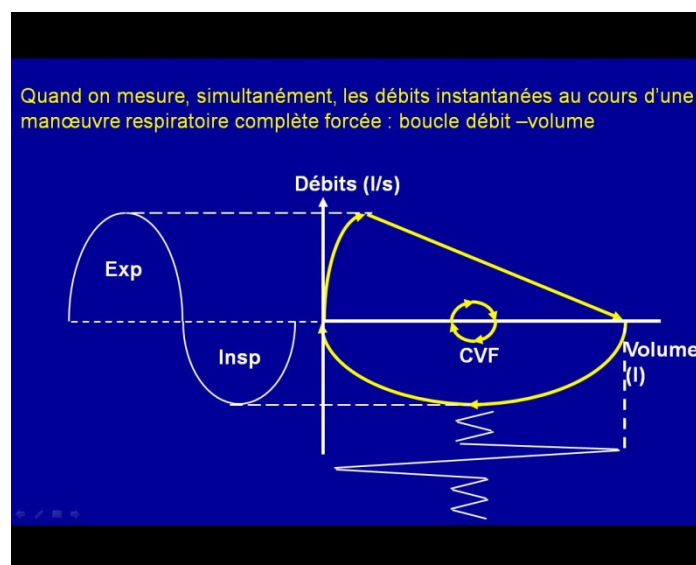
Il est généré à partir d'un volume appelé capacité résiduelle fonctionnelle correspondant au point d'équilibre du poumon. Chez un sujet normal, ce volume courant avoisine les 500 ml. Un effort inspiratoire ou expiratoire maximal génère un volume supplémentaire correspondant au volume de réserve inspiratoire ou expiratoire : le volume généré entre ces deux volumes de réserve est appelé capacité vitale. La capacité pulmonaire correspond à la capacité vitale à laquelle s'ajoute le volume résiduel qui n'est quant à lui pas mobilisable. L'ensemble de ces examens correspond à la spirométrie traditionnelle et sont facilement réalisables.



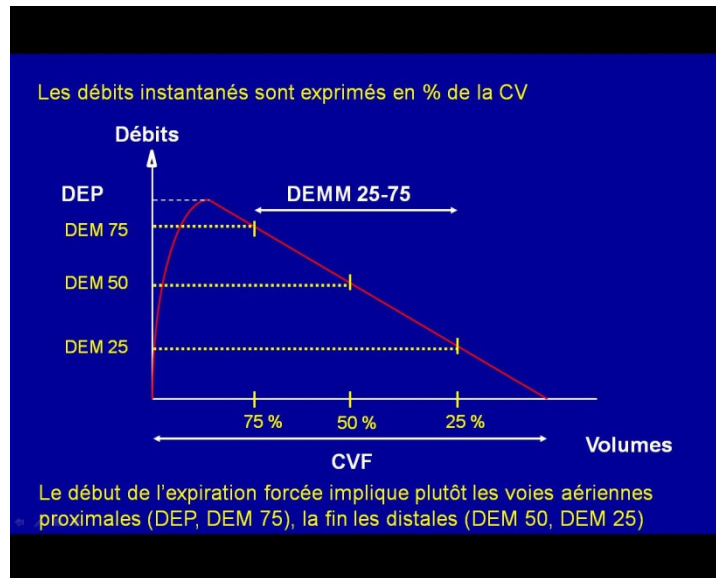
Une deuxième méthode peut se révéler intéressante, notamment chez les sujets asthmatiques : il s'agit de la mesure des volumes en fonction du débit. La plus simple d'entre elles est celle du volume expiratoire maximal seconde (VEMS) : il correspond au volume expiré en une seconde. La mesure des volumes à 25 et 75 % de la capacité vitale peuvent également être réalisés : ils correspondent à des débits considérés comme des petites bronches. Ils permettent notamment de détecter une obstruction bronchique à un stade plus précoce que grâce à un VEMS. Il faut noter que cet examen est moins efficace chez un sujet pathologique.



