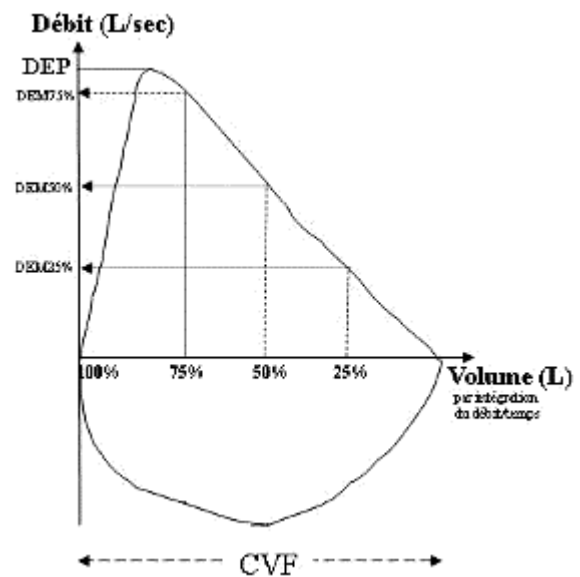




2017

Explorations Fonctionnelles Respiratoires et équilibre acido-basique aux ECN



Le cours

Les EFR et les déséquilibres acido-basiques "tombables"

Les auteurs suivants ont participé à l'écriture et à la relecture de cet ouvrage :
Pr François CHABOT (Nancy), Pr Bruno CRESTANI (Paris), Pr Bruno HOUSSET (Créteil),
Pr Romain KESSLER (Strasbourg), Pr Charles-H MARQUETTE (Nice), Pr Yves
MARTINET (Nancy), Dr Céline SANFIORENZO (Nice), Dr Valérie SELLAM (Nice).

Coordination : Pr Charles-H MARQUETTE (Nice)

INTRODUCTION

Au même titre que l'électrocardiogramme en cardiologie, les explorations fonctionnelles respiratoires (EFR) participent au diagnostic et à la prise en charge d'un nombre important de pathologies respiratoires. Les EFR viennent juste après la radiographie du thorax dans l'orientation étiologique d'une dyspnée chronique. Elles permettent de caractériser un trouble ventilatoire (obstructif, restrictif ou mixte). Des examens plus poussés (gazométrie, capacité de transfert du CO, explorations à l'effort ou la nuit) mettent en évidence une insuffisance respiratoire ou un trouble respiratoire du sommeil. Enfin elles permettent de surveiller l'évolution naturelle ou sous traitement des principales pathologies respiratoires.

A ce titre elles ont leur place dans les examens paracliniques qui peuvent se trouver exposés dans un dossier clinique proposé aux Epreuves Classantes Nationales.

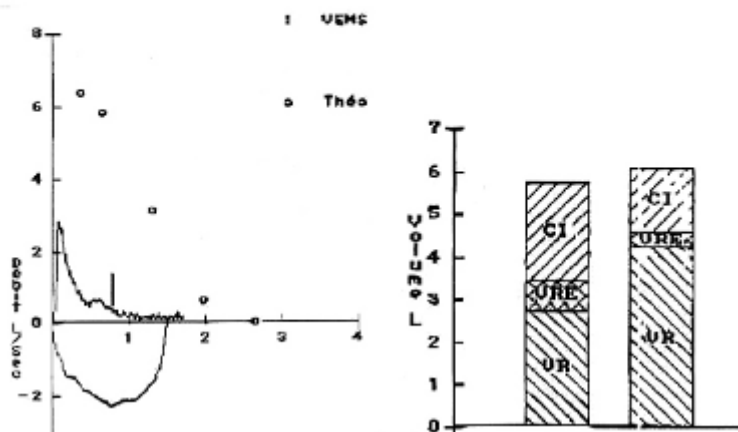
A titre d'exemple voici des EFR proposées dans un dossier d'ECN. Elle concernait un gros fumeur qui présentait une hémoptysie.

Il était attendu des étudiants qu'ils identifient un trouble ventilatoire obstructif et qu'ils le qualifient de sévère compte tenu de l'importance de l'obstruction (VEMS < 50%).

PRE-BRONCH			
	Mesure	Theo.	%Theo.
MÉCANIQUE PULMONAIRE			
CVF (L)	1.71	2.67	64
VEMS (L)	0.79	1.92	41
VEMS/CVF (%)	46	72	
VEMS/CVL (%)	43	65	
DPE (L/sec)	2.81	6.32	44
DEM 25% (L/sec)	0.15	0.63	24
DEM 50% (L/sec)	0.29	3.08	9
DEM 75% (L/sec)	0.59	5.80	10
DRM 25-75% (L/sec)	0.27	2.15	13
DEM 15-25% (L/sec)	0.16		
VOLUMES PULMONAIRES			
CVL (L)	1.84	2.97	62
CI (L)	1.45	2.28	64
VRE (L)	0.39	0.68	57
PLETHYSMOGRAPHIE			
CRF (Pleth) (L)	4.57	3.42	134
VR (Pleth) (L)	4.17	2.74	153
CPT (Pleth) (L)	6.02	5.70	106
VR/CPT (Pleth) (%)	69	47	
Raw (cmH2O/L/s)	7.52	1.45	519
RESISTANCES			
Raw (cmH2O/L/s)	7.52	1.45	519
Gaw (L/sec/cmH2O)	0.13	1.03	13
sGaw (sec/cmH2O*L ²)	0.03	0.20	14

Nous rappellerons brièvement ce qu'on entend par EFR, les principales situations où ces explorations ont leur place et les informations essentielles que l'on peut en retirer.

Par le biais d'exercices pratiques "tombables" aux ECN, nous envisagerons ensuite la meilleure façon d'interpréter les EFR en un coup d'œil, pour la pratique médicale de tous les jours mais aussi pour le jour "J". Certains aspects de la pathologie sont délibérément omis de ces exercices pratiques, car ne faisant pas partie du programme de l'ECN.



Pour la réalisation pratique des différents examens on conseille de consulter les **clips vidéos** accessibles sur le **site du Collège des Enseignants de Pneumologie** (www.cep-pneumo.org) dans la rubrique : *Enseignement du 2^{ème} Cycle - Banque de vidéos - Examens complémentaires en Pneumologie*

Pour une approche plus complète des EFR on conseille de consulter l'ouvrage de référence suivant : **Maîtriser les épreuves fonctionnelles respiratoires, de la théorie à la clinique**. Jonathan Dakin, Elena Kourteli, Robert Winter, Bruno Housset, Editions Masson 2007 ainsi que **L'exploration fonctionnelle respiratoire en pneumologie**. Emmanuel Weitzenblum, Editions Margaux Orange 2004

QU'ENTEND-T-ON PAR EXPLORATIONS FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES ?

Du simple au plus complexe, elles comprennent :

- l'étude des volumes et des débits respiratoires : spirométrie, pléthysmographie
- l'étude des échanges gazeux au repos (transfert du CO₂, gaz du sang)
- l'étude des échanges gazeux à l'effort : oxymétrie à l'effort (test de marche de 6 minutes), épreuve fonctionnelle à l'exercice (EFX)
- polygraphie ventilatoire et polysomnographie

Ne sont pas intégrés ici l'étude de l'hémodynamique Pulmonaire, du contrôle de la ventilation, de l'activité des muscles respiratoires.

1. Etude des volumes et des débits respiratoires

1.1. La **spirométrie** explore les **volumes pulmonaires mobilisables** (figure 1), notamment le **VEMS**¹, volume expiratoire maximum au cours de la 1^{ère} seconde lors d'une expiration forcée, à partir de la capacité pulmonaire totale (CPT) et la **capacité vitale** forcée (CVF) et lente (CVL). C'est volumes sont exprimés à la fois en valeur absolue et en pourcentage de la valeur prédite (par rapport à des données issues d'études portant sur des centaines de sujets). Ils sont considérés comme anormaux lorsqu'ils sont inférieurs à 80 % de la valeur prédite ou supérieurs à 120 % de la valeur prédite.

Les termes valeur *théorique* ou *de référence* sont souvent utilisé comme synonymes de valeur prédite.

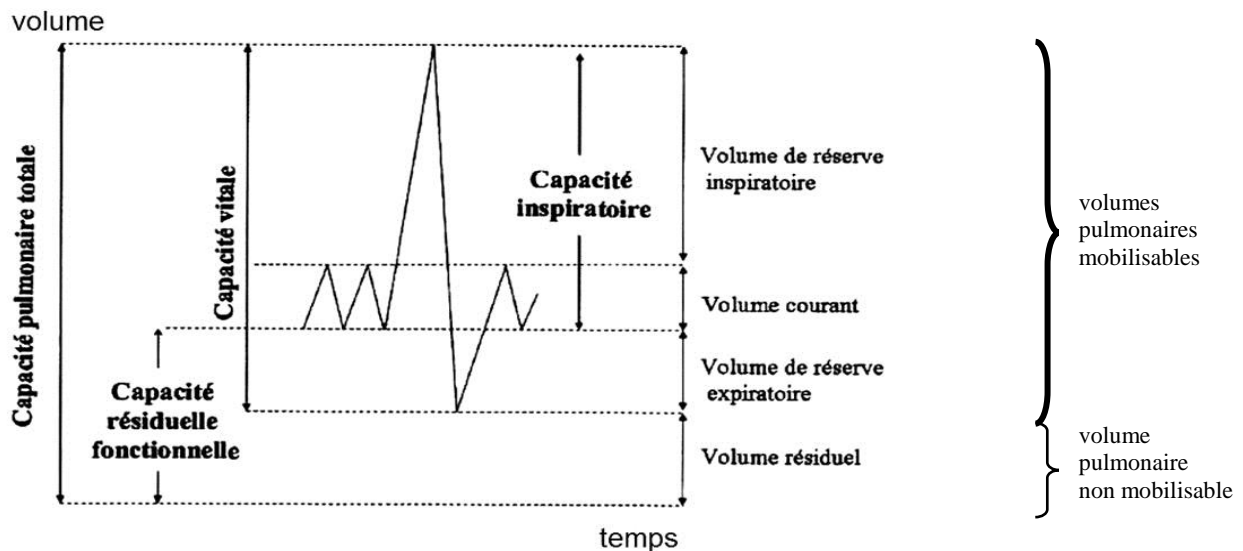


Figure 1: volumes et capacités pulmonaires

Mesure les volumes pulmonaires mobilisables en fonction du temps (figure 2).

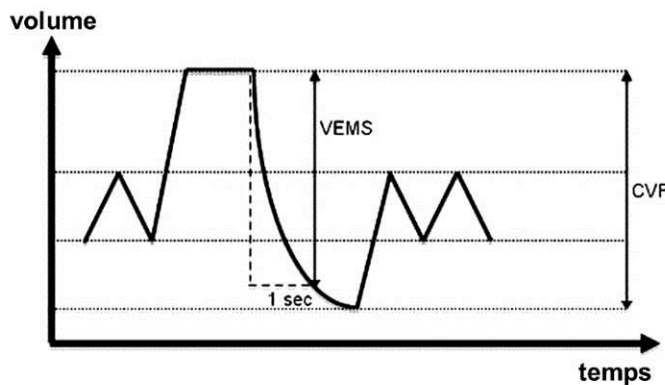


Figure 2 : mesure des volumes pulmonaires mobilisables en fonction du temps (courbe volume-temps)

¹ en réalité le VEMS correspond à un volume par unité de temps, c'est donc un débit !!

On peut également mesurer les débits expiratoires et inspiratoires à différents niveaux de volumes pulmonaires grâce à des **spiromètres électroniques** qui calculent la dérivée du volume par unité de temps (débits) et donc permettent d'exprimer le débit en fonction du volume. Ces spiromètres dits « débitométriques » fournissent une **courbe** (ou boucle) **débit-volume** (figure 3). VEMS et CV peuvent aussi être mesurés par cette méthode.

DEP= débit expiratoire de pointe
 DEM = débit expiratoire moyen à x% de la capacité vitale

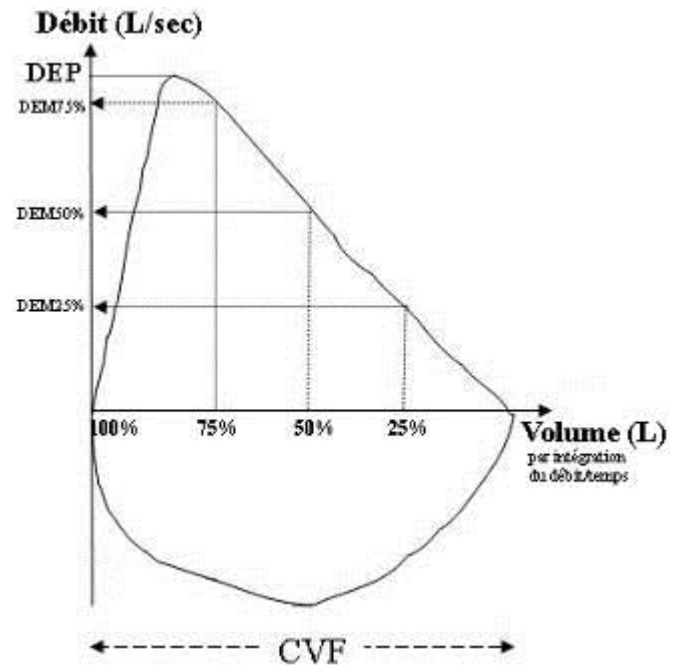


Figure 3 : courbe débit-volume

On peut enfin mesurer grossièrement le DEP grâce à un débitmètre de pointe portable appelé peak-flow. Ceci est particulièrement utile pour le suivi des patients souffrant d'asthme (figure 4).



Figure 4 : débitmètre de pointe

1.2. La **pléthysmographie** et les techniques de dilution gazeuse (dilution à l'hélium) permettent de mesurer le **volume pulmonaire non mobilisable** ou "statique", c'est à dire le Volume Résiduel (VR = le volume d'air qui reste dans le thorax quand on a fini d'expirer à fond, cf figure 1).

Ceci permet donc de calculer notamment la Capacité Pulmonaire Totale (CPT = tout l'air que peut contenir un thorax en fin d'inspiration forcée) qui est la somme VR + CV.

