



## 1. Introduction

### Enjeux de santé public

Les chiffres en France (Source : assurance maladie)

#### En 2022 :

**3 881 800** personnes prises en charge pour une maladie respiratoire chronique (hors mucoviscidose)  
**98 700** décès dus aux maladies respiratoires.

#### En 2023 :

**52 777** nouveaux cas de cancer du poumon recensés  
Sensibilisation des ingénieurs biomédicaux à l'importance des EFR pour optimiser les parcours de soins.

### Problématique

Comment les technologies d'explorations fonctionnelles respiratoires contribuent-elles au diagnostic des pathologies respiratoires et s'intègrent-elles dans le parcours de soins en France ?

### Rappel Physiologie respiratoire

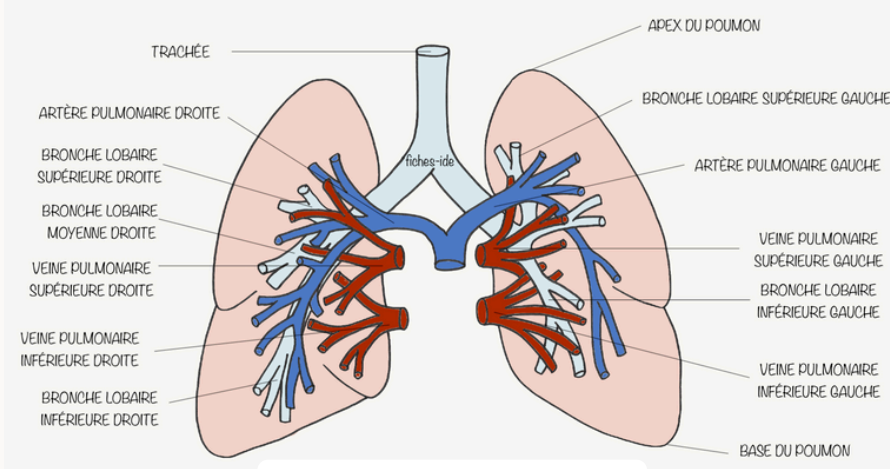


Figure 1 : Vaisseaux des poumons <https://www.fiches.de.fr/vaisseaux-des-poumons/>

Les 3 étapes du processus d'échange gazeux :

- 1. La ventilation** : renouvellement de l'air dans les alvéoles par l'inspiration et l'expiration. Au repos, environ 5 à 8 L/min
- 2. La diffusion** : le transfert passif des gaz à travers la barrière alvéolo-capillaire.
- 3. La perfusion** : Il s'agit de la circulation du sang dans les capillaires pulmonaires, assurée par le système cardiovasculaire.