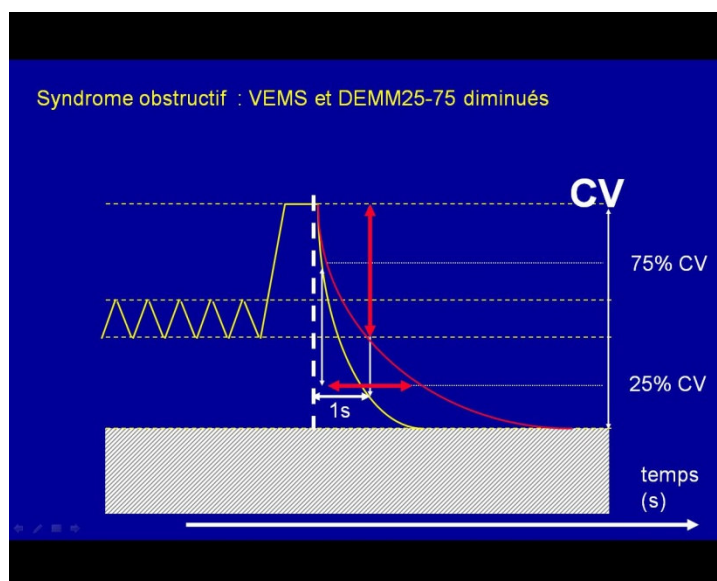
Il est envisageable de réaliser une mesure simultanée des débits instantanés au cours d'une manœuvre respiratoire forcée : il s'agit d'une boucle débit-volume. Elle correspond en réalité à la spirométrie mais s'exprime différemment. Lors d'une manœuvre forcée, le débit sera très important au début puis diminuera de manière progressive jusqu'à rejoindre le volume résiduel. Cet examen permet notamment de connaître les capacités respiratoires du sujet, par exemple lors d'un effort. Il existe une marge importante entre la boucle inspiration-expiration au repos par rapport aux capacités pulmonaires maximales. Les sujets atteints d'une pathologie respiratoire présentent une diminution de ces débits.



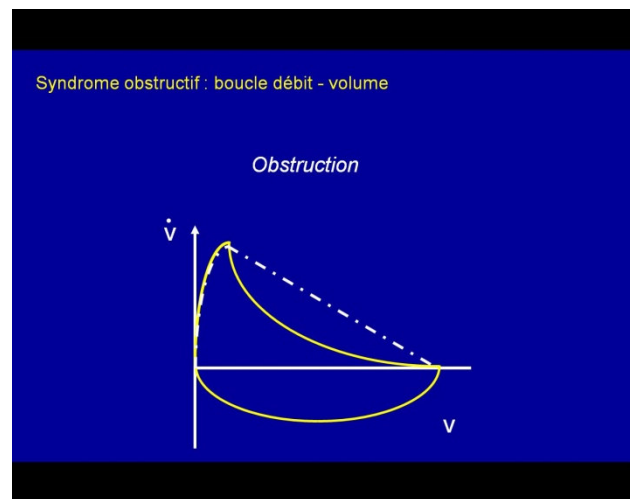
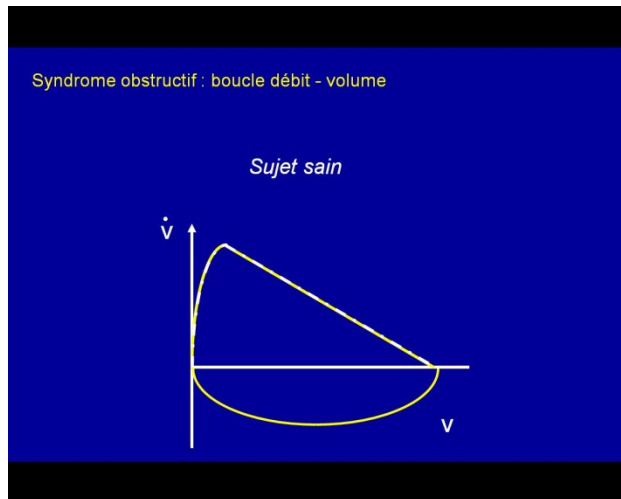
Plusieurs débits peuvent être mesurés sur cette courbe débit-volume : le débit expiratoire de pointe ainsi que les débits à 25% et 75% de la capacité vitale. Au début de l'expiration forcée, ces débits reflètent la situation dans les voies aériennes proximales. En revanche, les DEM50 et DEM25 correspondent aux voies aériennes distales. Ces débits présentent moins d'intérêt chez un sujet pathologique du fait de leur importante variabilité.