1.3. **Tests pharmacologiques :**

Ils explorent le **caractère variable** d'un trouble ventilatoire obstructif (TVO cf. infra) dans deux cas de figure :

- il existe un TVO à l'état de base
 - on administre un bronchodilatateur (un β_2 agoniste ou un anti-cholinergique)
 - ce qui permet d'étudier la réversibilité ou l'absence de réversibilité du TVO
- il n'existe pas de TVO à l'état de base mais on veut prouver qu'il existe une hyperréactivité bronchique
 - on administre de l'acétylcholine ou de la métacholine lors d'un test de provocation (rappel : l'acétylcholine est le neuromédiateur privilégié du système nerveux parasympathique qui est impliqué dans le mécanisme de bronchoconstriction)
 - on mesure alors l'apparition d'un TVO

2. Etude des échanges gazeux au repos

2.1. Transfert pulmonaire des gaz

On peut mesurer le transfert alvéolo-capillaire de certains gaz (CO en particulier). Le facteur de transfert est appelé TL ou DL. On parle alors indifféremment de TLCO ou de DLCO. La technique consiste à inhaler une quantité connue de CO, de réaliser une apnée de 10 secondes, puis d'expirer. En retranchant la partie qui est expirée après l'apnée de la quantité totale de CO, on connaît la quantité qui a diffusé.

Le transfert du CO explore le système respiratoire dans sa globalité (ventilation, diffusion, circulation, hémoglobine). Le transfert du CO dépend donc du volume alvéolaire (VA) disponible pour sa diffusion. Ceci conduit à utiliser également le rapport DLCO/VA ou KCO ou coefficient de transfert du CO.

Pour la pratique **on considère comme pathologique** toute valeur de **DLCO** (ou TLCO) < **70%** de la valeur théorique.

En pathologie respiratoire, une altération du TLCO ou du KCO oriente vers trois grandes pathologies :

- maladies infiltratives pulmonaires (par atteinte de la membrane alvéolo-capillaire)
- emphysème (par destruction du lit vasculaire)
- maladies vasculaires pulmonaires (embolie pulmonaire ou hypertension pulmonaire par amputation du lit vasculaire)

2.2. L'étude des gaz du sang artériel

Réalisée en général **au repos**, mais peut aussi se faire **à l'effort** (cf infra), chez un patient **en air ambiant** ou **sous oxygène**. Il est souhaitable d'avoir au moins une mesure faite au repos, en position assise, en air ambiant.

Les **pressions partielles en O₂** et **en CO₂** sont mesurées en mmHg ou en kPa Le pH est mesuré

La concentration en bicarbonates (HCO₃⁻) est calculée et exprimée en mEq/L.

La saturation artérielle en oxygène (**SaO₂**) est

- soit calculée à partir de la PaO₂ sans tenir compte des caractéristiques de l'hémoglobine du patient (qui peut avoir une affinité anormale pour l'O₂, ex : méthémoglobinémie).
- soit mesurée directement, de même que la concentration en carboxyhémoglobine (HbCO), en hémoglobine totale et en méthémoglobine (MetHb).

Limites de la mesure de la SaO₂ :

- En raison de la relation qui lie SaO₂ et PaO₂, la baisse de la SaO₂ n'apparaît que tardivement au cours des pathologies hypoxémiantes (figure 4).
- On retiendra qu'une SaO₂ < 90 % témoigne déjà d'une hypoxémie profonde (PaO₂ < 60 mmHg).

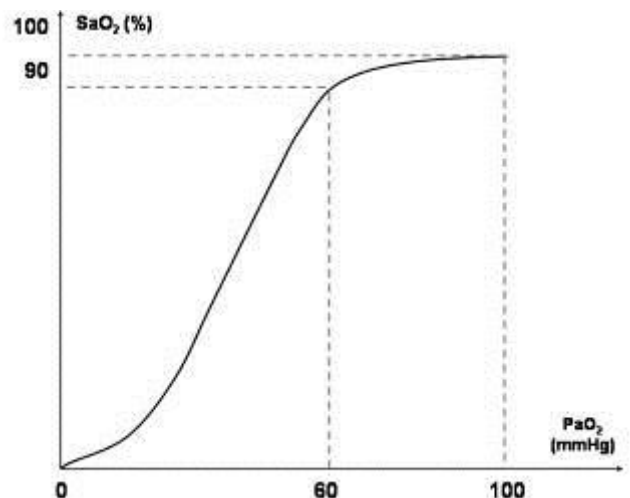


Figure 4 a : Variation de la SaO₂ en fonction de la PaO₂

Figure 4b : Relation approximative entre la SaO₂ et la PaO₂

	perte de conscience		souffrance cérébrale										
PaO ₂ (kPa)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
PaO ₂ (mm Hg)	30	37.5	45	52.5	60	67.5	75	82.5	90	97.5	104		
SaO ₂ (%)	57.4	71.4	80.7	86.8	90.7	93.2	94.9	96.2	97.0	97.8	98.2		

Intérêts des gaz du sang :

- étude des échanges gazeux
- étude de l'équilibre acidobasique

1 mmHg = 1,33 kPa

1 kPa = 7,5 mmHg

Valeurs	normales	étendue	unité
pH	7,4	± 0,05	
PaCO ₂	40	± 2	mmHg
	5,3	± 0,3	kPa
PaO ₂	95	± 5	mmHg
	12,6	0,5	kPa
HCO ₃ ⁻	24	± 2	mmol/l

Pour déterminer où se situe l'équilibre acide base d'un patient (et notamment pour l'ECN) le tableau suivant est plus pratique

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

Résultats de la gazométrie artérielle (en air ambiant):

pH	PaO ₂	PaCO ₂	HCO ₃ ⁻	Résultats	Etiologie(s)
↗	N	N ou ↗	↗	Alcalose métabolique non compensée	- vomissements ou aspiration gastrique, - traitement diurétique,
↗	N	↘	N ou ↘	Alcalose respiratoire non compensée	Hyperventilation alvéolaire sur poumon normal: - effet « blouse blanche », angoisse - effort physique
↗	↘	↘	N ou ↘	Alcalose respiratoire non compensée	Hyperventilation alvéolaire par manque d'O ₂ : - OAP - Embolie pulmonaire - Pneumonie, bronchite et crise d'asthme non grave
N	↘	↗	↗	Acidose respiratoire compensée	Insuffisance respiratoire chronique
↘	↘	↗	N ou ↗	Acidose respiratoire non compensée	Hypoventilation alvéolaire : - insuffisance respiratoire aiguë - décompensation de BPCO
↘	N	N ou ↘	↘	Acidose métabolique non compensée	Acidocétose Acidose lactique (hypoxie) Lyse cellulaire Insuffisance rénale Si trou anionique normal : tubulopathie ou perte digestive de bicarbonates (diarrhée)

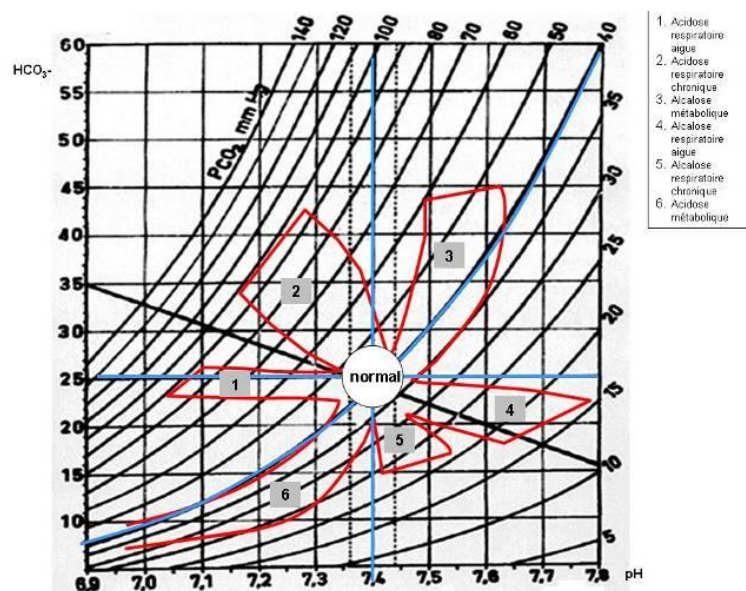


Figure 5 : diagramme de Davenport représentant la relation entre le pH, la concentration en bicarbonate plasmatique et la PCO₂

2.3. Mesure de la saturation de pouls en O₂ de l'hémoglobine (SpO₂) au repos

Un capteur (lobe de l'oreille ou doigt) mesure la différence d'absorption de la lumière rouge et infrarouge en fonction de l'oxygénation de l'hémoglobine. Il s'agit d'un reflet indirect de la SaO₂. Une SpO₂ > 95% est considérée comme normale. Une désaturation est définie comme une chute de 4 % de la SpO₂

Intérêts :

- surveillance continue de la SpO₂ chez un patient en insuffisance respiratoire aigue
- détection des désaturations en O₂ lors du sommeil ou à l'effort

Limites :

- ne détecte pas l'hypoxémie modérée (cf supra et figure 4)
- nécessite pour être valable une pression de perfusion capillaire suffisante (ne fonctionne pas en cas de choc ou de vasoconstriction)
- n'est fiable en termes de représentation de la SaO₂ que pour des valeurs comprises entre 70% et 100%
- ne détecte pas une baisse de SaO₂ liée à la présence d'HbCO ou de MetHb
- ne tient pas compte du pH ni de la PaCO₂

3. Etude des échanges gazeux à l'effort

3.1. Test de Marche de 6 Minutes

Principe :

- mesure de la **distance parcourue en 6 minutes**
- couplée à la mesure de la fréquence cardiaque et de la **SpO₂** tout au long du test
- et à l'évaluation de la dyspnée et de la fatigue musculaire en début et en fin de test, sur une échelle semi-quantitative (Borg)
- le **critère de jugement** est la distance parcourue en mètres

Intérêts :

- test simple, peu coûteux et reproductible

- permet de **détecter des anomalies** des échanges gazeux à l'effort (désaturation artérielle en oxygène) qui n'auraient pas été mises en évidence au repos
- reflet grossier de l'évolution de la fonction "échangeur pulmonaire à l'effort" au cours des pathologies respiratoires responsables d'une limitation à l'effort

Limites :

- Insuffisamment sensible pour détecter des modifications fines de la fonction "échangeur pulmonaire à l'effort"

Date du test : <u>9/03/2016</u>		
Opérateur :		
Supplément en O₂ : OUI <input type="radio"/> NON <input checked="" type="radio"/>		
Débit d'O₂ : __ L / min		
	DEBUT	FIN
Heure	<u>10 h 52</u>	<u>10 h 58</u>
Fréquence cardiaque	<u>86 / min</u>	<u>110 / min</u>
SpO₂	<u>96 %</u>	<u>86 %</u>
Dyspnée (échelle de Borg)	<u>0</u>	<u>3</u>
Fatigue des membres inf. (échelle de Borg)	<u>0</u>	<u>0</u>
Arrêt pendant l'épreuve : NON <input checked="" type="radio"/> OUI <input type="radio"/> (combien :		
Distance finale parcourue en 6 minutes : <u>600</u> mètres		
<small>CHEZ L'HOMME Distance (m) parcourue en 6 minutes = (7,57 x Taille (cm)) - (5,02 x Age) - (1,76 x Poids (kg)) - 309 Limite inférieure de la normale = Distance calculée - 153 mètres CHEZ LA FEMME Distance (m) parcourue en 6 minutes = (2,11 x Taille (cm)) - (2,29 x Poids (kg)) - (5,78 x Age) + 667 Limite inférieure de la normale = Distance calculée - 139 mètres</small>		

Echelle de BORG	
0	Nulle
0,5	Très, très discrète (à peine perceptible)
1	Très discrète
2	Discrète
3	Moderée
4	Légèrement intense
5	Intense
6	
7	Très intense
8	
9	Très, très intense
10	Maximale

Figure 6 : exemple d'un test de marche

3.2. Epreuve Fonctionnelle à l'Exercice (EFX)

Principe :

Exercice calibré sur un cyclo-ergomètre ou un tapis roulant au cours duquel on mesure

- la consommation en oxygène (VO₂)
- la puissance développée
- le comportement cardio-vasculaire et ventilatoire
- les échanges gazeux

Intérêts : précise les mécanismes responsables d'une dyspnée, en faisant le distinguo entre :

- les altérations de la mécanique ventilatoire
- les altérations des échanges gazeux
- l'hypertension pulmonaire
- l'atteinte cardiaque par insuffisance chronotrope à l'exercice, entre autres
- l'atteinte musculaire périphérique

Limites : nécessite un appareillage et des compétences qui ne sont pas toujours disponibles en pratique courante

4. Explorations des anomalies respiratoires au cours du sommeil* (Polygraphie et Polysomnographie)

Principe : mesure en continu

- des débits aériens nasal et buccal
- des mouvements thoraco-abdominaux
- de la SpO₂ et de la fréquence cardiaque
- de l'activité électro-encéphalographique* (permettant d'établir un hypnogramme)
- de l'activité électro-myographique (électro-oculogramme, EMG mentonnier et jambier antérieur)
- au cours d'une nuit de sommeil♦

Indications :

- troubles respiratoires au cours du sommeil
 - syndrome d'apnées du sommeil (SAS) obstructives ou centrales
 - syndrome d'obésité hypoventilation
- autres troubles du sommeil
 - syndrome des jambes sans repos
 - narcolepsie-cataplexie
- contrôle de l'efficacité des thérapeutiques
 - Pression Positive Continue dans les SAS obstructives
 - dérivés dopaminergiques dans le syndrome des jambes sans repos,

CE QU'ON PEUT ATTENDRE DE LA MESURE DES VOLUMES ET DES DÉBITS

1. Caractériser un trouble ventilatoire :

1.1 trouble ventilatoire obstructif (TVO): VEMS/CVF < 0,7♥

ATTENTION à la classique source de confusion: Bien qu'on exprime souvent le résultat du rapport VEMS mesuré/ CVF mesurée en pourcentage (voir exercices) il ne s'agit pas d'un pourcentage par rapport à une quelconque valeur prédite.

Par exemple, quand on divise un VEMS mesuré à 1,2 L par une CVF mesurée à 1,9 L on obtient la valeur de 0,63 qu'on peut exprimer sous la forme 63%, en pratique ce rapport VEMS/CVF est bien < 0,7 (ou < 70%).

L'observation de l'aspect de la courbe débit-volume est importante, montrant un aspect concave de la phase descendante de la courbe expiratoire traduisant une **limitation des débits à bas volume pulmonaire** ; ceci se traduit en pratique par un débit expiratoire moyen entre 25 et 75 % de la capacité vitale (DEM25-75) ≤ 50% des valeurs de référence.