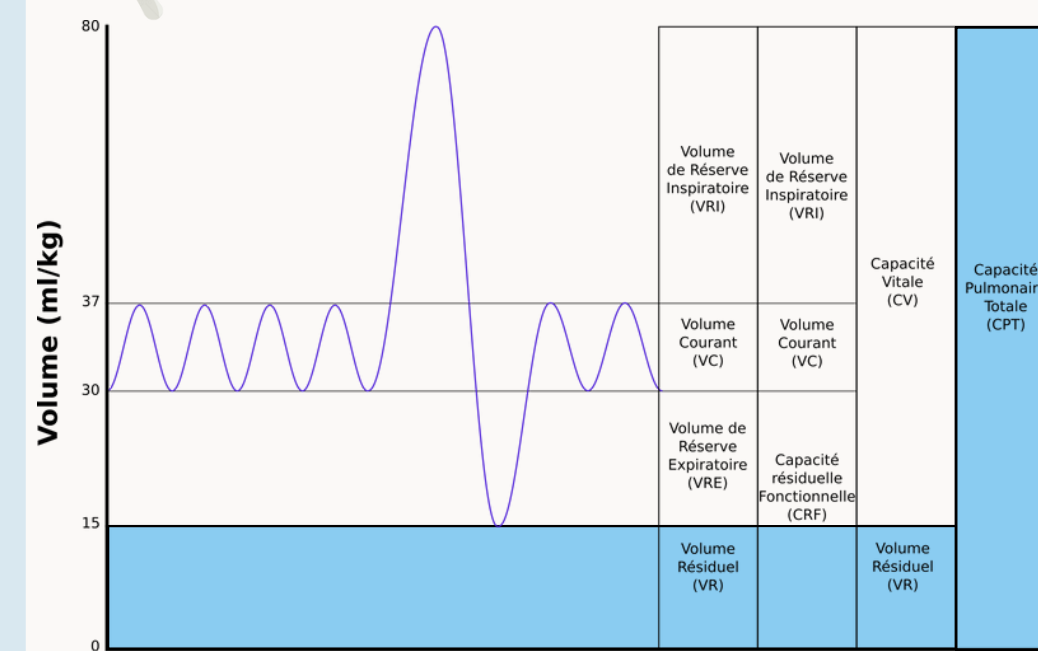


Figure 2 : Les volumes pulmonaires pendant la respiration

[https://www.researchgate.net/figure/les-volumes-pulmonaires-pendant-la-respiration-et-valeurs-typique-chez-le-rat\\_fig16\\_281586068](https://www.researchgate.net/figure/les-volumes-pulmonaires-pendant-la-respiration-et-valeurs-typique-chez-le-rat_fig16_281586068)

## 2. Les principales pathologies respiratoires

### Broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO)

**Maladie chronique inflammatoire** des voies aériennes, obstruction des bronches et hypersécrétion de mucus. Premiers symptômes de bronchite chronique, puis essoufflement et éphysème.

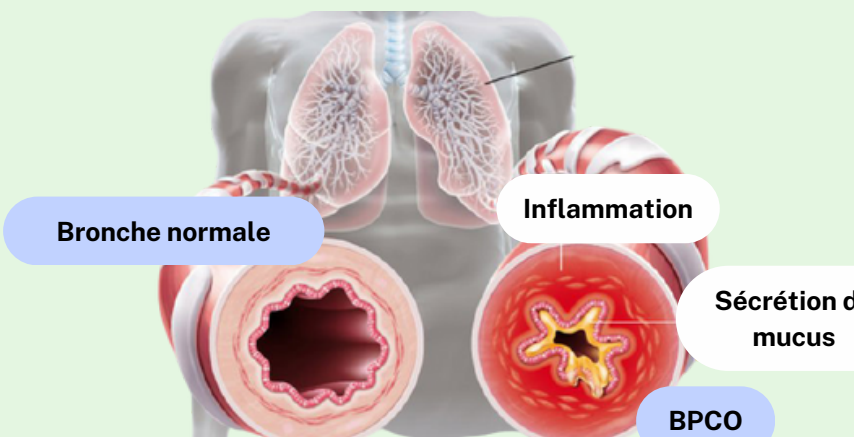


Figure 3 : Comparaison des bronches entre une personne saine et un patient atteint de la BPCO

<https://www.ramsaysante.fr/vous-etes-patient-en-savoir-plus-sur-ma-pathologie/broncho-pneumopathie-chronique-obstructive>

**3,5 millions** de personnes atteintes en France: 80% des cas de développement de la maladie sont dus au **tabac**.

(Selon Santé Publique 2019)

### Asthme

**Inflammation chronique** des voies respiratoires qui est considéré comme une maladie respiratoire obstructive.

**4 millions** de personnes en France, **900 meurent** chaque année

(Selon l'INSERM 2023)

Les symptômes sont la toux, les expectorations, les sifflements, les essoufflements et une sensation d'oppression.

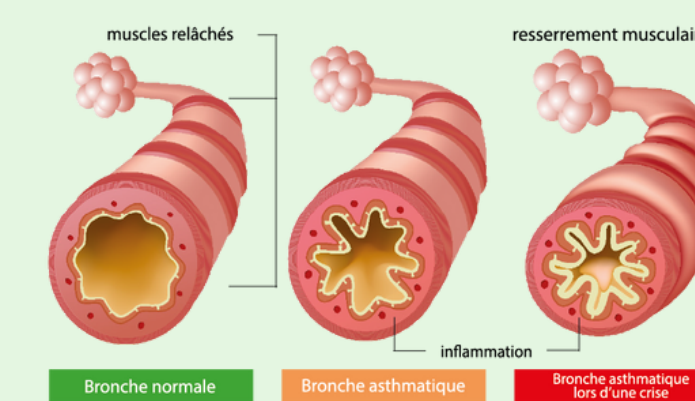


Figure 4 : Représentation des bronches normales et bronches asthmatiques

<https://poumonquebec.ca/maladie/asthme/qu-est-ce-que-asthme.php>

## 3. Les épreuves fonctionnelles respiratoires

### Spirométrie

Examen fonctionnel élémentaire reposant sur la mesure de la **Capacité Vital Forcée (CVF)** et le **Volume Expiratoire Maximum en 1 Seconde (VEMS)**.

#### Test de réversibilité

Ce test demande l'inhalation d'un **bronchodilatateur**, le patient réalise à nouveau un spirométrie. L'absence d'amélioration de la VEMS permet d'orienter le diagnostic vers une **BPCO**.