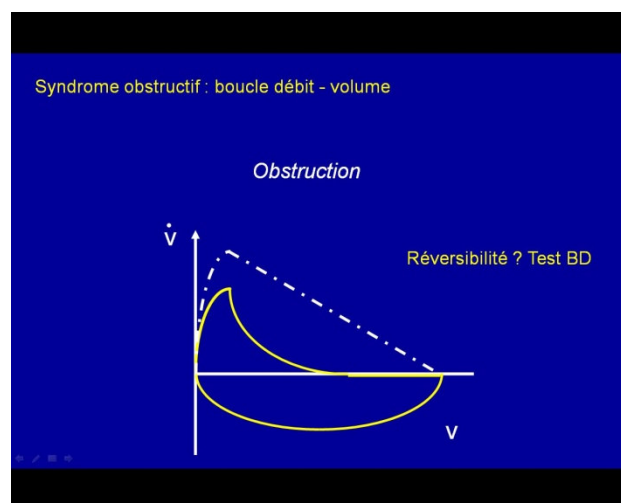
L'exploration des volumes et des débits permet de diagnostiquer les syndromes obstructifs, restrictifs et mixtes. Le syndrome obstructif correspond à une diminution des débits en absence d'une diminution proportionnelle des volumes. Le syndrome restrictif correspond quant à lui à une diminution des volumes, essentiellement de la capacité pulmonaire totale : il s'accompagne d'une diminution proportionnelle des débits.



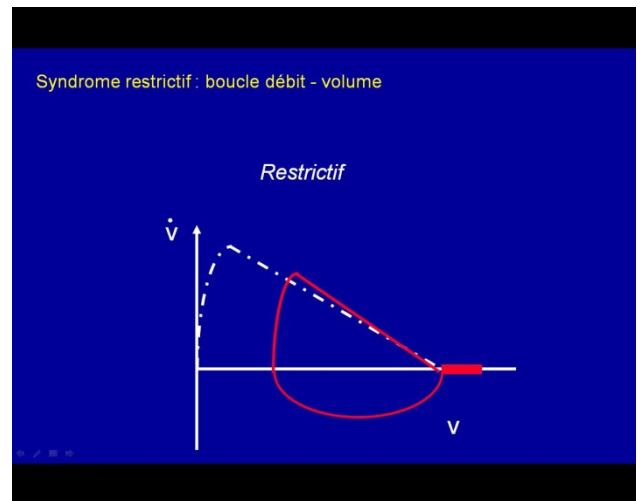
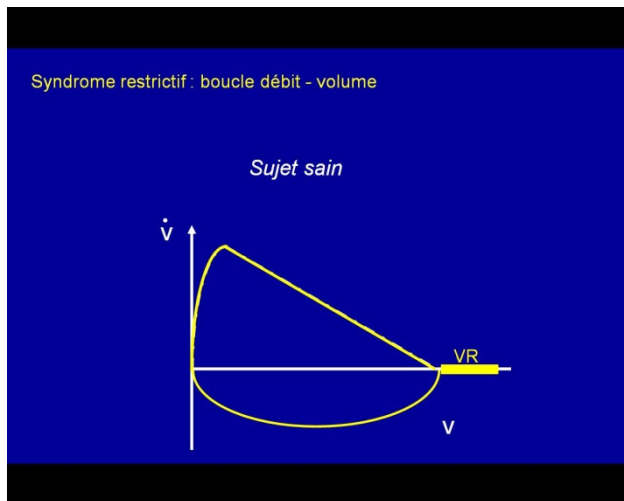
Le syndrome obstructif peut être détecté par spirométrie. La courbe débit-volume permet de distinguer encore plus facilement ce syndrome. En cas d'obstruction bronchique, l'inspiration reste tout à fait normale. En revanche, la partie expiratoire de la courbe est anormale et sera différente en fonction de l'obstruction. Lorsqu'une telle courbe est obtenue, il est nécessaire de réaliser un test de réversibilité.