• Pour une version plus approfondie des anomalies respiratoires au cours du sommeil on conseille de consulter le chapitre Troubles respiratoires au cours du sommeil du Référentiel national du Collège des Enseignants de Pneumologie

* la polygraphie ventilatoire à la différence de la polysomnographie ne prend pas en compte l'EEG, l'EOG et l'EMG

♦ ou pendant la journée (Test Itératif de Latence d'Endormissement : TILE ; Test de Maintien de l'Eveil : TME)

♥ La définition du trouble ventilatoire obstructif a fait l'objet de nombreuses discussions au cours de 30 dernières années. Celle qui est donnée ici (VEMS/CV Forcée < 0,7) est la plus utilisée et la plus consensuelle, il s'agit notamment de la définition retenue par GOLD (Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease). En réalité ce rapport décroît progressivement avec l'âge et d'autres définitions sont disponibles dans la littérature, par exemple rapport VEMS / CV lente < 5^{ème} percentile des valeurs normales, ou plus approximativement une valeur de ce rapport < 70%. Quand on utilise le rapport VEMS/CVF pour définir une BPCO c'est des valeurs de VEMS et de CVF mesurées après bronchodilatateur dont on se sert. Il faut enfin rendre à Tiffeneau ce qui est à Tiffeneau, dans sa description princeps c'est le rapport VEMS/CVL qui était utilisé.

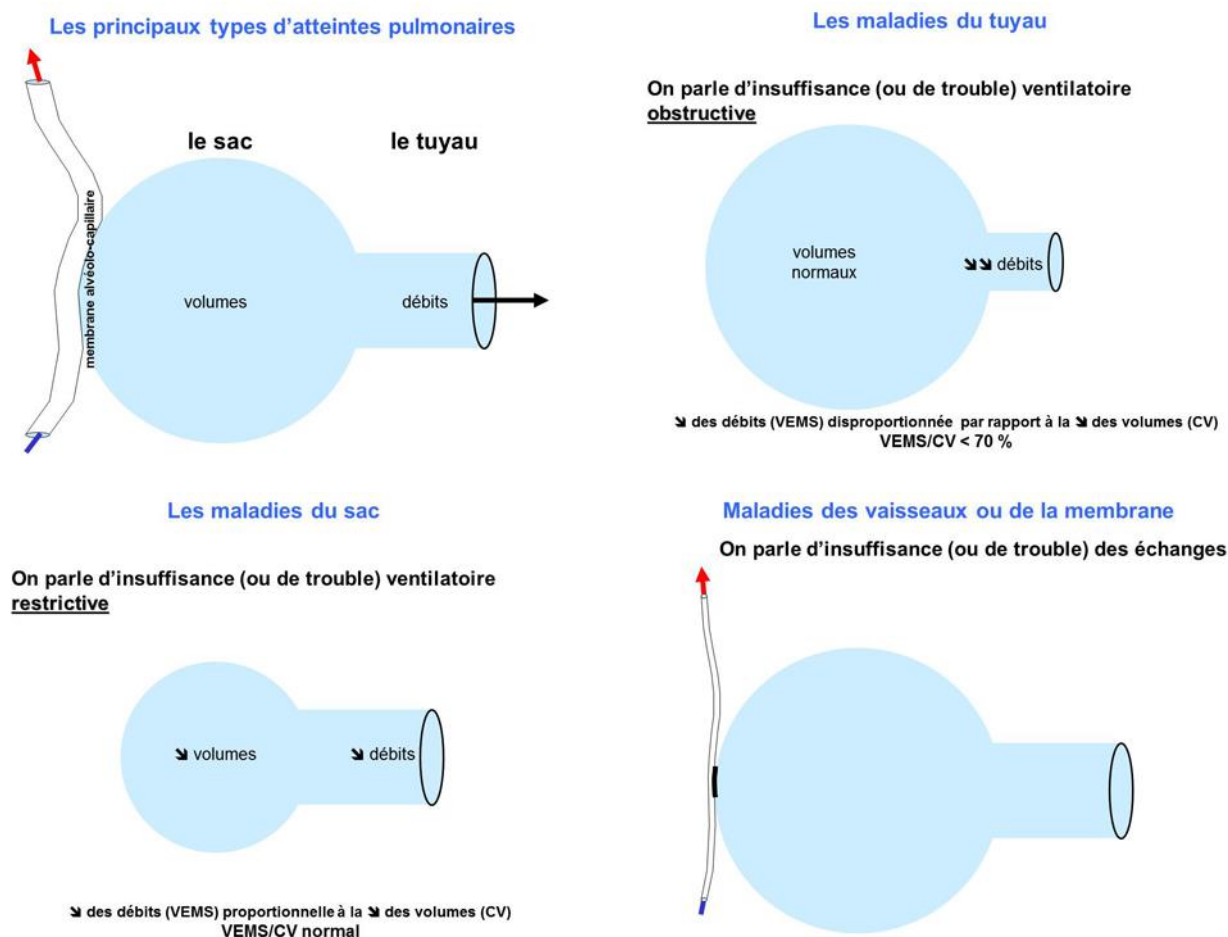


Figure 7 : les principales anomalies identifiées aux EFR

1.2 distension pulmonaire

- souvent associée au TVO
- définie par une ↗ des volumes statiques totaux et une modification des rapports volumes mobilisables et non mobilisables :
 - CPT > 120% de la valeur prédite
 - et VR/CPT > 30%.

1.3 trouble ventilatoire restrictif :

- diminution de la CPT < 80% de la valeur prédite
- il existe aussi une diminution parallèle du VEMS et de la CV ($VEMS/CVF$ reste > 70%)

1.4 trouble ventilatoire mixte

- association d'un trouble ventilatoire restrictif et d'un trouble ventilatoire obstructif
- $VEMS/CVF < 70\%$ et CPT < 80% de la valeur prédite

2. Caractériser la sévérité d'un trouble ventilatoire obstructif

C'est essentiellement la valeur relative du VEMS qui définit la sévérité d'un TVO

Les 4 stades de la classification GOLD (global initiative for obstructive lung diseases). Dans la classification GOLD le **VEMS** qui est considéré pour l'évaluation de la sévérité est celui qui est mesuré **après bronchodilatateurs**.

TVO	sévérité	Définition
VEMS/CVF < 70%	grade GOLD² 1 Obstruction bronchique légère	VEMS ≥ 80%
	grade GOLD 2 Obstruction bronchique modérée	VEMS 50-80%
	grade GOLD 3 Obstruction bronchique sévère	VEMS 30-49%
	grade GOLD 4 Obstruction bronchique très sévère	VEMS < 30%

NB : si un patient a un VEMS entre 30 et 50% de la valeur prédite mais qu'il a une insuffisance respiratoire chronique (pour simplifier une PaO₂ à l'état stable < 60 mmHg) on le classe en stade IV.

3. Evaluer la réversibilité d'un trouble ventilatoire

Ceci concerne les TVO.

3.1. Définition de la réversibilité

On parle de **réversibilité significative**[♥] d'un TVO quand le VEMS augmente

- de plus de 200 ml par rapport à la valeur initiale
- **et** de plus de 12% par rapport à la valeur initiale^{*}

On parle réversibilité complète d'un TVO en cas de normalisation

- du rapport VEMS/CVF (> 0,7) et
- du VEMS (VEMS > 80 % de la valeur prédite).

3.2. Test pharmacologique

- Test pharmacologique "rapide" aux bronchodilatateurs

La réversibilité peut être étudiée lors de la réalisation des EFR en réalisant une 1^{ère} spirométrie avant l'administration de bronchodilatateurs (BD) d'action rapide (β2 agoniste, voire anticholinergiques) puis une 2^{ème} spirométrie 10-15 minutes après. On aura ainsi la valeur du "VEMS pré BD" et celle du "VEMS post BD".

- Test pharmacologique "lent" aux corticoïdes

En l'absence de réversibilité au bronchodilatateur, si l'on suspecte un asthme on peut aussi dans un 2^{ème} temps étudier la réversibilité après une corticothérapie systémique (prednisone = 0,5 mg/kg/j) de durée brève (10-15 j)

- Réversibilité spontanée

² global initiative for obstructive lung diseases

[♥] La définition de la réversibilité d'un trouble ventilatoire obstructif a fait l'objet de nombreuses discussions au cours de 30 dernières années. Celle qui est donnée ici est la plus utilisée et la plus consensuelle, il s'agit de la définition retenue par GOLD (Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease). D'autres sont disponibles dans la littérature, par exemple celle de l'European Respiratory Society : augmentation du VEMS et/ou de la capacité vitale expiratoire forcée (CVF) ≥ 12% de la valeur théorique et ≥ 200 ml par rapport à la valeur initiale ou celle de la British Thoracic Society: augmentation du VEMS ≥ 15% de la valeur initiale et de plus de 200 ml par rapport à la valeur initiale

^{*} (VEMS post – VEMS pré)/VEMS pré > 0,12

La réversibilité spontanée observée entre deux spirométries réalisées à quelques jours ou semaines d'intervalles a la même valeur d'orientation diagnostique que la réversibilité pharmacologique.

3.2. Pourquoi teste-t-on la réversibilité d'un TVO ?

- Orientation diagnostique : distinction Asthme et BPCO
 - BPCO : la bronchopneumopathie chronique obstructive – chronic obstructive pulmonary disease, COPD, des Anglo-Américains – se définit comme une maladie chronique et lentement progressive, caractérisée par une diminution non complètement réversible des débits aériens. Une amélioration des débits est possible sous traitement (bronchodilatateur et/ou anti-inflammatoire stéroïdien), mais sans normalisation (à la différence de l'asthme).
 - L'asthme se définit par un TVO réversible spontanément ou sous traitement, et la présence d'une hyperréactivité bronchique non spécifique
 - En pratique, dans un contexte clinique évocateur (âge mur, tabagisme, TVO non complètement réversible) on évoquera une BPCO ; alors que dans un autre contexte (jeune âge, non fumeur, TVO significativement réversible) on évoquera plutôt un asthme.
- Surveillance des effets des thérapeutiques
 - Dans l'asthme notamment, la normalisation de la fonction respiratoire et notamment du VEMS fait partie des objectifs thérapeutiques

COMMENT LIRE LES RÉSULTATS DES EFR SANS AVOIR L'AIR D'UNE POULE QUI AURAIT PONDU UNE HORLOGE ?

Considérons un rendu d'EFR comme il apparaît classiquement ECN, qu'y voit-on ?

On voit que le VEMS et la CVF de ce patient sont altérés, respectivement à 0,79L et 1,71L soit 41% et 64 % de la valeur théorique

On repère aussi le rapport VEMS/CVF et on se rend compte qu'il est < 70%

On voit tout de suite que le volume non mobilisable (VR) est indiqué et mesuré en pléthysmographie car c'est écrit dessus ...

On ne se laisse pas perturber par le rapport VEMS/CVF ou CVL théoriques

On distingue 3 colonnes

La 1^{ère} colonne est une colonne de valeurs mesurées chez le patient

La 2^{ème} colonne est la colonne de valeurs théoriques attendues chez le patient

La 3^{ème} colonne exprime pour chaque paramètre le pourcentage de la valeur mesurée par rapport à la valeur théorique

On oublie tout de suite les résistances. C'est hors programme

		PRE-BRONCH		
		Mesure	Theo.	%Theo.
MÉCANIQUE PULMONAIRE				
CVF (L)		1.71	2.67	64
VEMS (L)		0.79	1.92	41
VEMS/CVF (%)		46	74	
VEMS/CVL (%)		43	65	
DPE (L/sec)		2.81	6.32	44
DEM 25% (L/sec)		0.15	0.63	24
DEM 50% (L/sec)		0.29	3.08	9
DEM 75% (L/sec)		0.59	5.80	10
DRM 25-75% (L/sec)		0.27	2.15	13
DEM 15-25% (L/sec)		0.16		
VOLUMES PULMONAIRES				
CVL (L)		1.84	2.97	62
CI (L)		1.45	2.28	64
VRE (L)		0.39	0.68	57
PLETHYSMOGRAPHIE				
CRF (Pleth) (L)		4.57	3.42	134
VR (Pleth) (L)		4.17	2.74	153
CPT (Pleth) (L)		6.02	5.70	106
VR/CPT (Pleth) (%)		69	47	
Raw (cmH2O/L/s)		7.52	1.45	519
RESISTANCES				
Raw (cmH2O/L/s)		7.52	1.45	519
Gaw (L/sec/cmH2O)		0.13	1.03	13
sGaw (sec/cmH2O*L ²)		0.03	0.20	14

QRM

Un homme de 68 ans consulte pour une dyspnée apparaissant dès la marche rapide sur terrain plat. L'examen clinique est peu informatif. Son cliché de thorax est normal. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- il existe un trouble ventilatoire obstructif
- il existe un trouble ventilatoire restrictif
- seule une spirométrie a été réalisée
- le trouble ventilatoire est réversible
- il existe une altération du transfert du CO

Réponse : A

Commentaires :

- A est juste en effet, car le rapport VEMS/CVF est à 0,46 (soit < 0,7).
- B est faux car la CPT mesurée est supérieure à 80% de la valeur prédite (ici 106%).
- C est faux vu qu'une pléthysmographie a aussi été réalisée.
- D est faux car il n'y a pas de mesure post bronchodilatation réalisée ici.
- E est faux car on ne voit nulle part de mesure de la DLCO.

LES ÉLÉMENTS ET LES PIEGES QUI RESTENT À REPÉRER

Les synonymes

Age: 64 Années
 Taille: 154,0 cm
 Poids: 82,0 kg
 Sexe: féminin

Avez-vous remarqué que sur un compte rendu d'EFR on trouve très souvent le poids et la taille ? Dans le cas présent on en déduit que l'IMC est à 34,6 (obésité)

	Obs.	Préd.	Obs/Pr
Date	22/08/2002		
Heure	09:15:22		
CV LENTE..... [L]	2.46	2.36	104
CI..... [L]	2.32	1.66	140
VRE..... [L]	0.22	0.70	31
VT..... [L]	0.62	0.59	105
CRF Plé..... [L]	2.30	2.51	92
VR..... [L]	2.08	1.81	115
CPT..... [L]	4.62	4.37	106
VR % CPT..... [%]	45.10	40.72	111
CVF..... [L]	2.42	2.27	107
VEMS..... [L]	2.08	1.88	110
VEMS % CVF..... [%]	85.91		
VEMS%CVL..... [%]	84.58	76.94	110

La 1^{ère} colonne est une colonne de valeurs observées chez le patient (alors que sur l'exemple précédent elles s'appelaient valeurs mesurées)

La 2^{ème} colonne est une colonne de valeurs prédites chez le patient (alors que sur l'exemple précédent elles s'appelaient valeurs théoriques)

La 3^{ème} colonne exprime pour chaque paramètre le pourcentage de la valeur observée par rapport à la valeur prédite (ou valeur théorique, c'est la même chose !)