Figure 5 : Les examens de spirométrie

<https://www.question2acte.com/examens-medicaux/spirometrie/>

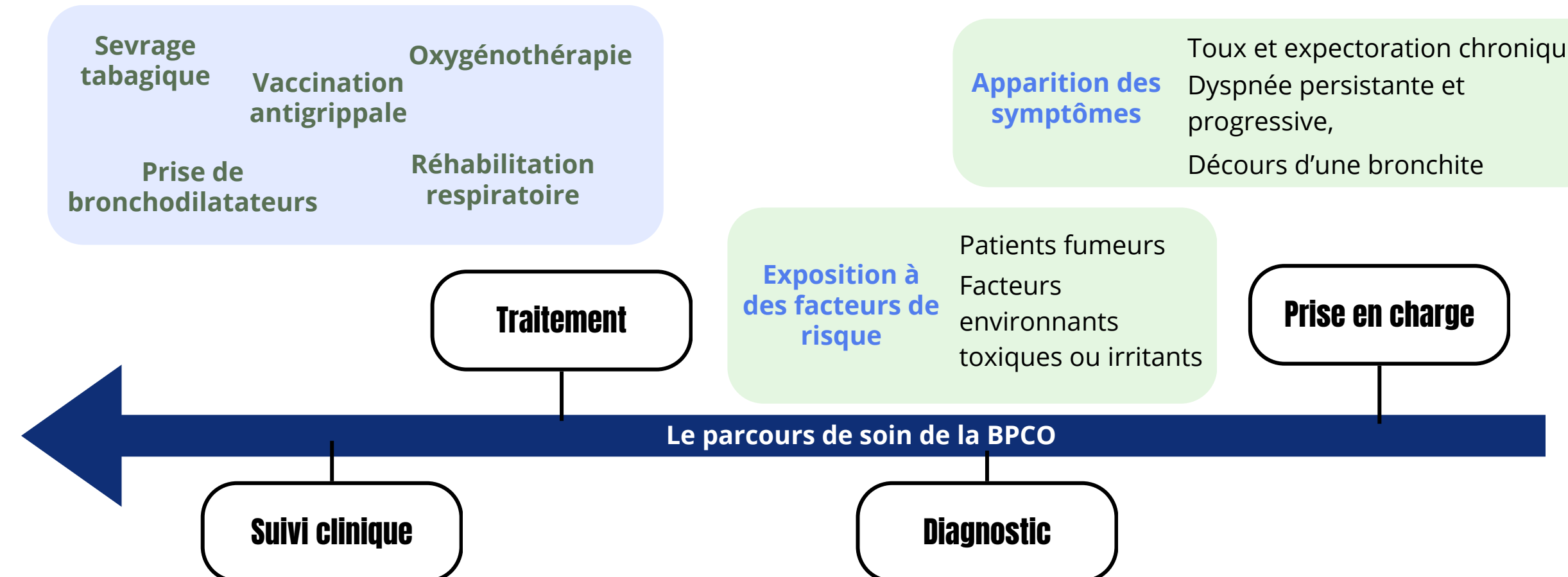
CVF <70 %

VEMS/CVF <80 %

Fleish	Turbine	Ultrasons	Filament thermique

Tableau 1 : Type de capteur utilisés en spirométrie

## 4. Le parcours de soin



La BPCO ne se guérit pas, mais un ralentissement de l'évolution est possible

#### Suivi des symptômes

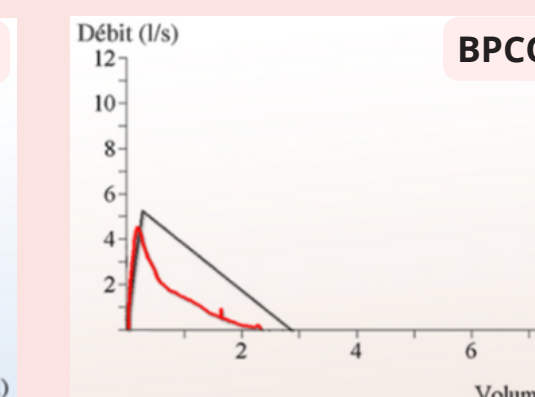
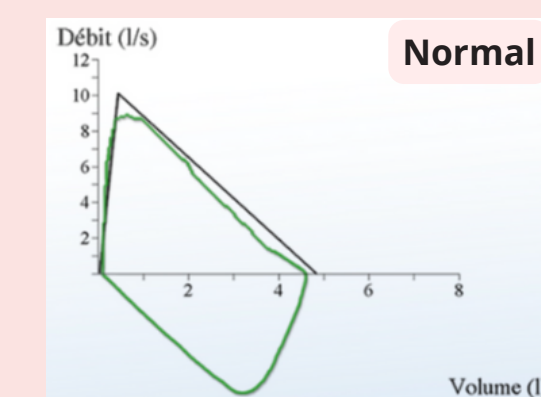
Par un médecin généraliste ou pneumologue