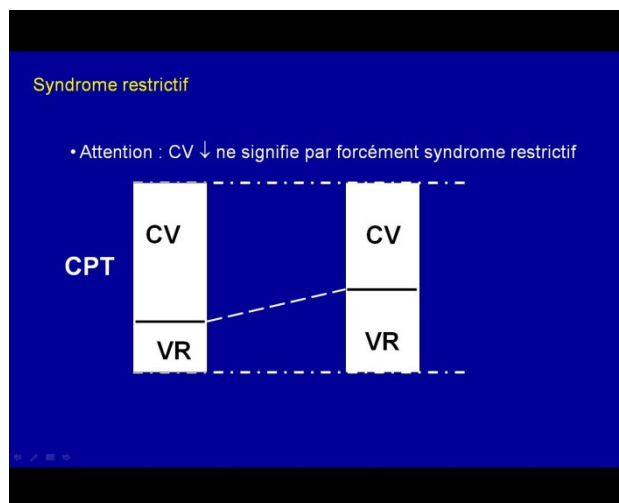
Le syndrome restrictif entraîne une diminution des volumes.



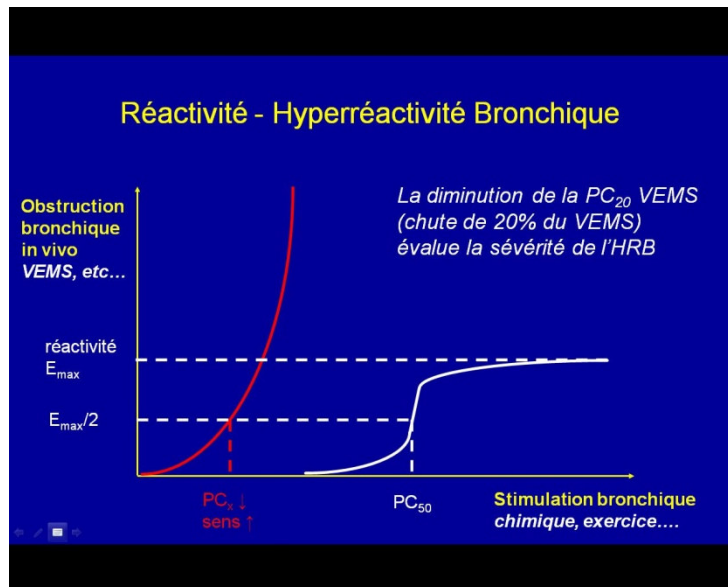
Il est également visible sur la courbe débit-volume : cette dernière se déplace vers la droite dans la mesure où le sujet ne peut inspirer jusqu'à sa capacité pulmonaire totale. En revanche, lors de l'expiration, le sujet se trouve sur sa courbe théorique.



Il faut être prudent car la diminution de la capacité vitale n'est pas nécessairement synonyme d'un syndrome restrictif : l'augmentation du volume résiduel due notamment à un emphysème peut être à l'origine de cette diminution. De même, il peut s'agir d'une obstruction compliquée d'une distension pulmonaire.



Pour terminer, je souhaite évoquer le concept d'hyperactivité bronchique (HRB) qui s'avère intéressant lors de l'exploration de sujets potentiellement asthmatiques dont l'exploration fonctionnelle respiratoire est normale. Les bronches, entourées de muscle lisse, peuvent varier de volume : il s'agit d'un phénomène physiologique. Chez un sujet normal, cette réactivité bronchique traduit l'aptitude des bronches à répondre par une obstruction limitée à une stimulation intense. En revanche, le sujet asthmatique réagit de manière exagérée à un stimulus (chimique, physique, exercice, etc.). Chez le sujet souffrant d'une hyperactivité bronchique, dès la stimulation, on observe une diminution de la VEMS.