Attention ! Selon les machines et leur paramétrage de compte rendu, la première et la seconde colonne peuvent être inversées

	Théo	Pré	% Théo
Date		14/04/09	
Heure		18:33:32	
Substance			
Dose			
CV MAX [L]	3.46	1.63	-53.0
VRE [L]	0.94	0.08	-91.6
VT [L]	0.42	0.93	121.2
CI [L]	2.52	1.55	-38.5
VVM [L/min]	103.82		
VEMS [L]	2.87	1.52	-47.0
VEMS % CV MAX [%]	79.03	93.44	18.2
CVF [L]	3.35	1.55	-53.8
VEMS % CVF [%]		98.21	
DEP [L/s]	6.76	6.11	-9.6
DEM 75 [L/s]	5.81	6.11	5.1
DEM 50 [L/s]	4.05	4.39	8.4
DEM 25 [L/s]	1.59	1.20	-24.7
DEM 25/75 [L/s]	3.27	3.38	3.4
VIMS [L]		1.52	

La 1^{ère} colonne est ici la colonne des valeurs théorique chez le patient

La 2^{ème} colonne est ici la colonne de valeurs observées chez le patient (ATTENTION, il ne s'agit pas des valeurs prédites mais des valeurs "pré" bronchodilatateurs)

La 3^{ème} colonne exprime pour chaque paramètre le pourcentage de diminution de la valeur observée par rapport à la valeur théorique

Date de naissance : 12/06/1958 Taille(cm) : 178
 Sexe : M Date examen : 04/08/2009
 Poids(Kg) : 93 Heure examen : 11:39:12

Spirométrie lente et forcée sans/avec test de réversibilité

	Meilleur Test avant BD			Meilleur Test après BD		
	Norme	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Dif. Pré
CV(L)	4,78	3,82	80	4,08	85	0,26
VT(L)	----	0,56	----	0,57	----	0,11
VR(L)	----	2,69	----	2,61	----	-0,08
VRE(L)	----	0,57	----	0,80	----	0,23
CI(L)	----	3,25	----	3,28	----	0,03
VEMs/CVF(%)	78	73	93	77	99	5
VEMs/CV(%)	78	67	86	67	85	-1
CVF(L)	4,58	3,54	77	3,50	76	-0,03
VEMs(L)	3,68	2,57	70	2,71	74	0,14
DEP(L/S)	8,88	7,79	88	8,10	91	0,30
D75(L/S)	7,77	5,81	75	7,29	94	1,48
D50(L/S)	4,81	2,63	55	3,15	65	0,52
D25(L/S)	1,98	0,62	32	0,88	45	0,26
DEM(L/S)	3,95	2,07	52	2,50	63	0,44

Pléthysmographie avec ou sans résistances des voies aériennes

	Meilleur test avant BD			Meilleur test après BD		
	Norme	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Dif. Pré%
CPT(L)	7,14	6,69	94	----	----	----
CV (cpt)(L)	4,78	3,82	80	----	----	----
VGT(L)	3,55	3,44	97	----	----	----
VR(L)	2,22	2,87	129	----	----	----
VR/CPT(%)	33,91	42,87	126	----	----	----

Capacité de diffusion du monoxyde de carbone CO:

	Norme	Test 1		Test 2		Moyenne
		Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Mes.
Hb(gr/100ml)	14,60	14,60		14,60		14,60
CRF'sb(L)	3,55	3,55	100	2,91	82	3,23
VI(L)	4,58	3,46	76	3,68	80	3,57
VA(L)	7,14	6,49	91	6,10	85	6,29
KCO cor(mL/mmHg/Min)	4,34	3,56	82	3,54	81	3,55
DLCO cor(mL/mmHg/M)	31,01	23,07	74	21,59	70	22,33

Dans le cas présent avez vous repéré

- que les valeurs théoriques sont appelées "norme" ?
- qu'un test de réversibilité avait été réalisé ?
- qu'on avait aussi mesuré le transfert du CO ?

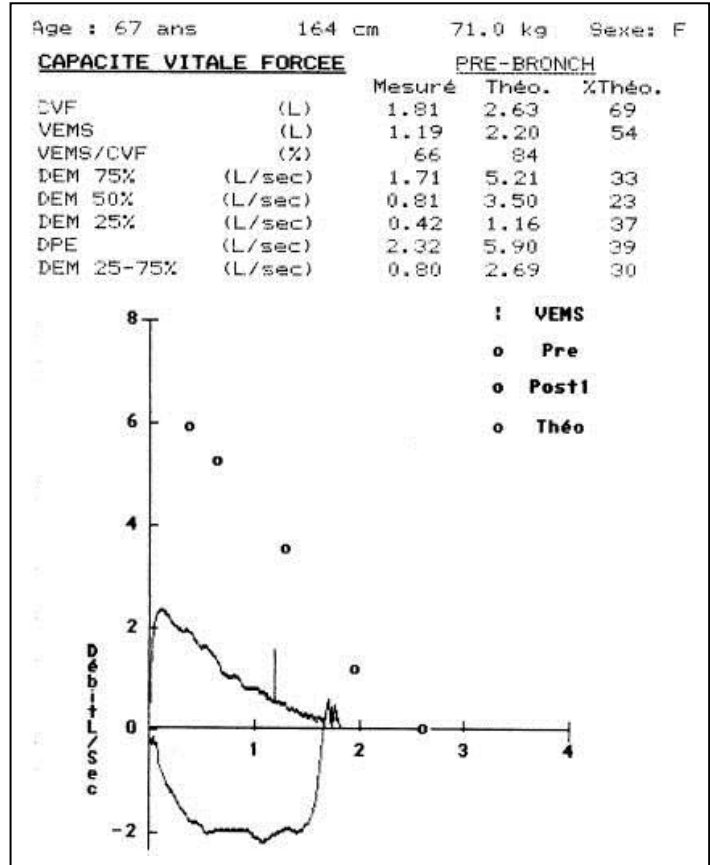
I. EFR - DOUZE QUESTIONS "TOMBABLES"

QRM 1

Une femme de 67 ans fait l'objet d'EFR dans le cadre d'un bilan pré-opératoire. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. seule une spirométrie a été réalisée
- D. le trouble ventilatoire est réversible
- E. la chirurgie qui doit être réalisée est très probablement une chirurgie de l'obésité

Réponse : AC



Commentaires :

Il s'agit d'une patiente de 67 ans, mesurant 164 cm pour un poids de 71 kg soit un IMC à 26,5 (surpoids, mais pas obésité, car pour cela il faut un $IMC \geq 30$), donc E est fausse

Vous avez d'emblée noté qu'on vous montre une courbe débit volume et rien d'autre, donc C est juste

Vous avez commencé par repérer les valeurs clés que sont

- le VEMS mesuré à 1,19 L soit 54 % de la valeur prédite.
- la capacité vitale forcée mesurée à 1,81 L soit 69 % de la valeur prédite

Le rapport de VEMS/CVF est donc à 66 %. Ne vous laissez pas piéger par le chiffre 84 qui est à droite du chiffre 66, il s'agit ici du rapport VEMS théorique/CVF théorique. Il n'a aucun intérêt. Il s'agit donc d'un trouble ventilatoire obstructif et A est juste

ATTENTION méfiance, nous n'avons pas ici la valeur du VEMS post-bronchodilatateur, donc on ne sait pas si le TVO est réversible, et D est faux

En l'absence de la mesure du volume non mobilisable (le VR) on n'a pas la CPT et non ne peut rien conclure concernant l'existence d'un trouble ventilatoire restrictif, B est donc faux.

QRM 2

Un homme de 70 ans fait l'objet d'EFR dans le cadre d'un bilan d'essoufflement. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. le trouble ventilatoire est réversible
- D. le patient est en situation de maigreur
- E. il présente une altération de transfert du CO

Réponse : ADE

Date de naissance :	30/07/1947						
Sexe :	M						
Poids(Kg) :	59						
Taille(cm) :	180						
Spirométrie lente et forcée sans/avec test de réversibilité							
	Meilleur Test avant BD			Meilleur Test après BD			
	Norme	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Dif. Pré	Dif. Pré%
CV(L)	4,59	4,72	103	4,93	107	0,21	4
VT(L)	---	1,31	---	1,33	---	0,02	1
VR(L)	---	1,90	---	1,89	---	-0,01	0
VRE(L)	---	1,51	---	1,71	---	0,20	13
CI(L)	---	3,21	---	3,21	---	0,01	0
VEMs/CVF(%)	76	42	55	43	56	1	1
VEMs/CV(%)	76	38	50	38	50	0	0
CVF(L)	4,41	4,28	97	4,41	100	0,13	3
VEMs(L)	3,45	1,80	52	1,88	54	0,08	4
DEP(L/S)	8,53	4,99	58	4,75	56	-0,23	-5
D75(L/S)	7,56	1,49	20	1,64	22	0,15	10
D50(L/S)	4,55	0,81	18	0,75	16	-0,06	-8
D25(L/S)	1,74	0,28	16	0,30	17	0,02	6
DEM(L/S)	3,52	0,66	19	0,68	19	0,01	2
Pléthysmographie avec ou sans résistances des voies aériennes							
	Meilleur test avant BD			Meilleur test après BD			
	Norme	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Dif. Pré%	Dif. Pré%
CPT(L)	7,30	9,65	132	---	---	---	0
CV (cpt)(L)	4,59	4,72	103	---	---	---	0
VG(T)(L)	3,69	6,51	176	---	---	---	0
VR(L)	2,49	4,93	198	---	---	---	0
VR/CPT(%)	38,16	51,11	134	---	---	---	0
RAW(cmH2O/L/S)	1,21	1,58	131	---	---	---	---
GAW(L/S*cmH2O)	0,83	0,63	76	---	---	---	0
SRAW(cmH2O*s)	4,34	10,68	246	---	---	---	0
SGAW(1/S*cmH2O)	0,23	0,09	41	---	---	---	0
Capacité de diffusion du monoxyde de carbone CO:							
	Norme	Test 1		Test 2		Moyenne	
		Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme
Hb(gr/100ml)	14,60	12,90	---	12,90	---	12,90	---
CRF'sb(L)	3,69	3,68	100	3,95	107	3,81	103
VI(L)	4,41	4,92	112	4,70	106	4,81	109
VA(L)	7,30	7,17	98	7,16	98	7,16	98
KCO cor(ml/mmHg/Min)	4,04	1,86	46	1,92	47	1,89	47
DLCO cor(ml/mmHg/Min)	29,52	13,35	45	13,71	46	13,53	46

Commentaires :

Vous avez commencé par repérer les valeurs clés que sont

- le VEMS chiffré à 1,80 L soit 52 % de la valeur prédite
- la CVF chiffrée à 4,28 l soit 97 % de la valeur prédite
- le rapport VEMS/CVF à 42 %

Vous avez donc conclu à l'existence d'un trouble ventilatoire obstructif (TVO). A est donc juste.

Vous avez estimé que ce TVO était « modéré » (stade II de la classification de Gold) puisque le VEMS post bronchodilatateurs est compris entre et 50 et 80 % de la valeur prédite.

Ce TVO n'est pas significativement réversible car VEMS avant BD – VEMS post BD < 200 ml. C est donc faux.

Vous avez ensuite noté que la CPT est à 9,65 L soit 132 % de la valeur prédite et que le volume résiduel est à 4,93 L soit près de 200 % de la valeur prédite. Le rapport VR/CPT est donc supérieur à 30 % (en l'occurrence ici 51,11%).

On peut donc parler d'une distension pulmonaire, sur la base de l'augmentation de la CPT, du volume résiduel et du rapport VR/CPT. Il n'y a en aucun cas de restriction, c'est même plutôt l'inverse. B est donc faux

Vous avez enfin remarqué que ce patient avait aussi fait l'objet d'une étude de diffusion du CO. Cette diffusion du CO (DLCO), parfois rapportée aussi comme TLCO, est mesurée à 45 % de la valeur prédite. E est donc juste.

Au total trouble ventilatoire obstructif modéré avec distension pulmonaire et altération du transfert du CO. Ceci est compatible avec une BPCO comportant des lésions d'emphysème.

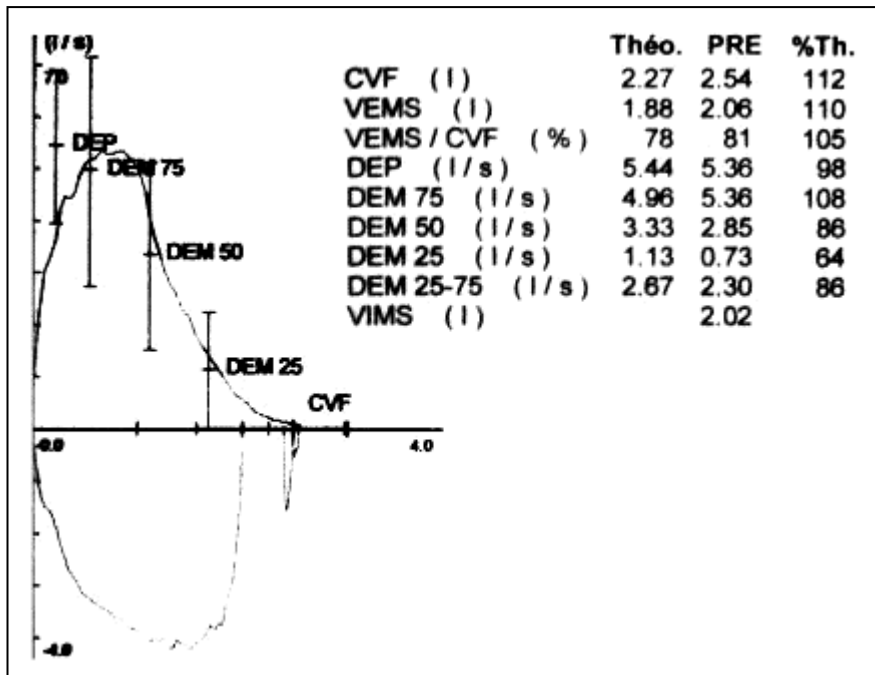
Vous remarquerez l'IMC particulièrement faible de ce patient (calculé à 18,2) qui le classe en situation de maigreur (IMC < 18,5), D est donc juste.

QRM 3

Une femme de 28 ans fait l'objet d'EFR dans le cadre d'un bilan de dyspnée. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. on peut parler de distension
- D. il existe une altération de transfert du CO
- E. la cause de la dyspnée n'est probablement pas liée à une maladie des voies aériennes

Réponse : E



Commentaires :

Vous avez de suite noté qu'il s'agissait d'une exploration par spirométrie (courbe débit volume).