#### Spirométrie & Gazométrie

une fois par an

### Spirométrie

Résultat : **Rapport VEMS/CVF < 70%** et test de réversibilité par une bronchodilatateur.



### Examens complémentaires:

#### Pléthysmographie

Confirmation de la sévérité

#### Scanner

Recherche des comorbidités



Selon la HAS, pour améliorer le diagnostic de cette maladie sous-diagnostiquée, il faut réaliser une spirométrie chez tous les patients de 40 ans et plus à risque de BPCO.

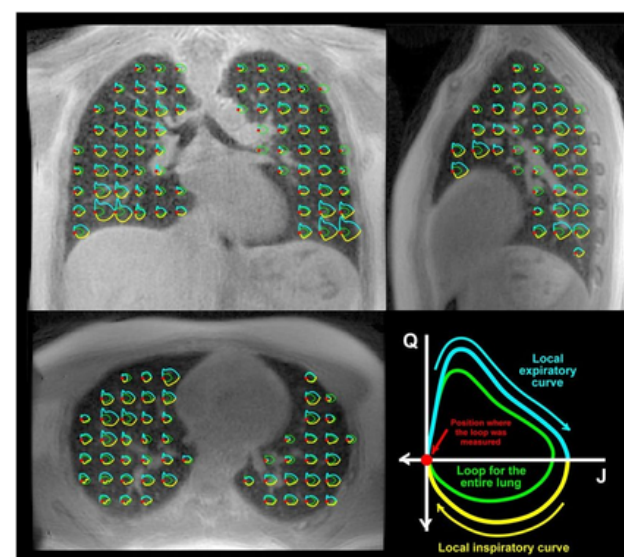
## 5. Les innovations en EFR

### Electromyographie du diaphragme



Technique qui permet de mesurer les pressions générées lors des contractions du diaphragme

### Spirométrie 3D par IRM



Protocole de spirométrie par IRM qui permet de cartographier des motifs ventilatoire régionaux

### Tomographie d'impédance électrique



Technique qui permet de visualiser en temps réel la ventilation régionale des poumons

## 6. Conclusion et perspectives

Le marché est bien maîtrisé, avec quelques innovations en matière de connectivité des appareils. Les besoins sont clairement identifiés et largement couverts par les spiromètres et les pléthysmographes, qui répondent de manière efficace aux attentes actuelles. Dans cette optique, les nouvelles innovations ouvrent encore un marché dans le diagnostic des maladies respiratoires, en apportant de nouvelles approches.

Figure 6 : Cabine de pléthysmographie PowerCube Body+

<https://www.pneumoncenter.com/en/body-plethysmography/>

### Gazométrie artérielle :

Examen de dosage biologique du sang artériel permettant d'évaluer la perfusion pulmonaire et l'équilibre acido-basique sanguin qui en découle. Ce dosage précise la gravité du manque de perfusion.

pH	PaCO2	HCO3-	Diagnostic	Causes
N	+	+	Acidose respiratoire compensée	Insuffisance respiratoire chronique
-	+	+	Acidose respiratoire non-compensée	Insuffisance respiratoire sévère à aiguë
+	-	-	Alcalose respiratoire non-compensée	Hyperventilation alvéolaire par hypoxémie : crise d'asthme; embolie

Tableau 2 : Type de diagnostics en gazométrie

### Bibliographie

- Haute Autorité de Santé (HAS) et Assurance Maladie, « Guide du parcours de soins "Bronchopneumopathie chronique obstructive" ». novembre 2019.
- Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, « Asthme - Une inflammation chronique des bronches de mieux en mieux contrôlée », Inserm, juill. 2014
- P. F. Chabot et al., « Explorations Fonctionnelles Respiratoires et équilibre acido-basique aux ECN », Collège des enseignants en pneumologie, 2017.

- Anatomy QA, « Lungs », 13 octobre 2017.
- F. Le Pimpec Barthes et M. Riquet, « Anatomie du poumon humain », EM
- V. Julie, « Gaz du sang artériel », Fiches IDE, mis à jour 22 août 2018.