Cette HRB peut également être recherchée par une exploration à l'exercice ou par une analyse des échanges gazeux.

L'évaluation de l'inflammation bronchique constitue un élément relativement nouveau. Une réaction inflammatoire chronique s'avère en effet fréquente dans la pathologie essentiellement bronchique. Elle est mesurée grâce au traceur NO expiré. Chez un sujet normal, le NO exhalé est inférieur à 20PPB. Cet examen permet de détecter l'inflammation bronchique débutante.

Ainsi, les explorations fonctionnelles respiratoires s'avèrent relativement simples et peu invasives. Elles sont intéressantes dans de nombreux contextes. A mes yeux, ces explorations devraient être réalisées plus fréquemment. Un sportif de haut niveau doit en bénéficier systématiquement et elles doivent être renouvelées dès le moindre symptôme anormal.

## Questions-réponses avec l'amphithéâtre

**Thierry DREVON**

Disposez-vous d'un standard pour la stimulation à l'exercice ?

**Michel AUBIER**

Chez les sportifs de haut niveau, cette stimulation est réalisée si le test à la métacholine ne révèle rien. Dans le cas contraire, un débit expiratoire de pointe est réalisé sur le terrain, avant et à l'issue de son exercice.

**Anne FAVRE-JUVIN**

Estimez-vous intéressant de réaliser une EFR systématique lors de l'entrée en filière du sportif ? Utilisez-vous le test d'hyperventilation isocapnique ? Où se place-t-il dans cette gamme d'exploration ?

**Michel AUBIER**

J'estime que cette EFR systématique doit être réalisée pour détecter une anomalie au départ ainsi que pour vérifier que le sportif ne développe pas un problème respiratoire, notamment une hyperactivité bronchique. Le test d'hyperventilation isocapnique ne me paraît pas satisfaisant dans la mesure où il est difficilement reproductible. Je lui préfère un exercice sur le terrain ou une épreuve d'effort.

**Anne FAVRE-JUVIN**

Si on réalise une EFR systématique, nous risquons de faire face à des explorations respiratoires anormales sans symptomatologie à l'effort. Devons-nous continuer le bilan ou une surveillance de cette fonction respiratoire est-elle suffisante ?

**Michel AUBIER**

La perception des symptômes s'avère relativement variable. Certains sportifs se révèlent de mauvais percepteurs : chez ces sujets, les investigations doivent être plus poussées.

**Anne FAVRE-JUVIN**

L'interrogatoire est difficile : certains sportifs minimisent leurs symptômes à l'effort.

**Michel AUBIER**

Il en est de même chez les patients.

**Jean-Pierre CERVETTI**

En natation, nous observons de plus en plus d'asthmes qui résultent probablement de l'aspiration de chloramines. Je m'interroge sur le test du NO<sub>2</sub> expiré qui pourrait être intéressant pour nos jeunes sportifs : pourrions-nous enrayer ce développement de l'asthme en les plaçant précocement sous inflammatoires stéroïdiens ?

**Michel AUBIER**

Absolument. Vous allez ainsi traiter avant l'apparition de symptômes et d'une légère anomalie fonctionnelle respiratoire. Vous devriez *a priori* être préventifs.

**François CARRE**

Vous semblez proposer le test à la métacholine avant le test d'effort, même en laboratoire. Nous sommes dans notre profession extrêmement déçus par les tests d'effort en laboratoire.

Ainsi, dans l'ordre chronologique, l'exploration fonctionnelle de repos doit selon vous précéder la métacholine et le test effort.

**Michel AUBIER**

Absolument.

**Maurice VRILLAC**

Pour les 310 athlètes de Pékin, nous avons obtenu 15 autorisations d'utilisation thérapeutique. Cela vous paraît-il une proportion normale ?

**Michel AUBIER**

Oui. Chez les sportifs de haut niveau, cette proportion me semble normale.