Le VEMS et la CVF ne sont pas perturbés, respectivement à 110 et 112 % de la valeur théorique. Ne vous laissez pas piéger par le terme PRE (2^{ème} colonne) il signifie simplement que ces mesures sont prises pré-bronchodilatateur.

Les valeurs théoriques figurent bien sur la colonne intitulée « Théo ».

Le rapport de VEMS/CVF est quant à lui normal (supérieur à 70 %, mesuré à 81 %). Là encore ne vous laissez pas piéger par le 78 qui correspond simplement à la division du VEMS théorique par la CVF théorique. Cette valeur n'a aucun intérêt en pratique.

Vous avez d'emblée noté qu'on vous montre une courbe débit volume et rien d'autre, on ne peut donc pas parler de trouble ventilatoire restrictif ni d'altération de transfert du CO

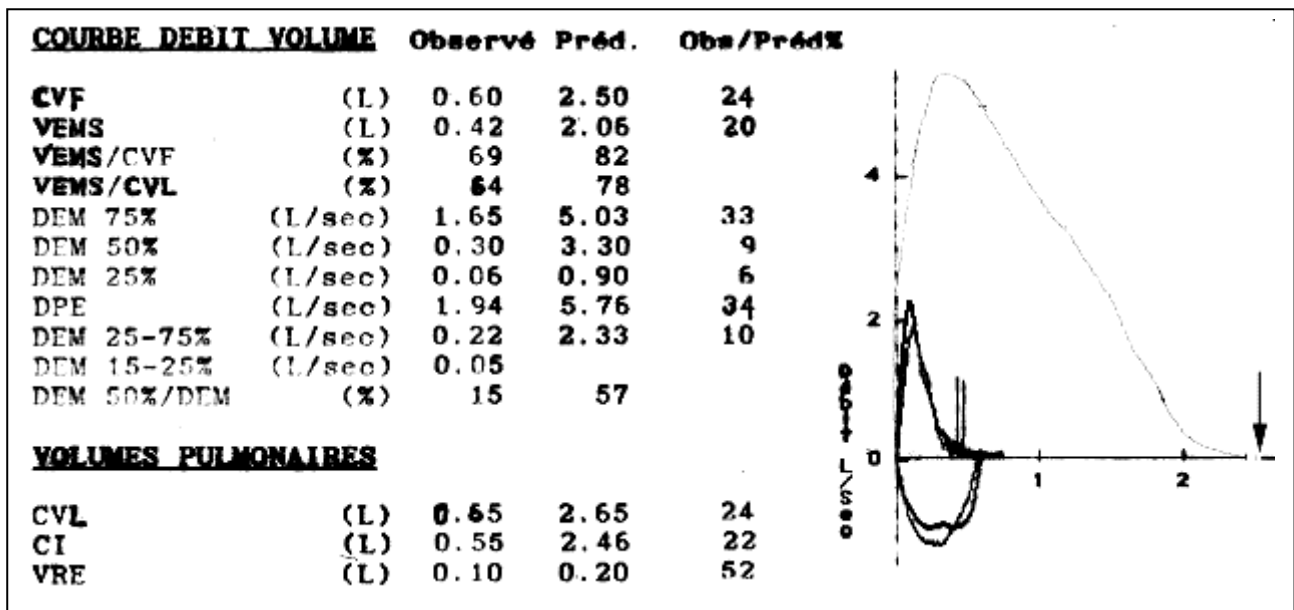
En pratique, tout à l'air normal, il faut donc aller chercher ailleurs qu'au niveau des bronches et du parenchyme pulmonaire pour identifier la cause de la dyspnée.

QRM 4

Un homme de 72 ans fait l'objet d'EFR dans le cadre d'un bilan de dyspnée. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. on ne peut sur ce test parler de distension
- D. il existe une altération de transfert du CO
- E. la cause de la dyspnée est probablement liée à une maladie des voies aériennes

Réponse : ABE



Commentaires :

Une fois de plus, vous vous attachez au VEMS et à la CVF qui sont effondrés à 0,42 L et 0,60 L respectivement, soit 20% et 24 % de la valeur prédite.

Le rapport de VEMS/ CVF est à 69 %.

On peut dans le cas présent conclure à l'existence d'un trouble ventilatoire obstructif, ce qui définit bien une maladie des voies aériennes. E est donc juste.

Ce TVO est très sévère (classe IV de la classification de Gold) car le VEMS est inférieur à 30 % de la valeur prédite.

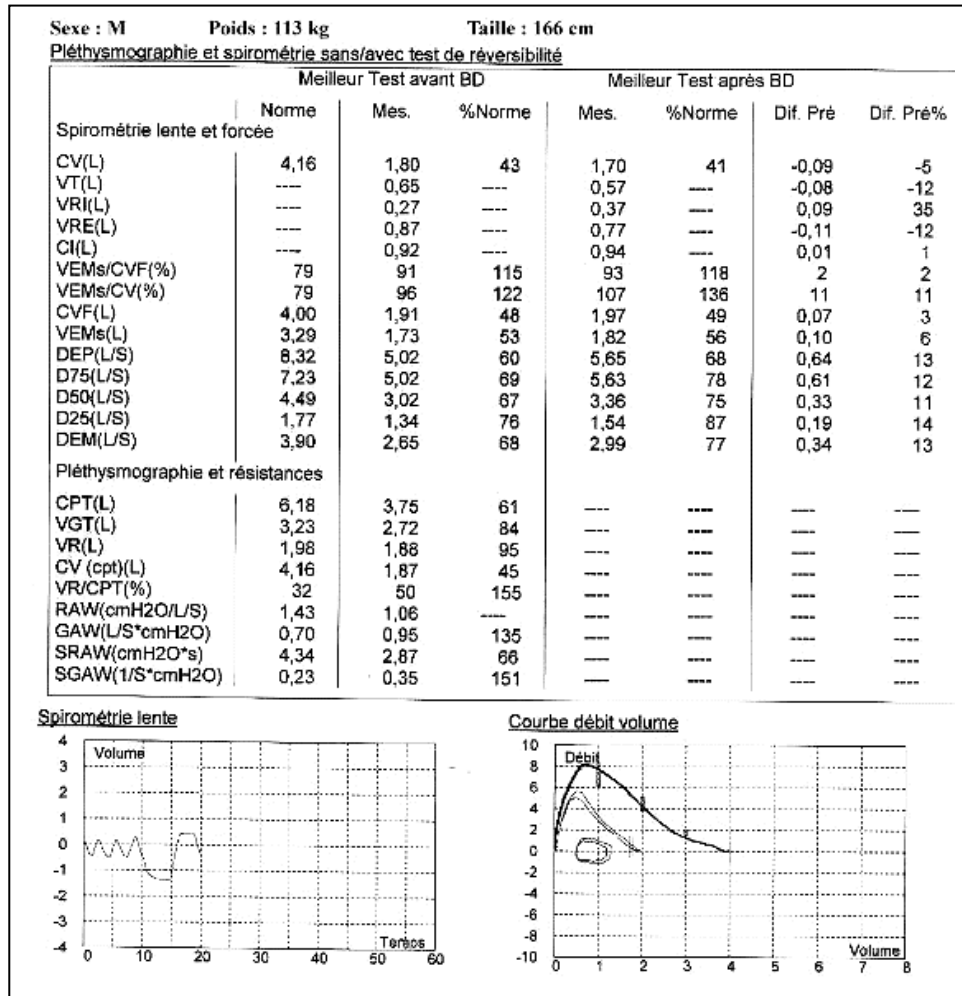
Compte tenu de l'effondrement de la CVF on ne peut exclure un syndrome restrictif associé. Mais il faudrait, pour le prouver, réaliser une pléthysmographie afin de mesurer la CPT.

QRM 5

Un homme de 47 ans fait l'objet d'EFR dans le cadre d'un bilan pré-opératoire. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. seule une spirométrie a été réalisée
- D. le trouble ventilatoire est réversible
- E. on ne peut exclure que la chirurgie qui doit être réalisée est une chirurgie de l'obésité

Réponse : BE



Commentaires :

Vous avez commencé par repérer les valeurs clés que sont

- le VEMS chiffré à 1,73 L soit 53 % de la valeur prédite
- la CVF chiffrée à 1,91 L soit 48 % de la valeur prédite
- le rapport VEMS/CVF à 91 %.

VEMS et CVF sont donc diminué de façon parallèle, ou en tout cas suffisamment parallèle pour que le rapport VEMS/CVF soit > 70%. Vous êtes donc en droit de suspecter un trouble ventilatoire restrictif (ceci reste vrai après bronchodilatateurs, ce qui est logique). Vous allez donc observer la Capacité Pulmonaire Totale, qui est à 61% donc < 80% de la valeur attendue. Vous confirmez donc bien l'existence d'un trouble ventilatoire restrictif.

Vous vous êtes rendu compte que ce patient présentait une obésité morbide ($IMC = 41 \text{ kg/m}^2$) et la réponse E est donc juste.

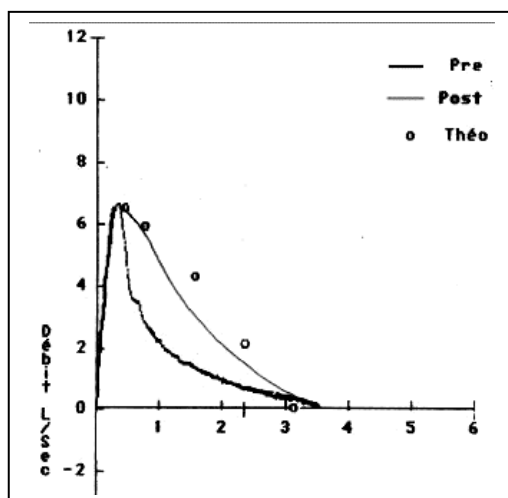
ATTENTION, il est exceptionnel que l'obésité à elle seul entraîne un trouble ventilatoire restrictif. Il faut donc chercher ailleurs la cause de la restriction pulmonaire. En réalité, ce patient était traité depuis des années par de la cortisone en raison d'une sarcoïdose pulmonaire à évolution fibrosante et son obésité était un des effets secondaire de cette corticothérapie.

QRM 6

Un homme de 21 ans fait l'objet d'EFR dans le cadre d'un bilan de dyspnée avec sifflement, notamment lorsqu'il pratique la course à pied. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. une spirométrie avec test pharmacologique a été réalisée
- D. le trouble ventilatoire est réversible
- E. on ne peut parler de réversibilité complète

Réponse : ACD



	THEO	PRE	%	POST	%
CVF	3,18	3,51	110	3,55	112
VEMS	2,76	2,01	73	2,62	95
VEMS/CV	87	57		74	
DEM75	5,86	2,46	42	3,22	55
DEM50	4,26	1,14	27	1,62	38
DEM25	2,1	0,57	27	0,76	36
DPE	6,47	6,64	103	6,45	100
DEM2575	3,99	1,05	26	1,96	49

Commentaires :

Vous avez commencé par repérer les valeurs clés que sont

- le VEMS mesuré à 2,01 L pour une valeur théorique à 2,76 L soit 73 % de la valeur prédite.
- la capacité vitale forcée mesurée à 3,51L pour une théorique à 3,18 L soit 110 % de la valeur prédite.
- le rapport VEMS/CVF est calculé à 57 %.

A l'état de base il existe donc un trouble ventilatoire obstructif (TVO).

Après bronchodilatateurs

- le VEMS passe à 2,62 L soit un gain de 610 ml en valeur absolue [VEMSpré - VEMSpost] et de 30 % en valeur relative ([VEMSpré - VEMSpost]/VEMSpré).

On peut donc parler de réversibilité significative du TVO car le VEMS gagne plus de 200 ml en valeur absolue et plus de 12% en valeur relative. Mais en réalité on peut carrément parler de réversibilité complète car le VEMS post-BD est > 80% de la valeur prédite.

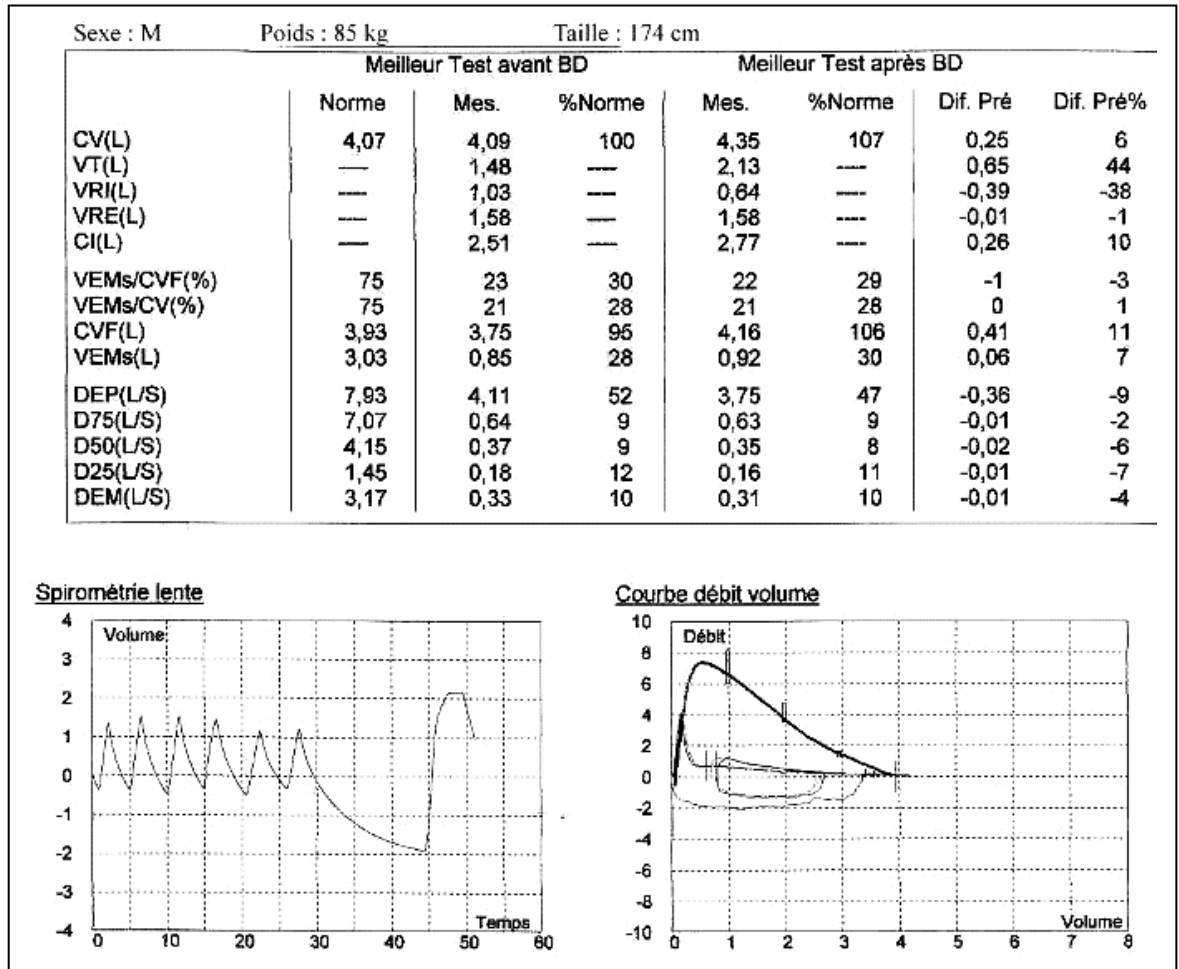
Il s'agit donc probablement d'une maladie asthmatique.

QRM 7

Un homme de 67 ans qui fume un paquet/jour depuis l'âge de 15 ans, fait l'objet d'EFR dans le cadre d'un bilan de dyspnée. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. une spirométrie avec test pharmacologique a été réalisée
- D. le trouble ventilatoire est réversible
- E. la cause de la dyspnée est selon toute probabilité liée à une BPCO

Réponse : ACE



Commentaires :

Vous avez constaté qu'il s'agissait d'une spirométrie réalisée avant puis après broncho-dilatateur.

Le VEMS et la CVF sont mesurés respectivement à 0,85 L et 3,75 L avant broncho-dilatateur, puis respectivement à 0,92 L puis 4,16 L après broncho-dilatateur.

Le rapport de VEMS/CVF qui dans le cadre d'une suspicion de trouble ventilatoire obstructif doit en réalité être mesuré après broncho-dilatateur est à 22 % soit bien inférieur aux 70 % qui définissent le trouble ventilatoire obstructif.

On peut donc considérer qu'il s'agit d'un trouble ventilatoire obstructif.

Ce TVO est « sévère » (stade Gold III) puisque le VEMS post-BD est à 30%. Ca c'est un peu vache car on est pile à la limite, mais le stade IV de GOLD est défini par un VEMS post-BD strictement inférieur à 30% !

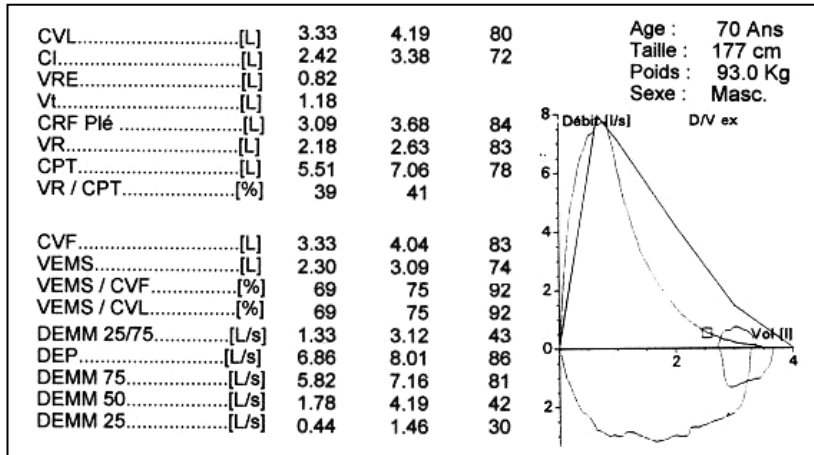
Ce trouble ventilatoire obstructif n'est pas réversible car, après bronchodilatation, le patient a gagné 70 mL (0,92 L – 0,85 L) en valeur absolue et 8 % en valeur relative, soit moins de 200 mL en valeur absolue et moins de 12% en valeur relative.

QRM 8

Un homme de 55 ans qui fume un paquet/jour depuis l'âge de 20 ans, fait l'objet d'EFR dans le cadre d'un bilan pré-opératoire. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il n'existe pas de trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. une spirométrie avec test pharmacologique a été réalisée
- D. le trouble ventilatoire est réversible
- E. la cause de la dyspnée est uniquement liée à une BPCO

Réponse : B



Commentaires :

Nous voyons qu'il s'agit d'un homme de 70 ans, mesurant 177 cm et pesant 93 kg, ce qui donne un IMC à 29,7 (surpoids). Curieusement il n'y a pas de légende sur l'en-tête des colonnes. Cependant on se doute bien que celle de gauche correspond aux valeurs mesurées chez le patient, celle du milieu, les valeurs théoriques attendues chez ce patient et celle de droite, le pourcentage de ce qui est mesuré sur ce qui est attendu.

Vous avez commencé par repérer les valeurs clés que sont

- le VEMS mesuré à 2,30 L pour une valeur théorique à 3,09 L soit 74 % de la valeur prédite.
- la capacité vitale forcée mesurée à 3,33 L pour une théorique à 4,04 L soit 83 % de la valeur prédite.

Le rapport VEMS/CVF est donc de 69 %.

Il s'agit donc d'un trouble ventilatoire obstructif (A est donc faux). **Attention** c'est bien le VEMS mesuré chez le patient divisé par la CVF mesurée chez le patient qui donne le rapport VEMS/CVF. La valeur 75 et la valeur 92, à droite du 69 ne sont là que pour tromper l'adversaire.

Vous avez repéré qu'on indique le volume résiduel, il s'agit en effet d'une pléthysmographie. On en déduit la capacité pulmonaire totale qui est à 5,51 L pour une valeur attendue de 7,06 L soit 78 % de la valeur théorique. On est donc en droit de parler d'un trouble ventilatoire restrictif associé (B est donc juste).

Ce patient présente donc un trouble ventilatoire mixte (E est donc faux, car une BPCO seule ne donne qu'un trouble ventilatoire obstructif).

QRM 9

Un homme de 55 ans qui fume un paquet/jour depuis l'âge de 20 ans, fait l'objet d'EFR dans le cadre d'un bilan de dyspnée. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. une spirométrie avec test pharmacologique a été réalisée
- D. le trouble ventilatoire est significativement réversible
- E. on peut parler de distension

Réponse : ACE

	Meilleur Test avant BD			Meilleur Test après BD			
	Norme	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Dif. Pré	Dif. Pré%
CV(L)	4,51	4,94	110	5,05	112	0,11	2
VT(L)	---	0,48	---	0,58	---	0,10	20
VRI(L)	---	2,56	---	2,49	---	-0,07	-3
VRE(L)	---	1,90	---	1,98	---	0,08	4
CI(L)	---	3,04	---	3,07	---	0,02	1
VEMs/CVF(%)	79	54	68	53	66	-1	-3
VEMs/CV(%)	79	52	66	55	69	3	5
CVF(L)	4,33	4,76	110	5,25	121	0,49	10
VEMs(L)	3,56	2,58	72	2,77	78	0,19	7
DEP(L/S)	8,73	7,05	81	7,74	89	0,70	10
D75(L/S)	7,56	3,29	44	3,56	47	0,28	8
D50(L/S)	4,75	1,58	33	1,47	31	-0,11	-7
D25(L/S)	1,97	0,58	29	0,44	22	-0,14	-24
DEM(L/S)	4,13	1,33	32	1,19	29	-0,14	-10

	Meilleur test avant BD			Meilleur test après BD			
	Norme	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Dif Pré%	Dif Pré%
CPT(L)	6,50	8,06	124	---	---	---	0
CV (cpt)(L)	4,51	4,64	103	---	---	---	0
VGT(L)	3,29	4,91	149	---	---	---	0
VR(L)	1,95	3,42	176	---	---	---	0
VR/CPT(%)	30,84	42,40	137	---	---	---	0
RAW(cmH2O/L/S)	1,40	2,07	148	---	---	---	0
GAW(L/S*cmH2O)	0,72	0,48	67	---	---	---	0
SRAW(cmH2O*s)	4,34	12,11	279	---	---	---	0
SGAW(1/S*cmH2O)	0,23	0,08	36	---	---	---	0

	Norme	Test 1		Test 2		Moyenne	
		Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme
Hb(gr/100ml)	14,60	14,00		14,00		14,00	
CRF'sb(L)	3,29	4,32	131	4,07	124	4,20	128
VI(L)	4,33	4,22	98	4,11	95	4,16	96
VA(L)	6,50	7,24	111	7,17	110	7,20	111
KCO cor(mL/mmHg/Mi)	4,60	3,55	77	3,64	79	3,60	78
DLCO cor(mL/mmHg/M)	29,90	25,71	86	26,10	87	25,91	87

Commentaires :

Vous avez constaté qu'il s'agissait d'une spirométrie réalisée avant puis après broncho-dilatateur et d'une pléthysmographie réalisée avant broncho-dilatateur.

Le VEMS et la CVF sont mesurés respectivement à 2,58 L et 4,76 L avant broncho-dilatateur, puis respectivement à 2,77 L et 5,25 L après broncho-dilatateur.

Le rapport VEMS/CVF qui dans le cadre d'une suspicion de trouble ventilatoire obstructif doit en réalité être mesuré après broncho-dilatateur est à 53 % soit inférieur aux 70 % qui définissent le trouble ventilatoire obstructif. On peut donc considérer qu'il s'agit d'un trouble ventilatoire obstructif persistant après bronchodilatateurs.

Ce TVO est « modérée » (stade Gold II) puisque le VEMS est à 78 % soit entre 50 et 80 % de la valeur prédite.

Ce trouble ventilatoire obstructif n'est pas réversible car, après bronchodilatation, le patient a gagné 190 mL (2,77 L – 2,58 L) en valeur absolue et 7 % en valeur relative, soit moins de 200 mL en valeur absolue et moins de 12% en valeur relative.

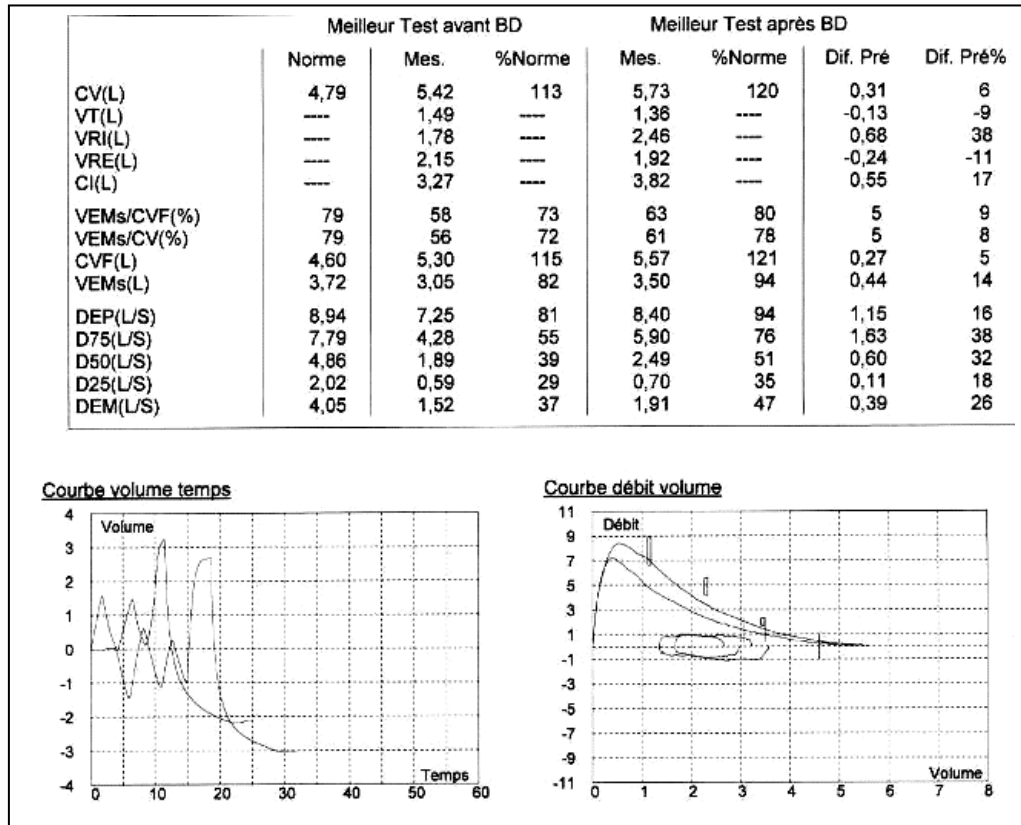
Ce patient a aussi tous les éléments pour pouvoir parler de distension thoracique (CPT > 120% de la valeur prédite et VR/CPT > 30%).

QRM 10

Une femme de 32 ans, fait l'objet d'EFR dans le cadre du suivi de son asthme. Voici le résultat de ses EFR. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. une spirométrie avec test pharmacologique a été réalisée
- D. le trouble ventilatoire est significativement réversible
- E. on peut parler de distension

Réponse : ACD



Commentaires :

Vous avez commencé par repérer les valeurs clés que sont

- le VEMS mesuré à 3,05 L pour une valeur théorique à 3,72 L soit 82 % de la valeur prédite.
- la capacité vitale forcée mesurée à 5,30 L pour une théorique à 4,60 L soit 115 % de la valeur prédite.
- le rapport VEMS/CVF est mesuré à 56 %.

Attention dans la mesure où un test de réversibilité a été réalisé il faut s'intéresser aux valeurs post-bronchodilatation (BD) :

- le VEMS post-BD est mesuré à 3,50 L soit 94 % de la valeur prédite et gagne donc 450 ml et 12% par rapport à sa valeur pré-BD
- la capacité vitale forcée post-BD est mesurée à 5,57 L soit 121 % de la valeur prédite.
- le rapport VEMS/CVF post-BD est mesuré à 63 % soit inférieur aux 70 % qui définissent le trouble ventilatoire obstructif (TVO).

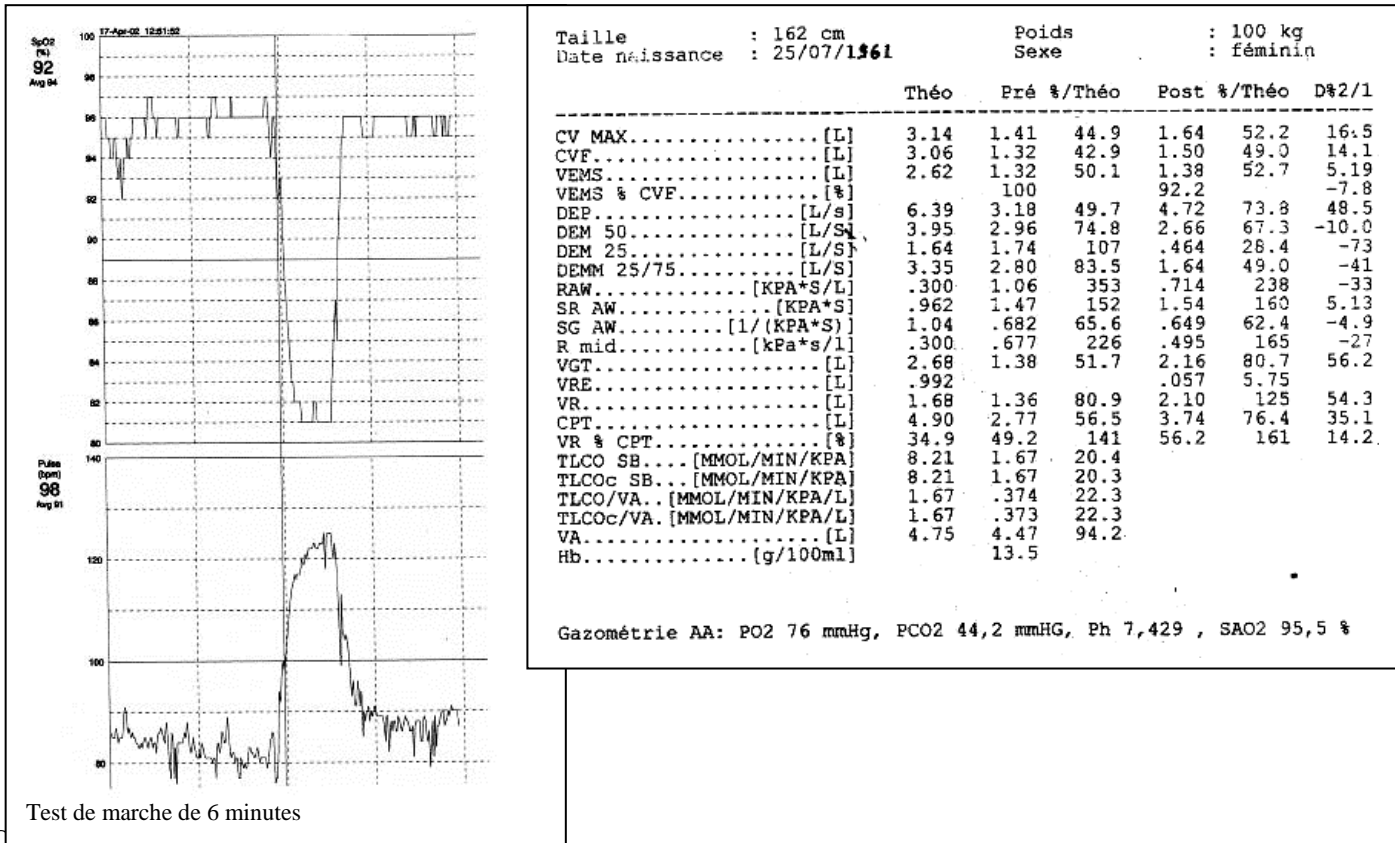
Il s'agit typiquement de l'exploration d'un asthmatique qui présente un TVO à l'état de base et qui après quelques bouffées d'un β -2 agoniste améliore significativement son TVO. Mais on note qu'il persiste cependant encore un TVO post-BD (VEMS/CVF post-BD < 0,7), on ne peut donc pas parler de réversibilité complète.

QRM 11

EFR réalisée dans le cadre du suivi d'une pneumopathie interstitielle diffuse chez une femme de 62 ans sous corticoïdes systémiques depuis 5 ans. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- C. cette patiente est obèse
- D. il existe un trouble du transfert du CO au repos
- E. on peut parler d'altération de la fonction échangeur à l'effort

Réponse : BCDE



Vous avez vu que cette femme mesure 162 cm et pèse 100 kg, ce qui donne un IMC à 38,1 (obésité).

Vous avez commencé par repérer les valeurs clés que sont

- le VEMS mesuré à 1,32 L pour une valeur théorique à 2,62 L soit 50 % de la valeur prédite.
- la capacité vitale forcée mesurée à 1,32 L pour une théorique à 3,06 L soit 43 % de la valeur prédite.

Le rapport VEMS/CVF est donc 100 %. Le rapport VEMS/CVF post-bronchodilatateur est semblable : 92,2%. VEMS et CVF sont donc diminués de façon parallèle, ou en tout cas suffisamment parallèle pour que le rapport VEMS/CVF soit > 70%.

Vous êtes donc en droit de suspecter un trouble ventilatoire restrictif. Vous allez donc observer la Capacité Pulmonaire Totale qui est à 56% donc < 80% de la valeur attendue.

Vous pouvez donc bien parler de trouble ventilatoire restrictif.

Une altération de l'échangeur gazeux est aussi à noter car le transfert du CO est effondré, aux alentours de 20 % de la valeur prédite et par ailleurs il existe une hypoxémie modérée qui contraste avec une capnie légèrement augmentée et un pH sur le versant alcalin d'interprétation difficile en l'absence de la valeur des bicarbonates, valeur qu'il est nécessaire de connaître pour interpréter correctement ces résultats. L'atteinte de l'échangeur gazeux est encore plus patente à l'effort puisqu'au test de marche de 6 minutes on note une franche diminution de la SpO₂.

QRM 12

EFR réalisée dans le cadre du suivi d'un patient porteur d'une BPCO. Quelle(s) est(sont) vo(s)tre conclusion(s) ?

- A. il existe un trouble ventilatoire obstructif
- B. le trouble ventilatoire obstructif est persistant après bronchodilatateurs
- C. il existe un trouble ventilatoire restrictif
- D. il existe un trouble du transfert du CO au repos
- E. le trouble ventilatoire obstructif peut être qualifié de très sévère

Réponse : ABDE

Spirométrie lente et forcée sans/avec test de réversibilité							
	Meilleur Test avant BD			Meilleur Test après BD			Dif. Pré%
	Norme	Mes.	%Norme	Mes.	%Norme	Dif.	
CV(L)	3,22	3,96	123	4,16	129	0,20	5
VT(L)	---	0,88	---	0,96	---	0,08	9
VRI(L)	---	1,70	---	1,75	---	0,05	3
VRE(L)	---	1,38	---	1,46	---	0,08	5
CI(L)	---	2,58	---	2,71	---	0,13	5
VEMs/CVF(%)	79	26	33	26	33	0	0
VEMs/CV(%)	79	22	28	22	28	0	0
CVF(L)	3,12	3,32	106	3,48	112	0,16	5
VEMs(L)	2,67	0,87	33	0,91	34	0,04	5
DEP(L/S)	6,47	3,48	54	3,59	56	0,11	3
D75(L/S)	5,65	0,56	10	0,60	11	0,04	8
D50(L/S)	3,93	0,30	8	0,32	8	0,02	7
D25(L/S)	1,56	0,13	8	0,15	10	0,02	19
DEM(L/S)	3,24	0,27	8	0,27	8	0,00	0

Pléthysmographie avec ou sans résistances des voies aériennes		
	Mes.	%Norme
CPT(L)	4,09	127,13
CV (cpt)(L)	5,80	209,06
VGT(L)	4,52	246,55
VR(L)		
VR/CPT(%)		

Capacité de diffusion du monoxyde de carbone CO:			
	Norme	Test 1	
		Mes.	%Norme
Hb(gr/100ml)	13,50	13,50	
CRF ^{sb} (L)	2,78	2,88	104
VI(L)	3,22	3,46	108
VA(L)	5,17	5,15	100
KCO cor(DLCO/L)	4,79	0,67	14
DLCO cor(ml/mmHg/mi)	24,76	3,47	14

Vous vous êtes rendu compte que l'imprimante a eu quelques petits problèmes, saurez-vous retrouver la valeur de la CPT et celle de VR/CPT ?

Vous avez commencé par repérer les valeurs clés que sont

- le VEMS mesuré à 0,87 L pour une valeur théorique à 2,67 L soit 33 % de la valeur prédite.
- la capacité vitale forcée mesurée à 3,32 L pour une théorique à 3,12 L soit 106 % de la valeur prédite.
- le rapport VEMS/CVF est calculé à 26 % (0,26)

Attention dans la mesure où un test de réversibilité a été réalisé il faut s'intéresser aux valeurs post-bronchodilatation :

- le VEMS mesuré à 0,91 L soit 34 % de la valeur prédite.
- la capacité vitale forcée mesurée à 3,48 L soit 112 % de la valeur prédite.
- le rapport VEMS/CVF est calculé à 26 % soit inférieur aux 70 % (0,7) qui définissent le trouble ventilatoire obstructif.

Ce TVO est « très sévère » (stade Gold IV)

Il n'est pas significativement réversible après bronchodilatateurs (BD) car le VEMS gagne seulement 40 ml en valeur absolue (0,91 L- 0,87 L) et 4,6% en valeur relative (0,91 L- 0,87 L) / 0,87 L

En raison des petits problèmes de l'imprimante vous avez recalculé la valeur de la CPT = CVL + VR c'est à dire 3,96 + 4,52L soit 8,48L. On en calcule donc VR/CPT c'est-à-dire 53% (ou 0,53) on peut donc parler de distension (car >30%).

Vous avez noté enfin que le transfert du CO était effondré.

En pratique TVO + distension + TCO bas doivent vous faire évoquer un emphysème. Un scanner thoracique en coupes fines permettrait de confirmer votre hypothèse.

II. DESEQUILIBRE ACIDE-BASE - ONZE QUESTIONS "TOMBABLES"

QRM 1

Patient de 66 ans, hospitalisé pour détresse respiratoire sur exacerbation aigüe de BPCO. Il est par ailleurs suivi pour une insuffisance rénale terminale, en cours de bilan. Gaz sous O₂ 2L/min: pH 7.23; PaCO₂ 83 mmHg; PaO₂ 74 mmHg ; HCO₃⁻ 34 mEq/L; SaO₂ 94%. Na 139 mEq/L; K 5 mEq/L; Cl 102 mEq/L. Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. acidose respiratoire
- B. alcalose métabolique
- C. hypercapnie
- D. déséquilibre acide-base compensé
- E. hypoxémie corrigée sous O₂

Réponse : ACE

Commentaires :

On se rappelle que les 3 questions sont toujours les mêmes, dans l'ordre :

- 1 Le pH indique-t-il une acidose ou une alcalose ?
- 2 La cause du déséquilibre acide-base est-elle respiratoire ou métabolique ?
- 3 Y a-t-il une compensation du déséquilibre acide-base ?

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On place les valeurs du patient dans le tableau :

	acide	normal	alcalin
pH (7,23)			
PaCO ₂ (83)			
			HCO ₃ ⁻ (34)

Le pH est acide et le pH et la PaCO₂ tombent tous les deux dans la colonne « acide ». Il s'agit donc d'une **acidose respiratoire**. Elle est **non compensée** et s'associe à une acidose métabolique probable du fait de l'insuffisance rénale qui ne peut assurer une augmentation suffisante des bicarbonates. Par ailleurs même avec des reins normaux l'augmentation des bicarbonates (HCO₃⁻) est beaucoup plus lente que l'augmentation de la capnie.

Quant à l'hypoxémie, la cible quand on met un patient sous O₂ est une SpO₂ aux alentours de 90% ou plus, ce qui est le cas ici car sa SaO₂ est à 94%.

QRM 2

Étudiant en médecine de 24 ans en cours de préparation de ses examens qui fait une crise d'angoisse car il ne pige rien aux perturbations de l'équilibre acide-base. Il est polypnéique et ressent des picotements autour de la bouche et des fourmis dans les mains. Le tableau prend de telles proportions que ses camarades s'inquiètent et l'amènent aux urgences. Le gaz du sang est le suivant : pH 7,50 ; PaCO₂ 30 mmHg ; HCO₃⁻ 23 mEq/L. Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose respiratoire
- B. acidose métabolique
- C. hypocapnie
- D. déséquilibre acide-base non compensé
- E. hyperoxie

Réponse : ACD

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On se rappelle que les 3 questions sont toujours les mêmes, dans l'ordre :

- 1 Le pH indique-t-il une acidose ou une alcalose ?
- 2 La cause du déséquilibre acide-base est-elle respiratoire ou métabolique ?
- 3 Y a-t-il une compensation du déséquilibre acide-base ?

On place les valeurs du patient dans le tableau :

acide	normal	alcalin
		pH (7,50)
		PaCO ₂ (30)
	HCO ₃ ⁻ (23)	

Le pH est alcalin et le pH et la PaCO₂ tombent tous les deux dans la colonne « alcalin ». Il s'agit donc d'une **alcalose respiratoire**. Elle est **non compensée** car la diminution des bicarbonates (HCO₃⁻) est beaucoup plus lente que la chute de la capnie et elle n'est pas encore parvenue dans le cas présent à normaliser le pH.

Il s'agit d'un cas typique de « syndrome d'hyperventilation ». Il suffit de réduire la fréquence respiratoire.

QRM 3

Même étudiant qu'au QRM 2, trois ans plus tard. Il a appris qu'il a brillamment été reçu à l'ECN et a fêté ça avec ses camarades. La fête a été assez sérieuse et il a usé, voire abusé de substances récréatives diverses. La nuit s'est terminée en position genu-pectorale en face de la cuvette des toilettes, à laquelle l'étudiant a fait de nombreuses offrandes. Au petit matin il est retrouvé par ses petits camarades dans un état un peu inquiétant (ils trouvent qu'il respire fort lentement) et ils l'amènent aux urgences. Le gaz du sang est le suivant : pH 7,48 ; PaCO₂ 43 mmHg ; HCO₃⁻ 31 mEq/L. Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose métabolique
- B. acidose métabolique
- C. hypocapnie
- D. déséquilibre acide-base non compensé
- E. hypoxie

Réponse : AD

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On se pose ensuite, dans l'ordre, les 3 questions suivantes :

- 1 Le pH indique-t-il une acidose ou une alcalose ?
- 2 La cause du déséquilibre acide-base est-elle respiratoire ou métabolique ?
- 3 Y a-t-il une compensation du déséquilibre acide-base ?

On place les valeurs du patient dans le tableau :

acide	normal	alcalin
		pH (7,48)
	PaCO ₂ (43)	
		HCO ₃ ⁻ (31)

Le pH est alcalin et le pH et les bicarbonates (HCO₃⁻) tombent tous les deux dans la colonne « alcalin ». Il s'agit donc d'une **alcalose métabolique**. Elle est **non compensée** car l'augmentation de la PaCO₂ liée à l'hypoventilation ne parvient pas à normaliser le pH.

Cette alcalose est produite par la perte d'ions H⁺ liée aux vomissements répétés (il faut alors s'inquiéter d'une hypokaliémie par hyperkaliurie compensatrice)

QRM 4

Un enfant de 10 ans est amené par ses parents aux urgences en pleine période de gastroentérite saisonnière. Il présente des diarrhées profuses depuis 2 jours. Il a soif et se plaint de douleurs abdominales diffuses. A l'examen il est polypnéique à 28/min et on note un pli cutané. La TA est à 80/50 mmHg, le pouls à 130 bpm, la SpO₂ à 96%. Son bilan est le suivant : pH 7,26; PaCO₂ 23 mmHg ; HCO₃⁻ 10 mEq/L ; Na 128 mEq/L ; K 5,5 mEq/L ; Cl 115 mEq/L . Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose
- B. acidose
- C. déséquilibre acide-base métabolique
- D. hypocapnie
- E. déséquilibre acide-base non compensé

Réponse : BCD

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On place les valeurs du patient dans le tableau :

	acide	normal	alcalin
pH (7,26)			
			PaCO ₂ (23)
HCO ₃ ⁻ (10)			

Le pH est acide et le pH et les bicarbonates (HCO₃⁻) tombent tous les deux dans la colonne « acide ». Il s'agit donc d'une **acidose métabolique**. Elle est **non compensée** car la diminution de la PaCO₂ liée à l'hyperventilation ne parvient pas à normaliser le pH. Il faut alors calculer le trou anionique pour avancer dans le diagnostic (ici le trou anionique est non augmenté (8,5, il est même abaissé), il n'y a donc pas d'acide indosé : il s'agit d'une perte pure de bicarbonates sur diarrhées profuses)

QRM 5

Une femme de 56 ans aux ATCDs d'ulcère duodénal est admise aux urgences après 3 jours d'anorexie et de vomissements. Sa tension est à 90/60, son pouls à 120/min. Son bilan à l'admission est le suivant : Na 138 meq/L ; K 2,4 mEq/L ; Cl 88 mEq/L ; HCO₃⁻ 40 mEq/L ; pH 7,52 ; PaCO₂ 50 mmHg ; HCO₃⁻ 29 mEq/L.

Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose
- B. acidose
- C. déséquilibre acide-base métabolique
- D. hypocapnie
- E. déséquilibre acide-base non compensé

Réponse : ACE

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On place les valeurs du patient dans le tableau :

acide	normal	alcalin
		pH (7,52)
PaCO ₂ (50)		
		HCO ₃ ⁻ (29)

Le pH est alcalin et le pH et les bicarbonates (HCO₃⁻) tombent tous les deux dans la colonne « alcalin ». Il s'agit donc d'une **alcalose métabolique**. Elle est **non compensée** car l'augmentation de la PaCO₂ liée à l'hypoventilation ne parvient pas à normaliser le pH. Le mécanisme de l'alcalose est une perte d'H⁺ (et de chlore : hypochlorémie fréquemment associée) par les vomissements répétés, et le mécanisme de l'hypokaliémie est une hyperkaliurèse compensatrice et un défaut d'apport exogène.

QRM 6

Femme de 67 ans, diabétique non insulino-dépendante, hospitalisée pour pneumonie communautaire. A 72 h on obtient l'apyrexie mais on note l'apparition d'une polypnée à 30 /min, d'une soif intense. La tension est à 80/40 mm Hg, la fréquence cardiaque est à 110 bpm. ECG : simple tachycardie. pH = 7,19 ; PaO₂ = 115 mmHg (sous O₂ 5L/min) ; PaCO₂ = 16 mmHg ; HCO₃⁻ = 6 mEq/L ; K 3 mEq/L ; Na 138 mEq/L ; Cl 85 mEq/L. Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose
- B. acidose
- C. déséquilibre acide-base respiratoire
- D. hypocapnie
- E. déséquilibre acide-base non compensé

Réponse : BDE

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On place les valeurs du patient dans le tableau :

	acide	normal	alcalin
pH (7,19)			
			PaCO ₂ (16)
HCO ₃ ⁻ (6)			

Le pH est acide et le pH et les bicarbonates (HCO₃⁻) tombent tous les deux dans la même colonne : « acide », il s'agit donc d'une **acidose métabolique**. Elle est **non compensée** car la diminution de la PaCO₂ liée à l'hyperventilation ne parvient pas à normaliser le pH.

Il existe par ailleurs un trou anionique augmenté = 138+ 3 - 85- 6 = 50 (c'est-à-dire > 20).

Dans le contexte on évoque une acidocétose diabétique.

QRM 7

Patient de 70 ans porteur d'une BPCO connue de longue date. Consulte pour majoration de sa dyspnée. Le bilan est le suivant : pH 7,36; PaCO₂ 69 mmHg; PaO₂ 55 mmHg; HCO₃⁻ 38 mEq/L; SaO₂ 97%; Na 139 mEq/L; K 4 mEq/L; Cl 94 mEq/L; gly: 1,89 g/L. lactate 0.738 mEq/L.

Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose
- B. acidose
- C. déséquilibre acide-base respiratoire
- D. hypocapnie
- E. déséquilibre acide-base compensé

Réponse : BCE

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On place les valeurs du patient dans le tableau :

acide	normal	alcalin
	pH (7,36)	
PaCO ₂ (55)		
		HCO ₃ ⁻ (38)

Quand le pH est « normal » mais que la capnie (PaCO₂) et/ou les bicars (HCO₃⁻) ne le sont pas il s'agit d'un désordre (acidose ou alcalose) compensé.

Une étape additionnelle est alors nécessaire pour trouver l'origine du déséquilibre. En pratique la compensation « idéale » c'est-à-dire un pH à 7,40 n'est jamais atteinte.

On place sur le tableau la valeur de pH du patient par rapport au pH idéal (7,40).

Un pH < 7,40 indique que l'origine du déséquilibre est une acidose et un pH > 7,40 indique que l'origine du déséquilibre est une alcalose.

On dessine alors la flèche pour mettre le pH du patient dans la bonne colonne.

	7,40	
acide	normal	alcalin
pH (7,35)	←	
PaCO ₂ (55)		
		HCO ₃ ⁻ (38)

Une fois qu'on a fait ça, on se rend compte que le pH et la PaCO₂ tombent tous les deux dans la même colonne « acide », il s'agit donc d'une **acidose respiratoire**. Elle est **compensée** par l'augmentation des bicarbonates.

QRM 8

Jeune femme de 25 ans souffrant d'anorexie mentale admise pour dénutrition sévère. Son bilan est le suivant : pH 7,43; PaCO₂ 49 mmHg; PaO₂ 97 mmHg; HCO₃ 31 mEq/L; SaO₂ 97%.

Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose
- B. acidose
- C. déséquilibre acide-base respiratoire
- D. hypocapnie
- E. déséquilibre acide-base compensé

Réponse : AE

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On place les valeurs de la patiente dans le tableau :

	acide	normal	alcalin
		pH (7,42)	
PaCO ₂ (49)			
			HCO ₃ ⁻ (31)

Quand le pH est « normal » mais que la capnie (PaCO₂) et/ou les bicarbonates (HCO₃) ne le sont pas il s'agit d'un désordre (acidose ou alcalose) compensé.

Une étape additionnelle est alors nécessaire pour trouver l'origine du déséquilibre. En pratique la compensation « idéale » c'est-à-dire un pH à 7,40 n'est jamais atteinte.

On place sur le tableau la valeur de pH du patient par rapport au pH idéal (7,40).

Un pH < 7,40 indique que l'origine du déséquilibre est une acidose et un pH > 7,40 indique que l'origine du déséquilibre est une alcalose.

On dessine alors la flèche pour mettre le pH du patient dans la bonne colonne.

	7,40	
acide	normal	alcalin
	→	pH (7,43)
PaCO ₂ (49)		
		HCO ₃ ⁻ (30)

Une fois qu'on a fait ça, on se rend compte que le pH et les bicarbonates (HCO₃⁻) tombent tous les deux dans la colonne « alcalin ». Il s'agit donc d'une **alcalose métabolique**. Elle est **compensée** par l'augmentation de la capnie.

QRM 9

Patient de 23 ans, diabétique, présentant des douleurs abdominales intenses depuis 24 heures associées à des vomissements et à une diarrhée. La veille au soir il avoue avoir bu 3 tequilas et 2 verres de vin blanc. Ce patient présente un pli cutané manifeste, sa tension est à 140/80, et on note une tachycardie à 110 bpm. Glycémie = 33,5 mmol/L (6,04 g/L); Créat = 132 µmol/L (14 mg/L); Na = 130 mEq/L; K = 5,4 mEq/L; Cl = 104 mEq/L.

Les GDS sont les suivants : pH = 7.03; PaO₂ = 137 mmHg; PaCO₂ = 14 mmHg; HCO₃⁻ = 3,6 mEq/L; SaO₂ = 98%; lactates = 6,25 mEq/L.

Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose
- B. acidose
- C. déséquilibre acide-base métabolique
- D. hypocapnie
- E. déséquilibre acide-base compensé

Réponse : BCD

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On place les valeurs de la patiente dans le tableau :

acide	normal	alcalin
pH (7)		
		PaCO ₂ (14)
HCO ₃ ⁻ (3,6)		

Le pH est acide, et le pH et les bicarbonates (HCO₃⁻) tombent tous les deux dans la même colonne : « acide », il s'agit donc d'une **acidose métabolique**. Elle est **non compensée** car la diminution de la PaCO₂ liée à l'hyperventilation alvéolaire ne parvient pas à normaliser le pH.

Il existe par ailleurs un trou anionique augmenté = 130 + 5,4 – 104 – 3,6 = 28.

Cette acidose métabolique non compensée à trou anionique augmenté (>20 mEq/L) correspond à une acidocétose diabétique.

QRM 10

Patiente de 85, souffrant d'une bronchopneumopathie obstructive chronique, d'une cardiopathie ischémique, d'une HTA et d'un diabète non insulino-dépendant.

Prise en charge aux urgences suite à une chute. Elle bénéficie alors d'un traitement par patch de Durogesic et d'une oxygénothérapie à 5L/min.

Décision d'hospitalisation pour surveillance.

Le lendemain, son état se dégrade progressivement, la patiente présente une polypnée superficielle à 25c/min, une tension à 160/90, une rougeur des joues et elle est tachycarde à 100 bpm. Son Glasgow est évalué à 9. Les GDS sont les suivants : pH = 7,23; PaO₂ = 52 mmHg; PaCO₂ = 121 mmHg; HCO₃⁻ = 49 mEq/L; SaO₂ = 75%; lactates = 1,12 mEq/L.

Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose
- B. acidose
- C. déséquilibre acide-base métabolique
- D. hypocapnie
- E. déséquilibre acide-base non compensé

Réponse : BE

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On place les valeurs de la patiente dans le tableau :

	acide	normal	alcalin
pH (7,23)			
PaCO ₂ (121)			
			HCO ₃ ⁻ (49)

Le pH est acide et le pH et la PaCO₂ tombent tous les deux dans la colonne « acide ». Il s'agit donc d'une **acidose respiratoire**. Elle est **non compensée** car l'augmentation des bicarbonates (HCO₃⁻) est beaucoup plus lente que l'augmentation de la capnie et elle n'est pas encore parvenue dans le cas présent à normaliser le pH.

Cette acidose respiratoire non compensée correspond à une hypoventilation alvéolaire en rapport avec la décompensation d'une BPCO sous tendue par 2 facteurs :

- l'administration d'un opioïde fort, dépresseur respiratoire, chez une patiente âgée insuffisante respiratoire chronique ;
- l'administration d'un débit d'oxygène important. Cher l'insuffisant respiratoire sévère, le stimulus régulant la ventilation n'est plus l'augmentation de la capnie, mais la baisse de l'oxygène sanguin. C'est pourquoi l'administration de débits élevés d'O₂ peut annuler le stimulus hypoxique régulant la ventilation du patient et majorer l'hypoventilation alvéolaire et donc la capnie.

QRM 11

Patient de 65 ans aux antécédents de cardiopathie ischémique traitée au long cours par coversyl et kardegic, présentant depuis 4 à 5 jours des lombalgies pour lesquelles on lui prescrit du biprofenid. Le patient est depuis fatigué et présente une légère dyspnée. Ce jour appel des pompiers car celui-ci présente un syndrome confusionnel aigu.

A l'arrivée aux urgences, le patient est en état de choc, son Glasgow est évalué à 5, sa tension est à 60/40 ; tachycardie à 150 bpm. Na = 138 ; K = 5,5 ; Cl = 103; Urée = 73 mmol/L ; Créat = 1700 μ mol/L. Les GDS sont les suivants : pH = 7,23; PaO₂ = 57 mmHg; PaCO₂ = 29 mmHg; HCO₃⁻ = 12 mEq/L.

Comment interprétez-vous son équilibre acide-base ?

- A. alcalose
- B. acidose
- C. déséquilibre acide-base métabolique
- D. hypocapnie
- E. déséquilibre acide-base non compensé

Réponse : BCDE

Commentaires :

On rappelle les valeurs normales de l'équilibre acide-base

	acide	normal	alcalin
pH	< 7,35	7,35 – 7,45	> 7,45
PaCO ₂	> 45	35 – 45	< 35
HCO ₃ ⁻	< 22	22 – 26	> 26

On place les valeurs de la patiente dans le tableau :

acide	normal	alcalin
pH (7,23)		
		PaCO ₂ (29)
HCO ₃ ⁻ (12)		

Le pH est acide, et le pH et les bicarbonates (HCO₃⁻) tombent tous les deux dans la même colonne : « acide », il s'agit donc d'une **acidose métabolique**. Elle est **non compensée** car la diminution de la PaCO₂ liée à l'hyperventilation alvéolaire ne parvient pas à normaliser le pH.

Cette acidose métabolique non compensée est secondaire à une insuffisance rénale aigüe dans les suites de la prise concomitante d'un inhibiteur de l'enzyme de conversion et d'un anti inflammatoire non stéroïdien.

Le trou anionique est augmenté : $138 + 5,5 - 103 - 12 = 28,5$ mEq/L du fait de la sévérité de l'atteinte rénale et de l'augmentation des anions inorganiques dans l'urémie.